

Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

AUTORES:

JAIME MAURICIO ARTEAGA PAUCAR (C.I. 0106845621)

LUIS ALEJANDRO LOJA SAULA (C.I. 0302690193)

DIRECTOR:

ARQ. WILSON MARCELO VÁZQUEZ SOLÓRZANO (C.I. 0300399011)

Cuenca - Azuay - Ecuador

Mayo, 2018

Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica

UNIVERSIDAD DE CUENCA

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ARQUITECTO

AUTORES:

JAIME MAURICIO ARTEAGA PAUCAR (C.I 0106845621)

LUIS ALEJANDRO LOJA SAULA (C.I 0302690193)

DIRECTOR:

ARQ. WILSON MARCELO VÁZQUEZ SOLÓRZANO (C.I. 0300399011)

Cuenca - Azuay - Ecuador

Mayo, 2018

RESUMEN

La elaboración de adobes en la ciudad de Cuenca, se realiza con arena, limos, arcilla, agua y paja, en algunos casos esta composición tradicional trae problemas como: poca resistencia a la humedad, erosión temprana, contracción, etc., disminuyendo el comportamiento mecánico del material. Por lo tanto se decidió utilizar la emulsión asfáltica como estabilizador ya que combinada con la mezcla del adobe, mejora la resistencia a la humedad, previene la erosión temprana y en consecuencia mejora su comportamiento mecánico.

Esta investigación se desarrolló en tres fases. Como primera fase se realizó la evaluación de los suelos del área de estudio (Sinincay y Baños), donde se realizó pruebas de campo y de laboratorio como: análisis granulométrico, límites de consistencia, para determinar con exactitud los tipos de suelos y si son aptos o no para la elaboración de adobes tradicionales y bloques de tierra comprimida (BTC). En la segunda fase después de validar los suelos se procede a realizar el diseño de mezclas adicionando emulsión asfáltica en diferentes dosis (2,5%, 5%, 7,5% y 10%), para la fabricación de adobes estabilizados. Por último en la tercera fase se sometió a ensayos de laboratorio, determinando la resistencia a compresión, flexión y absorción, para realizar la comparación con los adobes tradicionales.

Los resultados muestran que la incorporación de la emulsión asfáltica aumenta las propiedades (compresión, flexión y absorción) con respecto a los adobes no estabilizados, estas mejoras adquiridas son por el efecto de esta adición.

En conclusión los adobes estabilizados con emulsión asfáltica son más resistentes que los adobes tradicionales.

Palabras Claves: Tierra, adobe, estabilización, emulsión asfáltica, resistencia mecánica.

ABSTRACT

Making adobes in the city of Cuenca, it is made with sand, silt, clay, water and straw, in some cases this traditional composition brings problems such as low moisture resistance, early erosion, shrinkage, etc., decreasing behavior mechanical material. Therefore we decided to use the asphalt emulsion as a stabilizer as combined with the mixture of mud, improved moisture resistance, prevents premature erosion and consequently improves their mechanical behavior.

This study was conducted in three phases. As a first phase evaluation of soils in the study area (Sinincay and bathrooms), where field tests and laboratory as performed was performed: sieve analysis, consistency limits, to accurately determine soil types and whether they are fit or for the production of traditional bricks and compressed earth blocks (BTC). In the second phase after validating soils determined, the mix design asphalt emulsion by adding different doses (2.5%, 5%, 7.5% and 10%), for the manufacture of bricks stabilized. Finally in the third stage was subjected to laboratory tests, determining the compressive strength, bending and absorption, for comparison with traditional bricks.

The results show that the addition of the asphalt emulsion enhances properties (compression, bending and absorption) with respect to the unstabilized bricks, these improvements are acquired by the effect of this addition.

In conclusion the asphalt emulsion stabilized adobes are more resistant than traditional adobes.

Keywords: *earth, adobe, stabilization, asphalt emulsion, mechanical strength.*

ÍNDICE

Índice de Imágenes
Índice de Tablas
Índice de Gráficos
Objetivos
Introducción

CAPITULO 1. GENERALIDADES DEL ADOBE

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.....	024
1.1.1. Historia de la construcción en tierra.	024
1.1.2. Historia del bloque de tierra.	024
1.1.3. Arquitectura de Tierra en América.	025
1.1.4. Uso del adobe en América Latina.	026
1.1.5. Adobe como material de construcción en Ecuador.	027
1.1.6. Construcción con adobe en Cuenca.	027
1.2. ELABORACIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL.	028
1.2.1. Composición y dosificación para la fabricación del adobe tradicional.	028
1.2.2. Proceso para la elaboración del adobe tradicional.	028
1.2.3. Ventajas y desventajas de las construcciones con adobe.	031
1.2.4. Comportamiento sísmico de las construcciones con adobe.	032
1.2.5. Tipos de adobe según su composición.	033
1.3. BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC).	034
1.3.1. Proceso de producción de bloques de tierra comprimida.	034
1.3.2. Ventajas de los bloques de tierra comprimida.	035
1.3.3. Respecto a los adobes tradicionales los bloques tienen las siguientes ventajas:	035
1.4. PRUEBAS D CAMPO.	036
1.4.1. Caída de bola.	036
1.4.2. Cinta o rollo.	036
1.4.3. Sedimentación.	037
1.4.4. Resistencia seca.	037
1.5. NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN EN ADOBE.	038
1.5.1. Normativas Locales.	039

1.6. TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE LA TIERRA.....	042
1.6.1. Estabilización Física:	042
1.6.2. Estabilización Química:	042
1.6.3. Estabilización Mecánica:	043
1.7. MATERIALES ESTABILIZADORES DE LA TIERRA.....	044
1.7.1. De origen mineral.	044
1.7.2. De origen sintético.	045
1.7.3. Fibras Naturales.	046
1.8. EMULSIÓN ASFÁLTICA COMO MATERIAL ESTABILIZADOR.....	048
1.8.1. Asfalto.	048
1.8.2. Emulsión.....	049
1.9. EMULSIÓN ASFÁLTICA.	050
1.9.1. Características de la emulsión asfáltica.	050
1.9.2. Tipos de emulsión asfáltica.....	051
1.9.3. Usos de la emulsión asfáltica.....	052
1.9.4. Ventajas y desventajas de la emulsión asfáltica.	053
1.9.5. Dosificaciones de la emulsión asfáltica	054
1.10. CONCLUSIÓN	055

CAPITULO 2. DISEÑO DE MEZCLAS PARA LA PRODUCCION DEL ADOBE ESTABILIZADO

2.1. SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	058
2.1.1. ELECCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO	058
2.2. ADOBERA DE SININCAY.....	060
2.2.1. Ubicación.	060
2.2.2. Propiedades del suelo de la parroquia de Sinincay.	060
2.3. ADOBERA BAÑOS.....	061
2.3.1. Ubicación.	061
2.3.2. Propiedades del suelo de la parroquia de Baños.	061
2.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS TIPOS DE ADOBE EXISTENTES EN LA PARROQUIA DE SININCAY Y BAÑOS.....	062
2.4.1. Adobe tradicional de Sinincay	062

2.4.2. Bloque de tierra comprimida de Baños.....	062
2.5. PRUEBAS DE CAMPO.	063
2.5.1. Ensayo de caída de bola.....	063
2.5.2. Ensayo de cinta o rollo.....	063
2.5.3. Resistencia seca.	064
2.5.4. Ensayo de sedimentación.....	064
2.6. ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS SUELOS SININCAY Y BAÑOS.	065
2.6.1. Granulometría.....	065
2.6.2. Límite líquido.....	069
2.6.3. Límite plástico.....	069
2.6.4. Índice de plasticidad.....	072
2.6.5. Resumen de Resultados.....	073
2.7. DISEÑO DE MEZCLAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL ESTABILIZADO	074
2.7.1. Proceso de producción.....	077
2.7.2. Extracción de la tierra.....	077
2.7.3. Remojo de la tierra.....	077
2.7.4. Mezclado del barro.....	078
2.7.5. Moldeado.....	078
2.7.6. Vaciado.....	078
2.7.7. Pre-secado.....	079
2.7.8. Secado.....	079
2.7.9. Apilado.....	079
2.8. DISEÑO DE MEZCLAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL ADOBE PRENSASO BTC ESTABILIZADO...080	080
2.8.1. Proceso de producción del BTC estabilizados con emulsión asfáltica.....	083
2.8.2. Identificación.....	083
2.8.3. Preparación.....	084
2.8.4. Mezclado.....	084
2.8.5. Prensado.....	084
2.8.6. Secado.....	085
2.8.7. Almacenamiento.....	085
2.9. CONCLUSIÓN.....	085

CAPITULO 3. ENSAYOS DE LABORATORIO

3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	088
3.1.1. Modulo de elasticidad.....	089
3.1.2. Procedimientos.....	089
3.1.3. Aplicación del Ensayo a la Compresión de adobes no estabilizados.....	090
3.1.4. Resultados.....	095
3.2. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTE INEN 2254.....	096
3.2.1. Procedimiento.....	097
3.2.2. Aplicación del Ensayo a la Flexión a adobes no estabilizados.....	098
3.2.3. Resultados.....	101
3.3. ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD.....	102
3.3.1. Procedimientos:.....	103
3.3.2. Aplicación del ensayo de absorción de agua por capilaridad a adobes no estabilizados.....	104
3.3.3. Resultados.....	104
3.3.4. Aplicación del ensayo de absorción de agua por capilaridad a adobes estabilizados.....	105
3.3.5. Resultados.....	106
3.3.6. Determinación del porcentaje de absorción a adobes estabilizados y no estabilizados.....	107
3.4. DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE AGUA EN ADOBES NO ESTABILIZADOS.....	108
3.4.1. Resultados.....	109
3.5. DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE AGUA EN ADOBES ESTABILIZADOS.....	110
3.5.1. Resultados.....	111
3.6. CONCLUSIÓN.....	111

CAPITULO 4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES FINALES.

4.1. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES TRADICIONALES ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.....	114
4.2. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ADOBES TRADICIONALES ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.....	115
4.3. COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN LOS ADOBES TRADICIONALES ESTABI-	

ZADOS Y NO ESTABILIZADOS.....	116
4.4. COMPARACIÓN DE LA HUELLA DE AGUA EN LOS ADOBES TRADICIONALES ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.	117
4.5. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES PRENSADOS (BTC) ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.	118
4.6. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOS ADOBES PRENSADOS (BTC) ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.....	119
4.7. COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN LOS ADOBES PRENSADOS (BTC) ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.	120
4.8. COMPARACIÓN DE LA HUELLA DE AGUA EN LOS ADOBES PRENSADOS (BTC) ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.	121
4.9. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ADOBE TRADICIONAL NO ESTABILIZADO Y ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.	122
4.9.1. Forma/Dimensiones	122
4.9.2. Peso	122
4.9.3. Color	122
4.9.4. Textura.....	122
4.10. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL BTC SIN ESTABILIZAR Y EL BTC ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.	123
4.10.1. Forma/Dimensiones	123
4.10.2. Peso	123
4.10.3. Color	123
4.10.4. Textura.....	123

Conclusiones
Recomendaciones
Bibliografía
Anexos

ÍNDICE DE IMAGENES

Imagen 001. La antigua ciudad de Jericó. Recuperado de: http://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/el-nacimiento-de-la-civilizacion_9526/2	026
Imagen 002. Ciudad de Shibam – Yemen. Recuperado de: https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/ras-cacielos-de-barro-shibam	027
Imagen 003. La ciudadela de Arg-é Bam. Recuperado de: http://www.fogcityjournal.com/wordpress/wp-content/plugins/2015/05/bam_iran.jpg	027
Imagen 004. Ciudad de Chan Chan, Perú. Recuperado de: http://whc.unesco.org/es/list/366	027
Imagen 005. El Santuario de Pachacamac. Lima-Peru. Recuperado de: http://pachacamac.cultura.pe/santuario-arqueologico/conservacion/conservacion-de-emergencia	028
Imagen 006. Centro histórico de la ciudad de Cuenca. Recuperado de: http://revistain-vi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/156	029
Imagen 007. Adobes Tradicionales. Recuperado de: Segovia Cevallos, V. La tabiquería de tierra en el diseño interior contemporáneo como elemento de contraste. Tesis de Grado Publicada. Universidad de cuenca, Cuenca	030
Imagen 008. Extracción de la tierra. Recuperado de: http://www.tinajasorozco.com/el-barro	031
Imagen 009. Remojo de la tierra. Recuperado de: http://clorofilazul.blogspot.com/2007/11/	031
Imagen 010. Mezclado del barro. Recuperado de: http://www.lahuertadeivan.com/como-hacer-un-ladrillo-de-adobe/w	031
Imagen 011. Moldeado del adobe tradicional. [Fotografía, grupo de tesis].....	032
Imagen 012. Vaciado del molde. [Fotografía, grupo de tesis].....	032
Imagen 013. Lavado de los moldes. [Fotografía, grupo de tesis].....	032
Imagen 014. Presencia de humedad en los adobes. [Fotografía, grupo de tesis].....	033
Imagen 015. Mapa de riesgos sísmicos en el mundo. Recuperado de: http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf	034
Imagen 016. Bloques de tierra comprimida (BTC). Recuperado de: http://www.hayoungroup.com/product/compressed-earth-block/	035
Imagen 017. Apilado de Bloques de tierra comprimida. Recuperado de: http://algoqueser.blogspot.com	036
Imagen 018. Llenado de moldes para el proceso de compactación. Recuperado de: http://lalocomotoraindustrial.blogspot.com	037
Imagen 019. Fase de secado de los Bloques de Tierra comprimida. Recuperado de: http://algoqueser.blogspot.com	037
Imagen 020. Fase de prensado para la producción de los BTC	037
Recuperado de: http://ebasl.es/en/construir-una-casa-con-btc/ 037	
Imagen 021. Ensayo Caída de Bola. Extraído de: http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf	038
Imagen 022. Resultado de caída bola. Extraído de: http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf	038

Imagen 023. Ensayo Cinta o rollo. Extraído de: http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf	038
Imagen 024. Ensayo Sedimentacion. Extraído de: http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf	039
Imagen 025. Ensayo Resistencia Seca. http://investigacion.pucp.edu.pe/grupos/ctierra/tesina/pruebas-de-campo-para-seleccion-de-canteras-de-tierra-como-material-de-construccion/	039
Imagen 026. Cemento. Recuperado de: https://materialesteresa.tumblr.com/post/120094265357/cemento-artificial-potland	046
Imagen 027. Cal. Recuperado de: http://aquijujuy.com.ar/download/multimedia.normal.b1e522a692a49463.6361616c5f6e6f726d616c2e6a7067.jpg	046
Imagen 028. Yeso. Recuperado de: http://arquitectniko.blogspot.com/2011/05/el-yeso-de-moron.html	046
Imagen 029. Puzolana. Recuperado de: https://jardineriakuka.com/gravas/3927-piedra-marmolina-blanca.html	047
Imagen 030. Almidón de yucca. Recuperado de: http://www.streambrooks.com/post-6/	047
Imagen 031. Resinas acrílicas. Recuperado de: https://spanish.alibaba.com/product-detail/factory-supplied-transparent-acrylic-resin-beads-489214165.html	047
Imagen 032. Resinas epoxi. Recuperado de: https://www.koomkin.com/producto/8757	048
Imagen 033. Asfalto. Recuperado de: https://spanish.alibaba.com/product-detail/cutback-bitumen-118370435.html?spm=a2700.8699010.29.22.2302e0cbMeA1jS	048
Imagen 034. Silicato de sodio. Recuperado de: http://www.austral-chem.cl/en/prod/silicates	048
Imagen 035. Aceite de linaza. Recuperado de: https://www.drogueriaelbarco.com/blog/aceite-de-linaza-o-de-lino-crudo-o-cocido-y-sus-propiedades-en-la-salud-y-cosmetica/	049
Imagen 036. Cabuya. Recuperado de: http://www.cotesi.co.uk/index.php?id=1&subfam=3&pid=30	049
Imagen 037. Cascara de arroz. Recuperado de: http://todomuysaludable.com/caracteristicas_y_propiedades_del_arroz.html	049
Imagen 038. Asfalto. Recuperado de: https://neetescola.org/como-se-formo-el-petroleo/	050
Imagen 039. Esquema de una emulsión. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Emulsi%C3%B3n#/media/File:Emulsions.svg	051
Imagen 040. Diagrama esquemático de una emulsión. Recuperado de: http://docplayer.es/7533802-Aplicacion-del-metodo-marshall-y-granulometria-superpave-en-el-diseno-de-mezcla-asfaltica-templada-con-emulsion-asfaltica.html	051
Imagen 041. Esquema de una emulsion asfaltica. Recuperado de: Extraída de: Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (2001). Instituto Mexicano del Transporte: emulsiones Asfálticas. México: Sanfandila	052
Imagen 042. Representación esquemática de una emulsión aniónica y catiónica. Recuperado de: http://docplayer.es/7533802-Aplicacion-del-metodo-marshall-y-granulometria-superpave-en-el-diseno-de-mezcla-asfaltica-templada-con-emulsion-asfaltica.html	053
Imagen 043-105. [Fotografía, grupo de tesis]	064

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Normas y Reglamentos en el mundo. Extraída de la Tesis de Maestría, (Calderón Peñafiel, J. 2013).

Tabla 02: Resumen de los Tipos de Ensayos Utilizados. Grupo de tesis.

Tabla 03: Tipos de estabilización de la tierra. Adaptado de Tesis de grado (Iñuiguez & Guzman, 2015)

Tabla 04: Usos de la emulsión asfáltica. Adaptado de Bañón y Brevia (1999).

Tabla 05: Ubicación de las adoberas en la parroquia Sinincay. Grupo de tesis.

Tabla 06: Ubicación de la adobera en la parroquia Baños. Grupo de tesis.

Tabla 07: Cantidad de muestra para la prueba. Grupo de tesis.

Tabla 08: Clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS). http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/03_clases_catedra/clases_catedra_ms1/05_terzaghi_3.pdf

Tabla 09: Análisis granulométrico muestra de Sinincay. Grupo de tesis

Tabla 10: Análisis granulométrico muestra de Baños. Grupo de tesis

Tabla 11: Ensayo Casa Grande Límite Líquido (LL) Muestra de la tierra de Sinincay. Grupo de tesis.

Tabla 12: Ensayo Casa Grande Límite Líquido (LL) Muestra de la tierra de Baños. Grupo de tesis.

Tabla 13: Ensayo Límite de Plasticidad (LP) Muestra de tierra Parroquia Sinincay. Grupo de tesis.

Tabla 14: Ensayo Límite de Plasticidad (LP) Muestra de tierra Parroquia Baños. Grupo de tesis.

Tabla 15: Índice de Plasticidad de Barros (según Voth, 1998). Adaptado de [//www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf](http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf)

Tabla 16: Índice de Plasticidad. Grupo de tesis. Grupo de tesis.

Tabla 17: Dimension del Molde Para adobes Tradicionales. Grupo de tesis.

Tabla 18: Diseño de mezcla para un adobes tradicionales estabilizado al 2,0%. Grupo de tesis.

Tabla 19: Diseño de mezcla para un adobes tradicionales estabilizado al 5,0%. Grupo de tesis.

Tabla 20: Diseño de mezcla para un adobes tradicionales estabilizado al 7,5%. Grupo de tesis.

Tabla 21: Diseño de mezcla para un adobes tradicionales estabilizado al 10%. Grupo de tesis.

Tabla 22: Cuantificación de materiales para elaborar Adobes Tradicionales con emulsión asfáltica al 2,5%. Grupo de tesis.

Tabla 23: Cuantificación de materiales para elaborar Adobes Tradicionales con emulsión asfáltica al 5,0%. Grupo de tesis.

Tabla 24: Cuantificación de materiales para elaborar Adobes Tradicionales con emulsión asfáltica al 7,5%. Grupo de tesis.

Tabla 25: Cuantificación de materiales para elaborar Adobes Tradicionales con emulsión asfáltica al 10%. Grupo de tesis.

Tabla 26: Diseño de mezcla para un BTC estabilizado al 2,5%. Grupo de tesis.

Tabla 27: Diseño de mezcla para un BTC estabilizado al 5,0%. Grupo de tesis.

Tabla 28: Diseño de mezcla para un BTC estabilizado al 7,5%. Grupo de tesis.

Tabla 29: Diseño de mezcla para un BTC estabilizado al 10%. Grupo de tesis.

Tabla 30: Cuantificación de materiales para elaborar BTC con emulsión asfáltica al 2,5%. Grupo de tesis.

Tabla 31: Cuantificación de materiales para elaborar BTC con emulsión asfáltica al 5,0%. Grupo de tesis.

Tabla 32: Cuantificación de materiales para elaborar BTC con emulsión asfáltica al 7,5%. Grupo de tesis.

Tabla 33: Cuantificación de materiales para elaborar BTC con emulsión asfáltica al 10%. Grupo de tesis.

Tabla 34: Ciclo de producción del BTC. Adaptado de SEISEDOS, Jorge. "Unidad de producción de bloques de tierra comprimida- BTC" 2005/2009

Tabla 35: Resistencia a la compresión Adobes tradicionales. Grupo de tesis.

Tabla 36: Resistencia a la compresión BTC. Grupo de tesis.

Tabla 37: Resistencia a la compresión Adobes tradicionales estabilizados. Grupo de tesis.

Tabla 38: Resistencia a la compresión BTC estabilizados. Grupo de tesis.

Tabla 39: Resistencia a la Flexión Adobes tradicionales Sinicay. Grupo de tesis.

Tabla 40: Resistencia a la Flexión BTC Baños. Grupo de tesis.

Tabla 41: Resistencia a la Flexión Adobes tradicionales estabilizados Sinicay. Grupo de tesis.

Tabla 42: Resistencia a la Flexión BTC estabilizados Baños. Grupo de tesis.

Tabla 43: Especificaciones del ensayo de absorción por capilaridad según normativas internacionales. Adaptado de la Tesis Doctoral (Cid, 2012).

Tabla 44: Determinación del coeficiente de absorción y clasificación "Cb" a adobes no estabilizar a 28 días. Grupo de tesis.

Tabla 45: Determinación del coeficiente de absorción y clasificación "Cb" a adobes no estabilizar a 45 días. Grupo de tesis.

Tabla 46: Determinación del coeficiente de absorción y clasificación "Cb" a adobes estabilizados a 28 días. Grupo de tesis.

Tabla 47: Determinación del coeficiente de absorción y clasificación "Cb" a BTC estabilizados a 28 días. Grupo de tesis.

Tabla 48: Porcentaje de absorción de adobes NO estabilizados. Grupo de tesis.

Tabla 49: Porcentaje de absorción de adobes estabilizados. Grupo de tesis.

Tabla 50: Huella de agua de adobes NO estabilizados a 28 días. Grupo de tesis.

Tabla 51: Huella de agua de adobes NO estabilizados a 45 días. Grupo de tesis.

Tabla 52: Huella de agua de adobes estabilizados a 28 días. Grupo de tesis.

Tabla 53: Resumen resistencia a compresión Adobes tradicionales. Grupo de tesis.

Tabla 54: Resumen resistencia a flexión adobes tradicionales. Grupo de tesis.

Tabla 55: Resumen del resultado del ensayo de absorción de los adobes tradicionales estabilizados y no estabilizados. Grupo de tesis.

Tabla 56: Resumen de los resultado de la huella de agua de adobes tradicionales estabilizados y no estabilizados. Grupo de tesis.

Tabla 57: Resumen resistencia a compresión BTC. Grupo de tesis.

Tabla 58: Resumen resistencia a flexión BTC. Grupo de tesis.

Tabla 59: Resumen del resultado del ensayo de absorción de los adobes prensados estabilizados y no estabilizados. Grupo de tesis.

Tabla 60: Resumen de los resultado de la huella de agua de adobes prensado (BTC). Grupo de tesis.

ÍNDICE DE GRÁFICOS

- Grafico 01.** Proceso de destilación del petróleo. Adaptado de Bañón y Brevia (1999).
- Grafico 02.** Curva granulométrica. Grupo de tesis.
- Grafico 03.** Límite Líquido del suelo de la parroquia. Sinicay Grupo de tesis.
- Grafico 04.** Límite Líquido del suelo de la parroquia Baños. Grupo de tesis.
- Grafico 05.** Límite Plástico del suelo de la parroquia Sinicay. Grupo de tesis.
- Grafico 06.** Límite Plástico del suelo de la parroquia Baños. Grupo de tesis.
- Grafico 07.** Grafico Esfuerzo-Deformacion 28 días adobe tradicional. Grupo de tesis.
- Grafico 08.** Grafico Esfuerzo-Deformacion 28 días BTC. Grupo de tesis.
- Grafico 09.** Gráfico Esfuerzo-Deformación 28 días adobes tradicionales estabilizados. Grupo de tesis.
- Grafico 10.** Grafico Esfuerzo-Deformacion 28 días BTC estabilizados. Grupo de tesis.
- Grafico 11.** Esquema del ensayo de flexion. Extraido de la Tesis Doctoral (Cid, 2012).
- Grafico 12.** Esquema de ensayo de absorción por capilaridad según norma UNE 41410. Adaptado de la Tesis Doctoral (Cid, 2012).
- Grafico 13.** Gráfico comparación resistencia a compresión. Grupo de tesis.
- Grafico 14.** Gráfico comparación resistencia a flexión. Grupo de tesis.
- Grafico 15.** Comparación del resultado de ensayo de absorción de los adobes tradicionales estabilizados y no estabilizados. Grupo de tesis.
- Grafico 16.** Comparación de los resultado de la huella de agua de adobes tradicionales estabilizados y no estabilizados. Grupo de tesis.
- Grafico 17.** Gráfico comparación resistencia a compresión. Grupo de tesis.
- Grafico 18.** Gráfico comparación resistencia a flexión. Grupo de tesis.
- Grafico 19.** Comparación del resultado del ensayo de absorción de los adobes prensados estabilizados y no estabilizados. Grupo de tesis.
- Grafico 20.** Comparación del resultado de ensayo de absorción de los adobes prensados con Emulsión Asfáltica. Grupo de tesis.



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Jaime Mauricio Arteaga Paucar en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 07 de mayo del 2018

Jaime Mauricio Arteaga Paucar
C.I: 0106845621

Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

Luis Alejandro Loja Saula en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del trabajo de titulación "Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica", de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Asimismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el repositorio institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 07 de mayo del 2018

Luis Alejandro Loja Saula
C.I: 0302690193



Cláusula de Propiedad Intelectual

Jaime Mauricio Arteaga Paucar, autor del trabajo de titulación “Diseño de adobe: estabilizados con emulsión asfáltica”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 07 de mayo del 2018

Jaime Mauricio Arteaga Paucar
C.I: 0106845621

Cláusula de Propiedad Intelectual

Luis Alejandro Loja Saula, autor del trabajo de titulación “Diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, 07 de mayo del 2018

Luis Alejandro Loja Saula
C.I: 0302690193

AGRADECIMIENTOS

A nuestro director de tesis, Arq. Marcelo Vásquez, por sus valiosos consejos y guía durante la ejecución de este trabajo. Gracias por el apoyo brindado y por el interés demostrado a lo largo de todo este trabajo.

A todas las personas que de una u otra forma ayudaron a la realización de este documento.

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado en primer lugar a Dios, a mi familia que son el pilar fundamental para cumplir con esta meta, en especial a mi madre Olga y padre José y a la persona que me dio su apoyo incondicional Nancy y a mis hijos Randy y Emily, todos ellos fueron mis mentores, mi inspiración y mi fuerza.

Mauricio

Este trabajo esta dedicado a todos aquellos que han sido parte de mi vida a lo largo de estos años, ya que cada uno de ellos han influenciado directamente en mi vida, un agradecimiento en especial a mi madre Victoria, gracias por estar en los momentos mas difícil, a mi hermano por todo su apoyo, a mi padre por siempre creer en mi, y finalmente a mi esposa Marlene e hija Marlene que han sido un gran impulso en mi vida.

Alejandro

OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar un adobe estabilizado con emulsión asfáltica mejorando sus propiedades mecánicas.

Objetivos Especificos

1. Analizar y evaluar los diferentes tipos de adobe existentes en la parroquia Sinincay de la ciudad de Cuenca.
2. Estudiar en laboratorio las propiedades mecánicas del adobe estabilizado con emulsión asfáltica y compararlo con un adobe tradicional prensado en la ciudad de Cuenca.
3. Estudiar en laboratorio las propiedades mecánicas del adobe estabilizado con emulsión asfáltica y compararlo con un adobe tradicional hecho a mano en la ciudad de Cuenca.

INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Cuenca, todavía existe la fabricación de bloques de tierra (adobes) pero se lo hace de manera empírica obteniendo piezas de adobe de distintas calidades, por lo tanto son vulnerables a la humedad, erosión temprana, fisuraciones, desprendimiento de material y no tienen la suficiente resistencia mecánica para ser usados con seguridad en edificaciones.

Al conocer las problemáticas de este elemento, se realizará la incorporación de un componente estabilizador a la mezcla para la fabricación del adobe tradicional y prensado, con la finalidad de mejorar la durabilidad y resistencia mecánica de la pieza de adobe. La estabilización de bloques con asfalto se fundamenta en el hecho de que la arcilla al ser el único componente del suelo que es inestable en presencia de humedad, necesitaría la incorporación de la emulsión asfáltica para mejorar su inestabilidad.

El estabilizador hace contacto con la parte arcillosa del suelo y a medida que se realiza la evaporación del agua, los glóbulos de asfalto forman una fina película que rodea a las partículas de arcilla, cuando está totalmente seca la masa tratada con la emulsión de asfalto mantiene aproximadamente la misma firmeza y resistencia a la compresión que un suelo que ha sido mezclado

solamente con agua. Pese a que un contacto con el agua puede producir cierta absorción, las partículas de arcilla no se expandirán o perderán cohesión. (“Estabilización de suelos con asfalto”, s. f.). En este trabajo de investigación se diseñara un adobe estabilizado con emulsión asfáltica para mejorar sus propiedades mecánicas, luego se estudiara en laboratorio los efectos de esta sustancia en los adobes.

Finalmente se hará la comparación entre adobes estabilizados y no estabilizados para comprobar que características fueron mejoradas o alteradas.

CAPITULO 1

1. GENERALIDADES DEL ADOBE



INTRODUCCIÓN

Es necesario conocer la importancia del uso de la tierra a lo largo de la historia, para entender las técnicas ancestrales y la evolución a elementos fabricados por el hombre. Estas subsisten hasta la actualidad, y fueron adoptados y practicados por distintas culturas, entre ellas la nuestra que es la región austral que mantienen esta técnica hasta hoy en día. Por lo tanto en este capítulo se conocerá las diferentes generalidades del adobe tales como; proceso de producción, tipo de adobe, métodos de mejoramientos, métodos de estabilización (estabilización física, la estabilización mecánica, estabilización química) y normativas vigentes.

Se realiza el estudio de los diferentes tipos de estabilizante según su origen con la finalidad de conocer el efecto de cada una de ella en contacto con la tierra según esto se realiza la elección del elemento estabilizante para su posterior mezcla con la tierra, en la cual se detallará las características del elemento estabilizante, ya que con esta adición se realizara el mejoramiento de dichos bloques de tierra tanto, de adobes tradicionales como adobes prensados (BTC) según lo planteado en este trabajo de investigación. Para realizar las respectivas pruebas mecánicas (compresión, flexión) y durabilidad, se conocerá las diferentes normativas nacionales e internacionales vigentes hasta la fecha para su elaboración y construcción.

1.1. ANTECEDENTES HISTÓRICOS.

Casi desde el inicio de la historia de las civilizaciones, el hombre ha utilizado la tierra arcillosa para construir. (Guillén, P. 2015, p.8). De esta manera la tierra se considera uno de los materiales con mayor antigüedad usado por la humanidad para la construcción a lo largo de la historia, se usaron para la construcción de viviendas, fortalezas, murallas, edificios públicos y religiosos, incluso ciudades enteras han sido levantadas con tierra.

Por lo que la tierra fue elegida como material de construcción para edificaciones de todo tipo, hoy en día más de un tercio de la población mundial reside en viviendas edificadas en tierra. De esta manera nos da a entender que la arquitectura en tierra ha jugado y sigue jugando un papel clave en la definición de la identidad de las culturas locales, del desarrollo humano a través de materiales autóctonos y de la expresión artística más básica. (Gonzalo, V. 2012)

1.1.1. Historia de la construcción en tierra.

Las técnicas de construcción con barro datan de hace más de 9000 años. En Turquestán fueron descubiertas viviendas de tierra del periodo 8000 – 6000 a.C. (Pumpelly 1908). En Asiria fueron encontrados cimientos de tierra apisonada que datan del 5000 a.C. Todas las culturas anti-

guas utilizaron la tierra no solo en la construcción de viviendas sino también en fortalezas y obras religiosas. (Minke, 2001).

Otros autores también afirman que *“en la región de Turquestán y Asiria se descubrieron restos de viviendas de tierra que tienen de entre 8000 a 10000 años de antigüedad”* (Calderón, 2013, p.10).

Sin embargo, según Oteiza Ignacio (Oteiza, 2002) *“ las primeras aglomeraciones urbanas construidas con tierra de las que tenemos vestigios son las de la ciudad de Jericó. (Imagen 01). Desde este primer ejemplo, durante milenios la tierra ha sido la principal materia prima para la construcción de casas ”.*

1.1.2. Historia del bloque de tierra.

La fecha de la aparición del adobe como elemento diseñado por el hombre para la construcción, no es precisa. Algunas fuentes la sitúan en el principio del Neolítico, es decir, aproximadamente 5000 años antes de Cristo (Calderón, 2013). En cambio existen otros autores que afirman que la ciudad más antigua conocida, Çatalhöyük, en Anatolia, del VII milenio antes de Cristo ya tenía las casas construidas con adobes. (Van der Smise, P. 2011).

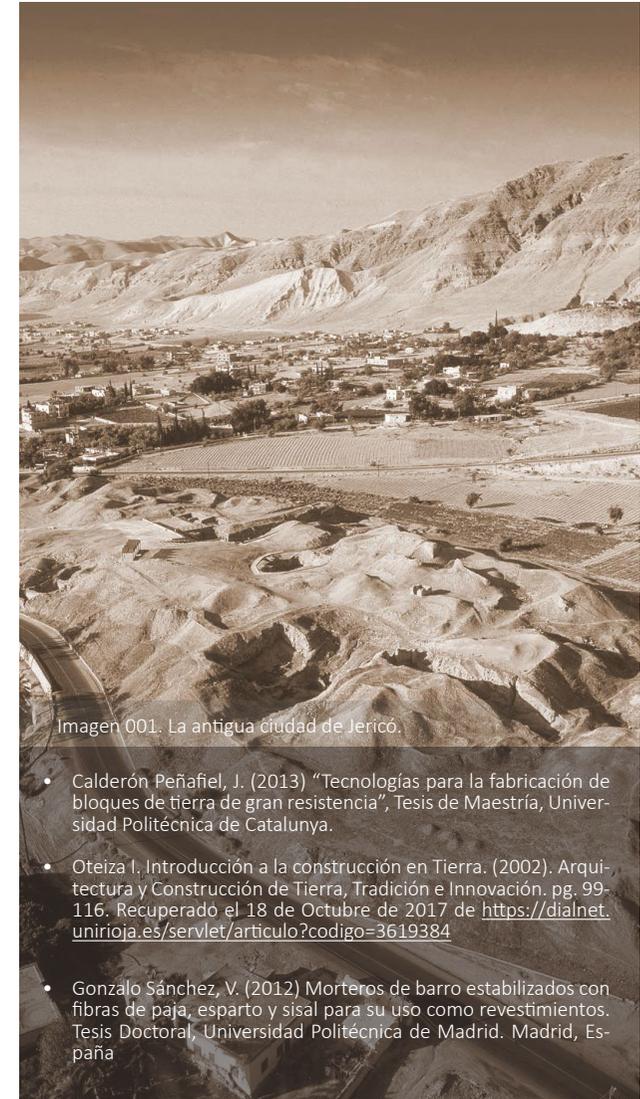


Imagen 001. La antigua ciudad de Jericó.

- Calderón Peñafiel, J. (2013) “Tecnologías para la fabricación de bloques de tierra de gran resistencia”, Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Catalunya.
- Oteiza I. Introducción a la construcción en Tierra. (2002). Arquitectura y Construcción de Tierra, Tradición e Innovación. pg. 99-116. Recuperado el 18 de Octubre de 2017 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3619384>
- Gonzalo Sánchez, V. (2012) Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal para su uso como revestimientos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España

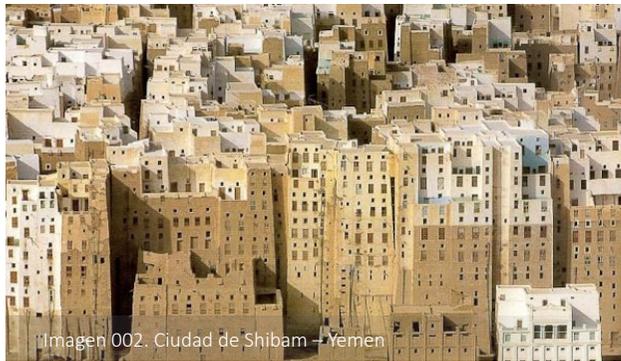


Imagen 002. Ciudad de Shibam - Yemen



Imagen 003. La ciudadela de Arg-é Bam.



Imagen 004. Ciudad de Chan Chan, Perú.

Entre una de las primeras referencias del uso de adobes a lo largo de la historia se sitúa en Palestina, donde ya utilizaban bloques de tierra secados al sol hace más de 9000 años. (López-Arce, 2013, p.75).

Según expresa Jiménez P., García, P. & López J. (2016)

“En ellas observamos un tipo de arquitectura construida principalmente con adobe, cuyo uso permite alcanzar alturas de hasta nueve pisos. Uno de los ejemplos más interesantes lo constituye la ciudad de Shibam (Imagen 02), que es considerada por la Unesco como el ejemplo más antiguo y mejor conservado de planificación urbana basado en el principio de construcción vertical (p.85).”

La ciudadela de Arg-é Bam (Imagen 03), ubicada en la provincia de Kermán (Irán), de la misma manera construido con adobes fue probablemente la mayor urbe construida con adobe en el mundo, antes del terremoto del 2003. Algunas partes de sus construcciones tienen más de 2500 años de antigüedad.

Esta técnica constructiva fue común en el este de Asia, el norte de África, América del sur, América

central, el sur de Estados Unidos y el oeste de Europa. De esa manera el uso del sistema constructivo se ha ido extendiendo por todo el mundo, adquiriendo nuevas variantes en su forma y su composición según las características climatológicas, y disponibilidad del material en cada región.

1.1.3. Arquitectura de Tierra en América.

En América, el uso de la arquitectura con tierra se extiende desde EE.UU. hasta la América del sur, atravesando el altiplano de Bolivia, Perú, y parte de Ecuador que tienen arquitecturas originarias de adobe. (CONESCAL, 1982).

Por otra parte, la técnica andina precolombina de “pared de mano” fue otra de las más utilizadas en Latinoamérica para construir murallas, generando estructuras piramidales que algunas veces se mezclaban o revestían con piedra, este fue un tipo de sistema que se encontró en Chan Chan, capital del reino Chimú en Perú, ciudad localizada a unos 5 km de Trujillo. (Imagen 04)

Otro de los ejemplos de América sería el pueblo de Taos (Nuevo México) *“El pueblo tiene aproximadamente unos 1000 años de antigüedad. Su arquitectura es única, basada en complejos resi-*

denciales de adobe marrón rojizo. Estas estructuras primitivas han cambiado muy poco en el transcurso de la larga historia del pueblo.” (Wikipedia, 2015).

1.1.4. Uso del adobe en América Latina.

En Suramérica existe un bagaje ancestral de conocimientos muy extensos sobre arquitectura y construcción con tierra, con respuestas muy acordes a las condiciones ambientales de cada hábitat. (Gonzalo, V. 2012)

Cuando se habla del adobe, se sabe que este material se utilizó en América del Sur y que los españoles no son sus introductores. Si se emprende un viaje a través del mundo, se observa que en todos los continentes se ha utilizado el adobe desde tiempos muy remotos. (SUTTER, P. 1986)

SUTTER Esquenet, en su libro *"La utilización del Adobe en la Construcción"*, describe cada uno de los tipos de adobes existentes en América Latina, en la cual conoceremos el proceso de fabricación y evidencia de los diferentes tamaños encontrados.

Adobes Aborígenes:

Los adobes aborígenes pueden encontrarse, hoy en toda América Latina. El procedimiento de fabricación depende estrictamente de cada región. Cada una de ellas tienen diferentes sistemas para su elaboración, pero en general casi en todos los casos se ha encontrado la utilización de tierra y paja. Los tamaños encontrados varían entre 45 cm. y 1.10 m. de longitud y de 10 a 29 cm. de ancho y 6 a 12 cm. de altura.

Adobe Colonial:

Los adobes coloniales se han hecho con la misma tradición aborigen, pero los españoles han agregado estiércol, se ha cortado la paja y disminuido la cantidad de grava. Los tamaños en general para adobes coloniales son los siguientes: 45 a 61 cm. de longitud y 19 a 30 cm. de ancho entre 10 a 16 cm de alto. Se pueden encontrar adobes coloniales en toda la zona andina (*Imagen 005*).

Adobe Tradicional:

Se denomina a los elementos del suelo crudo, contienen además arena y alguna parte de arcilla o cal, amasados con agua pura, de dimensiones que varían de 40 a 55 cm de longitud, 20 a 30 cm de ancho y 10 a 15 cm de alto. El porcentaje de arcilla varía entre 15% a 17% y el suelo no debe contener materia orgánica, ni sales.

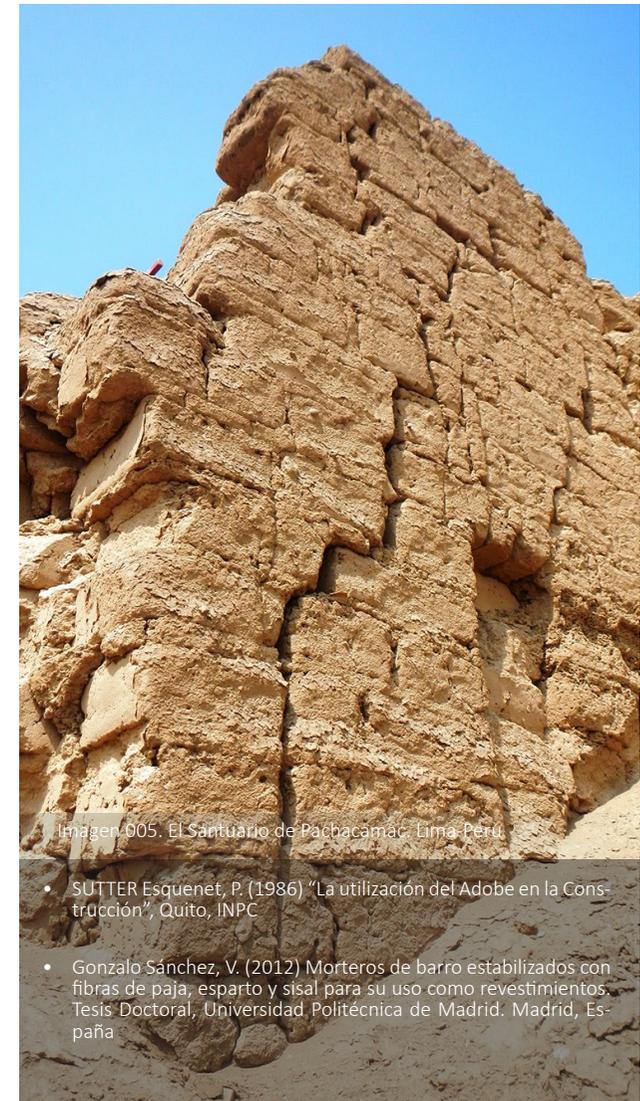


Imagen 005. El Santuario de Pachacamac, Lima-Perú.

- SUTTER Esquenet, P. (1986) "La utilización del Adobe en la Construcción", Quito, INPC
- Gonzalo Sánchez, V. (2012) Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal para su uso como revestimientos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España



Imagen 006. Centro histórico de la ciudad de Cuenca.

- Cevallos, P. (1992). Las construcciones en tierra en Ecuador. Innovaciones tecnológicas. Revista INVI, 7(núm 16). Recuperado el 25 de Octubre de 2017 de <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/156>.
- Orellana Calle, V. (2017). Adobe, puesta en valor y estrategias para la conservación de una cultura constructiva. Tesis de Maestría. Universidad de Cuenca.

1.1.5. Adobe como material de construcción en Ecuador.

En el Ecuador hasta hace una década (1990), el 57 por ciento de las viviendas eran de ladrillo y cemento; de tal manera que casi un 50% de la población mantenía la tecnología tradicional en tierra, las viviendas urbanas y rurales era de muros portantes de adobe, tapial, madera y piedra. (Cevallos, 1992).

Sin embargo según los últimos datos del censo de población y vivienda realizado en el año 2010, en el Ecuador existen 212.934 viviendas construidas con adobe o tapial, lo que equivale al 5.68% del total de viviendas del país. En la provincia del Azuay este porcentaje aumenta con respecto al total las demás tipologías de construcciones existentes (ladrillo, hormigón, metal) al 20.80% (38.250 viviendas) es decir, la quinta parte de edificaciones de esta provincia se encuentran levantados con estos sistemas constructivos (adobe).

En el cantón Cuenca las viviendas de adobe constituye el segundo sistema constructivo más utilizado en el cantón, superado únicamente por la construcción de mampostería de ladrillo o bloque. (Orellana, 2017, p.15).

1.1.6. Construcción con adobe en Cuenca.

Según expresa Orellana Calle, V. (2017).

“Cuenca se caracteriza por poseer una importante tradición constructiva en adobe, siendo su arquitectura patrimonial el resultado de un proceso evolutivo constructivo que ha durado más de cinco siglos, tiempo en el que el adobe ha tenido un rol fundamental en la historia, desarrollo y conformación de su paisaje urbano arquitectónico. Sin embargo, a partir de la llegada del movimiento moderno a la ciudad y el consecuente incremento en la utilización del cemento y otros materiales “modernos” en la construcción, se generó en la ciudad una ruptura en el proceso normal de transmisión y conservación de este sistema constructivo tradicional. (p.64)”

En nuestro medio, el adobe constituye uno de los sistemas constructivos más antiguos y tradicionales usados para edificar las viviendas. El centro histórico de Cuenca (*Imagen 006*), declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad por la UNESCO en 1999, es un claro ejemplo del rol fundamental que ha tenido el adobe en la historia, el desarrollo y la conformación del paisaje urbano arquitectónico de nuestras ciudades. (Orellana, 2017).

1.2. ELABORACIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL.

El adobe es un elemento de tierra sin cocer utilizado principalmente para la construcción, el mismo es un bloque macizo de barro, obtenido de la mezcla de tierra arcillosa y arenosa en diferentes proporciones y tamaños, en algunos casos adicionando fibras u otros agregados que sería el elemento estabilizador (*Imagen 007*).

Hoy en día existen diferentes estudios e investigaciones en el campo de la elaboración del adobe, estos para mejorar y garantizar la resistencia del mismo, sugiriendo porcentajes de arena, arcilla, fibra y agua para la mezcla ideal para su elaboración, consiguiendo con ello grandes mejoras en la mezcla. Para entender más sobre el adobe como sistema constructivo y sus diferentes etapas en su elaboración es necesario detallar cada uno de sus procesos.

1.2.1. Composición y dosificación para la fabricación del adobe tradicional.

El porcentaje y la relación de arcilla y arena del suelo son de gran importancia para el adobe debido a que, si no hay suficiente arcilla en la mezcla no se conseguirá la cohesión necesaria de todas las partículas para soportar las acciones a las que estará sometido, y se desmoronará. Por el contrario, si no hay suficiente arena, el adobe se fisura por retracción de la arcilla durante el pro-

ceso de curado. Pero de la misma manera el porcentaje de arcilla, arena, fibra y agua dependerá en gran parte de las propiedades del suelo, del objeto que se quiere construir y de su tamaño.

Actualmente se fabrican de manera más certera con respecto a la composición, arcilla 10%-20%, limo 15%-25% y arena 55%-70%, eso en función de la composición del suelo, cuanto más arcilloso más arena se agrega, esto según las recomendaciones de la norma técnica peruana E-080.

1.2.2. Proceso para la elaboración del adobe tradicional.

La tierra que se utiliza para este propósito normalmente es conseguida de la misma zona donde se va a construir la vivienda; se suele aprovechar la tierra de desbanque o cuando se va a generar el terraplén para la edificación.

El proceso consiste en el moldeado del barro, seguido de un proceso de secado, el que se lleva a cabo con el sol. Los moldes deben tener unos 20 cm de ancho, por 10 cm de alto, por 40 cm de largo. Este adobe, seco, pesa entre 15 y 20 Kg.



Imagen 007. Adobe Tradicionales



Imagen 008. Extracción de la tierra.



Imagen 009. Remojo de la tierra.



Imagen 010. Mezclado del barro.

Antes de empezar la fabricación de los bloques, hay que preparar el sitio para el secado. Se debe preparar un tendal, sobre una superficie de tierra nivelada y compactada, sobre la cual esparcir arena fina: aquí se colocarán los adobes para el secado. En zonas de clima extremo, puede ser necesario cubrir los adobes durante la noche para que no se fisuren por las heladas y durante el día proteger del sol.

A continuación se describe cada uno de los procesos para la elaboración del adobe tradicional, cabe recalcar que estos procesos fueron recogidos en campo en las diferentes adoberas en la zona de estudio, ya que al ser adobes tradicionales y elaborados sin ningún tipo de estudio o normas, no requirieron una mano de obra experimentada. De tal manera cada procedimiento se complementará con las normas vigentes, en este caso la norma técnica peruana E-080.

1.2.2.1. Extracción de la tierra:

Una de las mejores maneras de escoger un lugar adecuado para la extracción de la tierra y para su posterior elaboración es la selección de la cantera por su coloración, ya que por la experiencia adquirida de muchos de los fabricantes de estos elementos constructivos es poco conveniente la

tierra de color oscura, ésta contiene poca arcilla y gran cantidad de materia orgánica, es decir no está lo suficientemente erosionado, lo que no sucede con la tierra de coloración clara (*Imagen 008*).

1.2.2.2. Remojo de la tierra:

Una vez extraída y apilada la tierra en su lugar de elaboración, a ésta se le adiciona agua en una cantidad requerida o hasta conseguir una mezcla húmeda del volumen seco, dando lugar al barro, dejando curar dicha mezcla, es decir reposar al sol por aproximadamente un día, para eliminar excedentes de agua y así conseguir la consistencia adecuada (*Imagen 009*).

1.2.2.3. Mezclado del barro:

La tierra debe ser mezclada, dentro de un hoyo en la tierra, con suficiente agua como para poder revolverla con la pala. Este proceso también se la puede realizar con un animal de carga ya que el mezclado del barro es un proceso muy pesado, en esta etapa es donde todas las partículas se deben mezclar tanto arcillas como arenas, o en algunos casos se realiza la adición de la paja u otro estabilizante (*Imagen 010*).

1.2.2.4. Moldeado:

Este procedimiento consiste en colocar el material preparado en un molde asentado en el suelo (imagen 011), la mezcla será comprimida perfectamente a mano, y una vez transcurrido de 5 a 10 minutos como máximo se procede a retirar el molde. La superficie destinada al moldeado y posteriormente vaciado debe ser una superficie limpia, plana y libre de impurezas.

1.2.2.5. Vaciado:

Una vez colocado la mezcla del material en el suelo se procede a desmoldar cada una de las piezas con cuidado, sin dañar las esquinas o alguna superficie, a pesar que esto se puede arreglar con barro, es muy importante que la pieza de adobe salga en buena condición para que adquiera la resistencia necesaria (Imagen 012). Una recomendación por parte de los fabricantes para la fácil extracción de las piezas es lavar o humedecer los moldes cada 4 o 6 extracciones (Imagen 013).

1.2.2.6. Pre-secado:

Una vez desmoldado las piezas de adobe se deja secar suficientemente como para poder pararlos a canto (lado). En este proceso ninguno de las piezas deben ser manipulados ni cambiados de sitio ya que estas todavía están en estado semi-sólido.

1.2.2.7. Secado:

Una vez completado el pre-secado, pueden ser apilados y dejados secar por unas dos semanas al sol, el lugar debe estar cubierto para evitar el contacto con el agua en caso de lluvia (imagen 013). Cada pieza se debe voltear (tabla y canto) para garantizar el completo secado.

1.2.2.8. Apilado

Una vez secado y transcurrido una o dos semanas, a partir de su elaboración estas se pueden proceder a apilar, si se cuenta con un lugar amplio no requieren ser apiladas si no colocarlas una tras otra de igual manera para garantizar su resistencia.



Imagen 011. Moldeado del adobe tradicional.



Imagen 012. Vaciado del molde.



Imagen 013. Lavado de los moldes.



Imagen 014. Presencia de humedad en los adobes.

1.2.3. Ventajas y desventajas de las construcciones con adobe.

1.2.3.1. VENTAJAS

- Materia prima abundante

La materia prima usada para la elaboración del adobe es abundante ya que esta se extrae directamente de la excavación de la cimentación o desbanques realizados para la construcción.

- Demanda energética

Al no necesitar ningún proceso industrializado el adobe es considerado uno de los materiales más ecológicos para la construcción, es decir el consumo energético es casi nulo, con esto se reduce la huella de carbono en comparación con la elaboración con otros materiales en la actualidad.

- Aislante térmico y acústico

Al poseer inercia térmica, ayuda a regularizar las temperaturas ambientales, con ello reduciendo las demandas energéticas necesarias para acondicionar o refrescar el ambiente, de la misma manera al poseer paredes gruesas funcionan como aislantes acústicos que garantizan el confort adecuado en los ambientes.

- Proceso en la construcción con adobe

No se requiere de mano de obra calificada ya que es un sistema constructivo tradicional, no se requieren procedimientos complicados ni uso adicional de maquinaria para su ejecución en obra.

1.2.3.2. DESVENTAJAS

- Vulnerabilidad a la humedad

La principal desventaja de este material es la humedad ya que esta tiene gran capacidad de absorción de humedad del suelo por capilaridad de esta manera afecta directamente a la estructura (*imagen 014*).

- Vulnerabilidad a la sismicidad

Las construcciones de adobe debido al peso y altura de la estructura se consideran vulnerables a cualquier movimiento telúrico o sísmico.

- Construcción vertical

Con relación al manejo de este material es muy pesado y se requiere de un mayor número de personas para colocarlo en grandes alturas en consecuencia esto es una desventaja para trabajar con grandes alturas.

1.2.4. Comportamiento sísmico de las construcciones con adobe.

Una de las desventajas de las construcciones con adobes es a la vulnerabilidad a los efectos de fenómenos naturales tales como terremotos, lluvias e inundaciones ya que estas estructuras no son capaces de resistirla.

La vulnerabilidad a los efectos sísmicos de las construcciones con adobe se debe al elevado peso de la estructura y a pesar de que no alcanzan grandes alturas, estas tienen poca resistencia a los movimientos horizontales y verticales. Alrededor del mundo han ocurrido grandes desastres naturales con ello provocando grandes daños a las construcciones, en el siguiente mapa (*Imagen 015*) se observan las diferentes áreas en

el mundo vulnerables a los riesgos de sismicidad. Una de las zonas afectadas dentro de la falla del cinturón de fuego se encuentra a lo largo del ecuador que sería el área más cercana a nuestra ciudad, es decir al lugar de estudio, en donde se detectaron sismos de una intensidad de hasta 8,7 en la escala de Richter (Minke, 2001).

Los edificios son afectados mayormente por la aceleración horizontal creada por el movimiento de la tierra en el plano horizontal. En construcciones de uno o dos niveles el peligro consiste en que con el movimiento los muros tienden a caer hacia fuera y por lo tanto los techos o entrepisos se derrumban, una solución técnica antisísmica para construcciones hasta dos niveles es buscar que los muros no se abran hacia fuera y que los techos se encuentren bien arriostrados.

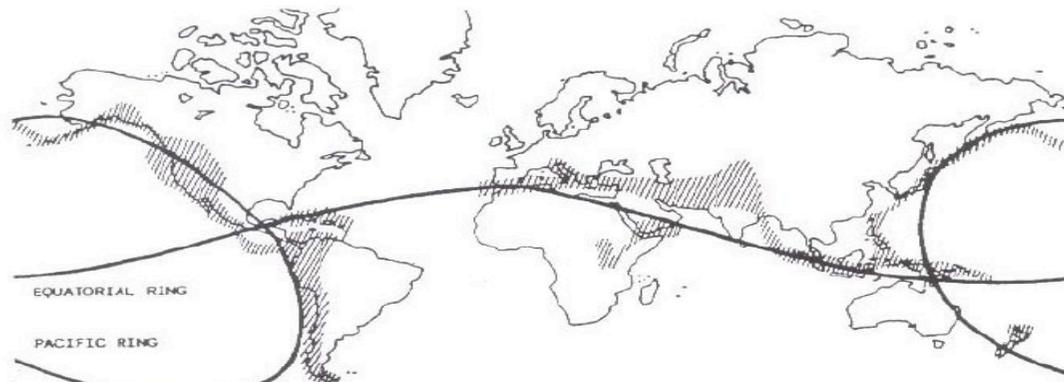


Imagen 015. Mapa de riesgos sísmicos en el mundo.

15.3

- Minke, G. (2001). Manual de construcción para viviendas anti-sísmicas de tierra. Universidad de Kassel, Alemania. Recuperado el 01 de diciembre del 2017 de http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf



Imagen 016. Bloques de tierra comprimida (BTC).

1.2.5. Tipos de adobe según su composición.

Existen diferentes tipos de bloques de tierra, estos varían según su forma, medidas, composición y método de elaboración. Los bloques de tierra producidos a mano relleno de barro en moldes, y secados al aire libre, se denominan adobes. Cuando la tierra húmeda se compacta en una prensa manual o mecánica se denominan bloques de tierra comprimida (BTC) (Imagen 016).

1.2.5.1. El adobe no estabilizado.

A la paja se la considera comúnmente como parte esencial del bloque de adobe. Su uso se creyó importante para dar rigidez al adobe, o evitar rajaduras al secarse. Lo cierto es que si la proporción de arcilla y arena es la correcta, no se la necesita. Si el adobe se raja al secarse es porque tiene mucha arcilla. Ya en la construcción, los bloques de adobe se pegan entre sí utilizando mortero de barro.

1.2.5.2. Adobe semi-estabilizado.

Está clasificado como una forma de ladrillo resistente a la humedad debido a la incorporación a su composición habitual de 3% a 5% de su peso en forma de agente estabilizador o de agente im-

permeabilizante. Este estabilizador posee gran importancia en la protección del bloque de adobe durante el proceso de curado. La emulsión asfáltica es el principal estabilizador debido a su facilidad de uso y bajo costo pero al añadir en vez de ella un 5 a 10 % de cemento Portland produce el mismo resultado. El agente estabilizador debe ser incorporado a la materia prima del adobe con anterioridad a su vaciado en moldes.

1.2.5.3. El adobe estabilizado.

El adobe estabilizado contiene materiales que han sido incorporados con el fin de mejorar sus características resistentes del bloque. El material básico para la fabricación del adobe es el barro (que a su vez contiene arcilla, limo, arena, grava y agua).

Entre los más utilizados podemos mencionar la cal, el cemento y el asfalto, sin embargo, existen una gran variedad de estabilizantes minerales, orgánicos y sintéticos como veremos más adelante. El agente estabilizador debe ser incorporado a la materia prima del adobe con anterioridad a su vaciado en moldes.

1.3. BLOQUES DE TIERRA COMPRIMIDA (BTC).

El bloque de tierra comprimida (BTC) es una pieza producida con tierra en un molde y comprimida dentro del mismo (*Imagen 017*). Esta compresión lo que provoca es un aumento de la densidad del bloque, lo que le confiere mejores capacidades mecánicas las principales compresión y flexión.

Los bloques de tierra comprimida (BTC) actualmente están siendo estudiados en gran parte del mundo, se los está experimentando con diferentes estabilizantes para mejorar algunas de sus características. Esta situación es debida a la importancia que la tierra cruda tiene en el planeta como material de construcción. Por otra parte, la resistencia mecánica de estos bloques de tierra comprimida son los que los caracterizan adquiriendo en la actualidad un uso mayor en las construcciones, no solo en viviendas sino también en edificaciones con más de dos pisos en estructuras combinadas (Seisdedos, J. 2010).

1.3.1. Proceso de producción de bloques de tierra comprimida

El proceso de producción del BTC se lo hace a través de diferentes fases o etapas:

1.3.1.1. Identificación

Es el primer paso y consiste en conocer las propiedades físico-químicas de la tierra que se utili-

za para la producción de los BTC, estas pueden realizarse a través de pruebas de laboratorio (lo que resulta costoso) o bien de forma aproximada mediante pruebas de campo que nos dan una aproximación sobre la idoneidad del suelo.

1.3.1.2. Preparación

Para preparar la tierra dependerá de las características de la misma si es necesario el uso de maquinarias y equipos como son: trituradora, pulverizadora y/o criba, con el uso de dichos equipos se trata de obtener un tamaño de grano adecuado de la tierra, además es importante que la tierra se encuentre suficientemente seca para realizar esta etapa, y así en las fases de mezclado y prensado se obtendrá un bloque de calidad.

1.3.1.3. Mezclado

Esta fase de producción se realiza en dos partes, la primera es la mezcla seca en la que se incorporan los componentes que conforman el BTC (arcillas, arenas, aglomerantes, colorantes), y la segunda la mezcla húmeda en la que se incorpora el agua en la cantidad adecuada y de manera homogénea. También es necesario el empleo de mezcladoras no resultando adecuadas las hormigoneras convencionales ya que realizan una mezcla homogénea y sin formación de bolas.

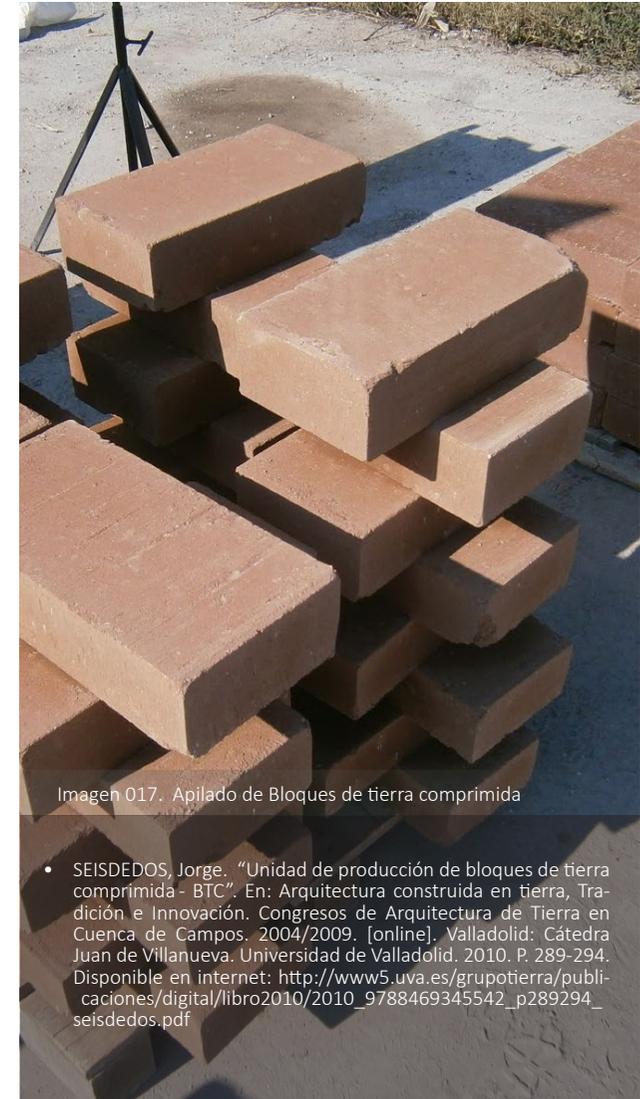


Imagen 017. Apilado de Bloques de tierra comprimida

- SEISDEDOS, Jorge. "Unidad de producción de bloques de tierra comprimida - BTC". En: *Arquitectura construida en tierra, Tradición e Innovación. Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos. 2004/2009.* [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid. 2010. P. 289-294. Disponible en internet: http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2010/2010_9788469345542_p289294_seisdedos.pdf



Imagen 018. Llenado de moldes para el proceso de compactación



Imagen 019. Fase de secado de los Bloques de Tierra comprimida



Imagen 020. Fase de prensado para la producción de los BTC

1.3.1.4. Prensado

La compresión de la tierra es la operación principal del proceso productivo de BTC, esta debe ser adecuadamente preparada y mezclada, si el proceso de prensado es adecuado el tipo de prensa no será determinante en la calidad final del producto sin embargo, la calidad final del bloque dependerá en gran medida del resto de las fases (*Imagen 018*).

1.3.1.5. Secado

La fase de secado tiene una especial incidencia en la calidad final de los bloques, por lo que debe realizarse de manera controlada evitando un secado demasiado rápido ya que se producirían fisuras de retracción y estas afectarían en la resistencia de los bloques. Los bloques se deben colocar en filas, apilándose hasta cinco alturas y cubriéndose con un plástico de color oscuro para mantener una temperatura y una humedad más elevadas, el tiempo de secado será de 28 días como mínimo (*Imagen 019*).

1.3.1.6. Almacenamiento

Después de la compactación, ya pueden manipularse los bloques para su almacenamiento (*Imagen 020*), en esta fase final, los BTC quedan ya preparados para su venta y transporte (Seisedos (2010)).

1.3.2. Ventajas de los bloques de tierra comprimida

- Costo energético y contaminación mínima para su producción.
- Facilidad de puesta en obra.
- Alta inercia térmica (lo que favorece el acondicionamiento térmico de la edificación y el ahorro energético).
- Facilidad de recuperación, reutilización y reciclado.
- La elevación de la densidad por compactación mejora la resistencia a la compresión, a la erosión y a la acción del agua.
- La terminación superficial lisa de los bloques y de la mampostería resultante no hacen necesario la ejecución de revoques.

1.3.3. Respecto a los adobes tradicionales los bloques tienen las siguientes ventajas:

- Posibilidad de inmediato almacenamiento.
- Áreas de producción más pequeñas.
- Piezas más regulares y perfectas.
- Posibilidad de fabricar bloques de formas especiales.
- Mayor resistencia a la compresión.
- Mejor acabado.

1.4. PRUEBAS D CAMPO.

Los ensayos de campo que se realizaran están basados en la norma peruana E-080 y también siguiendo las recomendaciones de Gernot Minke, estos ensayos nos servirán para hacer una evaluación rápida del suelo y así saber si es apto o no para la fabricación de los adobes. Cabe recalcar que los resultados que obtenidos de estos ensayos no son siempre veraces y exactos pero nos dan una aproximación a la composición de los suelos que luego serán corroboradas con los ensayos de laboratorios que son más técnicos y eficaces.

1.4.1. Caída de bola.

El procedimiento del ensayo es el siguiente: se necesita una muestra del suelo lo suficientemente húmedo para lograr hacer una bola con las palmas de la mano, la bola debe tener 4 cm de diámetro, se deja caer desde una altura de 1,50 m. aproximadamente sobre una superficie plana (*Imagen 021*). Los resultados pueden ser los siguientes:

El primer resultado; si la bola al caer no se desintegra ni se fisura y se aplasta levemente tiene una alta cantidad de arcilla por lo tanto tiene una alta capacidad aglutinante, en el segundo resultado si la bola se aplasta levemente y se fisura un

poco tiene arcilla en mayor porcentaje de arena que puede ser utilizada. En el tercer resultado se observa una cantidad insuficiente de arcilla pero no se desintegra por completo por lo tanto si se puede utilizar, y en el cuarto resultado no existe suficiente arcilla lo que hace que se desintegre totalmente la bola, entonces se desecha la cantera por que no tiene materia aglutinante para formar adobes (*Imagen 022*).

1.4.2. Cinta o rollo.

Para tener una primera evaluación de la existencia de arcilla en un suelo se puede realizar la prueba “Cinta de barro” (en un tiempo aproximado de 10 minutos). Utilizando una muestra de barro con una humedad que permita hacer un cilindro de 12 mm de diámetro, colocado en una mano, aplanar poco a poco entre los dedos pulgar e índice, formando una cinta de 4 mm de espesor y dejándola descolgar lo más que se pueda, esto según la, **Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada**.

Si el rollo antes de romperse alcanza entre 15 cm y 25 cm de longitud, el suelo es muy arcilloso (*Imagen 023*).

Si se corta en 5 cm o menos, el suelo tiene poco



Imagen 021. Ensayo Caída de Bola.



Imagen 022. Resultado de caída bola.

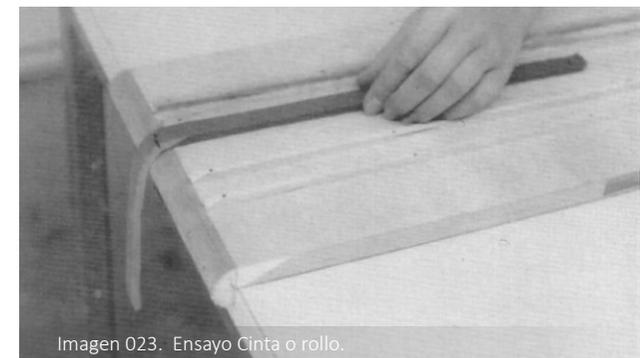


Imagen 023. Ensayo Cinta o rollo.

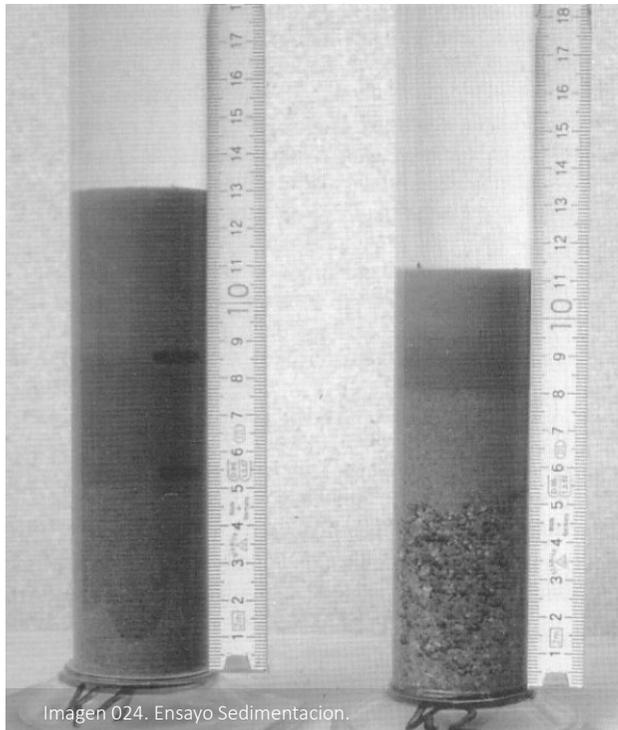


Imagen 024. Ensayo Sedimentación.



Imagen 025. Ensayo Resistencia Seca.

contenido de arcilla y es muy arenoso y si alcanza una longitud entre 5 y 15 cm el suelo es arenoso arcilloso y puede ser apto para la fabricación de adobes.

1.4.3. Sedimentación.

Según Minke, se agita una muestra de barro con agua en un frasco transparente, las partículas mayores se asientan primero en el fondo y las más finas arriba. A partir de esta estratificación se puede estimar la proporción de los componentes. Las estratificaciones serían: gravas, las más gruesas y pesadas, arenas, seguido de limos y arcillas, siendo esta última las más livianas y las que se asentarán al final, las materias orgánicas pueden estar flotando. Este ensayo sirve para tener una aproximación a la granulometría del suelo sin embargo esta no es tan exacta asegura Minke y se debe comparar con el ensayo granulométrico en laboratorio (*Imagen 024*).

1.4.4. Resistencia seca.

Según la **Norma E.080 Diseño y Construcción con Tierra Reforzada**, el procedimiento es el siguiente: formar cuatro bolitas con la tierra que se va a usar como material de construcción y agregarle una mínima cantidad de agua para formar

cuatro bolitas sobre las palmas de las manos sin que éstas se deformen. Las cuatro bolitas deben dejarse secar por 48 horas, asegurando que no se humedezcan o mojen por lluvias, derrames de agua, etc.

Se deben presionar con el dedo pulgar las bolitas, si se rompe una de las cuatro se debe repetir el proceso, hasta que no se rompa alguna, en caso de que se rompa de nuevo, la cantera no sirve porque hay poca arcilla, que es la que aglutina las partículas. El terreno sirve cuando ninguna bola se rompe (*Imagen 025*).



1.5. NORMATIVAS DE CONSTRUCCIÓN EN ADOBE.

La tierra esta siendo revalorizada como material de construcción. Dado al creciente interés por este material, por su fácil obtención y proceso de elaboración, y ante la falta de un marco legal muchos países intentan normalizar su uso para resolver los problemas actuales derivados de la ausencia de una normativa que permita el uso de las técnicas de construcción con tierra cruda (Cid, 2012).

Alrededor del mundo existen numerosos trabajos que se centran en el estudio de las normas y reglamentos de la construcción con tierra, las mismas han sido analizadas una por una, en este caso nosotros nos basaremos en "**Las normativas de construcción con tierra en el mundo**" (Cid, J., Mazarrón, F., & Cañas, I., 2011).

De acuerdo a los numerosos documentos encontrados de diferentes investigaciones sobre normativas y reglamentos para la construcción en tierra realizados por diferentes autores, se ha extraído un cuadro de resumen mostrado en la tabla 01, en la cual se realiza los análisis y descripción de cada una de las normas, según el país de origen, la referencia de la Norma o del Reglamento, el organismo que la emite (ORG).

De todos ellos se han seleccionado un conjunto de normas y reglamentos de edificación con tierra cruda a nivel internacional. Cada una de las normativas seleccionadas en la tabla de resumen (*tabla 01*) son todas aquellas que cumplen con los requerimientos necesarios para realizar esta investigación, para ellos se tomará en cuenta la técnica y el campo de aplicación de cada una de estas normas.

Así se han seleccionado todas aquellas normativas que se refieren a la construcción de los Adobes y Bloques de tierra comprimida (BTC) y según las diferentes características que tratan cada una de estas normas, por ejemplo, reglamentos en la selección de suelos, fabricación, construcción y diseños con elementos de tierra cruda.

- Cid, J., Mazarrón, F., & Cañas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. *Informes de la Construcción*, 63(523), 159-169. Recuperado el 8 de Noviembre de 2017 de <http://dx.doi.org/10.3989/ic.10.011>
- Cid Falceto, J. (2012). Durabilidad de los bloques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

Tabla 01
Normas y Reglamentos en el mundo

Pais/Grupo	Norma/Reglamento	REF.	EST.	Técnica	Campo de aplicación	Selección de suelos	Requisitos producción	Ensayos	Fabricación	Construcción	Diseño
Colombia 2	NTC 5324,2004	20	X	Bloques macizos de suelo-cementos para muros y divisiones	Caracterización y métodos de ensayo de los bloques macizos suelo-cemento	X	X	X			
EEUU 3	NMAC, 14.7.4, 2004	21		Adobe, Bloques de tierra comprimida y tapial	Reglamento de construcción	X	X	X		X	
4	ASTM E2392 M-10	22		Adobe, tapial	Guía para construcción de sistemas con tierra	X		X	X	X	
España 5	UNE 41410:2008	23		Bloques de tierra comprimida	Definiciones, especificaciones y método de ensayo	X	X	X			
Francia 6	XP P13-901,2001	24		Bloques de tierra comprimida	Terminología, dimensiones y método de ensayo	X	X	X			
India 7	IS 2110 : 1980	25	X	Pared in-situ de suelo-cemento	Especificaciones técnicas para paredes no mayores de 3,2 m de altura y anchura >300 mm muros de carga > 200 mm particiones	X	X				
	IS 1725 : 1982	26	X	Bloques de tierra comprimidos estabilizados	Requisitos y prueba para bloques de tierra de uso en construcción en general. Procedimientos de ensayos.	X	X	X			
	IS 13827 : 1993	27	X	Adobe y tapial	Directrices para la mejora de la resistencia sísmica de edificios de tierra		X			X	

Fuente: Extraída de la Tesis de Maestría, (Calderón Peñafiel, J. 2013)

Arteaga Mauricio / Loja Alejandro

Se ha escogido las siguientes normas: norma peruana NTE E-080, la norma española UNE_41410_2008, las normativas Estadounidenses ASTM E 2392 M10 - NMAC, 14.7.4.2004.

1.5.1. Normativas Locales.

Se sabe también que en Ecuador según la última actualización de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC - 2015), en SEGURIDAD ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES: NEC-SE-VIVIENDAS: Viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros parte 2, se establecen ciertas directrices para edificaciones con muros de adobe, pero de igual manera estas normas se basan en el Código de Construcción con Adobe del Perú, Norma E.080 para construcción con adobe.

Tabla 01
Normas y Reglamentos en el mundo

País/Grupo	Norma/Reglamento	REF.	EST.	Técnica	Campo de aplicación	Selección de suelos	Requisitos producción	Ensayos	Fabricación	Construcción	Diseño
Kenya 8	KS 02-1070:1,1999	30	X	Bloques de suelo estabilizado con cemento o cal	Requisitos para la construcción con este bloque	X	X	X			
Nueva Zelanda 9	NZS 4297, 1998	32		Adobes, bloques comprimidos, tierra vertida, tapial	Diseño estructural y de durabilidad de las edificaciones de tierra					X	X
	NZS 4298, 1998	33			Caracterización de materiales y especificaciones de construcción para el uso de tierra cuda. Procedimientos de ensayo.	X	X	X	X	X	
	NZS 4299, 1999	34			Adobe, bloque comprimido, tapial	Requisitos de diseño y construcción para adobes, bloques comprimidos o tapial que no necesitan diseño específico.					X
Perú 10	NTE E 0.80, 2000	35		Adobes	Requisitos para la construcción de adobe simple y adobe estabilizado	X	X	X	X	X	X
11	NTP 331.201.1979	36	X	Adobe estabilizado con asfalto	Dificiones, condiciones generales y requisitos		X	X	X		
	NTP 331.202.1980	37	X		Procedimiento de ensayo	X					
	NTP 331.203.1981	38	X		Muestra y recepción		X				

- Calderón Peñafiel, J. (2013) "Tecnologías para la fabricación de bloques de tierra de gran resistencia", Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Catalunya.

Fuente: Extraída de la Tesis de Maestría, (Calderón Peñafiel, J. 2013)

Tabla 02
Resumen de los Tipos de Ensayos Utilizados

Tipo de Ensayo	Norma/País	Tamaño de muestra	Cant. de muestra
Contenido de humedad	NTE INEN 862:2011 / Ecuador	300 gr	3
Granulometría	NTE INEN 696:2011 / Ecuador	1000 gr (mortero)	3
	NTE INEN 0697:2010 / Ecuador	2000 gr (adobe)	3
Límite líquido	NTE INEN 0691:1982 / Ecuador	variable	3
Límite plástico	NTE INEN 0692:1982 / Ecuador	variable	3
Resistencia a la compresión adobe	E. 080 / Perú	10x10x10cm	6
Resistencia a la flexión adobe	NTE INEN 2554: / Ecuador	Unidad de adobe	6
Resistencia a la Absorción	UNE 41410 / España	Unidad de adobe	3

Fuente: Grupo de tesis

Finalmente en la *tabla 02* se muestra todas y cada una de las normas y reglamentos que serán utilizados durante esta investigación.

En la cual se determina el tipo de ensayo, el país de origen, el tamaño y cantidad de muestra necesaria para realizar cada uno de estos ensayos. Los ensayos de laboratorio a determinar son: contenido de humedad, granulometría y plasticidad (límite líquido, límite plástico). Estos bajo la Norma Técnica Ecuatoriana (**NTE**) y la norma técnica peruana E.080 (**NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA**).

Los ensayos mecánicos a efectuarse son: compresión (E.080 / Perú), flexión (NTE INEN/Ecuador) y absorción por inmersión (UNE 41410 / España), que sirven para determinar la resistencia y durabilidad de los bloques de adobe.



1.6. TIPOS DE ESTABILIZACIÓN DE LA TIERRA.

Estabilizar el suelo es modificar las propiedades de un sistema tierra-agua-aire para que se obtengan propiedades que le hagan compatible con su aplicación. En la estabilización intervienen numerosos parámetros, por lo que es necesario tener un conocimiento de factores tales como las propiedades del suelo que se quiere estabilizar, las propiedades finales que se requieren, la economía del proyecto, las técnicas para utilizar el suelo seleccionado en el proyecto, así como el sistema constructivo y el costo de conservación (Rodríguez Díaz, 2003).

Con la estabilización de la tierra se mejora las características físicas y mecánicas y le otorga nuevas propiedades, asegurando la permanencia del material a lo largo del tiempo. Existen tres métodos para la estabilización de la tierra: estabilización física, estabilización mecánica, estabilización química *tabla 03* según Gernot Minke en su **Manual de Construcción en tierra**.

1.6.1. Estabilización Física:

Es utilizada para mejorar la composición de la tierra produciendo cambios físicos, obteniendo una adecuada granulometría a través de la incorporación de materiales cohesivos y granulares a la muestra original de la tierra, hay varios métodos como son:

dos como son:

Según expresa Zuluaga (2005)

“Mezclas de Suelos: este tipo de estabilización es de amplio uso pero por si sola no logra producir los efectos deseados, necesitándose siempre la compactación como complemento. Por ejemplo, los suelos de grano grueso como las grava-arenas limpias tienen una alta fricción interna que les permite soportar grandes esfuerzos, pero esta cualidad no hace que sea estable ya que al no tener cohesión sus partículas se mueven libremente y con la aplicación de cargas se pueden separar. Las arcillas, por lo contrario, tienen una gran cohesión y muy poca fricción lo que provoca que pierdan estabilidad cuando hay mucha humedad. La mezcla adecuada de estos dos tipos de suelo puede dar como resultado un material estable en el que se puede aprovechar la gran fricción interna de uno y la cohesión del otro para que las partículas se mantengan unidas (p, 12).”

1.6.2. Estabilización Química:

Es la adición de productos químicos, los cuales reaccionan con los componentes de la tierra buscando cambiar o mejorar algunas características “se dice que el cemento y el bitumen como esta-

Tabla 03

Tipos de estabilización de la tierra

Estabilización	Método
Física	controlar la retracción incrementar la cohesión incrementar la resistencia a compresión
Mecánica	prensado de la tierra vibrado de la tierra
Química	adición de aditivos minerales, sintéticos, puzolanicos, polímeros etc.

Fuente: Adaptado de Tesis de grado (Iñuiguez, Guzman 2015)

- Zuluaga, D. (2005). El uso de la cal en la estabilización de suelos derivados de cenizas volcánicas (Andosoles) un caso particular. Tesis de ESPECIALIZACIÓN EN VÍAS Y TRANSPORTE, Universidad nacional de Colombia, Manizales.



bilizadores son buenos para barro arcilla sin embargo esta regla no toma en consideración el tipo de arcilla” (Minke, 2001, p. 48).

Según expresa Zuluaga (2005)

“En la actualidad se ha aplicado un gran número de productos químicos con este fin, la mayoría de ellos con resultados satisfactorios. Aunque es poco común, la estabilización con productos ácidos está adquiriendo en la actualidad bastante difusión y experimentación. De los ácidos que han demostrado ser efectivos para modificar favorablemente algunos suelos, algunos son económicamente competitivos contra otros productos más comunes; sin embargo, como en el caso de los otros productos hasta aquí mencionados, se debe contar con la asesoría de especialistas en la materia, tanto durante la etapa de diseño como de construcción de la estabilización, pues en este caso se involucran peligros tanto para las personas como para los equipos” (p,12).

1.6.3. Estabilización Mecánica:

Es aquella que con la compactación del suelo mediante el uso de prensas mecánicas o manuales se logra densificar el mismo con la cual aumenta su capacidad portante, cohesión entre sus partí-

culas de barro y mejora su estabilidad obteniendo así suelos menos deformables.

Según expresa Minke (2001)

“Compactar el barro con fuerza estática para incrementar su resistencia a compresión es por lo general menos afectivo que batir o compactar la mezcla durante el vibrado (aplicando fuerzas dinámicas). Cuando un objeto pesado cae sobre el barro, ocasiona ondas que provocan vibraciones en sus partículas. Esto a su vez, crea movimientos que permiten a las partículas entrar en un patrón más denso. Así mismo si hay suficiente agua, los minerales de arcilla forman una estructura más ordenada y que conduce a una mayor cohesión y resistencia a la compresión (p. 59)”

- Minke, G. (2001). Manual de construcción para viviendas anti-sísmicas de tierra. Universidad de Kassel, Alemania. Recuperado el 01 de diciembre del 2017 de http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf

1.7. MATERIALES ESTABILIZADORES DE LA TIERRA.

Los siguientes materiales estabilizadores de tierra están clasificados de acuerdo a su origen, a continuación se enumeraran los estabilizadores más comunes.

1.7.1. De origen mineral.

Entre muchos de los estabilizadores de tierra de origen mineral se mencionan las siguientes:

Cemento:

Es material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas. las cuales confieren la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto, el cemento al ser un conglomerante hidráulico es utilizado en la conformación de hormigones (*Imagen 026*) debido a su durabilidad, capacidad aglutinante y baja permeabilidad. El cemento optimiza las propiedades de permeabilidad y compresión de los bloques de tierra razón por la cual se lo considera excelente material.

Cal:

La cal es el resultado de la calcinación de piedras calizas, también conocida como carbonato de calcio. El tipo de cal que se puede conseguir va a depender de la composición de la roca caliza (Otero, 2010)

Mejora la permeabilidad del producto, además

mejora la resistencia a la compresión (*Imagen 027*).

Yeso:

El yeso viene del latín gypsum. es un material derivado de la piedra de yeso, denominado sulfato de calcio dihidratado o dihidrato. (Proinsa, 2008). El yeso es un material blando y soluble en agua, razón por la cual no es recomendado el empleo al exterior. Debido a su facilidad de deshidratación parcial a bajas temperaturas es un producto apto para la construcción. En la actualidad se emplea para fabricar tabiques, bóvedas, enlucidos, pavimentos estucos, molduras, etc. (Construmática, 2015)

El yeso no mejora las propiedades de permeabilidad por sí solo, sin embargo optimiza la compresión dependiendo de la cantidad y reacción con el agua. Razón por la cual se considera bueno (*Imagen 028*).

Productos puzolánicos:

La puzolana o ceniza volcánica es un material silíceo-aluminoso generalmente de origen natural, al igual que el pómez o pumita que también son consideradas como materiales puzolánicos naturales disponibles en nuestro medio.

Estas puzolanas por sí solas, es decir, sin mezclar-



Imagen 026. Cemento



Imagen 027. Cal



Imagen 028. Yeso



Imagen 029. Puzolana

se con otras materias primas carecen de propiedades cementantes, no obstante al combinarse con materiales como la cal dan lugar a compuestos estables que se comportan como conglomerantes hidráulicos. (Molina Larrea, 2014) Por si solo este compuesto no concede ninguna mejora en la estabilización de la tierra, por lo que se lo encasilla en la categoría malo (*Imagen 029*).



Imagen 030. Almidón de yucca

Almidón de yucca:

Dentro de los principales usos del almidón de yuca encontramos la fabricación de productos alimenticios como pan, las denominadas tortillas, etc, dentro de la industria de la construcción encontramos el empleo del almidón dulce en la fabricación de pinturas (Bravo&Chica. 2010). La yuca al ser procesada para conseguir el almidón tiene un aspecto similar a la harina de trigo.

Este material mejora la resistencia a la compresión y la permeabilidad de la tierra, sin embargo, según investigaciones la misma no es significativa y se debería ensayar probetas para cada caso particular de mejoramiento (*Imagen 030*).

1.7.2. De origen sintético.

Entre muchos de los estabilizadores de tierra de

origen sintético se mencionan las siguientes:

Resinas Acrílicas:

La resina acrílica es un polímero sintético a base de poli metacrilato de metilo, a partir de la misma se obtienen compuestos sintéticos como el metacrilato o la llamada pintura acrílica. Es importante señalar que el proceso de polimerización por medio de emulsión- proceso utilizado para el desarrollo de revestimientos de venta comercial - es una operación de carácter discontinuo y el producto final contiene alrededor del 50% de resina acrílica. (INEC. Encuesta anual de manufactura y minería, 1998). Este compuesto mejora las características técnicas en cuanto a compresión y permeabilidad, por lo que se considera como muy bueno (*Imagen 031*).

Resinas epoxi:

La resina epoxi es un polímero termoestable constituido por 2 componentes: resinas y un agente catalizador, que al mezclarse causan la solidificación de la resina (Anon, 2014), se los conoce también como adhesivos rígidos por su alta resistencia frente a tensiones y cargas.

Por sus propiedades este material puede mejorar la resistencia a compresión de la pieza. Sin embargo no se tuvo datos válidos que puedan corroborar la mejora en la permeabilidad mediante



Imagen 031. Resinas acrílicas

el uso del material, razón por la cual se considera como bueno (*Imagen 033*).

Productos asfálticos: Los productos “bituminosos son aquellos que poseen características de unión, se consideran como materiales pertenecientes a esta categoría los que contienen en su composición asfaltos naturales, betunes asfálticos de penetración, betunes asfálticos de oxidación, alquitranes o breas. Los materiales bituminosos procedentes del petróleo son conocidos como asfaltos, betunes asfálticos o bitumen (PrevenciónBip, S.F).

Se considera muy bueno, ya que mejora la resistencia a la compresión así como la permeabilidad de la pieza (*Imagen 033*).

Silicato de sodio:

Conocido también como vidrio soluble es un químico industrial usado desde la antigüedad. Su desarrollo se dio principalmente por la simplicidad en su proceso productivo (S.A.S., s. f.), El uso de este material se encuentra especialmente como compuesto para la fabricación de detergentes y jabones, fabricación de cerámicas y consolidación de suelos. Este compuesto reacciona de manera favorable en cuanto a la mejora de características de compresión y permeabilidad por lo

tanto se lo considera muy bueno (*Imagen 034*).

Aceite de linaza:

El uso de estas resinas se da en el sector de la industria entre otras para la elaboración de barnices para pinturas con el fin de mejorar las características de impermeabilización de la misma. Minke (2001) menciona que el aceite de linaza confiere propiedades impermeabilizantes a la mezcla de tierra y mejora la resistencia a compresión. Al optimizar las propiedades de compresión y permeabilidad de los bloques de tierra se lo considera muy bueno (*Imagen 035*).

1.7.3. Fibras Naturales.

Entre muchos de los estabilizadores de tierra de origen natural más comunes utilizados en nuestro medio se mencionan las siguientes:

Cabuya:

La cabuya es una fibra vegetal obtenida mediante la explotación del denominado penco, las hojas de esta planta son gruesas y carnosas, pueden alcanzar hasta 4m de diámetro donde almacenan gran cantidad de agua (Sampedro Alban, 2009). Esta planta entre los 7 y 10 años de vida emite una roseta de hasta 10 m de altura. Según Checa, Gordillo & Jurado (2001) en Ecuador se lo conoce



Imagen 032. Resinas epoxi



Imagen 033. Asfalto



Imagen 034. Silicato de sodio



Imagen 035. Aceite de linaza



Imagen 036. Cabuya



Imagen 037. Cascara de arroz

como cabuyo negro, penco o chaguar siendo su nombre científico Agave.

Al ser una fibra vegetal se conoce que las mismas al mezclarse con tierra ayudan a mejorar las condiciones de retracción de las piezas (*Imagen 036*). Así mismo ya se mencionó que el uso de esta fibra podría mejorar la resistencia a compresión del bloque de tierra, razón por la cual se le cataloga muy bueno.

Cascara de arroz:

Conocida también como “pajilla” es un producto de origen vegetal, el mismo se considera un desecho de la producción del arroz. Según Gonzales(s/f) la composición química de la cáscara de arroz es similar al de la madera, contiene compuestos como la celulosa, lignina, resinas y una alta proporción de sílice (18%). Se considera bueno, ya que mejora la resistencia a la compresión de manera mínima, y la permeabilidad del barro (*Imagen 037*).

Aserrín:

Son partículas o residuos que se obtienen cuando piezas de madera se someten a cortes mediante máquinas manuales o eléctricas. Este estabilizante al ser fibras tiene los mismos efectos que la cabuya.

Viruta:

Son fragmentos de material de forma plana o curvada en forma de espiral que se extraen mediante el uso de un cepillo u otras herramientas como brocas al realizar trabajos de perforación, rebajados o cepillados sobre maderas o metales. Igualmente esta fibra tiene el mismo efecto de la cabuya.

1.8. EMULSIÓN ASFÁLTICA COMO MATERIAL ESTABILIZADOR.

Una emulsión asfáltica consiste de una dispersión de finas gotas de asfalto en una fase acuosa, por la presencia de un agente emulsificante, obteniéndose un producto relativamente fluido.

Básicamente es la presencia de asfalto y un emulsificante (emulsión) no miscibles, en el *grafico 001* se muestra el proceso de destilación del petróleo y con ello como se obtiene la emulsión asfáltica.

A continuación se explicara brevemente que es un asfalto y que es una emulsión.

1.8.1. Asfalto.

A lo largo del tiempo varias culturas y lugares han nombrado al asfalto de diferentes maneras como: asfalto o bitumen, nafta-betunes, betún, cemento asfáltico, chapopote, etc., este producto fue conocido alrededor del año 2500 A.C. en Egipto (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2001). El asfalto o betún (Imagen 038), es un material muy popular del mundo actual, en la antigüedad fue usado de diferentes maneras en Mesopotamia, Siria y Egipto. “se conoce que los yacimientos más extensos de asfalto nativo se

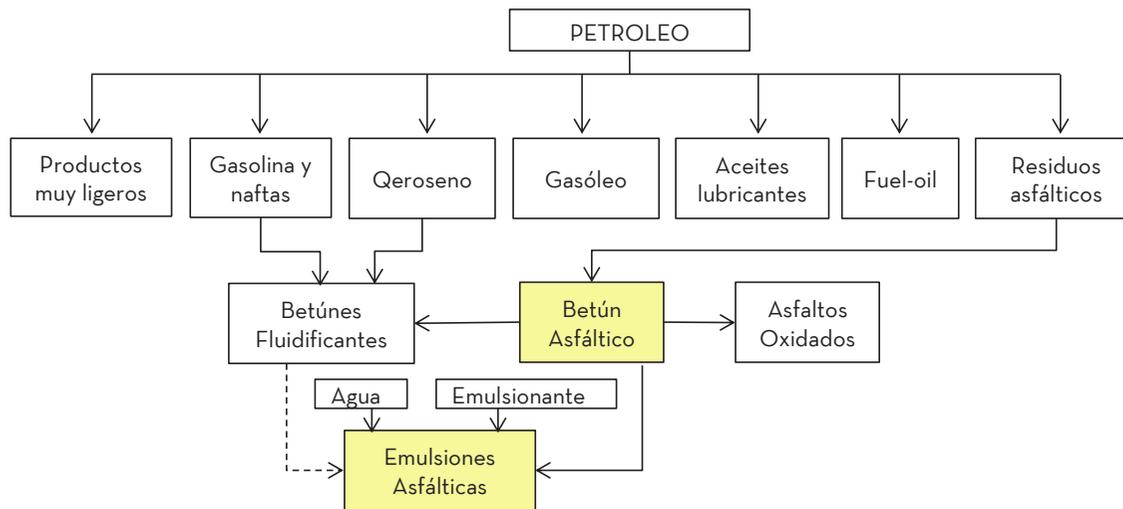


Gráfico 01. Proceso de destilación del petróleo

Fuente: Adaptado de Bañón y Brevia (1999).

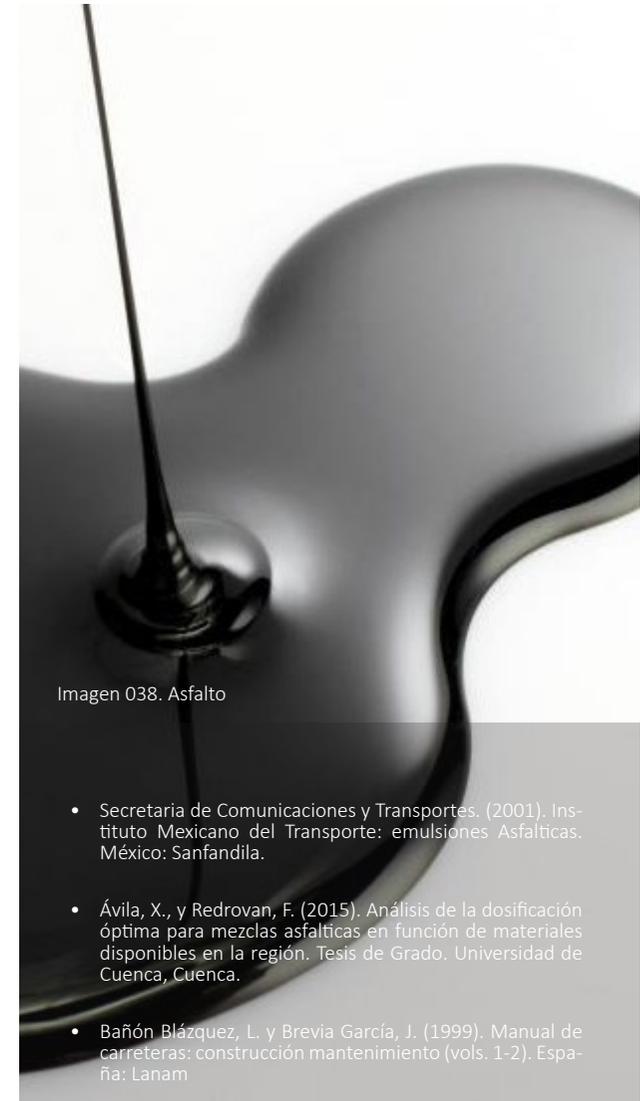


Imagen 038. Asfalto

- Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (2001). Instituto Mexicano del Transporte: emulsiones Asfálticas. México: Sanfandila.
- Ávila, X., y Redrovan, F. (2015). Análisis de la dosificación óptima para mezclas asfálticas en función de materiales disponibles en la región. Tesis de Grado. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Bañón Blázquez, L. y Brevia García, J. (1999). Manual de carreteras: construcción mantenimiento (vols. 1-2). España: Lanam

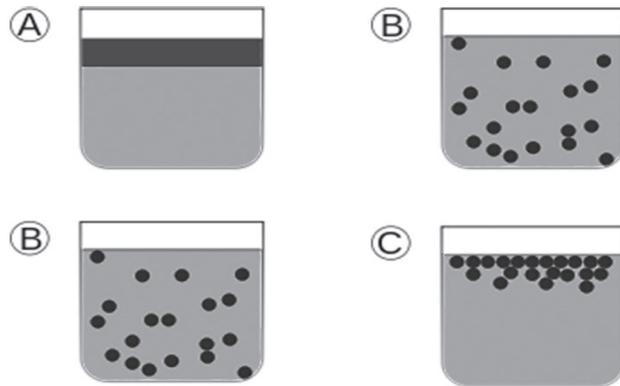


Imagen 039. Esquema de una emulsión.

A. Emulsión de dos líquidos inmiscibles fase I y fase II, no emulsificados; B. Emulsión de fase II disperso en la fase I; C. La emulsión inestable se separa progresivamente; D. Las posiciones surfactantes (borde púrpura) en las interfaces entre la fase I y la fase II; estabilizan la emulsión.

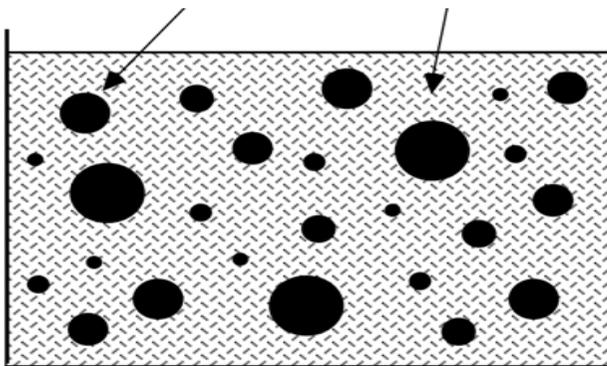


Imagen 040. Diagrama esquemático de una emulsión.

encontraban hace 4 o 5 millares de años en Irak, los egipcios obtenían el asfalto nativo del Mar Muerto y de un yacimiento que se encontraba cerca del río Jordán” (Ávila y Redrovan, 2015).

El betún o asfalto es otro producto derivado del petróleo tiene un aspecto oscuro y viscoso, además posee características aglomerantes y propiedades termoplásticas, “técnicamente, los betunes asfálticos o de destilación se definen como aquellos productos bituminosos sólidos o viscosos, naturales o preparados a partir de hidrocarburos naturales por destilación, oxidación o cracking, que contienen un pequeño porcentaje de productos volátiles” (Bañón y Brevia, 1999, p.2).

1.8.2. Emulsión.

Una emulsión se define como una dispersión fina más o menos estabilizada de un líquido en otro (si el medio es agua, se denomina Hidrofóbico o Liofóbico), no son miscibles entre sí y están unidos por un emulsificante (Imagen 039). Las emulsiones son sistemas formados por dos fases parcial o totalmente inmiscibles, en donde una forma la llamada fase continua (o dispersante) y la otra la fase discreta (o dispersa) (Imagne 040) (Secretaria de Comunicaciones y Transportes, 2001). La fase discreta tiene una dimensión entre

1 nanómetro y 1 micra. El tamaño de las emulsiones son los que le dan sus importantes e interesantes propiedades. El estudio de las emulsiones es interdisciplinario, e involucra a la química, física, biología, etc. “Al Igual que la fluidificación, la emulsión tiene por objeto facilitar la puesta en obra del betún, e incluso poder trabajar con él en condiciones meteorológicas adversas, como la lluvia o el frío” (Bañón y Brevia, 1999, p.9).

1.9. EMULSIÓN ASFÁLTICA.

Según expresa Secretaria de Comunicaciones y Transportes (2001)

“Las emulsiones del tipo asfáltico aparecieron en el mercado a principios del siglo XX en diferentes lugares y con usos muy diversos. La primera vez que se empleó una emulsión asfáltica fue a principios de 1900, en la construcción de carreteras de la ciudad de Nueva York, como alternativa para evitar el levantamiento del polvo cuando transitaban los vehículos. Al reconocerse la ventaja de las emulsiones catiónicas sobre las aniónicas y los rebajados, se inició la búsqueda de un emulsificante que produjera una emulsión de rompimiento lento, capaz de mezclarse con una granulometría para base o para carpeta. En 1973, los países árabes, poseedores de la mayoría del petróleo mundial, aumentaron el valor del barril de petróleo crudo resultando afectados los derivados del mismo, entre ellos los solventes empleados en los asfaltos, esto provocó un incremento en el uso mundial de las emulsiones asfálticas. Los países con mayor producción de emulsiones asfálticas son, en orden de importancia: Estados Unidos, Francia, España y Japón. Entre estos cuatro países se fabrica un 40% aproximadamente de la producción mundial de emulsión asfáltica. (p. 22) ”

Son mezclas de agua, asfalto y un agente emul-

sificante que son inmiscibles entre sí. El asfalto se encuentra esparcido en forma de gotas muy pequeñas en una fase acuosa estabilizada, obteniéndose un producto relativamente fluido (Imagen 041). El diámetro de las gotas varía de uno a cinco micrones (1 micrón = 0,001mm), una emulsión buena es generalmente de color pardo y de aspecto suave. (Traxler, 1962). Se dice que para un fácil manejo de las emulsiones simplemente se le añade unas pequeñas cantidades de agua reduciendo así la viscosidad. “Su fabricación se realiza en molinos coloidales, máquinas compuestas por un estátor y un rotor separados por escasos milímetros, con una potencia capaz de producir la dispersión de ambos productos agua y betún caliente al pasar entre ellos. Esta mezcla se realiza en presencia de un agente emulsionante” (Bañón y Brevia, 1999, p.9). Las emulsiones asfálticas se pueden utilizar a temperatura ambiente por lo que no necesitan ningún tipo de calentamiento.

1.9.1. Características de la emulsión asfáltica.

- **Adhesividad:** Facilidad que presenta el betún para adherirse a la superficie de una partícula mineral. Esta característica es muy importante en mezclas asfálticas, donde betún y áridos deben formar un conjunto homogéneo y continuo. Para

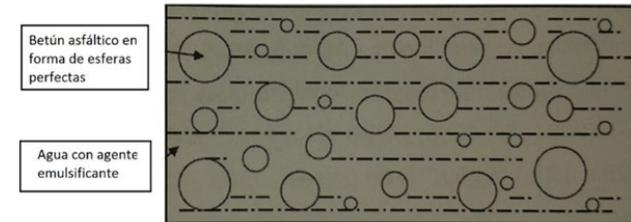


Imagen 041. Esquema de una emulsión asfáltica

- Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (2001). Instituto Mexicano del Transporte: emulsiones Asfálticas. México: Sanfandila.

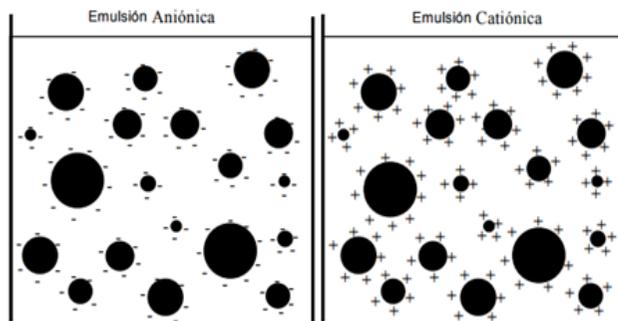


Imagen 042. Representación esquemática de una emulsión aniónica y catiónica.

mejorarla, puede recurrirse al uso de activantes.

- **Viscosidad:** Se define como la resistencia que oponen las partículas a separarse, debido a los rozamientos internos que ocurren en el seno del fluido. En el caso de los betunes varía con la temperatura, lo que da una idea de su susceptibilidad térmica.

- **Susceptibilidad térmica:** Indica la propensión que presenta el betún a variar ciertas propiedades reológicas especialmente la viscosidad con la temperatura. Gracias a esta propiedad pueden manejarse con facilidad a altas temperaturas, presentando una mayor estabilidad a temperatura ambiente.

- **Plasticidad:** Define el comportamiento mecánico del betún ante diferentes estados físicos y temporales de carga. Un betún poco plástico no soportará deformaciones excesivas sin que se produzcan grietas.

- **Envejecimiento:** Fenómeno de degradación y transformación química de los componentes del betún debido a la acción oxidante del aire y la presencia de humedad y radiaciones solares, haciendo que el betún pierda sus propiedades reológicas y adhesivas.

1.9.2. Tipos de emulsión asfáltica.

De acuerdo al tipo de emulgente empleado en la fabricación estos pueden ser electrolitos, materiales coloidales, sólidos reducidos a polvo muy fino se obtendrán dos tipos de emulsión iónicas y no iónicas, esta denominación hace referencia a la existencia o no de cargas eléctricas (Fajardo & Mendieta, 1986).

- **Emulsiones iónicas:**

Son aquellas en las que los glóbulos de asfalto están cargados eléctricamente se subdividen en dos tipos (*Imagen 042*):

- **Emulsiones aniónicas CA:** Presentan carácter básico, estando las partículas de betún cargadas negativamente, por lo que presentan buena adhesividad con áridos alcalinos o alcalinotérreos tales como las calizas, que se ionizan positivamente al contacto con el agua. Son las más antiguas. *“Las emulsiones aniónicas se comenzaron a emplear en Europa en 1925. En la fabricación de éstas se aprovecharon los ácidos nafténicos contenidos en el asfalto para que actuaran como el agente emulsificante en el momento de agregar agua con sosa cáustica al sistema y someterlo a una vigorosa agitación”* (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2001, p. 22).

• Fajardo, C., y Mendieta, M. (1986). Estabilización de suelos. Monografía de Grado. Universidad de Cuenca, Cuenca.



• **Emulsiones catiónicas CC:** Las partículas de betún se cargan positivamente, lo que les confiere un carácter que facilita la adherencia de áridos ácidos, con alto contenido en sílice; también son compatibles con la mayoría de áridos calizos (Bañón y Brevia, 1999). *“Las emulsiones asfálticas catiónicas aparecieron en Europa en 1953 y en Estados Unidos hasta 1958. Aparentemente, su aplicación inicial en la construcción de caminos químicos tenso-activos en el mercado, los cuales tienen, adicionalmente, otros usos como en el campo de las pinturas, en la industria petrolera, en la industria textil, etc.”* (Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2001, p. 22).

• **Emulsiones no iónicas:**

Son aquellas en las que los glóbulos de asfalto no están cargados eléctricamente sino que se utiliza un mineral reducido a estado de polvo muy fino como emulgente el más común es la Bentonita (Velázquez, 1961).

1.9.3. Usos de la emulsión asfáltica.

Se ha clasificado en dos grandes campos de aplicación que son: Tratamientos superficiales y tratamientos en la masa *tabla 04*.

Tratamientos superficiales: Son los tratamientos en los que el asfalto no forman parte de la estructura del suelo sino que son solo a nivel de riego.

• **Riego de imprimación:** es un tratamiento previo que se hace a un suelo para posteriormente aplicar otra capa de asfalto, en especial se la hace en pavimentos para sellar vacíos y proteger a la base de la lluvia.

• **Riego de liga:** es la segunda capa que se aplica después del riego de imprimación, esta le da la estabilidad al suelo o pavimento.

• **Riego anti-polvo:** se usa en carreteras sin tratamientos previos el objetivo es prevenir que las partículas de polvo se levanten evitando así problemas de visibilidad.

• **Riego de Curado:** Se aplica en mezclas tipo grava o suelo cemento, sirve para el curado de la mezcla evitando la evaporación del agua.

• **Riego de penetración:** es un tratamiento utilizado antiguamente como base de pavimento, consiste en varias capas de agregado de 7cm compactado donde se le agrega el ligante (asfalto) de manera que tapen los vacíos superficiales.

• **Riego negro:** este tratamiento se lo hace a su-

Tabla 04
Usos de la emulsión asfáltica

TRATAMIENTOS SUPERFICIALES	Riegos de:	Riegos de sello:
	<ul style="list-style-type: none"> • Imprimación • Liga • Antipolvo • Curado • Penetración 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin material de cubrición: Riego Negro • Con material de cubrición: Riego de sello, Tratamiento Superficial Simple y Doble capa
TRATAMIENTOS EN LA MASA	•Estabilización de Suelos	
	•Mezclas densas en frío	
	•Mezclas abiertas en frío	

Fuente: Adaptado de Bañón y Brevia (1999).

- Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (2001). Instituto Mexicano del Transporte: emulsiones Asfálticas. México: Sanfandila.
- Velázquez, M. (1961). Asfaltos. Madrid: Editorial DOSSAT.
- Bañón Blázquez, L. y Brevia García, J. (1999). Manual de carreteras: construcción mantenimiento (vols. 1-2). España: Lanam.

perfiles envejecidas, agrietadas y el objetivo es cubrir los poros abiertos y las grietas para evitar la desintegración de la superficie.

- **Riego de sellado:** es igual que el tratamiento de riego negro la diferencia es que además del ligante se agrega un agregado fino este puede ser arena de río para lograr una mejor impermeabilización.

Tratamientos en la masa: Se denomina a todos los tratamientos que forman parte de la estructura del suelo donde intervienen grandes masas de mezcla del material.

- **Estabilización de suelos:** Este tipo de aplicación es destinado principalmente a mejorar las propiedades del suelo como la absorción y resistencia a la compresión.

- **Mezclas densas e frío:** Consiste en la mezcla de agregados bien graduados con alto contenido de finos, agua, emulsión y posiblemente aditivos su uso es recomendado en donde por razones ambientales y económicas no se pueda instalar una planta en caliente la mezcla y compactación se hace a temperatura ambiente y es recomendable usar emulsiones de rotura lenta.

- **Mezclas abiertas en frío:** es la combinación de

agregado grueso con una granulometría uniforme, la ventaja es la trabajabilidad de la mezcla y su almacenamiento, igualmente se trabaja a temperatura ambiente y es recomendable usar emulsiones de fraguado medio.

1.9.4. Ventajas y desventajas de la emulsión asfáltica.

Ventajas

- **Facilidad de uso.**

Su manipulación es fácil y sencilla debido a su baja viscosidad, el líquido es más fluido por lo que al momento de realizar la mezcla con la tierra será de fácil trabajabilidad.

- **No es nocivo.**

La emulsión asfáltica al estar diluida en agua no corre peligro de incendiarse, además no producen vapores tóxicos que podrían afectar la salud de los que manipulan el material.

- **Económico.**

Su precio es bastante económico en relación con las mezclas de asfalto al caliente ya que estas utilizan más recursos, las emulsiones asfálticas se utilizan en mezclas al frío por lo que no necesita recursos adicionales para su aplicación.



- **Compatibilidad con agregados.**

Como las emulsiones asfálticas catiónicas están cargadas electropositivamente y la mayoría de los agregados pétreos son de naturaleza silíceo (con carga superficial electronegativa); la atracción electroquímica entre los mismos produce una unión inmediata y permanente, los resultados obtenidos son altamente satisfactorios (Camoheza, 2012).

- **Mejora propiedades.**

El uso de las emulsiones sobre agregados hace que mejore la cohesión de las partículas mejorando así la resistencia a compresión, además al cubrirse las partículas con este producto mejora la permeabilidad.

Desventajas

- **Almacenamiento.**

Al mantenerlas en lugares demasiado fríos o demasiado calientes están se romperán y se vuelven inusables.

- **Compatibilidad.**

Las emulsiones aniónicas y catiónicas son incompatibles y no deben mezclarse. No son compatibles con asfaltos rebajados ni ligantes asfálticos.

1.9.5. Dosificaciones de la emulsión asfáltica

Loaiza 1982 dice que como norma general y sin mucho detalle que en materiales puramente arcillosos la estabilización con ligantes asfálticos resulta antieconómica y recomienda el cemento, en cambio en materiales arenosos ocurre lo contrario el cemento sería antieconómico mientras que la estabilización con asfalto sería lo conveniente. Esto es importante ya que más adelante con los estudios en laboratorio se determinara el tipo de suelo con el que se va a trabajar y así se analizara y se confirmara el uso de la emulsión asfáltica como estabilizador en la producción de adobes.

Traxler 1962, dice que no es posible dar criterios generales para la determinación de la dosificación del ligante ya que cada suelo tiene características específicas que serían difíciles de sistematizar, pero en términos generales dice que el contenido de residuo asfáltico que generalmente se emplea para la estabilización de arenas se encuentra comprendido entre 4% y 10%, es por esto que en esta investigación se experimentara con distintas dosificaciones (2,5%,5%,7,5% y 10%) de la emulsión asfáltica.

- Camoheza.(2012).Emulsiones asfálticas. Recuperado el 08 de Diciembre de 2017 de <http://www.camoheza.com.pe/>
- Traxler, R. (1962). El Asfalto. México: Compañía Editorial Continental.
- Loaiza, C. (1982). Mejoramiento Estabilización de Suelos. México: Límusa.⁹



1.10. CONCLUSIÓN

Velázquez 1961, recomienda que para suelos con alto contenido de finos se empleen emulsiones de rompimiento lento, y para suelos con poco contenido de finos se use las emulsiones de rompimiento rápido. Estas últimas no serían aconsejables utilizar para la estabilización de unidades de adobes ya que en la producción de estos bloques no se utilizan suelos con agregados gruesos.

Se ha venido trabajando mucho para la estabilización de bloques de tierra “adobe” para mejorar la resistencia frente a la absorción del agua Traxler reafirma que con una dispersión de asfalto (en forma de emulsión asfáltica) en el lodo espeso antes de colocarlo en el molde ha resultado un éxito, mejorando la resistencia a compresión de los adobes obteniendo valores hasta 21kg/cm². Este autor recomienda que para 30 litros de lodo (barro) un litro de asfalto cubre las partículas de esta mezcla logrando así la impermeabilización de los bloques de adobe, en este caso haciendo una regla de tres se estableció que el autor ha usado un 3,33% de emulsión.

- La tierra es un material abundante y de fácil obtención, fue el más usado desde la antigüedad y en ciertas ciudades como la nuestra manteniéndose hasta nuestros días. La técnica de la elaboración y construcción con adobe se han mantenido casi intactos, de las preocupaciones por mantener y mejorar este elemento han surgido mejoras, tanto en su composición y proceso de elaboración, entre estos tenemos los adobes estabilizados y bloques de tierra comprimida (BTC).

- En ciertos países como, España, Brasil, Colombia, Perú, etc. se han realizado investigaciones para normativas y reglamentos para la elaboración, métodos de ensayo y construcción con adobes tradicionales y BTC. De tal manera en nuestro país pese a la carencia de una normativa propia, se pretende incorporar directrices para este tipo de construcciones las cuales se basan principalmente en las normativas y reglamentos internacionales ya mencionadas.

- De lo investigado sobre las características de la emulsión asfáltica como estabilizante de la tierra, la adición de este elemento sobre un cierto tipo de arcilla hace que mejore la cohesión de las partículas mejorando así la resistencia a ciertos esfuerzos mecánicos, además al cubrirse las partículas con este producto mejora la permeabilidad.

- Velázquez, M. (1961). Asfaltos. Madrid: Editorial DOSSAT.

CAPITULO 2

2. DISEÑO DE MEZCLAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL ADOBE ESTABILIZADO



INTRODUCCIÓN

En este capítulo se realizará el mejoramiento de las características en la mezcla de adobe tradicional y prensados (BTC) localizadas en las parroquias de Sinincay y Baños respectivamente. Estos mejoramientos se realizara con la adición de la emulsión asfáltica ya estudiada en el capítulo anterior, en diferentes dosificaciones y proporciones cuya dosificación también se detalló en el capítulo anterior para la mezcla del adobe.

Se realizara las pruebas de campo y pruebas de laboratorio con las muestras extraídas de cada campo de estudio, con la finalidad de conocer si la tierra es apto o no para su elaboración.

Luego se hara el diseño de las mezclas para la produccion de los adobes estabilizados (tradicionales y BTC).

Y finalmente se procede a la elaboración de los adobes estabilizados con emulsión asfáltica basándonos en las normativas recomendaciones nacionales e internacionales ya detalladas en el capítulo anterior.

2.1. SELECCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

Las edificaciones hechas con bloques de tierra (adobe) están presentes actualmente tanto como en el centro de la ciudad de Cuenca y en las zonas rurales de la misma. Estas zonas rurales son importantes ya que gracias a las condiciones geográficas y características de los suelos son las que hoy en día siguen produciendo este bloque de tierra y la mayoría de estas son las que abastecen a la ciudad para la reconstrucción de edificaciones patrimoniales de la ciudad de Cuenca.

De las 21 parroquias rurales de la ciudad de Cuenca, la Parroquia de Sinincay (*Mapa 001*) por sus características geográficas (suelo, topografía, etc.) tiene aún artesanos que continúan con la fabricación adobes tradicionales, son cuatro las fábricas de adobe que se encuentran actualmente en esta parroquia *tabla 03*. Según El Comercio, la mayoría de las casas de esta parroquia fueron construidas por los mismos propietarios, utilizando el adobe como materia prima, ya que el costo para construir una vivienda de adobe, representa actualmente la tercera parte del gasto de lo invertido en una casa de cemento.

2.1.1. ELECCIÓN DEL OBJETO DE ESTUDIO

De las cuatro adoberas existentes en Sinincay, se decidió realizar la investigación en la adobera 01

para el estudio de este trabajo por las siguientes razones:

- Debido a las buenas prácticas a la hora de la fabricación de los adobes (dormido del barro, uso de la paja, correcto secado y apilado).
- Fabricación constante de bloques de adobe.
- Producción de adobes en diferentes formatos de acuerdo a la necesidad del cliente.

Debido a que uno de los objetivos de este trabajo de investigación es analizar diferentes tipos de adobe, por lo que en la parroquia de Sinincay solo se fabrican un tipo de adobe (adobe tradicional), se decidió buscar otro sector donde fabriquen un tipo de adobe diferente, para hacer el respectivo análisis.

La Parroquia de Baños (*Mapa 001*) al poseer características geográficas similares a la parroquia de Sinincay y al ser la única donde existe una máquina que fabrica otro tipo de adobe (bloque de tierra prensados BTC) dentro del área de estudio se decidió trabajar en esta parroquia para cumplir con el objetivo de la investigación, la ubicación de la adobera se detalla en la *tabla 06*.



Mapa 001. Parroquias rurales de Cuenca
Fuente: Grupo de tesis.

Tabla 05
Ubicación de las adoberas en la parroquia Sinincay

Código	Dueño	Longitud	Latitud
Adobera 1	Manuel Narvaez	79° 1' 30.00" O	2° 50' 38.00" S
Adobera 2	Hernán Zenteno	79° 1' 29.73" O	2° 50' 39.98" S
Adobera 3	Antonio Poluche	79° 1' 41.00" O	2° 50' 52.00" S
Adobera 4	Mario Patín	79° 1' 45.812" O	2° 50' 50.661" S

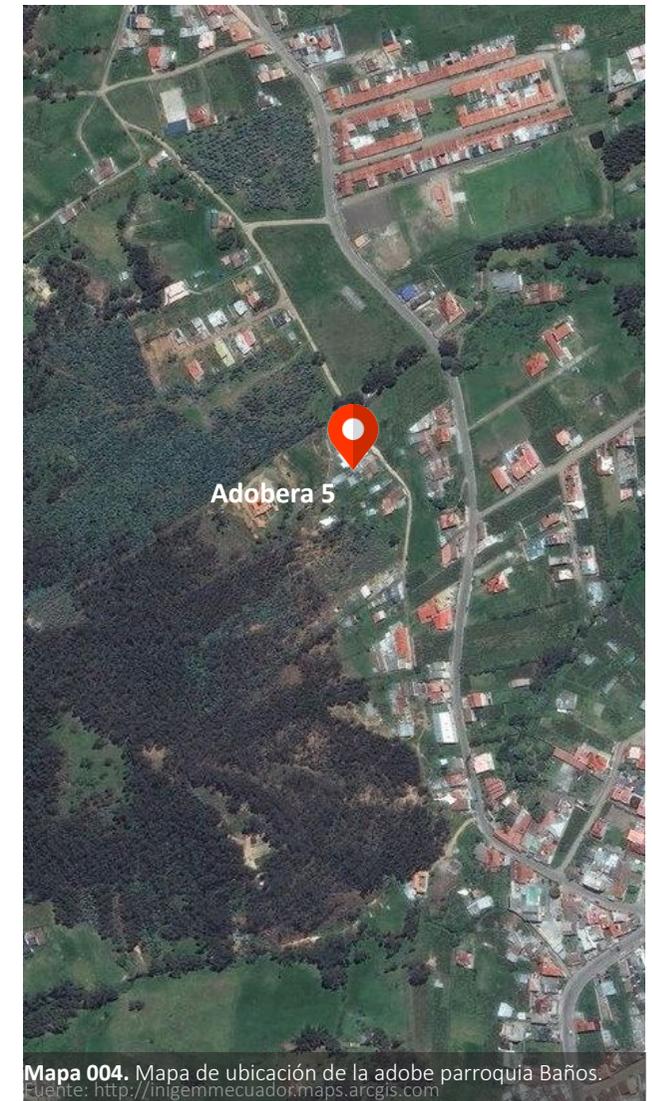
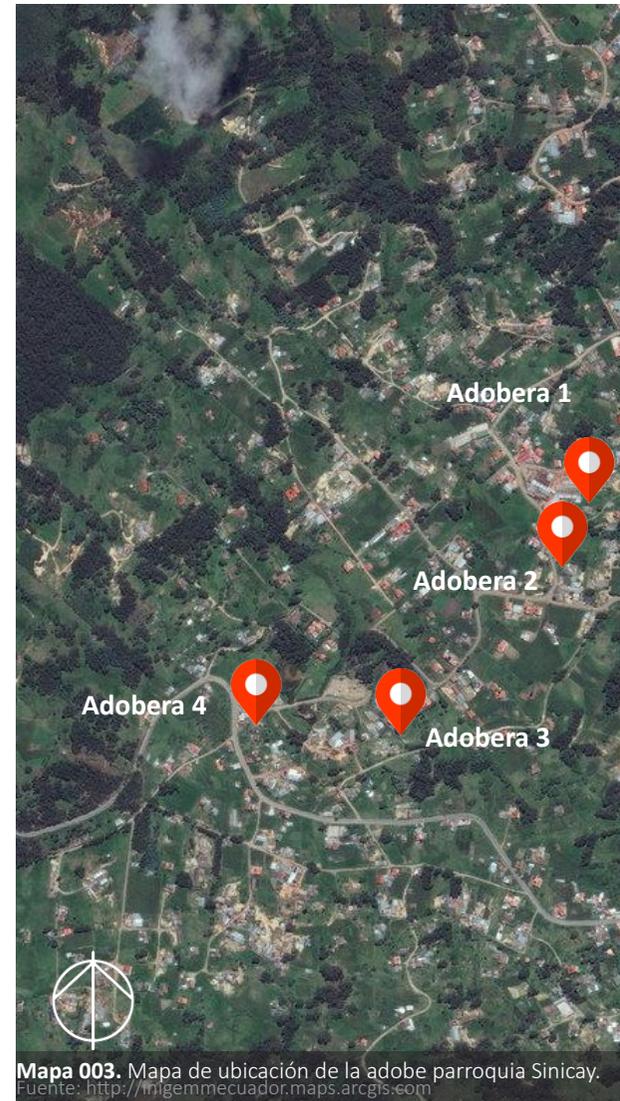
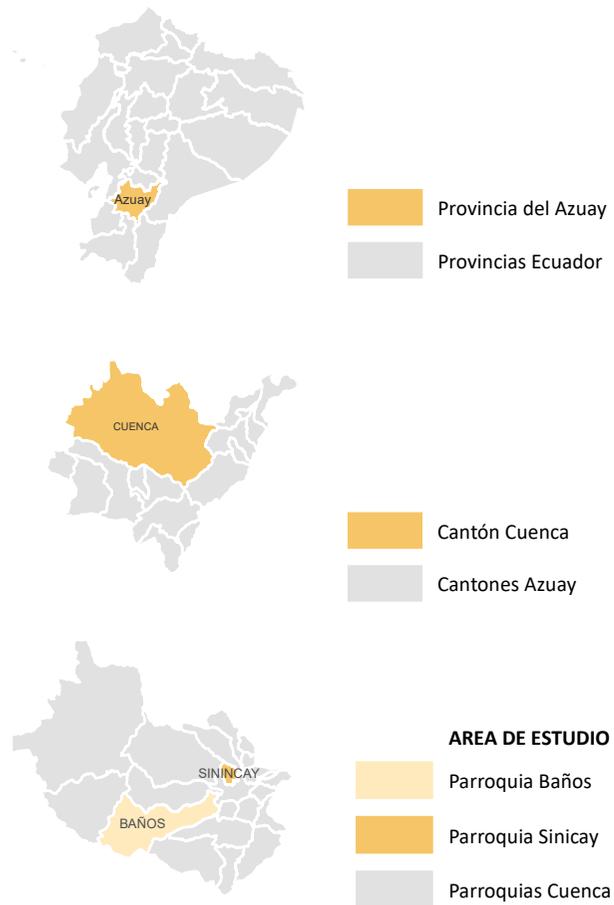
Fuente: Grupo de tesis

Tabla 06
Ubicación de la adobera en la parroquia Baños

Código	Dueño	Longitud	Latitud
Adobera 5	Santiago Bravo	79° 4' 5.36" O	2° 55' 1.45" S

Fuente: Grupo de tesis

Ubicación de las adoberas de estudio en el cantón Cuenca



2.2. ADOBERA DE SININCAY.

La parroquia de Sinincay y sus comunidades aldeñas se caracterizan por dedicarse a la fabricación de ladrillo, siendo este uno de los oficios principales de la mayoría de los grupos familiares, entre otros oficios practicados son; la fabricación de tejas, mármol y adobes, este último es de fácil elaboración ya que no requiere ningún proceso industrializado a diferencia del resto.

La elaboración de adobes la practican y siguen manteniendo desde décadas y a pesar de que los materiales para la construcción han evolucionado, sigue el interés por conservar este material tradicional, esto también se ve reflejado en la existencia de ciertas adoberas que siguen en funcionamiento hasta estos días.

El cambio generado con la aparición de nuevos materiales no es solo en su proceso de elaboración si no que también ha generando la necesidad de contratar una mano de obra profesional disminuyendo así la mano de obra tradicional, a pesar de la existencia de estos procesos industrializados en la fabricación de materiales para la construcción, se sigue utilizando el proceso manual o artesanal, este proceso sería en la elaboración de los adobes que con la simple extracción y moldeado se conseguiría el producto deseado.

2.2.1. Ubicación.

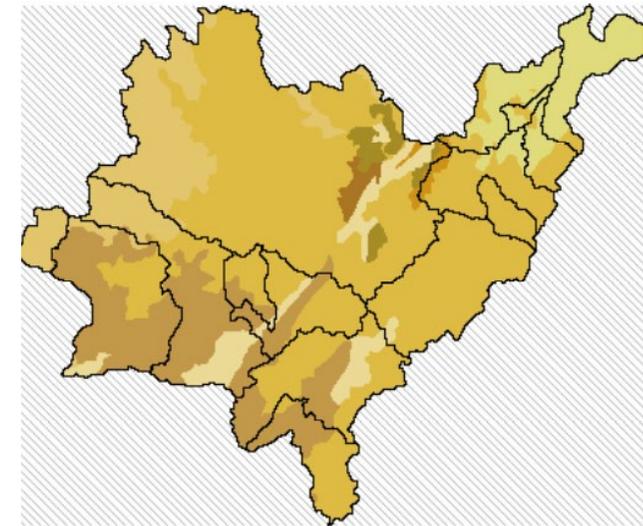
La Parroquia de Sinincay está situada al noroccidente del Cantón Cuenca, cuenta con una área aproximada de 28.8 Km², representando el 0.90% del territorio del Cantón Cuenca, está ubicado en la latitud 2° 50' 50.00" S y longitud 79° 1' 41.00" O.

Para proceder con la investigación se ha escogido una de las adoberas dentro de esta parroquia, la cual es la Adobera 1, perteneciente al sector de la parroquia Sinincay, donde la producción y fabricación de adobe es constante, cuyos integrantes de la familia son los mismos que lo fabrican.

2.2.2. Propiedades del suelo de la parroquia de Sinincay.

Del mapa geológico del Azuay (*Mapa 005*), hemos analizado los diferentes tipos de suelos existentes en la parroquia de Sinincay, la cual se encuentra en el grupo de clasificación de KPcy (c. 3000m) donde esta formación contiene suelos arcillosos y arenosos.

KPcy (c. 300.m) Arenisca, lulitas, calizas y volcániclasticos



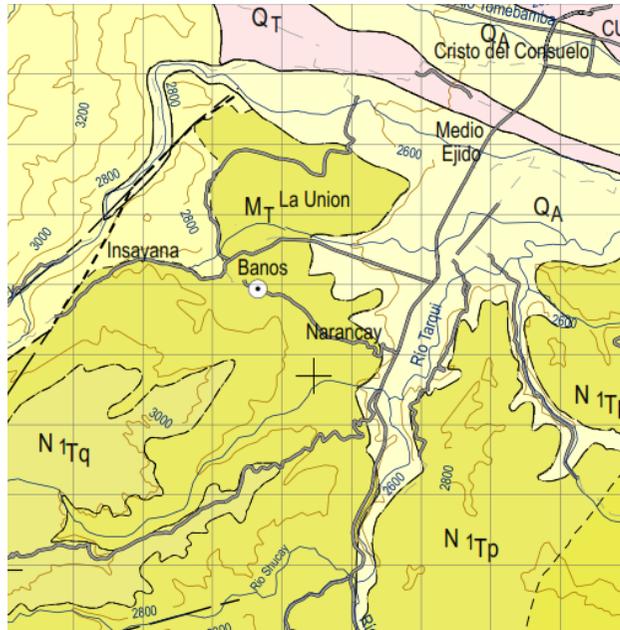
Mapa 005. Mapa Geológico del Azuay.
Fuente: Ministerio de Recursos Renovables y Energéticos.

Pt (c. 1200m) Roca piroclástica y lavas	MzP (> 5000m) Meta-volcanicas, pizarras, filitas
PIPr (300-1200m) Conglomerados, tobas y brechas	KPcy (c. 3000m) Areniscas, lulitas, calizas y volcániclasticos
MPI A (1500-2700m) Arcillas, areniscas, y conglomerados	Ms (c. 1000m) Arcillas, areniscas, lavas
OMvs (>1500m) Lavas andesitas y piroclásticos riolita	Km (> 8000m) Andesita volcánica, lavas y tobas

• Fuente: Adaptada de la tesis de Jessica P., & Andrea B. (2014),

• Jessica P., & Andrea B. (2014), Recuperación del sistema constructivo en la técnica del bahareque en la contemporaneidad, Tesis de Grado. Universidad de Cuenca, Cuenca

2.3. ADOBERA BAÑOS.



Mapa 006. Mapa Geológico del Ecuador, Instituto geográfico militar del Ecuador (2009), base topográfica.
Fuente: Recuperado de la hoja geológica de Cuenca.

LEYENDA ESTRATIGRÁFICA (SIN ESCALA VERTICAL)

Tobas ácidas blancas y rojas con cristales bipiramidales de cuarzo

N1Tq

Lavas, breccas andesíticas

N1Tn

Coglomerados andesíticos pobremente litificados

N1Ts

Tobas ácidas con lapilli de pómez

N1Tp

- Mapa Geológico del Ecuador, Instituto geográfico militar del Ecuador (2009), base topográfica. Recuperado de la hoja geológica de Cuenca.
- Gobierno parroquial de Baños. (2015). Sistema ecológico ambiental. Recuperado el 18 de Diciembre de 2017 de www.parroquiabanos.gob.ec/pdot/SistemaEcológicoAmbientaldeparte1.pdf

Se ha ecogido esta parroquia para la fabricación de bloques de tierra comprimido (BTC), ya que en ningún lugar de la ciudad se encontró talleres de adobes que fabriquen este tipo de bloques, por lo tanto se escogió este lugar para trabajar en dicha investigación.

2.3.1. Ubicación.

La Parroquia de Baños está localizada al oeste de la ciudad, y su centro parroquial esta a 8 km de Cuenca. El lugar de la investigación se encuentra ubicado en la calle 1 de septiembre a 2 minutos del centro Parroquial de Baños con coordenadas $2^{\circ}55'1.45''S, -79^{\circ}4'5.36''O$. El lugar para la experimentación no es una adobera sino un taller de mecánica industrial en donde se encuentra una prensa mecánica semi-industrial para fabricar bloques de tierra comprimido (BTC).

Los bloques de tierra comprimido (BTC) fueron diseñados con dos perforaciones sobre su cara mayor (tabla) del bloque con la finalidad de que sirvan para armar muros de mampostería con refuerzos verticales internos. La máquina prensa-dora tiene 2000 caballos de fuerza para compactar y puede llegar a fabricar hasta 2000 bloques de tierra comprimido (BTC) al día, de dimensiones $30 \times 15 \times 12 \text{ cm}$ la maquina puede calibrarse

para obtener BTC con altura variables según la necesidad. Para nuestro caso de estudio necesitábamos BTC compactos es decir que no tenga perforaciones por lo tanto la maquina se configuró para obtener dichos bloques compactos.

2.3.2. Propiedades del suelo de la parroquia de Baños.

Según expresa Gobierno parroquial de Baños (2015)

"Los distintos tipos de minerales, las variaciones climáticas, la altura sobre el nivel del mar, la latitud geográfica y otros factores, determinan la variabilidad de los suelos, la cual se manifiesta en las características físicas y químicas de estos. (Mapa 006). Baños tiene varios pisos altitudinales que van desde los 2580 msnm, en donde se encuentran la Cabecera parroquial de Baños; hasta los 4080msnm.

El suelo donde se está trabajando es apto para laboreo permanente en los cuales se puede producir cultivos intensivos o anuales, son suelos ligeramente ácidos (pH 5.6-6.5) de un color pardo claro a obscuro, con presencia de arcilla, con una conductividad eléctrica promedio de 0.50 ms/cm, lo que indica que son suelos no salinos, bajos en fertilidad y materia orgánica, con presencia de rocas dispersa en todo el territorio (p.57)".

2.4. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS TIPOS DE ADOBE EXISTENTES EN LA PARROQUIA DE SININCAY Y BAÑOS.

2.4.1. Adobe tradicional de Sinincay

Forma/Dimensiones: En esta parroquia los adobes tradicionales (*Imagen 043*) son fabricados con moldes de dimensiones 45x25x15 cm y por el efecto de retracción la pieza final tiene dimensiones promedio de 43x22x12 cm, obteniendo un adobe de forma prismática rectangular.

Peso: Al estar fabricado empíricamente los productores no controlan la granulometría de la tierra para usar en el adobe, por lo que este contiene cierto porcentaje de agregado grueso lo que influye en su peso final, teniendo un adobe con un peso promedio de 21,2 kg (46,64 lb).

Color: La tierra es extraída del lugar propio y se observó que el terreno es arcilloso por lo que tiene un color pardo claro, lo que significa que la tierra no tiene gran cantidad de materia orgánica.

Textura: Igualmente al no ser controlada la granulometría tiene una superficie rugosa, en algunos casos tiene unos huecos en sus caras esto sucede porque al secarse y con la manipulación se desprenden las piedras contenidas en las superficies dejando así un vacío donde se encontraban las piedras.

2.4.2. Bloque de tierra comprimida de Baños

Forma/Dimensiones: En este caso los adobes BTC (*Imagen 044*) son producidos en una máquina prensadora que tiene moldes de dimensiones de 30x15x12 cm, lo que permite obtener piezas de dimensiones casi perfectas además la altura puede modificarse en la máquina. Igualmente se obtiene una pieza de forma prismática rectangular.

Peso: Para la fabricación de estas unidades se toman en cuenta la granulometría, el productor hace un zarandeado de la tierra por una malla cuadrada de 2mm de abertura, para usar el material pasante en los adobes. Obteniendo un peso promedio de 9,2 kg (20,25lb) de cada BTC

Color: Igualmente para la fabricación se usa la tierra propia del lugar, es una tierra que contiene arcillas sin materia orgánica lo que le otorga un color pardo oscuro a las unidades de bloques de tierra comprimida.

Textura: Al ser compactados mecánicamente en un molde metálico previamente engrasado, el bloque adquiere una superficie lisa sin presencia de agregados finos o materia orgánica.



Imagen 043. Adobe tradicional de Sinicay.



Imagen 044. Adobe (BTC) Baños.

2.5. PRUEBAS DE CAMPO.



Imagen 045. Ensayo de caída de bola.



Imagen 046. Ensayo de cinta o rollo

Las pruebas de campo se realizan con la finalidad de determinar de una forma rápida el tipo de suelo, si esta es apto o no para la elaboración de los adobes. Cada una de estas pruebas se realizan según la descripción y procedimientos de la norma técnica peruana E.080 (**NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA**), y también siguiendo las recomendaciones de Gernot Minke (**Manual de Construcción en tierra**) descritas en capítulo anterior.

Cabe recalcar que los resultados obtenidos de estos ensayos no son siempre veraces y exactos pero nos dan una aproximación a la composición de los suelos que luego serán corroboradas con los ensayos de laboratorios que son más técnicos y eficaces.

2.5.1. Ensayo de caída de bola.

En cada campo de estudio se realizó tres veces cada prueba, es decir, tres muestras de la tierra de la parroquia Sinincay y tres de la parroquia Baños, de este ensayo se concluyó que las bolas de tierra de 4 cm de diámetro en los 2 casos al caerse presentaron poco o casi ningún tipo de desprendimiento, esto quiere decir que las muestras tomadas contiene alto porcentaje de aglutinante, (mayor contenido de arcilla), por lo tanto estos suelos son los aptos para realizar la

fabricación de adobes, este resultado se validara con los ensayos de laboratorio que son más exactos (*Imagen 045*).

A continuación se presenta la variación de las alturas después de haber realizado la caída de bola desde una altura de 1.2 metro.

Adobera Sinincay

Altura Inicial: 420mm
Altura Final: 320 mm

Adobera Baños

Altura Inicial: 410 mm
Altura Final: 360 mm

2.5.2. Ensayo de cinta o rollo.

La longitud antes que se rompa, en el primer caso de la parroquia Sinincay es de 8,6 cm aproximadamente (*Imagen 046*). De este tipo de suelo podemos decir que es un suelo areno-arcilloso y así asegurándonos de mejor manera que el terreno es apto para utilizarlo.

Del segundo caso de estudio de la parroquia Baños el rollo se rompió a los 9,2 cm aproximadamente. Por lo tanto con este resultado se puede decir que la muestra es la adecuada ya que también se obtuvo una tierra de característica areno-arcilloso, de tal manera los 2 resultados están por encima de los 5cm y debajo de los 15cm que

según las recomendaciones de la norma técnica peruana E.080 es la adecuada (**NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA**).

A continuación se presenta un resumen de las diferentes distancias de la muestra (rollo de tierra) donde se rompe.

Adobera Sinincay

Distancia
8.6 cm

Adobera Baños

Distancia:
9.2cm

2.5.3. Resistencia seca.

Una vez dejado secar durante las 48 horas se procede a aplastar con el dedo índice y pulgar (*Imagen 047*), si la muestra no se rompe o no sufre ningún desprendimiento se dice que es la óptima, esto según lo recomendada por las norma técnica peruana E.080 (**NORMA E.080 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA**).

Se determinó que la tierra tiene suficiente cantidad de arcilla como para mantener a todas las partículas de la tierra unidas por lo tanto los suelos son aptos.

Adobera Sinincay

Se comprime
No se comprime **X**

Adobera Baños

Se comprime
No se comprime **X**

2.5.4. Ensayo de sedimentación.

Se observar que las partículas más pesadas quedan en el fondo y las menos pesadas empiezan a flotar (*Imagen 048*), con ello se determinar cuanta cantidad de arena, limo y arcilla cuenta la muestra, esto según las recomendaciones de Gernot Minke (**Manual de Construcción en tierra**).

Las alturas obtenidas en cada división generada por el asentamiento de las partículas son medidas y presentadas en porcentajes. El resultado que obtuvimos son las siguientes:

Adobera Sinincay

° 65 % de arcilla
° 25 % de limos
° 10 % de arena

Adobera Baños

° 71 % de arcilla
° 21 % de limos
° 08 % de arena

De esta manera se podría decir que la muestra del suelo contiene en mayor proporción la arcilla por lo tanto se considera un suelo arcilloso, es decir ideal para la elaboración de los bloques de adobes.



Imagen 047. Ensayo de resistencia seca



Imagen 048. Ensayo de Sedimentación.

2.6. ENSAYOS DE LABORATORIO DE LOS SUELOS SININCAY Y BAÑOS.



Imagen 049. Tamizado de las muestras de tierra

Los ensayos de laboratorio que se realizarán en continuación se basan en normativas técnicas, estas se usarán para saber con exactitud qué tipo de suelo es el que tenemos, ya que los ensayos de campo realizados anteriormente nos sirvieron para tener una aproximación del tipo de suelo, con estos ensayos técnicos podremos realizar la clasificación del suelo utilizando el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), para esta clasificación es necesario realizar ensayos de granulometría, límite líquido y límite plástico para saber con exactitud los porcentajes de limos, arcillas, arenas, gravas y así sabremos si el suelo es apto o no para la construcción de adobes.

2.6.1. Granulometría.

Este ensayo se realizó basado en la norma NTE INEN 696 descrito en el capítulo 1, sirve para hacer una clasificación del suelo según el tamaño de sus partículas, estas pueden ser: gravas, arenas, limos y arcillas que pasan a través de distintos tamices (*Imagen 049*) con aberturas diferentes que son normados. Según la norma citada, para suelos con alto contenido de arcillas y limos se debe hacer un lavado previo a la muestra de suelo y luego proceder con el tamizado.

Para este ensayo la cantidad de muestra del suelo a utilizar está en función del tamaño de las partículas según la siguiente tabla:

Tabla 07

Cantidad de muestra para la prueba

Tipo de suelo	Muestra (g)
Suelo de grano fino	100-200
Suelo arenoso	200-500
Suelo gravoso	1000-3000

Fuente: Grupo de tesis

En este caso vamos a utilizar una muestra de 500g de material seco de Sinincay y Baños y se obtiene mediante cuarteo según la norma NTE INEN 688 mencionada en el capítulo 1, estas muestras se someten a lavados sucesivos utilizando el tamiz 200 (*Imagen. 049*), el material lavado es secado en un horno durante 24 horas a 110°C para saber la cantidad de limos y arcillas. Luego se procede a tamizar el material con los tamices ordenados en forma ascendente #4, #8, #16, #20, #30, #50, #100, #200, y la bandeja recolectora denominada fondo, se coloca en la máquina vibradora durante 10 min y luego se procede a pesar el material retenido en cada tamiz para luego clasificarlo.

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos-SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en

ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo (*Imagen 050*). Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras representada en la Tabla 06. (<http://icc.ucv.cl/geotecnia/>).

Tabla 08
Tabla de clasificación del sistema unificado de clasificación de suelos (SUCS)

Divisiones mayores		Símbolo	Nombre del grupo
Suelos granulares gruesos más del 50% retenido en el tamiz nº200 (0.075 mm)	Grava > 50% de la fracción gruesa retenida en el tamiz nº4 (4.75 mm)	grava limpia menos del 5% pasa el tamiz nº200	GW grava bien graduada, grava fina a gruesa
			GP grava pobremente graduada
		grava con más de 12% de finos pasantes del tamiz nº 200	GM grava limosa
			GC grava arcillosa
	Arena ≥ 50% de fracción gruesa que pasa el tamiz nº4	Arena limpia	SW Arena bien graduada, arena fina a gruesa.
			SP Arena pobremente graduada
		Arena con más de 12% de finos pasantes del tamiz nº 200	SM Arena limosa
			SC Arena arcillosa
Suelos de grano fino más del 50% pasa el tamiz No.200	Limos y arcillas límite líquido < 50	inorgánico	ML limo
			CL arcilla
		orgánico	OL Limo orgánico, arcilla orgánica
	Limos y arcillas límite líquido ≥ 50	inorgánico	MH limo de alta plasticidad, limo elástico
			CH Arcilla de alta plasticidad
		orgánico	OH Arcilla orgánica, Limo orgánico
Suelos altamente orgánicos		Pt	turba

Fuente: Adaptado de http://icc.ucv.cl/geotecnia/03_docencia/03_clases_catedra/clases_catedra_ms1/05_terzaghi_3.pdf



Imagen 050. Partículas del Suelo de la parroquia de Sinicay

- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 25 de Noviembre de 2017 de https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Unificado_de_Clasificaci%C3%B3n_de_Suelos#cite_note-1


Tabla 09
Análisis granulométrico muestra de Sinincay

Muestra seca= 500 g.		Muestra lavada seca= 261,6 g.		% Limos y arcillas lavadas= 47,7	
# Tamiz	Abertura tamiz (mm)	Peso ret. en tamiz (g)	Peso ret. acumulado (g)	% Retenido	% Que pasa
4	4,750	11,0	11,0	4,21	95,79
8	2,360	54,3	65,3	20,76	75,03
16	1,180	36,8	102,1	14,07	60,96
20	0,850	18,2	120,3	6,96	54,00
30	0,600	18,1	138,4	6,92	47,07
50	0,300	41,4	179,8	15,83	31,24
100	0,150	39,9	219,7	15,26	15,98
200	0,075	30,8	250,5	11,78	4,21
FONDO	FONDO	11,0	261,5	4,21	0,00
TOTAL		261,5		100,00	
% ARENA= 47,51		% LIMOS Y ARCLLAS= 51,89		CLASIFICACION SUCS= SW	
Es un tipo de suelo arenoso bien graduado con finos					

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 10
Análisis granulométrico muestra de Baños

Muestra seca= 500 g.		Muestra lavada seca= 274,4 g.		% Limos y arcillas lavadas= 45,1	
# Tamiz	Abertura tamiz (mm)	Peso ret. en tamiz (g)	Peso ret. acumulado (g)	% Retenido	% Que pasa
4	4,750	10,4	10,4	3,79	96,21
8	2,360	27,8	38,2	10,14	86,07
16	1,180	45,3	83,5	16,52	69,55
20	0,850	28,4	111,9	10,36	59,19
30	0,600	28,0	139,9	10,21	48,98
50	0,300	55,7	195,6	20,31	28,67
100	0,150	40,7	236,3	14,84	13,82
200	0,075	27,8	264,1	10,14	3,68
FONDO	FONDO	10,1	274,2	3,68	0,00
TOTAL		274,2		100,00	
% ARENA= 50,31		% LIMOS Y ARCLLAS= 48,80		CLASIFICACION SUCS= SW	
Es un tipo de suelo arenoso bien graduado con finos					

Fuente: Grupo de tesis



Curva Granulometrica

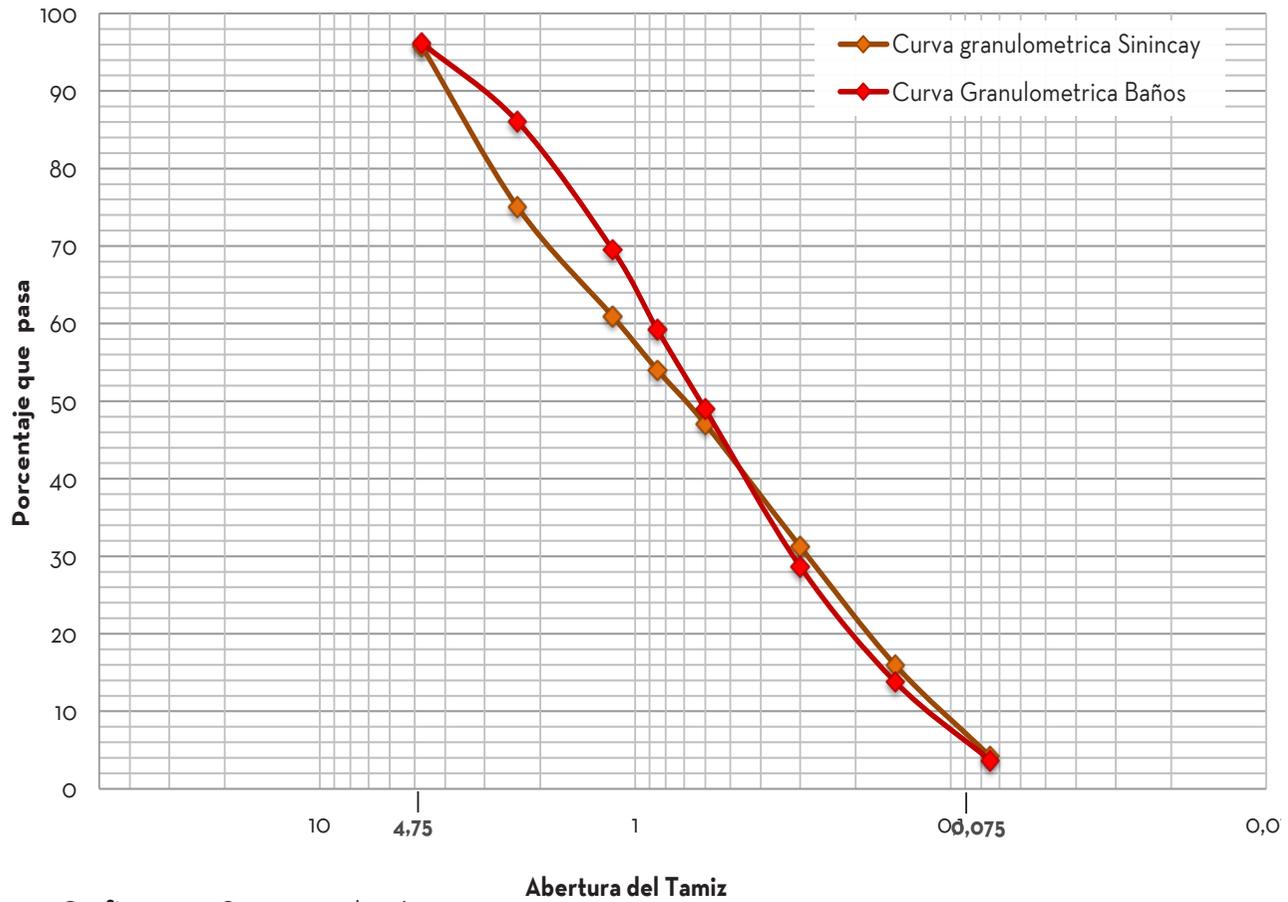


Grafico 02. Curva granulométrica

Fuente: Grupo de tesis

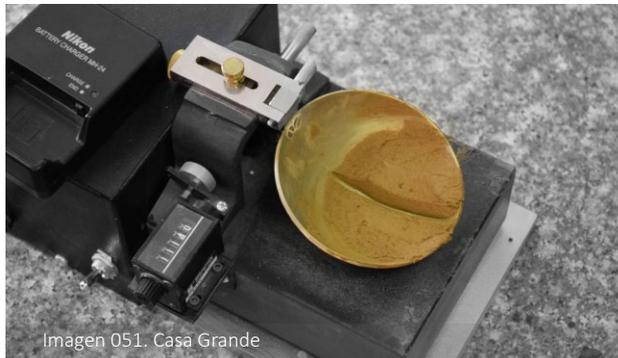


Imagen 051. Casa Grande



Imagen 052. Calibrador



Imagen 053. Rollo de tierra para el ensayo Límite Líquido (LL)

2.6.2. Límite líquido.

Con referencia a las recomendaciones detalladas en el apartado de **ENSAYO PARA MUESTRAS DE TIERRA**, las pruebas del limite liquido se las realizó con las diferentes muestras tomadas en cada campo de estudio en este caso las parroquia de Sinincay y Baños respectivamente.

Una vez obtenida las diferentes muestra de tierra se procedió a humedecer la misma y con la utilización de la máquina de Casagrande (*Imagen 051*) se buscó las consistencia adecuada para conseguir que la ranura se cierre a los 25 golpes, al no conseguir una consistencia exacta se precedió a realizar pruebas en 15, 35 y 40 golpes hasta conseguir que la muestra se cierre en 25 golpes la misma que se obtuvo con diferentes porciones de muestra para cada campo de estudio. El valor del límite líquido se obtuvo trazando una línea recta en las coordenadas horizontales de acuerdo a los diferentes golpes realizados.

Adobera Sinincay

Nu. de Golpes: 25
Cont. Humedad: 39,68%

Adobera Baños

Nu. de Golpes: 25
Cont. Humedad: 42,86%

2.6.3. Límite plástico.

De igual manera este ensayo se realizó según las recomendaciones detalladas en el capítulo anterior en el tipos de **ENSAYO PARA MUESTRAS DE TIERRA**, se determinará el contenido de agua presente en las muestras para llegar al estado plástico o semisólido.

Con la muestra húmeda se procede a realizar bolitas de tierra de aproximado 2cm de diámetro, las mismas que serán rodados en una superficie plana, en este caso se lo realizó sobre una hoja de papel para conseguir pequeños rollo de 3mm de diámetro (*Imagen 052*), cada una se dividen en 3 muestras (*Imagen 053*), en total 6. Una vez transcurrido las 24 horas recomendado en las normativas se determino el contenido de humedad de cada muestra las mismas que se resumen a continuación:

Adobera Sinincay

Cont. Humedad: 37,3%

Adobera Baños

Cont. Humedad: 36,20%

En las *tablas 09 y 10* se muestrasn los resultados del contenido de humedad obtenido con el ensayo del límite líquido (LL) con las muestrad del suelo de la parroquia Sinicay y Baños respectivamente (*Imagen 054*).

Tabla 11
Ensayo Casa Grande Límite Líquido (LL) Muestra de la tierra de Sinicay

Numero de Golpes (#)	Muestra Humeda + P. Tarro (g)	Peso Seco + P. Tarro (g)	Peso de Tarro (g)	Contenido de Humedad (%)
15	17,50	14,80	8,80	45,00
25	17,60	15,10	8,80	39,68
35	16,20	14,30	8,80	34,55
40	18,30	16,10	8,80	30,14

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 12
Ensayo Casa Grande Límite Líquido (LL) Muestra de la tierra de Baños

Numero de Golpes (#)	Muestra Humeda + P. Tarro (g)	Peso Seco + P. Tarro (g)	Peso de Tarro (g)	Contenido de Humedad (%)
15	14,50	12,60	8,60	47,50
25	17,80	15,10	8,80	42,86
35	16,50	14,30	8,80	40,00
40	18,40	15,80	8,80	37,14

Fuente: Grupo de tesis



Imagen 054. Muestra del suelo la parroquia Sinicay.



En las *tablas 11 y 12* se muestran los promedios respectivos campos de estudio. del contenido de humedad de los resultados obtenidos con de las 6 muestras extraidas de las

Tabla 13

Ensayo Límite de Plasticidad (LP) Muestra de tierra Parroquia Sinincay

Muestra (#)	Peso Humedo + P Tarro (g)	Peso Seco + P Tarro (g)	Peso del Tarro (g)	Contenido de Humedad (%)	Promedio (%)
1	11,00	10,40	8,80	37,5	37,3
2	11,10	10,50	8,80	35,3	
3	10,90	10,40	8,80	31,3	
4	10,70	10,10	8,80	46,2	
5	10,90	10,30	8,80	40,0	
6	10,80	10,30	8,80	33,3	

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 14

Ensayo Límite de Plasticidad (LP) Muestra de tierra Parroquia Baños

Muestra (#)	Peso Humedo + P Tarro (g)	Peso Seco + P Tarro (g)	Peso del Tarro (g)	Contenido de Humedad (%)	Promedio (%)
1	10,50	10,10	8,80	30,8	36,2
2	10,90	10,30	8,80	40,0	
3	10,60	10,20	8,80	28,6	
4	10,60	10,10	8,80	38,5	
5	11,20	10,50	8,80	41,2	
6	10,60	10,10	8,80	38,5	

Fuente: Grupo de tesis

2.6.4. Índice de plasticidad.

Una vez determinado el limite liquido (LQ) y el limite plástico (LP) se procede a realizad la diferencia entre estas, con ello determinar el índice de plasticidad.

$$IP = LQ - LP$$

El índice de plasticidad nos va a determinar el tipo de suelo, hay varios autores que clasifican estos valores, en este caso la realizaremos según el **Índice de Plasticidad de Barros** (Voth, 1978). Ver tabla 13.

En el primer caso, con la muestra de tierra de la parroquia Sinincay se obtuvo un valor de 2.4%, (ver tabla 14), esto nos indica que es un suelo "muy arenoso".

En el segundo caso, la parroquia Baños, nos da un valor de 6.6%, la cual nos indica que el tipo de suelo es "Muy Limoso".

Tabla 15
Índice de Plasticidad de Barros (según Voth, 1998)

Tipo de barro	LL (%)	PL (%)	PI= LL- PL
Muy arenoso	10 - 23	5 - 20	<5
Muy limoso	15 - 35	10 - 25	5 - 15
Muy arcilloso	28 - 150	20 - 50	15 - 95

Fuente: Adaptado de //www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf

Tabla 16
Índice de Plasticidad

Adoberas (#)	Limite Liquido (%)	Limite Plastico (%)	Indice de Plasticidad (IP=LL-LP) (%)
Sinincay	39,7	37,3	2,4
Baños	42,9	36,2	6,6

Fuente: Grupo de tesis

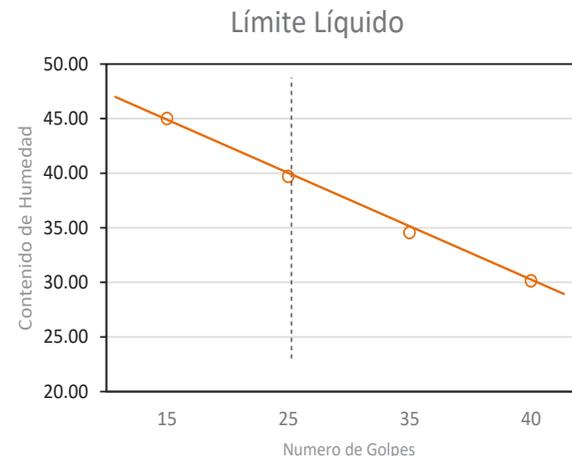


Gráfico 03. Límite Líquido del suelo de la parroquia Sinicay
Fuente: Grupo de tesis

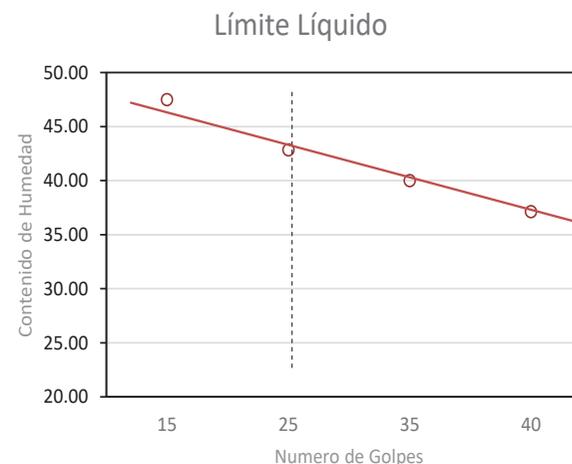


Gráfico 04. Límite Líquido del suelo de la parroquia Baños
Fuente: Grupo de tesis

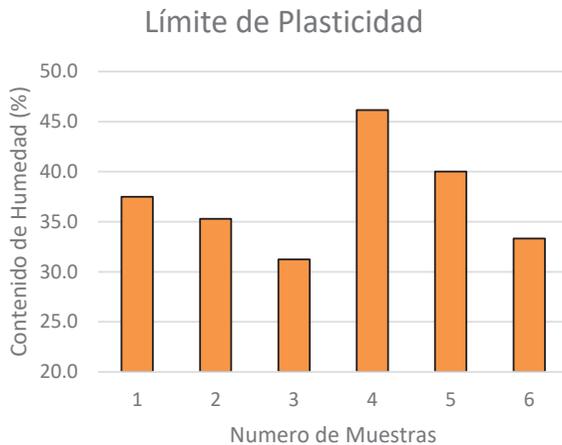


Gráfico 05. Límite Plástico del suelo de la parroquia Sinincay
Fuente: Grupo de tesis

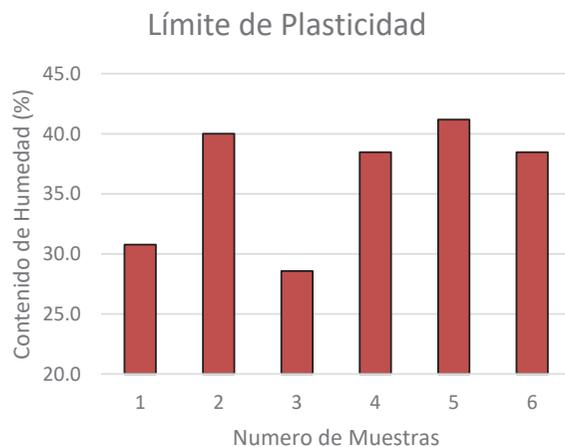


Gráfico 06. Límite Plástico del suelo de la parroquia Baños
Fuente: Grupo de tesis

2.6.5. Resumen de Resultados

2.6.5.1. Suelo de Sinincay

El resultado obtenido de las muestras del suelo Sinincay se expresan en el *gráfico 03*, la cual nos indica que el valor obtenido durante los 25 golpes es un 39.68%.

El valor del límite líquido (25 golpes) nos da un valor de **39,68%** del contenido de humedad (*Gráfico 03*). El límite plástico oscila entre un 40,0% a 31,3% dando un promedio de **37,3%** (*Gráfico 05*).

Y el índice de plasticidad (*Tabla 16*) con un **2,4%** del contenido de humedad.

Lo que quiere decir es que son suelo de grano grueso con limos inorgánicos de compresibilidad media y arcilla orgánica.

2.6.5.2. Suelo de Baños

El resultado obtenido de las muestras del suelo Baños se expresan en el *gráfico 04*, la cual nos indica que el valor obtenido durante los 25 golpes es un **42.86%**.

El límite plástico (*Gráfico 06*) oscila entre un 30.8% a 41.2%, dando un promedio de **36.2%**

Y el índice de plasticidad (*Tabla 16*) con un **6.6%** del contenido de humedad.

Conforme a la *tabla 11 a la tabla 16*, respecto al límite líquido todos cumplen con lo recomendado por Houben y Guillaud. Ninguno cumple el límite plástico recomendado por la norma brasileña NBR 13553. Y en cuanto al índice de plasticidad cumplen con la recomendación de Houben y Guillaud.



2.7. DISEÑO DE MEZCLAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL ADOBE TRADICIONAL ESTABILIZADO

La elaboración del adobe tradicional se lo realiza con arena, arcilla-limo, agua y con diferentes estabilizantes, el más común utilizado es la paja de los páramos. En esta investigación se pretende incorporar otro tipo de estabilizador (emulsión asfáltica) y con ello conseguir el mejoramiento de las características de la mezcla para la producción del adobe, según la elección del campo de estudio, para esta investigación se ha escogido la adobera de la parroquia Sinincay donde se realizará los procedimientos de mejoramiento a la mezcla con esta adición.

El estabilizante se agregará a la mezcla del barro (*Imagen 055*) en diferentes proporciones (2,5%, 5%, 7,5% y 10%) y está relacionado con la masa seca de tierra para su dosificación.

El tipo de tierra existente en la zona de estudio se obtuvo según los ensayos de laboratorio realizado anteriormente, se cuenta con un suelo de tipo limo - arcilloso con porcentajes de 41% de limo y arcilla y un 57% de arena, estos porcentajes serían los ideales para la fabricación de los bloques de adobe según lo recomendado por la norma técnica peruana E-080. El contenido óptimo de agua para la elaboración de la mezcla de barro no debe sobrepasar del 20% del volumen de la masa seca.

Después de determinar los porcentajes de cada compuesto en el diseño de las mezclas, se procedió a realizar la dosificación en volumen la *tabla 17* muestra el volumen de un adobe, este será usado para el diseño mezclas de cada dosis que se muestran en las *tablas 18 a 21*.

Tabla 17
Dimensión del molde para adobes tradicionales

largo (m)	ancho (m)	alto (m)	volumen (m ³)
0,41	0,21	0,11	0,0095

Por efectos de la contracción los moldes se elaboraron con 1.02cm más en total de sus dimensiones

Fuente: Grupo de tesis

Y finalmente se calculó la cantidad de material necesario para elaborar todos los adobes con el fin de realizar una correcta dosificación en campo, *las tablas 22 a 25* muestran las cantidades de materiales a usar.

Nota: Las tablas de diseño de mezclas siguientes están calculadas para una unidad de adobe de dimensiones ya mencionadas anteriormente.

Tabla 18
Diseño de mezcla para un adobe tradicional estabilizado al 2,5%

Arena	Arcilla+limo	Agua	Emulsión asfáltica	Total
50,0%	30%	17,5%	2,50%	100%
0,006 m ³	0,004 m ³	0,002 m ³	0,00024 m ³	0,011 m ³
5,92 lt	3,55 lt	1,66 lt	0,24 lt	11,37 lt

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 19
Diseño de mezcla para un adobe tradicional estabilizado al 5,0%

Arena	Arcilla+limo	Agua	Emulsión asfáltica	Total
50,0%	30%	15,0%	5,00%	100%
0,006 m ³	0,004 m ³	0,001 m ³	0,00047 m ³	0,011 m ³
5,92 lt	3,55 lt	1,42 lt	0,47 lt	11,37 lt

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 20
Diseño de mezcla para un adobe tradicional estabilizado al 7,5%

Arena	Arcilla+limo	Agua	Emulsión asfáltica	Total
50,0%	30%	12,5%	7,50%	100%
0,006 m ³	0,004 m ³	0,001 m ³	0,00071 m ³	0,011 m ³
5,92 lt	3,55 lt	1,18 lt	0,71 lt	11,37 lt

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 21
Diseño de mezcla para un adobe tradicional estabilizado al 10%

Arena	Arcilla+limo	Agua	Emulsión asfáltica	Total
50,0%	30%	10,0%	10,00%	100%
0,006 m ³	0,004 m ³	0,001 m ³	0,00095 m ³	0,011 m ³
5,92 lt	3,55 lt	0,95 lt	0,95 lt	11,37 lt

Fuente: Grupo de tesis



Imagen 055. Vertido de la emulsión asfáltica en el barro.

Tabla 22
Cuantificación de materiales para elaborar Adobes Tradicionales con emulsión asfáltica al 2,5%

Ensayos	Dimensiones (m)			Cantidad	Vol. Tierra (m ³)	Vol. Agua 20% (m ³)	Vol. Emulsión 2,5% (m ³)
	largo	ancho	alto				
Compresión	0,11	0,11	0,11	6	0,008	0,002	0,00020
Flexión	0,41	0,21	0,11	6	0,057	0,011	0,00142
Absorción	0,41	0,21	0,11	3	0,028	0,006	0,00071
Total (m ³)					0,093	0,019	0,0023
Total Correcciones (m ³)					0,093	0,0163	0,0023
Total Desperdicios 3% (m ³)					0,096	0,017	0,0024
TOTAL (Litros)					96,02	16,80	2,401

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 23
Cuantificación de materiales para elaborar Adobes Tradicionales con emulsión asfáltica al 5,0%

Ensayos	Dimensiones (m)			Cantidad	Vol. Tierra (m ³)	Vol. Agua 20% (m ³)	Vol. Emulsión 5,0% (m ³)
	largo	ancho	alto				
Compresión	0,11	0,11	0,11	6	0,008	0,002	0,00040
Flexión	0,41	0,21	0,11	6	0,057	0,011	0,00284
Absorción	0,41	0,21	0,11	3	0,028	0,006	0,00142
Total (m ³)					0,093	0,019	0,0047
Total Correcciones (m ³)					0,093	0,0140	0,0047
Total Desperdicios 3%					0,096	0,014	0,0048
TOTAL (Litros)					96,02	14,40	4,801

Fuente: Grupo de tesis



Tabla 24
Cuantificación de materiales para elaborar Adobes Tradicionales con emulsión asfáltica al 7,5%

Ensayos	Dimensiones (m)			Cantidad	Vol. Tierra (m ³)	Vol. Agua 20% (m ³)	Vol. Emulsión 7,5% (m ³)
	largo	ancho	alto				
Compresión	0,11	0,11	0,11	6	0,008	0,002	0,00060
Flexión	0,41	0,21	0,11	6	0,057	0,011	0,00426
Absorción	0,41	0,21	0,11	3	0,028	0,006	0,00213
Total (m ³)					0,093	0,019	0,0070
Total Correcciones (m ³)					0,093	0,0117	0,0070
Total Desperdicios 3%					0,096	0,012	0,0072
TOTAL (Litros)					96,02	12,00	7,202

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 25
Cuantificación de materiales para elaborar Adobes Tradicionales con emulsión asfáltica al 10%

Ensayos	Dimensiones (m)			Cantidad	Vol. Tierra (m ³)	Vol. Agua 20% (m ³)	Vol. Emulsión 10% (m ³)
	largo	ancho	alto				
Compresión	0,11	0,11	0,11	6	0,008	0,002	0,00080
Flexión	0,41	0,21	0,11	6	0,057	0,011	0,00568
Absorción	0,41	0,21	0,11	3	0,028	0,006	0,00284
Total (m ³)					0,093	0,019	0,0093
Total Correcciones (m ³)					0,093	0,0093	0,0093
Total Desperdicios 3%					0,096	0,010	0,0096
TOTAL (Litros)					96,02	9,60	9,602

Fuente: Grupo de tesis



Imagen 056. Extracción de la tierra

2.7.1. Proceso de producción.

Para la elaboración de la mezcla en el diseño de adobes estabilizados con emulsión asfáltica los procedimientos serían los mismos que en los adobes tradicionales y también según lo planteado en este tema de investigación es la incorporación o adición del estabilizante emulsión asfáltica en diferentes dosificaciones (2.5%, 5%, 7.5%, 10%) a la mezcla del barro tradicional, además se reduce del 15 al 5% de paja utilizada en la elaboración del adobe tradicional.

Los adobes tradicionales se los han realizado con la mezcla de la tierra, agua, paja que sería el estabilizante, las cuales se mantienen en este proceso a diferencia la cantidad de agua y el estabilizante.

Para proceder con la elaboración de los adobes estabilizados con emulsión asfáltica se realizó los siguientes procedimientos.



Imagen 057. Dormido del barro

2.7.2. Extracción de la tierra.

Lo primero que debe realizarse es la extracción de la tierra con un simple análisis de coloración, en este caso la tierra presenta una coloración clara, que sería apta para su elaboración, el tipo de tierra también es importante ya que aquí también se ve reflejado el porcentaje de limo – arcilla, la misma que depende en gran parte de las propiedades del suelo de cada lugar, esta proporción debe ser la correcta, esto se puede corroborar según los ensayos realizados a las muestras de tierra en este sector de estudio.

En este caso la extracción de la tierra se la realiza en el mismo lugar de la fabricación, para posteriormente preparar el barro para la mezcla del adobe (*Imagen 056*).

2.7.3. Remojo de la tierra.

Este proceso es la adición del agua a la tierra amontonada en el propio lugar de elaboración (*Imagen 057*), a la masa se le adiciona agua en una cantidad de no más del 20% del volumen seco según las recomendaciones de la norma técnica peruana E-080, con ello obteniendo el barro, esto se dejó reposar por 24 horas. En esta práctica la cantidad de agua utilizado para hume-

decer la mezcla no ha sido en su exactitud ya que esta al ser vertido en el mismo hueco de tierra se puede filtrar con mucha facilidad, posteriormente se procedió a cubrir con un plástico para que no pierda la humedad o consistencia requerida para su mezcla.

2.7.4. Mezclado del barro.

A diferencia del proceso de mezclado del barro en la fabricación de los adobes tradicionales en esta se lo realizó con la adición y dosificación del estabilizante en la proporción antes mencionada dentro de un recipiente para conseguir proporciones exactas y así garantizar mejores resultados durante el mezclado (*Imagen 058*).

La cantidad de emulsión asfáltica (estabilizante) se añadió a la mezcla del barro ya antes reposado durante 24 horas, la misma que estuvo cubierto con un plástico para que no pierda su consistencia. De esta manera se procedió a realizar la mezcla a mano de los componentes antes mencionado (mezcla de barro + estabilizante emulsión asfáltica) más un 5% de paja, en adobes tradicionales se agrega hasta un 15%, en este caso con la adición de la emulsión asfáltica se añadió solo un 5% de paja (*Imagen 059*).

2.7.5. Moldeado.

Para proceder con el moldeado de la mezcla se fabricaron moldes con las dimensiones según las recomendaciones en la norma técnica peruana E-080, en este caso sería de 40x20x10 cm. las mismas que por efectos de la contracción se terminó fabricando de 41x21x11cm. Una vez colocado el molde en una superficie plana y libre de impurezas se procedió a verter la mezcla (*Imagen 060*).

2.7.6. Vaciado.

Después de haber colocado la mezcla dentro de los moldes y transcurrido aproximadamente 5 minutos fueron retirados de los moldes. Según las recomendaciones ya antes mencionadas cada molde fueron humedecidas y lavadas para garantizar una mejor extracción de los bloques de tierra, en este caso el lavado del molde se lo realizó cada 3 extracciones (*Imagen 061*). Es muy importante que la pieza de adobe salga en buena condición para que adquiera la resistencia necesaria.



Imagen 058. Adición de la emulsión asfáltica



Imagen 059. Cortado de paja



Imagen 060. Relleno del barro en el molde



Imagen 061. Vaciado del barro.



Imagen 062. Pre-secado de los adobes.



Imagen 063. Secado y apilado.

2.7.7. Pre-secado.

En el proceso de pre-secado de los adobes son desmoldados y dejados secar suficientemente como para poder pararlos a canto. En este proceso sucede los primeros efectos de contracción de los adobes, por lo tanto ninguno de las piezas deben ser manipulados ni cambiados de sitio ya que estas todavía están en estado semisólido (*Imagen 062*).

2.7.8. Secado.

El secado de los adobes se lo realizado durante 1 o 2 semanas en un lugar cubierto, cada uno de los bloques fueron volteados en sus diferentes caras (tabla y canto) para garantizar el completo secado. Es en esta etapa que según los días de secado y de acuerdo a cada dosificación (2.5%...10%) los adobes presentaron diferentes coloraciones, la dosificación de 10% de emulsión asfáltica presentó la coloración más oscura, seguida del 7.5%, la proporción del 2% y 5% no presentaron mucha coloración ya está fueron agrados en proporciones menores en relación con las anteriores (*Imagen 063*).

2.7.9. Apilado.

El proceso de apilado no se realizó ya que el lugar de elaboración era amplio y por lo tanto se colocó uno detrás de otras, dejando un espacio considerable entre cada bloque. Estos adobes se dejaron almacenados en este lugar durante 21 días posterior a ser trasladado a los laboratorios para realizar los diferentes ensayos una vez transcurrido 28 días de secado.



2.8. DISEÑO DE MEZCLAS PARA LA PRODUCCIÓN DEL ADOBE PRENSASO BTC ESTABILIZADO

Al igual que en los adobes tradicionales el mejoramiento de las características de la mezcla de para la producción de adobes prensados se lo hará a través de la adición de emulsión asfáltica (*Imagen 064*) como estabilizador en cuatro dosificaciones (2,5%, 5%, 7,5% y 10%). Este estabilizante se eligió después de un análisis y estudio descrito en el capítulo 1, las características y propiedades de la emulsión asfáltica a emplear también se detallaron en ese apartado. Con esta adición se pretende mejorar la resistencia a compresión, flexión e impermeabilizar el bloque de tierra.

Con los resultados de los ensayos de laboratorio realizados anteriormente se definió que el tipo de suelo es arenoso con cierto contenido de limos y arcillas en porcentajes de 50,31 y 48,80 respectivamente, lo que le hace apto para la fabricación de adobes prensados. Los BTC serán fabricados en una maquina prensadora hidráulica de fabricación artesanal que ejerce una presión máxima de 60 Ton.

La cantidad de emulsión asfáltica para agregar a la mezcla está en relación al agua que se debe colocar en la tierra para el proceso de compactación o prensado. Por lo tanto la cantidad de agua a utilizar según recomienda Minke debe estar en-

tre el 10% y 17%, como el porcentaje de humedad natural del suelo es 4%, le añadimos un 8% de agua dándonos un valor final de 12% que es la cantidad de agua a utilizar, cabe recalcar que este porcentaje es únicamente valido para el suelo del sector donde se está trabajando. En relación a este valor de 12% se dosificara la emulsión asfáltica, al ser líquida el valor del 12% siempre será constante entre el agua, ya que si se añadiese más de lo especificado estaría excediendo el porcentaje óptimo para la compactación.

Una vez determinados los porcentajes las tablas 26 a 29 muestran el diseño de las mezclas para la fabricación de un BTC de dimensiones finales de 30x15x10 cm, los moldes de la maquina tienen dimensiones fijas de 30x15 cm (largo y ancho), la altura que se deberá vaciar la tierra será de 17 cm, para que después de la compactación tener una altura final de 10cm del bloque.

Se producirán un total de 44 bloques los cuales 11 serán de cada dosis, para después ser sometidos a pruebas de compresión, flexión y absorción en laboratorio, las tablas 30 a 33 muestran la cuantificación total de materiales a usar.

Nota: Las tablas de diseño de mezclas siguientes estan calculadas para una unidad de adobe de dimensiones ya mencionadas anteriormente.

Tabla 26
Diseño de mezcla para un BTC estabilizado al 2,5%

Arena	Arcilla+limo	Agua	Emulsión asfáltica	Total
50,0%	38%	9,5%	2,50%	100%
0,00435 m ³	0,00330 m ³	0,00073 m ³	0,00019 m ³	0,00857 m ³
4,35 lt	3,30 lt	0,73 lt	0,19 lt	8,57 lt

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 27
Diseño de mezcla para un BTC estabilizado al 5%

Arena	Arcilla+limo	Agua	Emulsión asfáltica	Total
50,0%	38%	7,0%	5%	100%
0,0043 m ³	0,0033 m ³	0,00054 m ³	0,00038 m ³	0,0086 m ³
4,35 lt	3,30 lt	0,54 lt	0,38 lt	8,57 lt

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 28
Diseño de mezcla para un BTC estabilizado al 7,5%

Arena	Arcilla+limo	Agua	Emulsión asfáltica	Total
50,0%	38%	4,5%	7,5%	100%
0,0043 m ³	0,0033 m ³	0,0003 m ³	0,0006 m ³	0,0086 m ³
4,35 lt	3,30 lt	0,34 lt	0,57 lt	8,57 lt

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 29
Diseño de mezcla para un BTC estabilizado al 10%

Arena	Arcilla+limo	Agua	Emulsión asfáltica	Total
50,0%	38%	2,0%	10,0%	100%
0,0043 m ³	0,0033 m ³	0,0002 m ³	0,0008 m ³	0,0086 m ³
4,35 lt	3,30 lt	0,15 lt	0,77 lt	8,57 lt

Fuente: Grupo de tesis



Imagen 064. Adición de la emulsión asfáltica

Tabla 30
Cuantificación de materiales para elaborar BTC con emulsión asfáltica al 2,5%

Ensayos	Dimensiones (m)			Cantidad	Vol. Tierra (m ³)	Vol. Agua 12% (m ³)	Vol. Emulsión 2,5% (m ³)
	largo	ancho	alto				
Compresión	0,30	0,15	0,17	2	0,015	0,002	0,00005
Flexión	0,30	0,15	0,17	6	0,046	0,006	0,00014
Absorción	0,30	0,15	0,17	3	0,023	0,003	0,00007
Total (m ³)					0,084	0,010	0,0003
Total Correcciones (m ³)					0,084	0,0098	0,0003
Total Desperdicios 3%					0,087	0,010	0,0003
TOTAL (Litros)					86,67	10,14	0,260

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 31
Cuantificación de materiales para elaborar BTC con emulsión asfáltica al 5%

Ensayos	Dimensiones (m)			Cantidad	Vol. Tierra (m ³)	Vol. Agua 12% (m ³)	Vol. Emulsión 5% (m ³)
	largo	ancho	alto				
Compresión	0,30	0,15	0,17	2	0,015	0,002	0,00009
Flexión	0,30	0,15	0,17	6	0,046	0,006	0,00028
Absorción	0,30	0,15	0,17	3	0,023	0,003	0,00014
Total (m ³)					0,084	0,010	0,0005
Total Correcciones (m ³)					0,084	0,0096	0,0005
Total Desperdicios 3%					0,087	0,010	0,0005
TOTAL (Litros)					86,67	9,88	0,520

Fuente: Grupo de tesis



Tabla 32
Quantificación de materiales para elaborar BTC con emulsión asfáltica al 7,5%

Ensayos	Dimensiones (m)			Cantidad	Vol. Tierra (m ³)	Vol. Agua 12% (m ³)	Vol. Emulsión 7,5% (m ³)
	largo	ancho	alto				
Compresión	0,30	0,15	0,17	2	0,015	0,002	0,00014
Flexión	0,30	0,15	0,17	6	0,046	0,006	0,00041
Absorción	0,30	0,15	0,17	3	0,023	0,003	0,00021
Total (m ³)					0,084	0,010	0,0008
Total Correcciones (m ³)					0,084	0,0093	0,0008
Total Desperdicios 3%					0,087	0,010	0,0008
TOTAL (Litros)					86,67	9,62	0,780

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 33
Quantificación de materiales para elaborar BTC con emulsión asfáltica al 10%

Ensayos	Dimensiones (m)			Cantidad	Vol. Tierra (m ³)	Vol. Agua 12% (m ³)	Vol. Emulsión 10% (m ³)
	largo	ancho	alto				
Compresión	0,30	0,15	0,17	2	0,015	0,002	0,00018
Flexión	0,30	0,15	0,17	6	0,046	0,006	0,00055
Absorción	0,30	0,15	0,17	3	0,023	0,003	0,00028
Total (m ³)					0,084	0,010	0,0010
Total Correcciones (m ³)					0,084	0,0091	0,0010
Total Desperdicios 3%					0,087	0,009	0,0010
TOTAL (Litros)					86,67	9,36	1,040

Fuente: Grupo de tesis



Imagen 065. Identificación y extracción de la tierra.

2.8.1. Proceso de producción del BTC estabilizados con emulsión asfáltica.

Según expresa Seisedos Jorge (2004) *“La estabilización aporta a la tierra (entre otras características) propiedades de resistencia a la humedad, aspecto que supone una importante mejora respecto a las técnicas tradicionales de construcción con tierra cruda. Una vez realizada la mezcla y tras la fase de prensado y secado, el bloque está listo para su utilización en obra, sin requerir cocción, aspecto que resulta fundamental a la hora de evaluar su impacto medioambiental y que confiere al bloque sus destacadas propiedades térmicas (permeabilidad al vapor de agua y alta inercia térmica, lo que favorece el confort interior y la reducción del consumo energético en la edificación), acústicas y estéticas (p. 289)”*.

La producción de las unidades BTC se hacen de acuerdo a un ciclo de producción que contiene cuatro fases como se detalla en la tabla 34.

2.8.2. Identificación.

Para la fabricación se hará uso de la tierra local aprovechando el material existente (Imagen 065), las pruebas de campo realizadas anteriormente nos dieron a conocer las propiedades del

suelo, esto es importante para poder trabajar sin preocupa-

Tabla 34
Ciclo de producción del BTC

Fases	Características
Identificación	análisis y pruebas acopio y secado
Preparación	cribado, triturado
Mezclado	dosificación seca dosificación de agua
Prensado	prensado desmoldeo
Secado	curado secado
Almacenamiento	acopio embalaje

Fuente: Adaptado de SEISEDOS, Jorge. “Unidad de producción de bloque de tierra comprimida - BTC” 2005/2009

ciones, en nuestro caso al ser un trabajo de investigación tenemos al alcance los laboratorios de la Universidad de Cuenca, caso contrario autores recomiendan que al ser costosos estos ensayos de laboratorios se puede proceder después de hacer los ensayos de campo con resultados aproximados.

La recolección de la tierra se la efectuó directamente de una cantera del lugar de estudio y se

la hizo con herramienta manual utilizamos palas, picos y barretas, para luego trabajar bajo cubierta en el taller propio del lugar de estudio evitando trabajar en la intemperie.

2.8.3. Preparación.

Después de la extracción de la tierra in situ, se la dejó secar 24 horas para luego triturlarla manualmente con un tronco para reducir el tamaño de las partículas demasiadas grandes, seguidamente para obtener el material final con el que se trabajara, utilizamos una zaranda (*Imagen 066*), con una malla de acero 2mm de abertura, para así obtener un material homogéneo en su granulometría y eliminar materia orgánica si hubiere. No fue necesaria la trituración con maquinaria industrial porque no existía material pétreo grueso.

2.8.4. Mezclado.

Al determinar que el suelo tenía la cantidad correcta de limos y arcillas no fue necesaria la corrección de la granulometría del suelo con adición de material extra y se continuó con la mezcla seca del material para homogenizar el material. La siguiente etapa fue la mezcla húmeda, agregando la correcta dosificación de agua y emulsión asfáltica

determinadas en las tablas 20, 21, 22, 23 de este capítulo (*Imagen 067*), la mezcla con agua y emulsión asfáltica debe ser lo más homogénea posible evitando la aparición de grandes masas “bolas” porque de esta dependerá la calidad del prensado. Mientras se prepara la máquina para el prensado se dejó reposar el material mezclado por unos minutos lo que es aconsejable para que reaccionen las partículas del suelo.

2.8.5. Prensado.

Esta es la etapa donde interviene la máquina prensadora de fabricación artesanal semi-industrial; la compresión de la tierra es la clave para la producción del BTC porque de esta dependerá la resistencia final de la unidad de bloque sin menospreciar todas las etapas anteriores, aquí se llenan los tres moldes de la máquina homogéneamente (*Imagen 068*), para con el prensado tener bloques con semejantes características además se realizaba un continuo mantenimiento de la máquina con aceite mineral cada tres prensados para no afectar el rendimiento de la productividad. Para el desmolde se tenía que accionar a la máquina a una velocidad lenta para que salgan los bloques sin fisuras en sus aristas.



Imagen 066. Zarandeado de la tierra.



Imagen 067. Mezclado del barro con el estabilizante.



Imagen 068. Prensado de la mezcla de tierra.

2.9. CONCLUSIÓN



Imagen 069. Secado y almacenamiento de los BTC.

2.8.6. Secado.

Esta fase de secado también es de suma importancia porque de esta depende las características finales de los bloques, se dejó secar en un lugar fresco y con sombra (*Imagen 069*) evitando el contacto directo del sol porque este produciría un secado acelerado y podrían producirse fisuras y agrietamientos en los bloques, se los apilo individualmente sobre su cara mayor y con separaciones de dos centímetros entre ellos para crear una corriente de aire mejorando el secado

2.8.7. Almacenamiento.

en esta fase final, los BTC quedan ya preparados para su almacenaje, venta, transporte y entrega en obra esta fase no se la hizo ya que es una investigación.

- Los ensayos de campo y de laboratorio realizados a los suelos de la parroquia Sinincay y Baños determinaron que son suelos de tipo limo-arcillo comprobando su idoneidad para la producción d adobes tradicionales y BTC.

- Los materiales usados para el diseño de adobes estabilizados son: arena, limo y arcilla, agua y emulsión asfáltica la suma de estas proporciones son del 100%, todos los materiales ya mencionados se han dosificado siguiendo la norma técnica peruana E-080.

- Es importante seguir paso a paso con los procedimientos para fabricación de los adobes estabilizados ya que influyen de manera directa en la calidad y resistencia final de los bloques de adobe.

- SEISDEDOS, Jorge. “Unidad de producción de bloques de tierra comprimida - BTC”. En: *Arquitectura construida en Tierra, Tradición e Innovación*. Congresos de Arquitectura de Tierra en Cuenca de Campos. 2004/2009. [online]. Valladolid: Cátedra Juan de Villanueva. Universidad de Valladolid, 2010. P. 289-294. Disponible en internet: http://www5.uva.es/grupotierra/publicaciones/digital/libro2010/2010_9788469345542_p289294_seisedos.pdf

CAPITULO 3

3. ENSAYOS DE LABORATORIO



INTRODUCCIÓN

Después de la fabricación y diseño experimental tanto de adobes tradicionales como de bloques de tierra comprimida (BTC), se procederá a realizar los respectivos ensayos de laboratorio bajo normas técnicas nacionales e internacionales, para determinar el comportamiento de los adobes a la resistencia a compresión, flexión y durabilidad de los adobes ante la absorción de agua, esto tanto a adobes no estabilizados y estabilizados con emulsión asfáltica.

Los adobes tradicionales estabilizados y no estabilizados se ensayaron a 28 y 45 días de secado, en cuanto los bloques de tierra comprimida (BTC) estabilizados se ensayaron solo a 28 días. Los resultados de los ensayos se representaran en gráficos y tablas para ser entendidos de una mejor manera, las cuales serán analizadas y discutidas más adelante.

3.1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.

El propósito de este ensayo es determinar la resistencia a la compresión (*Imagen 070*) de los diferentes tipos de adobe, tanto tradicional como prensado (BTC) estabilizados y no estabilizados, para posteriormente proceder a realizar la comparación entre estos tipos de adobe.

La resistencia a la compresión de adobes y bloques de tierra comprimida admiten generalmente de 5 a 50 kg/cm². Esto depende no solo de la cantidad y tipo de arcilla sino también de la distribución granulométrica del limo, arena y agregados gruesos, así como del método de preparación y compactación (Minke, 2001).

Para medir la resistencia de los bloques de tierra a la compresión (ensayo de compresión en cubos) se realiza conforme a la **NORMA E.080 peruana (DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN CON TIERRA REFORZADA)** para lo cual se usan los siguientes procedimientos:

- La resistencia se mide mediante el ensayo de compresión del material en cubos de 0.1 m de arista.
- La resistencia última se calcula conforme a la expresión siguiente:

$$f_o = 1.0 \text{ Mpa} = 10,2 \text{ kgf/cm}^2$$

- El promedio de la resistencia de las 4 mejores muestras (de seis muestras) deben cumplir con la resistencia última indicada.

Por lo tanto para este ensayo se han elaborado 6 muestras de cada tipo de adobes (tradicionales, prensados y estabilizados con emulsion asfáltica). Durante los ensayos la velocidad de carga fue constante, de 98 N/s para todo los diferentes tipos de adobe ya mencionados.

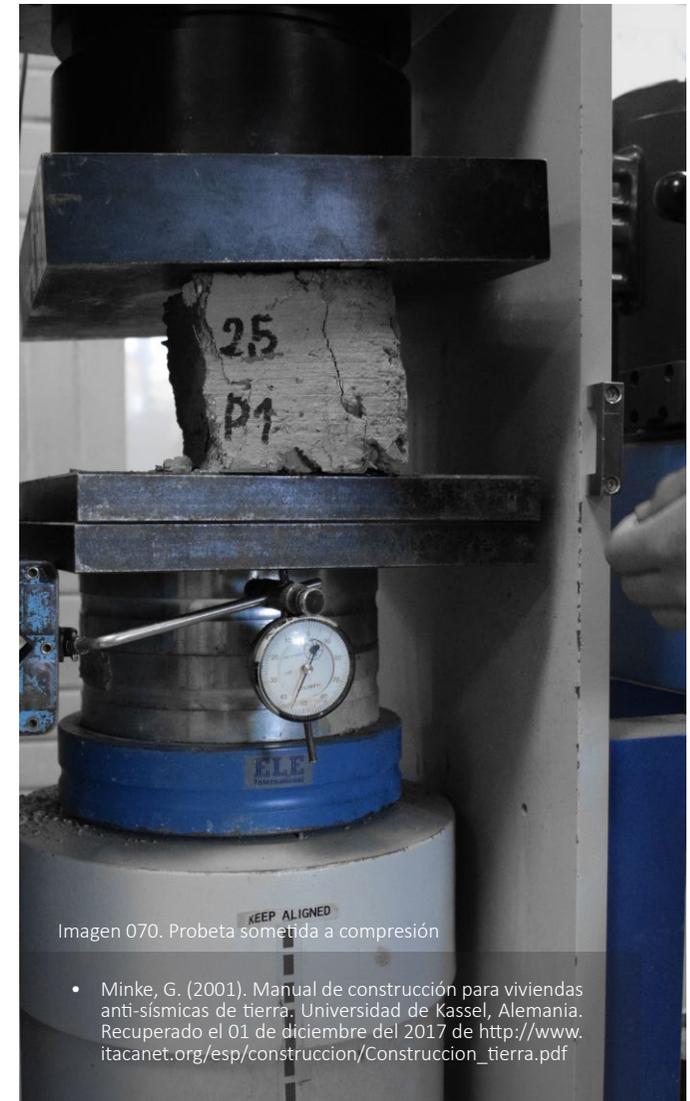


Imagen 070. Probeta sometida a compresión

- Minke, G. (2001). Manual de construcción para viviendas anti-sísmicas de tierra. Universidad de Kassel, Alemania. Recuperado el 01 de diciembre del 2017 de http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf



Imagen 071. Cortado del adobe en cubos de 10x10x10 cm.



Imagen 072. Pesado de probeta de 10x10x10 cm



Imagen 073. Aplicación de carga a la probeta

3.1.1. Módulo de elasticidad.

El módulo de Young es un parámetro indispensable para el diseño estructural, que caracteriza el comportamiento de un material según la dirección en la que se aplica una fuerza. Para un material no isótropo como el adobe, el módulo de Young es una variable que obedece a factores como la fabricación, composición del adobe, etc., por ello no es una constante como lo es en otros materiales.

El módulo de elasticidad se calcula con la siguiente expresión:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Donde:

E = módulo de elasticidad, [MPa],

σ = esfuerzo, [MPa],

ϵ = deformación unitaria, [mm/mm]

3.1.2. Procedimientos.

El ensayo de compresión permite determinar la resistencia de un adobe ante un esfuerzo para lo cual se siguen los siguientes procedimientos:

1. Cortar 6 cubos de muestras de adobe apartir del espécimen ya seleccionado (*Imagen 071*) (tiempo de secado mínimo de 28 días) con 10cm de arista aproximadamente.
2. Pesar y medir los cubos (*Imagen 072*).
3. Colocar el cubo de adobe y el deformímetro en la placa de la maquina compresora (*Imagen 073*).
4. Aplicar una carga constante a compresión y detenerla cuando la placa móvil y fija estén en contacto con el adobe sin que estas lo compriman.
5. Encerar el deformímetro.
6. Aplicar una carga constante a compresión hasta determinar la resistencia última a la vez se mide la deformación cada 5 o 10 mm/mm (dependiendo de la velocidad de deformación).

3.1.3. Aplicación del Ensayo a la Compresión de adobes no estabilizados.

Los ensayos a los adobes tradicionales se desarrollaron en dos ocasiones diferentes (28 y 45 días de secado), por la razón de que la adobera los tenían en stock, los valores de resistencia a compresión servirán como base para compararlo con los adobes estabilizados. Los adobes tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica se ensayaron únicamente a los 28 días de secado debido al corto tiempo de la investigación, pero a la vez cumpliendo los días de secado recomendado por la norma peruana E-080.

Los bloques de tierra comprimida estabilizados y no estabilizados igualmente fueron ensayados a los 28 días de secado, siguiendo lo recomendado por la norma peruana E-080. La resistencia a la compresión de BTC no estabilizado se tomara como base para compararlos con las resistencias de los BTC estabilizados.

Las probetas o especímenes necesarios para el ensayo según recomienda la **Norma Peruana E-080** son 6 (10x10x10 cm) (*Imagen 074*) de las cuales se desecha uno, siendo este con un resultado muy inferior respecto a los otros cinco bloques.

A continuación se muestran los resultados en las *tablas 35 a la 38 y gráficos 07 al 10*.

Tabla 35
Resistencia a la compresión de adobes tradicionales (Sinicay)

Días de Secado	Probetas	Dimensiones (cm)			Resistencia		Resistencia Promedio		Mod Elasticidad (Mpa)
		ancho	largo	alto	(Mpa)	Kg/cm2	(Mpa)	Kg/cm2	
28	P1	10,1	10,0	9,9	1,22	12,44	1,25	12,74	46,63
	P2	10,0	10,1	10,0	1,37	14,01			
	P3	10,0	10,3	10,0	1,27	12,94			
	P4	10,2	10,3	10,1	1,12	11,47			
	P5	9,9	10,3	10,1	1,26	12,87			
45	P1	9,7	10,2	9,9	2,65	27,02	2,66	27,17	79,77
	P2	9,8	10,2	9,8	2,44	24,92			
	P3	9,7	10,0	9,9	2,76	28,12			
	P4	9,8	9,8	10,2	2,92	29,82			
	P5	9,7	10,0	10,0	2,55	25,96			

Fuente: Grupo de tesis

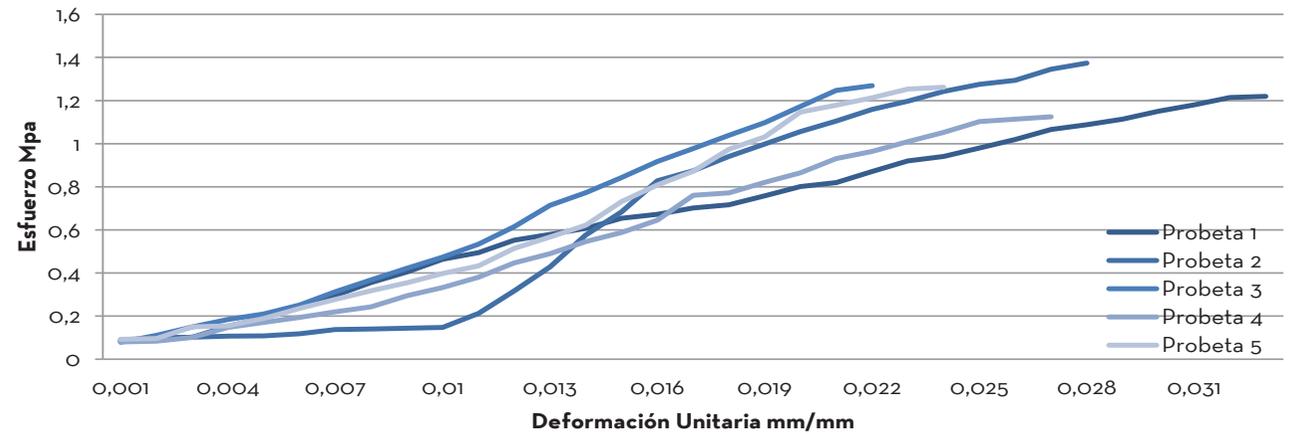
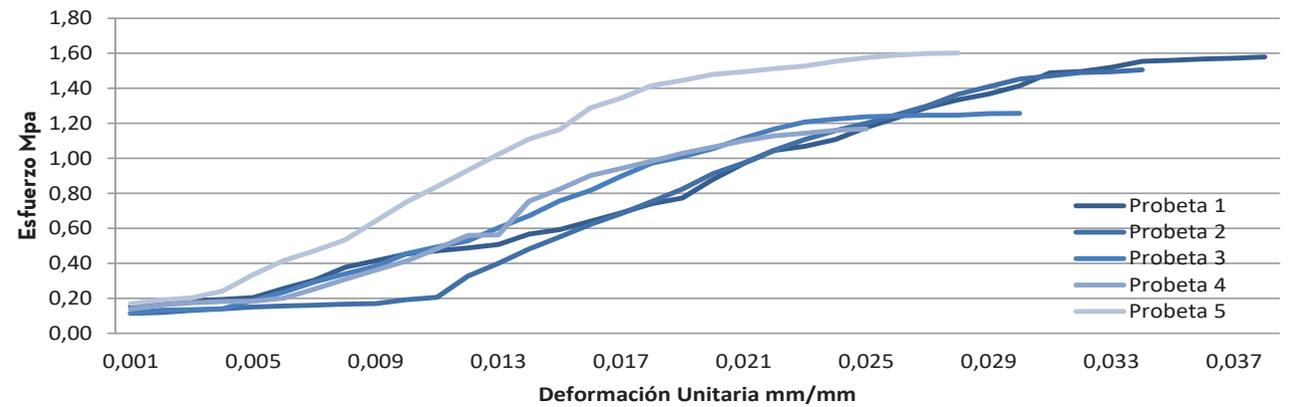
Tabla 36
Resistencia a la compresión BTC (Baños)

Días de Secado	Probetas	Dimensiones (cm)			Resistencia		Resistencia Promedio		Mod Elasticidad (Mpa)
		ancho	largo	alto	(Mpa)	Kg/cm2	(Mpa)	Kg/cm2	
28	P1	10,3	10,0	9,0	1,58	16,11	1,42	14,51	45,9
	P2	9,3	10,0	9,0	1,51	15,35			
	P3	10,0	10,0	9,0	1,26	12,82			
	P4	10,5	10,0	10,0	1,17	11,91			
	P5	10,0	10,5	9,8	1,60	16,33			

Fuente: Grupo de tesis



Imagen 074. Probeta BTC (10x10x10 cm) sometido a compresión.

Gráfico Esfuerzo-Deformación 28 Días Adobe tradicional**Gráfico 07.** Gráfico Esfuerzo-Deformación 28 días adobe tradicional**Gráfico Esfuerzo-Deformación 28 Días BTC****Gráfico 08.** Gráfico Esfuerzo-Deformación 28 días BTC

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 37
Resistencia a la compresión Adobes tradicionales estabilizados (Sinincay)

Secado	Dosis emulsión	Probetas	Dimensiones (cm)			Resistencia		Resistencia Promedio		Mod Elasticidad
			ancho	largo	alto	(Mpa)	Kg/cm2	(Mpa)	Kg/cm2	(Mpa)
28 Días	2,50%	P1	10,2	10,7	10,3	1,19	12,18	1,22	12,40	37,76
		P2	10,3	10,3	10,8	1,16	11,78			
		P3	10,5	10,3	10,1	1,16	11,87			
		P4	10,3	10,5	10,6	1,24	12,66			
		P5	10,3	10,4	10,7	1,32	13,51			
	5%	P1	10,1	10,4	10,5	1,41	14,39	1,31	13,35	32,09
		P2	10,4	10,2	10,5	1,36	13,92			
		P3	10,1	10,2	11,0	1,25	12,75			
		P4	10,7	10,2	10,4	1,24	12,64			
		P5	10,4	10,0	10,8	1,28	13,06			
	7,50%	P1	10,6	10,1	10,4	1,39	14,20	1,50	15,28	43,05
		P2	10,1	10,5	11,0	1,48	15,10			
		P3	10,0	10,0	10,0	1,56	15,86			
		P4	10,5	10,3	11,4	1,47	15,03			
		P5	9,6	10,5	10,3	1,59	16,21			
	10%	P1	10,4	10,2	10,1	1,91	19,44	2,03	20,68	41,56
		P2	10	10,3	10,2	2,05	20,90			
		P3	9,9	10,1	10,4	2,13	21,70			
		P4	10,5	10,3	9,8	1,81	18,43			
		P5	10,2	10,1	10,0	2,25	22,94			

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 38
Resistencia a la compresión BTC estabilizados (Baños)

Secado	Dosis emulsión	Probetas	Dimensiones (cm)			Resistencia		Resistencia Promedio		Mod Elasticidad (Mpa)
			ancho	largo	alto	(Mpa)	Kg/cm2	(Mpa)	Kg/cm2	
28 días	2,50%	P1	10,0	10,0	10,3	1,30	13,24	1,44	14,70	45,90
		P2	10,2	9,5	10,8	1,34	13,67			
		P3	10,0	10,0	10,1	1,64	16,76			
		P4	10,0	10,0	10,6	1,46	14,90			
		P5	9,2	10,0	10,7	1,46	14,92			
	5%	P1	9,8	9,5	9,5	1,61	16,42	1,53	15,59	42,22
		P2	9,8	10,1	9,9	1,43	14,61			
		P3	10,2	10,0	10,0	1,74	17,71			
		P4	10,0	10,3	9,7	1,54	15,73			
		P5	10,2	9,4	9,6	1,32	13,46			
	7,50%	P1	10,3	9,7	9,7	1,50	15,32	1,55	15,83	50,09
		P2	10	9,6	9,9	1,56	15,91			
		P3	10,1	10,1	9,7	1,54	15,68			
		P4	9,4	9,6	10,3	1,55	15,80			
		P5	10,2	9,6	9,9	1,61	16,46			
	10%	P1	9,5	10,0	9,6	1,63	16,66	1,63	16,63	46,33
		P2	10,1	10,0	9,7	1,43	14,59			
		P3	10	10,0	10,0	1,63	16,57			
		P4	9,9	10,0	10,3	1,62	16,56			
		P5	10,2	10,2	9,7	1,84	18,77			

Fuente: Grupo de tesis



Gráfico Esfuerzo-Deformación 28 Días Adobes Tradicionales Estabilizados

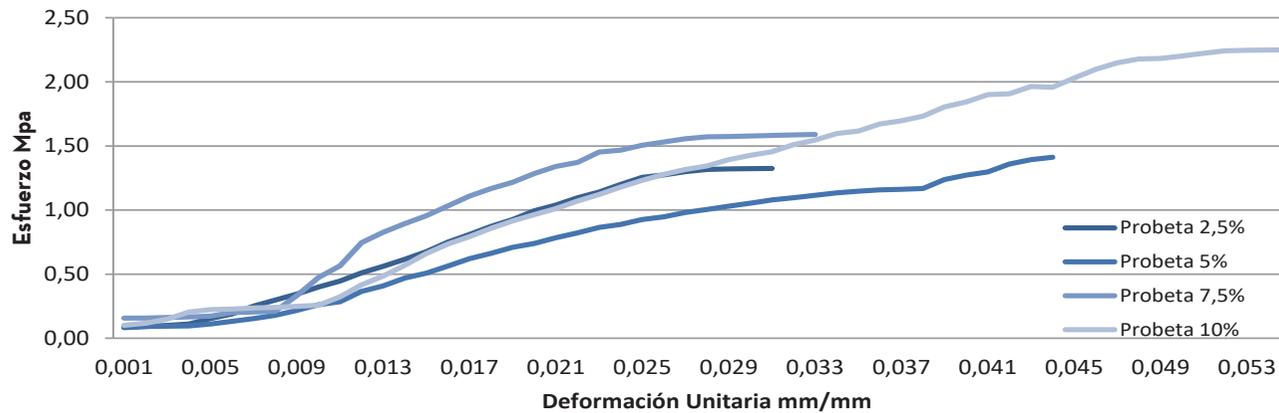


Gráfico 09. Gráfico Esfuerzo-Deformación 28 días adobes tradicionales estabilizados
Fuente: Grupo de tesis

Gráfico Esfuerzo-Deformación 28 días BTC estabilizados

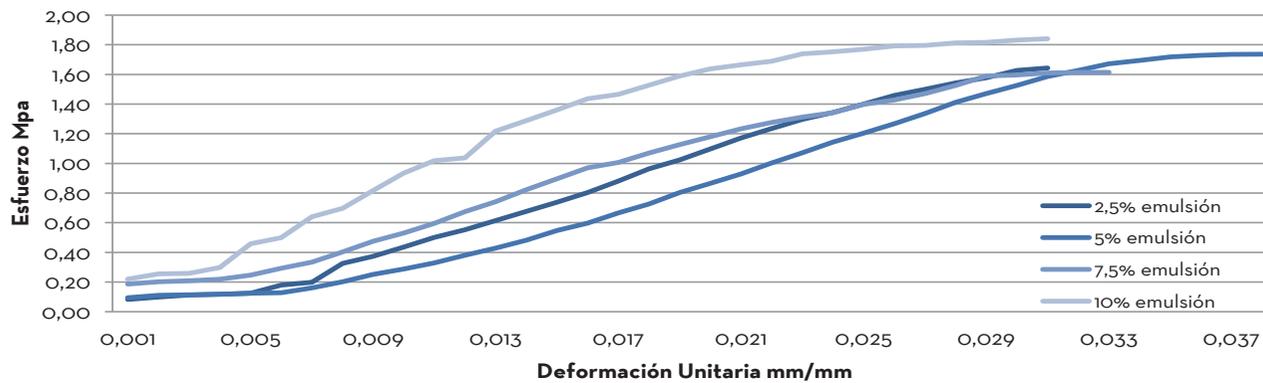


Gráfico 10. Gráfico Esfuerzo-Deformación 28 días BTC estabilizados
Fuente: Grupo de tesis

3.1.4. Resultados

La resistencia a compresión de los adobes tradicionales no estabilizados a los 28 y 45 días de secado son de 1,25 y 2,66 Mpa respectivamente. Cabe recalcar que estos adobes fueron fabricados sin seguir normas, recomendaciones de secado ni dosificaciones de materiales.

Los adobes tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica obtuvieron las siguientes resistencias promedio a compresión: al 2,5% un valor de 1,22 Mpa, al 5% un valor de 1,31 Mpa, al 7,5% un valor de 1,50 Mpa y al 10% un valor de 2,03 Mpa.

Los BTC ensayados a los 28 días de secado obtuvieron una resistencia promedio a la compresión de 1,42 Mpa. Los BTC estabilizados con emulsión asfáltica obtuvieron las siguientes resistencias promedio a la compresión: al 2,5% un valor de 1,44 Mpa., al 5% un valor de 1,53 Mpa., al 7,5% un valor de 1,55 Mpa y al 10% un valor de 1,63 Mpa.

Los adobes estabilizados (tradicionales y prensados) fueron elaborados siguiendo estrictamente normativas, recomendaciones y dosificación de materiales.

Todos estos resultados a compresión cumplen

con la resistencia mínima de 1,0 Mpa requerida por la norma técnica peruana E-080.

3.2. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN NTE INEN 2254.

Debido a que la resistencia a flexión del barro en estado seco es de poca importancia para la construcción en tierra (Minke, 2001), sin embargo el objetivo de la investigación es conocer los efectos de la emulsión asfáltica en el barro, por lo que se decidió ensayar los adobes a flexión con la finalidad de determinar su comportamiento mecánico. Se adaptó la norma ecuatoriana **NTE INEN 2254** para ensayar estos adobes.

Esta normativa establece el método para determinar la resistencia a flexión del hormigón mediante el uso de una viga simple apoyada en los extremos y cargada en los tercios de la luz libre, esto según la **NTE INEN 2254**. Con este ensayo se determinará la resistencia a flexión de los especímenes de adobe, según recomendaciones para ensayar unidades de adobes es necesario que tengan una edad mínima de 28 días de secado. Los resultados se calculan y determina como "Módulo de rotura". La norma señala que los resultados de los especímenes pueden variar si existen diferencias de tamaños, condiciones de humedad y fisuras en los bloques antes de ensayarlos. La carga aplicada es continua sin impacto a una velocidad constante. Los bloques a ensayar deben estar colocados de la siguiente manera: deben estar libremente apoyados a 2,54 cm mínimo de sus externos y los bloques de carga

deben estar en los tercios de la luz libre entre los apoyos. A continuación se mostrara el esquema apropiado para el ensayo a flexión (*Gráfico 011*).

1. Placa móvil
2. Base
3. Apoyos de cargas
4. Cabezal de cargas

Para medir los resultados se necesita saber el ancho y alto del bloque y se desprecia el peso del mismo. Si la fractura que se produce esta dentro del tercio medio de la luz libre se calcula el Módulo de rotura con la siguiente expresión:

$$R = PL/bd^2$$

Donde:

R= Módulo de rotura en MPa.

P= Carga máxima aplicada en N.

L= Luz libre en mm.

b= Ancho del especimen en mm.

d= Altura del especimen en mm.

Equipos y herramientas:

- Flexometro.
- Nivel.
- Masilla automotriz.
- Prensa mecánica.

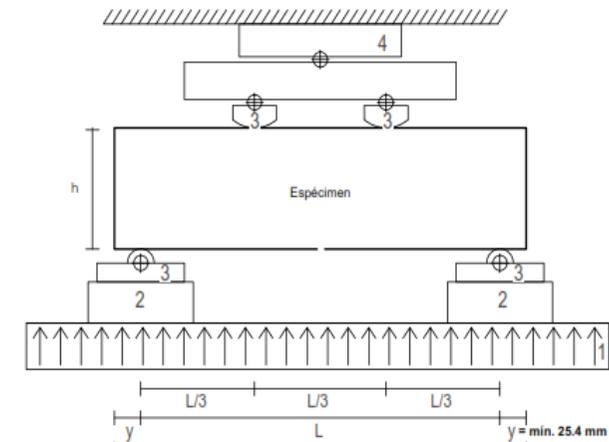


Gráfico 11. Esquema del ensayo de flexión
Fuente: Extraído de la Tesis Doctoral (Cid, 2012).

- Minke, G. (2001). Manual de construcción para viviendas anti-sísmicas de tierra. Universidad de Kassel, Alemania. Recuperado el 01 de diciembre del 2017 de http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf



Imagen 075. Toma de dimensiones a las probetas



Imagen 076. Probeta sometida a flexión



Imagen 077. Colocado del adobe en la prensa mecánica.

3.2.1. Procedimiento.

1. Se procede a tomar las dimensiones de alto y ancho de cada bloque, estos deben tener mínimo 28 días de secado (*Imagen 075*).

2. Se marcan los apoyos que deberán estar a 2,54 cm. como mínimo de los extremos del bloque, en nuestro caso se marcara las separaciones en el extremo a 3 cm (*Imagen 076*).

3. Se marcan los tercios del bloque donde serán aplicadas las cargas.

4. Luego se comprueba si los bloques tienen niveladas las caras que van a estar apoyadas y recibir las cargas.

5. Se procede a masillar las caras que están a desnivel y que van a estar en contacto con los apoyos, con el objetivo de que las cargas que se vayan aplicar se distribuya uniformemente sobre la cara del adobe.

6. Se coloca el bloque en la prensa mecánica verificando las distancias de los apoyos y las distancias donde van a ser aplicadas las cargas (*Imagen 077*).

7. Se ejecuta la carga constante sobre el bloque.

8. Tomar nota del valor que arroja la maquina al momento del fracaso del bloque.

9. Retirar el material ensayado y limpiar la máquina para proceder a realizar el ensayo al siguiente bloque.

Como recomendación hay que estar pendientes a los valores de la carga que arroja la maquina ya que como esta es automática al momento del fracaso marca el valor y regresa a cero la carga.

3.2.2. Aplicación del Ensayo a la Flexión a adobes no estabilizados.

En esta ocasión los bloques se ensayaron con las medidas originales con las que se fabrican es decir se utilizara la pieza completa, las medidas de los adobes estabilizados con emulsión varían de los adobes tradicionales ya que estos fueron diseñados con las medidas recomendadas por la norma Peruana E-080 que son de 20x40x10 cm, además estos se ensayaron solo a los 28 días de secado (*Imagen 078*).

De la misma manera se ensayaron dos lotes de BTC a los 28 días de secado, unos normales y otros estabilizados con emulsión asfáltica, para luego comparar la resistencia a flexión de estos bloques teniendo como base los valores de los BTC sin estabilizar. En este caso también se utilizó la pieza completa del BTC de dimensiones 30x15x10 cm (*Imagen 079*).

Los resultados se muestran en las *tablas 39 a 42*.

Tabla 39
Resistencia a la Flexión Adobes tradicionales (Sinicay)

Días de Secado	Probetas	Dimensiones (mm)			Carga máx. (N)	Módulo de Rotura (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
		ancho	largo	alto			
28	P1	225	450	115	3314,6	0,17	0,18
	P2	222	463	119	3383,3	0,16	
	P3	224	460	131	4236,5	0,17	
	P4	228	454	127	4972,0	0,21	
	P5	229	455	123	3873,6	0,17	
45	P1	222	448	108	3569,6	0,21	0,20
	P2	224	448	108	4001,1	0,23	
	P3	230	460	124	2275,1	0,10	
	P4	222	450	122	6197,8	0,29	
	P5	224	458	114	2942,0	0,15	

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 40
Resistencia a la Flexión BTC (Baños)

Días de Secado	Probetas	Dimensiones (mm)			Carga máx. (N)	Módulo de Rotura (Mpa)	Resistencia Promedio (Mpa)
		ancho	largo	alto			
28	P1	148	297	99	1824,0	0,13	0,12
	P2	149	295	108	1961,3	0,11	
	P3	147	295	108	1480,8	0,09	
	P4	149	296	107	2539,9	0,15	
	P5	147	296	110	2579,1	0,15	

Fuente: Grupo de tesis



Imagen 078. Adobe tradicional sometido a flexión.



Imagen 079. BTC sometido a flexión.

Tabla 41
Resistencia a la Flexión Adobes tradicionales estabilizados (Sinicay)

Secado	Dosis Emulsión	Probetas	Dimensiones (mm)			Carga máx. (N)	Mód. de Rotura (Mpa)	Promedio (Mpa)
			ancho	largo	alto			
28 días	2,5%	P1	200	387	108	2804,7	0,18	0,20
		P2	198	386	105	3226,4	0,22	
		P3	199	386	108	2853,7	0,19	
		P4	202	384	105	3363,7	0,23	
		P5	205	387	106	2922,4	0,19	
	5%	P1	201	385	102	2775,3	0,20	0,22
		P2	200	379	102	3118,5	0,23	
		P3	200	383	101	2834,1	0,21	
		P4	197	389	103	3040,1	0,22	
		P5	200	389	101	3157,7	0,24	
	7,5%	P1	200	382	109	3510,8	0,22	0,25
		P2	197	383	105	3706,9	0,26	
		P3	198	380	105	3599,0	0,25	
		P4	198	386	106	3834,4	0,26	
		P5	201	390	101	3187,2	0,24	
10%	P1	198	380	104	4275,7	0,30	0,28	
	P2	194	383	105	3736,3	0,27		
	P3	200	380	103	3716,7	0,27		
	P4	200	380	102	3942,3	0,29		
	P5	201	386	107	4040,3	0,27		

Fuente: Grupo de tesis

**Tabla 42****Resistencia a la Flexión BTC estabilizados (Baños)**

Secado	Dosis Emulsión	Probetas	Dimensiones (mm)			Carga máx. (N)	Mod. de Rotura (Mpa)	Promedio (Mpa)
			ancho	largo	alto			
28 días	2,5%	P1	150	300	94	2804,7	0,21	0,20
		P2	150	299	97	3226,4	0,20	
		P3	150	300	100	2853,7	0,19	
		P4	149	299	100	3363,7	0,23	
		P5	148	300	97	2922,4	0,19	
	5%	P1	150	297	96	2461,5	0,20	0,21
		P2	150	298	93	2736,1	0,23	
		P3	150	300	99	2579,1	0,18	
		P4	148	300	100	3040,1	0,23	
		P5	150	299	100	3157,7	0,21	
	7,5%	P1	149	299	96	3510,8	0,26	0,25
		P2	148	298	98	3706,9	0,26	
		P3	149	297	102	3599,0	0,23	
		P4	149	299	95	3834,4	0,29	
		P5	149	299	97	3187,2	0,23	
	10%	P1	150	298	100	4275,7	0,29	0,26
		P2	150	297	100	3736,3	0,25	
		P3	150	298	100	3716,7	0,25	
		P4	149	296	100	3942,3	0,26	
		P5	150	297	105	4040,3	0,24	

Fuente: Grupo de tesis

3.2.3. Resultados

La resistencia a flexión de los adobes tradicionales no estabilizados a los 28 y 45 días de secado se obtuvo unos valores de 0,18 y 0,20 Mpa respectivamente. Cabe recalcar que estos adobes fueron fabricados sin seguir normas, recomendaciones de secado ni dosificaciones de materiales.

Los adobes tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica obtuvieron las siguientes resistencias promedio a flexión: al 2,5% un valor de 0,20 Mpa, al 5% un valor de 0,22 Mpa, al 7,5% un valor de 0,25 Mpa y al 10% un valor de 0,28 Mpa.

Los BTC ensayados a los 28 días de secado obtuvieron una resistencia promedio a flexión de 0,12 Mpa. Los BTC estabilizados con emulsión asfáltica obtuvieron las siguientes resistencias promedio a la flexión: al 2,5% un valor de 0,20 Mpa, al 5% un valor de 0,21 Mpa, al 7,5% un valor de 0,25 Mpa y al 10% un valor de 0,26 Mpa.

Los adobes estabilizados (tradicionales y prensados) fueron elaborados siguiendo estrictamente normativas, recomendaciones y dosificación de materiales.



3.3. ENSAYO DE ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD.

Para determinar la resistencia y durabilidad de los bloques de tierra frente a varios de los agentes externos (lluvia, humedad, viento, etc.), se aplicara la norma española UNE 41410:2008, que es el ensayo de absorción de agua por capilaridad, esta norma se aplica únicamente para piezas de tierra.

A pesar de que la norma Española UNE 41410 se rige para ensayos en específico de los BTC, en este caso se lo realizara para ambos casos de estudio, es decir tanto para los adobes tradicionales y los bloques de tierra comprimida (BTC), esto es por la carencia de alguna norma local para este tipo de ensayos.

Otra de las normas internacionales de tierra, que tienen como referencia este ensayo son las: norma africana ARSO 683 (ARSO 1996n), la norma colombiana NTC 5324 (ICONTEC 2004), la norma no experimental francesa XP 13-901 (AFNOR 2001) y la norma española UNE 41410 (AENOR 2008a).

En la *tabla 43* se muestra en resumen las especificaciones para este ensayo:

Este ensayo también determina el valor del coeficiente "Cb" de absorción de agua por capilaridad de una muestra de piezas de tierra. Esta información se refiere a las Normas UNE EN 772-11 (AENOR 2011a).

Tabla 43

Especificaciones del ensayo de absorción por capilaridad según normativas internacionales

	ARSO 683	XP P13-901	NTC 5324	UNE 41410
Número de probetas	3	3 (6)	3 (6)	6
Piezas destinadas	Exterior	Medio húmedo	Medio húmedo	Cara vista
Temperatura de secado	40°C	70°C	70°C	70°C
Tiempo de inmersión	10 min	10 min	10 min	10 min
Coeficiente de absorción "Cb"	Si	Si	Si	Si
Interpretación de los Cb	No	Si	Si	No
Evaluación del Cb	No	Si	Si	No

Fuente: Adaptado de la Tesis Doctoral (Cid, 2012).



Imagen 080. Bloque nivelado sobre soportes de madera.



Imagen 081. Bloque sumergido en agua parcialmente



Imagen 082. Pesado y toma de resultados.

3.3.1. Procedimientos:

1. Seleccionar tres bloques de adobe para cada dosificación (2,5%, 5%, 7,5%, 10%) en total 12 probetas, tanto para adobes tradicionales como para los prensados.

2. Las piezas a ensayar deben conservarse al menos 24 horas en el laboratorio, para su posterior secado.

3. Cada uno de los bloques será secado en horno a $70\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, la cual es para eliminar el exceso de humedad existente en los adobes.

4. Los bloques de adobe se colocan sobre cuatro soportes, en este caso la práctica se realizó con soportes elaborados de madera de $3,5 \times 3,5$ cm con una altura similar de 3,5 cm (Imagen 080).

5. Los soportes son colocadas sobre una cubeta la cual será llenada de agua, los bloques de adobe serán sumergidos 5 mm, el tiempo de inmersión es de $10\text{ min} \pm 2\text{ min}$ para todos los casos (Imagen 081)(Gráfico 12).

6. Una vez transcurrido el tiempo los bloques serán retirados de la cubeta con agua y eliminado el exceso de agua existente en la superficie de la

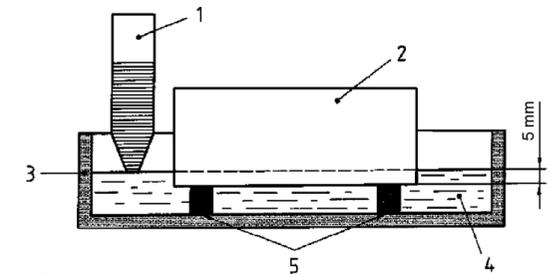


Gráfico 12. Esquema de ensayo de absorción por capilaridad según norma UNE 41410. Fuente: Adaptado de la Tesis Doctoral (Cid, 2012).

cara sumergida e inmediatamente estos serán pesados en una balanza (Imagen 082).

El cálculo del coeficiente de absorción "Cb" se realiza con la siguiente expresión:

$$C_b = \frac{M}{S \times \sqrt{t}} \times 100$$

donde,

M= es la masa del agua absorbida por el bloque durante el ensayo, en gramos.

S= es la superficie de la cara sumergida, en centímetros cuadrados.

t= es la duración de inmersión del bloque, en minutos. Donde $t = 10$ minutos.

3.3.2. Aplicación del ensayo de absorción de agua por capilaridad a adobes no estabilizados.

Se escogieron 3 probetas de adobes tradicionales, y 3 probetas de BTC, en los 2 casos el tiempo de secado o curado fueron de 28 días (Tabla 44). Para tener una referencia y obtener el resultado de la resistencia y durabilidad de los bloques de adobe tradicionales se consideró realizar el ensayo de absorción a los 45 días de secado.

Las normas internacionales de tierra, que incluye este ensayo no siempre realizan una interpretación de los resultados, caso de la norma UNE 41410 (AENOR 2008a). Sin embargo la norma experimental XP P13-901 (AFNOR 2001) o la norma NTC 5324 (ICONTEC 2004) si clasifican los bloques según el coeficiente de absorción "Cb".

- Bloques débilmente capilares si $C_b \leq 20$.
- Bloques poco capilares si $C_b \leq 40$.

La clasificación de los resultados, se muestran en la misma Tabla 44 y 45.

3.3.3. Resultados

En los adobes tradicionales y BTC no estabilizados según el coeficiente "Cb" corresponden a bloques débilmente capilares tanto para los adobes de 28 y 45 días de secado.

Tabla 44

Determinación del coeficiente de absorción y clasificación "Cb" a adobes no estabilizar a 28 días

Tipo	Probeta	Peso Seco	Peso Humedo	Área de Cara Sumergida	Tiempo	Coeficiente de Absorción "Cb"	Promedio "Cb"	Clasificación "Cb"
(-)	(#)	(g)	(g)	(cm ²)	(min)	(g/cm ² min)	(g/cm·min)	(-)
T R A D	P1	20447,40	21088,10	1035	10	19,58	18,74	Bloques Débilmente Capilares
	P2	19649,40	20197,60	983,31	10	17,63		
	P3	19308,90	19905,50	992,34	10	19,01		
B T C	P1	8199,80	8311,10	1080,00	10	3,26	4,04	Bloques Débilmente Capilares
	P2	7925,50	8092,80	985,50	10	5,37		
	P3	8026,70	8149,70	1110,00	10	3,50		

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 45

Determinación del coeficiente de absorción y clasificación "Cb" a adobes no estabilizar a 45 días

Tipo	Probeta	Peso Seco	Peso Humedo	Área de Cara Sumergida	Tiempo	Coeficiente de Absorción "Cb"	Promedio "Cb"	Clasificación "Cb"
(-)	(#)	(g)	(g)	(cm ²)	(min)	(g/cm ² min)	(g/cm·min)	(-)
T R A D	P1	22984,70	23367,60	1014,20	10	11,94	9,14	Bloques Débilmente Capilares
	P2	21988,80	22324,60	1028,30	10	10,33		
	P3	22349,10	22515,90	1026,00	10	5,14		

Fuente: Grupo de tesis

3.3.4. Aplicación del ensayo de absorción de agua por capilaridad a adobes estabilizados.

Al igual que en el ensayo de los adobes no estabilizados se escogieron 3 probetas para cada dosificación (2,5%, 5%, 7,5%, 10%).

Se determinará el coeficiente "Cb" para cada tipo de adobe (adobes tradicionales y BTC estabilizados) as identificando si los bloque son debilmente capilares y pocos capilares según norma NTC 5324 (ICONTEC 2004).

El resultado y la clasificación para dichos bloques se muestran en las *tablas 46 y 47*.

Tabla 46

Determinación del coeficiente de absorción y clasificación "Cb" a adobes estabilizados a 28 días

Dosis	Probeta	Peso Seco	Peso Húmedo	Área de Cara Sumergida	Tiempo	Coeficiente de Absorción "Cb"	Promedio "Cb"	Clasificación "Cb"
(%)	(#)	(g)	(g)	(cm ²)	(min)	(g/cm ² min)	(g/cm·min)	(-)
2,5%	P1	13489,3	13615,4	791,84	10	5,04	5,05	Bloques Debilmenete Capilares
	P2	13000,4	13121,1	766,00	10	4,98		
	P3	13231,2	13353,1	750,75	10	5,13		
5,0%	P1	12897,9	12997,1	770,13	10	4,07	4,08	Bloques Debilmenete Capilares
	P2	12860,0	12972,7	774,00	10	4,60		
	P3	12632,6	12719,6	770,13	10	3,57		
7,5%	P1	12404,0	12445,7	740,88	10	1,78	2,28	Bloques Debilmenete Capilares
	P2	12853,3	12915,8	760,18	10	2,60		
	P3	12731,6	12791,8	770,13	10	2,47		
10%	P1	11129,6	11167,6	762,00	10	1,58	2,09	Bloques Debilmenete Capilares
	P2	12300,3	12355,3	750,57	10	2,32		
	P3	13058,50	13116,4	772,00	10	2,37		

Fuente: Grupo de tesis



3.3.5. Resultados

El resultado del coeficiente de absorción "Cb" para los adobes tradicionales a 28 días de secado se obtuvo los siguientes valores: al 2,5% un valor de 5,05 g/cm².min, al 5% un valor de 4,08 g/cm².min, al 7,5% un valor de 2,28 g/cm².min, y al 10% un valor de 2,09 g/cm².min. Y para los BTC estabilizados a 28 días de secado son los siguientes: al 2,5% un valor de 4,68 g/cm².min, al 5% un valor de 3,90 g/cm².min, al 7,5% un valor

de 2,03 g/cm².min, y al 10% un valor de 0,71 g/cm².min.

Tanto adobes tradicionales y BTC estabilizados según el coeficiente "Cb" corresponden a bloques debilmente capilares.

Tabla 47

Determinación del coeficiente de absorción y clasificación "Cb" a BTC estabilizados a 28 días

Dosis	Probeta	Peso Seco	Peso Húmedo	Área de Cara Sumergida	Tiempo	Coeficiente de Absorción "Cb"	Promedio "Cb"	Clasificación "Cb"
(%)	(#)	(g)	(g)	(cm ²)	(min)	(g/cm ² .min)	(g/cm ² .min)	(-)
2,5%	P1	7658,2	7728,2	444,00	10	4,99	4,68	Bloques Debilmenete Capilares
	P2	6524,9	6582,7	447,00	10	4,09		
	P3	7658,2	7728,2	445,51	10	4,97		
5,0%	P1	7059,8	7108,2	441,04	10	3,47	3,90	Bloques Debilmenete Capilares
	P2	7470,8	7522,2	438,06	10	3,71		
	P3	7572,1	7636,1	448,50	10	4,51		
7,5%	P1	7838,7	7859,7	442,52	10	1,50	2,03	Bloques Debilmenete Capilares
	P2	6682,9	6715,7	435,12	10	2,38		
	P3	7037,2	7068,2	444,00	10	2,21		
10%	P1	7819,0	7822,5	450,00	10	0,25	0,71	Bloques Debilmenete Capilares
	P2	7563,5	7575,3	444,00	10	0,84		
	P3	7906,90	7921,4	436,59	10	1,05		

Fuente: Grupo de tesis

3.3.6. Determinación del porcentaje de absorción a adobes estabilizados y no estabilizados.

Para determinar los valores del porcentaje de absorción, se ha realizado el cálculo de la variación del peso inicial con respecto al peso final obtenido, es decir el incremento del peso final con relación al peso antes de ser sumergido en agua durante 10 minutos, esto se realizará para adobes secados a 28 y 45 días en los dos tipos de adobes (tradicional y prensados), estos valores se reflejan en las *tabla 48* y *49*.

Los resultados mostrados son el promedio obtenido a partir del peso húmedo (**Ph**) en relación con el peso seco (**Ps**) obteniendo así el porcentaje de absorción, cada uno de los valores pueden ser revisados en el *anexo 3.1* al final de este documento.

El porcentaje se determinó de acuerdo a la siguiente expresión:

$$\%Ab = ((Ph-Ps)/Ps) \times 100$$

donde,

%Ab= porcentaje de agua absorbida por el bloque durante el ensayo.

Ph= el peso húmedo.

Ps= el peso seco.

Tabla 48

Porcentaje de absorción de adobes NO estabilizados

Tipo de adobe	Días de secado	Promedio Absorción
(-)	(-)	(%)
TRADICIONALES	28	3,00
PRENSADOS	28	1,67
TRADICIONALES	45	1,31

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 49

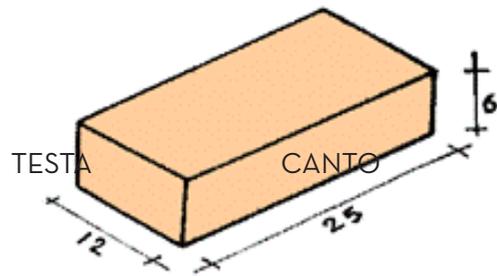
Porcentaje de absorción de adobes estabilizados a 28 días

Tipo de adobe	Dosis	Promedio Absorción
(-)	(%)	(%)
TRADICIONALES	2,5%	0,93
	5,0%	0,78
	7,5%	0,43
	10%	0,41
PRENSADOS	2,5%	0,90
	5,0%	0,74
	7,5%	0,40
	10%	0,13

Fuente: Grupo de tesis

3.4. DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE AGUA EN ADOBES NO ESTABILIZADOS.

Este análisis muestra la huella de agua durante 10 minutos de sumersión en agua de cada uno de los bloques de adobe ensayados, con la cual determinaremos la distancia de la huella generada en cada una, medida en las caras (canto y testa) del adobe.



Los valores obtenidos fueron tomados en ambas caras: canto y testa, para sintetizar el documento se muestra solo una de las caras (canto) ya que la huella de agua generada en ambas caras son similares, en el ejemplo siguiente se puede observar la huella de agua en 3 especímenes de adobes tradicionales sin estabilizar y en adobes prensados sin estabilizar cada una de estas en diferentes días de secado (28 y 45 días). Ver tabla 50, 51. El análisis de los diferentes especímenes con este tipo de ensayo se puede revisar con mayor detalle en el **anexo 3.1 al 3.11**.

Tabla 50

Huella de agua de adobes NO estabilizados a 28 días

Tipo	Probeta	Penetración de agua	
		Canto	Testa
(-)	(#)	(cm)	
T	P1	6,7	7,2
R	P2	7,2	6,90
A	P3	8,1	7,60
B	P1	1,1	1,1
T	P2	1,8	2,60
C	P3	1,4	1,70

Fuente: Grupo de tesis

Tabla 51

Huella de agua de adobes NO estabilizados a 45 días

Tipo	Probeta	Penetración de agua	
		Canto	Testa
(-)	(#)	(cm)	
T	P1	5,20	7,5
R	P2	6,40	4,50
A	P3	6,00	4,40

Fuente: Grupo de tesis



Imagen 083. Probeta P1 a 28 días, Adobes no estabilizados.



Imagen 084. Probeta P2 a 28 días, Adobes no estabilizados.



Imagen 085. Probeta P3 a 28 días, Adobes no estabilizados.

3.4.1. Resultados

En los primeros especímenes que son adobes tradicionales a 28 días de secado (*Imagen 085, 086, 087*) se puede observar la huella de agua generada marca hasta una altura de 8.1 cm.

De los adobes prensados No estabilizados sumergidos (3 probetas) durante 10 minutos se observa la huella de agua obtenida en cada una de ella (*Imagen 088, 089, 090*), la huella de agua generada varía entre 2,6 a 1,1 cm.

Para otro análisis también se ha sumergido adobes tradicionales secados a 45 días (*Imagen 091, 092, 093*) que marcan huella de agua que varían entre 7,5 a 4,4 cm.



Imagen 086. Probeta P1 a 28 días, BTC no estabilizados.



Imagen 089. Probeta P1 a 45 días, Adobes no estabilizados.



Imagen 087. Probeta P2 a 28 días, BTC no estabilizados.



Imagen 090. Probeta P2 a 45 días, Adobes no estabilizados.



Imagen 088. Probeta P3 a 28 días, BTC no estabilizados.



Imagen 091. Probeta P3 a 45 días, Adobes no estabilizados.

3.5. DETERMINACIÓN DE LA HUELLA DE AGUA EN ADOBES ESTABILIZADOS.

Una vez realizado el análisis de la huella en los adobes tradicionales y prensados NO estabilizados, se procedió a realizar el análisis de los estabilizados con emulsión asfáltica en sus diferentes dosis (2,5%, 5%, 7,5%, 10%), esta sería una segunda fase en el análisis de las huella generados con la sumersión de los adobes en agua. Estos resultados se muestran en la *Tabla 52*.

Vista derecha



Vista frontal



Cabe recalcar que el número de probetas ensayadas para este análisis son 3 para cada dosificación (2,5%, 5%, 7,5%, 10%), en total 24 probetas ensayadas, de las cuales como en el caso anterior se muestran en el ejemplo solo una de las caras (canto), todos los análisis para los diferentes tipos de adobes y dosificación se la puede revisar en el **anexo 3.1 Ensayo de Absorción de los bloques de adobe diseñados con emulsión asfáltica.**

Tabla 52

Huella de agua en adobes estabilizados a 28 días

	Dosis (%)	Probeta (#)	Penetración de agua (cm)	
			Canto	Testa
T R A D I C I O N A L E S	2,5%	P1	2,7	3,2
		P2	2,1	1,8
		P3	2,4	2,6
	5,0%	P1	1,7	2,0
		P2	1,5	1,8
		P3	2,1	2,4
	7,5%	P1	0,9	1,1
		P2	1,4	1,9
		P3	1,1	1,3
10%	P1	0,9	1,0	
	P2	1,1	1,1	
	P3	1,5	0,7	
P R E N S A D O S	2,5%	P1	1,2	1,3
		P2	1,3	1,4
		P3	1,3	1,5
	5,0%	P1	0,9	1,1
		P2	1,1	0,6
		P3	0,9	1,1
	7,5%	P1	0,7	0,7
		P2	0,7	0,7
		P3	0,7	0,7
10%	P1	0,7	0,7	
	P2	0,7	0,6	
	P3	0,6	0,7	

Fuente: Grupo de tesis



Imagen 092. Probeta P1 con dosificación al 10%.



Imagen 093. Probeta P2 con dosificación al 10%.



Imagen 094. Probeta P3 con dosificación al 10%.

3.6. CONCLUSIÓN



Imagen 095. Probeta P1 de BTC con dosificación al 10%.



Imagen 096. Probeta P2 de BTC con dosificación al 10%.



Imagen 097. Probeta P3 de BTC con dosificación al 10%.

En este caso la distancia de la huella de agua es mucho menor que los ensayos anteriormente es decir esta no sobrepasa a los 0,7 cm tanto para adobes **tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica** como para los **prensados estabilizados con emulsión asfáltica**. Los resultados son obtenidos de los bloques de adobes con el mayor porcentaje de estabilizante (10%), es decir el valor más favorable. Para posteriormente realizar una comparación con los adobe sin estabilizar, en este caso con el valor menos favorable.

3.5.1. Resultados

El promedio de las distancias de la huella de agua para **adobes tradicionales y prensados con emulsión asfáltica** son de 1.1cm (Imagen 094, 095, 096) y 0.7cm (Imagen 097, 098, 099) respectivamente.

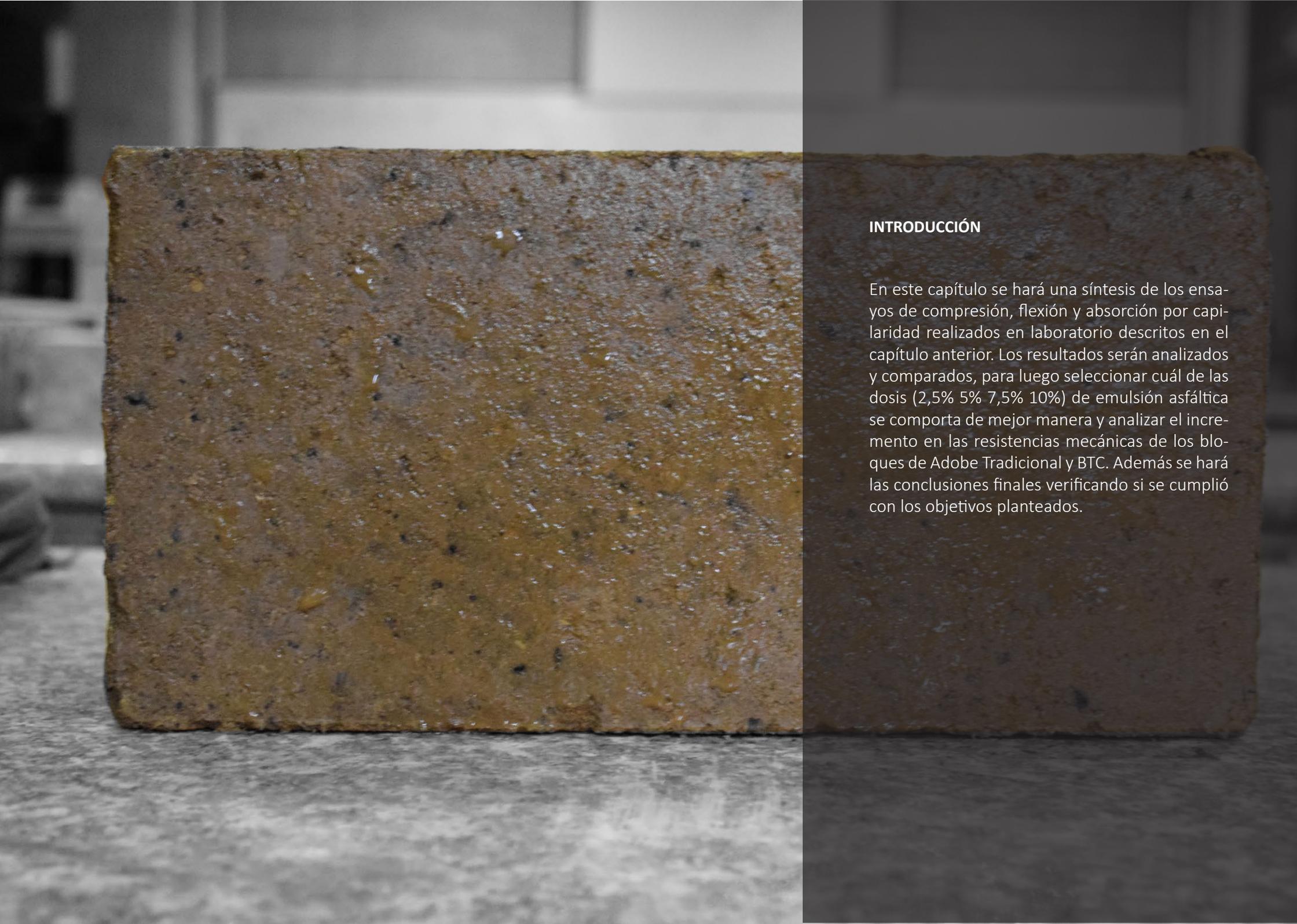
- Es importante crear normativas nacionales referidas a construcción con tierra, ya que estas normas impulsan al uso de la tierra como material de construcción.

- En el caso de la resistencia a compresión tanto para los adobes tradicionales y prensados dieron resultados que están por encima de lo recomendado por la norma peruana E-080 utilizada. La resistencia a flexión de los adobes también mejoró con la adición de la emulsión asfáltica.

- Las mejoras en la características mecánicas de los bloques de adobe son importantes ya que estas son las que garantizan la estabilidad de las edificaciones.

CAPITULO 4

4. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS Y CONCLUSIONES FINALES.



INTRODUCCIÓN

En este capítulo se hará una síntesis de los ensayos de compresión, flexión y absorción por capilaridad realizados en laboratorio descritos en el capítulo anterior. Los resultados serán analizados y comparados, para luego seleccionar cuál de las dosis (2,5% 5% 7,5% 10%) de emulsión asfáltica se comporta de mejor manera y analizar el incremento en las resistencias mecánicas de los bloques de Adobe Tradicional y BTC. Además se hará las conclusiones finales verificando si se cumplió con los objetivos planteados.

4.1. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES TRADICIONALES ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.

En este capítulo se hará la comparación del comportamiento mecánico a compresión de los adobes tradicionales con los adobes tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica *la tabla 53* y el *grafico 13* muestran en resumen.

Los adobes tradicionales dieron resultados positivos en cuanto a la resistencia a la compresión, los días de secado influyeron en este comportamiento mecánico, en la *tabla 53*, se observa que la resistencia promedio de 28 a 45 días existe un aumento del 100%, con valores de 1,25 a 2,66 Mpa respectivamente siendo este último el más alto.

Entre los adobes de 28 días se observa que solo el adobe de 2,5% de emulsión adquiere menor resistencia respecto al tradicional con una diferencia de 2,71%, y el mismo adobe tradicional respecto a los demás adobes estabilizados (5%, 7,5%, y 10%) estos lo sobrepasaron hasta una diferencia máxima del 62,28 %. En cuanto a los adobes estabilizados el caso de la dosificación del 10% es el que más resiste con un valor promedio de 2,03Mpa.

Finalmente los adobes (tradicionales y estabilizados) muestran valores de resistencia a compresión que sobrepasan a lo dispuesto en la norma.

Tabla 53
Resumen resistencia a compresion Adobes tradicionales

Probeta	Res. Compresión (Mpa)		Res. Compresión 28 días(Mpa)					
	Adobes tradicionales	Adobes tradicionales estabilizados con emulsión	28 días	45 días	2,50%	5%	7,50%	10%
1	1,22	2,65	1,19	1,41	1,39	1,91		
2	1,37	2,44	1,16	1,36	1,48	2,05		
3	1,27	2,76	1,16	1,25	1,56	2,13		
4	1,12	2,92	1,24	1,24	1,47	1,81		
5	1,26	2,55	1,32	1,28	1,59	2,25		
Promedio	1,25	2,66	1,22	1,31	1,50	2,03		
% Variación de Resistencia respecto al adobe tradicional de 28 Días			2,70%	4,77%	19,87%	62,28%		

Fuente: Grupo de tesis

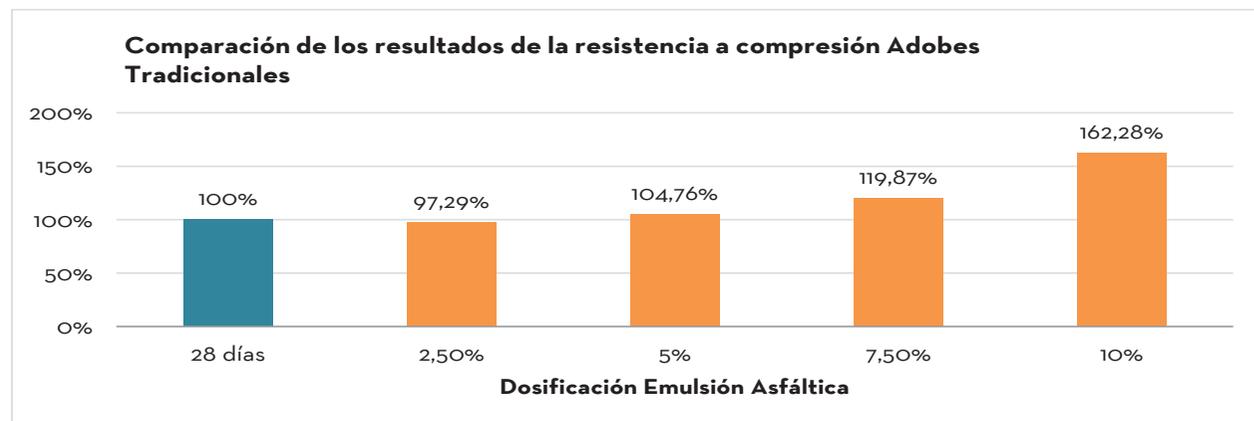


Gráfico 13. Gráfico comparación resistencia a compresión

Fuente: Grupo de tesis

4.2. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE ADOBES TRADICIONALES ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.

Tabla 54
Resumen resistencia a flexión adobes tradicionales

Probeta	Res. Flexión (Mpa)		Res. Flexión 28 días(Mpa)			
	Adobes tradicionales		Adobes tradicionales estabilizados con emulsión			
	28 días	45 días	2,50%	5%	7,50%	10%
1	0,17	0,21	0,18	0,20	0,22	0,30
2	0,16	0,23	0,22	0,23	0,26	0,27
3	0,17	0,10	0,19	0,21	0,25	0,27
4	0,21	0,29	0,23	0,22	0,26	0,29
5	0,17	0,15	0,19	0,24	0,24	0,27
Promedio	0,18	0,20	0,20	0,22	0,25	0,28
% Variación de Resistencia respecto Adobes tradicionales 28 Días			12,22%	22,22%	36,98%	54,45%

Fuente: Grupo de tesis

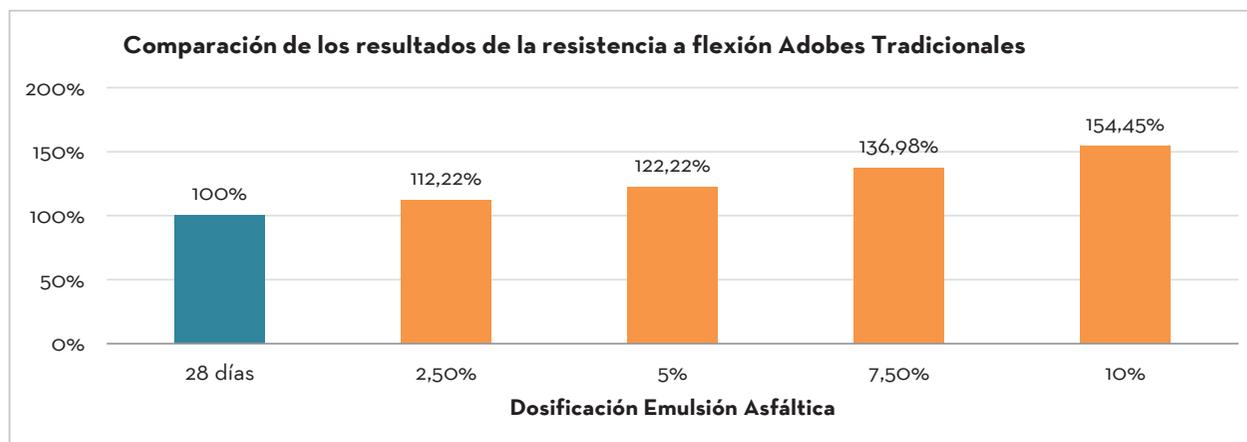


Gráfico 14. Gráfico comparación resistencia a flexión

Fuente: Grupo de tesis

La *tabla 54* y *grafico 14* muestran los resultados obtenidos a flexión de los adobes tradicionales y tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica, como ya se mencionó anteriormente este comportamiento es despreciable en los bloques de tierra, pero el objetivo de la investigación es determinar cómo actúa con la adición de este estabilizante.

Los adobes tradicionales en cuanto a la resistencia a la flexión los días de secado no influyeron en gran medida como sucedió con la compresión, en la *tabla 54* se observa que la resistencia promedio de 28 a 45 días existe un aumento del 11,11%, con valores de 0,18 y 0,20Mpa respectivamente siendo este último el más alto.

Entre los adobes de 28 días se observa que el adobe tradicional presenta el valor más bajo siendo de 0,18 Mpa y con respecto a los demás adobes estabilizados (2,5%, 5%, 7,5%, y 10%) estos lo sobrepasaron hasta un aumento máximo del 54,45%. En cuanto solo a los adobes estabilizados el caso de la dosificación del 10% es la que más resiste con un valor de 0,28Mpa.

4.3. COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN LOS ADOBES TRADICIONALES ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.

Según lo planteado en este tema de investigación se procede a realizar la comparación de los resultados entre los adobes **NO** estabilizados y adobes estabilizados con emulsión asfáltica en sus diferentes dosificaciones (2,5%, 5%, 7,5%, 10%).

Según los resultados obtenidos se puede observar que el porcentaje de absorción en los adobes NO estabilizados a 28 días de secado es de un 3,0% (Tabla 55), en cambio este valor decrece para los adobes estabilizados a los mismos 28 días de secado absorbiendo de 1.31% a 0,41 % de agua en relación a su peso, es decir un adobe tradicional estabilizado con emulsión asfáltica absorbe menos cantidad de agua durante los 10 minutos de sumersión.

Con la adición de la emulsión asfáltica en su mayor proporción (10%) el aumento del peso húmedo en los adobes tradicional es casi nulo, es decir su peso seco inicial varía en un 0.41% después de haber sido sumergido en agua durante 10 minutos (Gráfico 15).

Tabla 55

Resumen del resultado del ensayo de absorción de los adobes tradicionales estabilizados y no estabilizados

Probeta	Adobes Tradicionales NO Estabilizados		Adobes Tradicionales Estabilizados a 28 Días				
	(#)	28 días	45 días	2,5%	5,0%	7,5%	10,0%
P1	3,13	1,67	0,93	0,77	0,34	0,34	
P2	2,79	1,53	0,93	0,88	0,49	0,45	
P3	3,09	0,75	0,92	0,69	0,47	0,44	
Promedio		3,00 %	1,31 %	0,93 %	0,78 %	0,43 %	0,41 %
Variación del % de Absorción con respecto de los Adobes Tradicionales elaborados a los 28 días (3.00%)				-69,11 %	-74,10 %	-85,63 %	-86,33 %

Fuente: Grupo de tesis

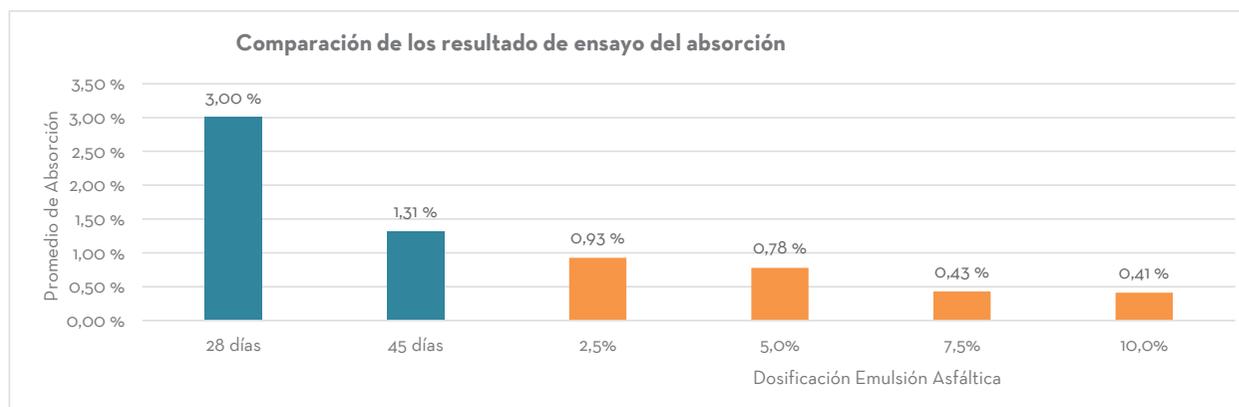


Gráfico 15. Comparación del resultado de ensayo de absorción de los adobes tradicionales **estabilizados y no estabilizados**

Fuente: Grupo de tesis

4.4. COMPARACIÓN DE LA HUELLA DE AGUA EN LOS ADOBES TRADICIONALES ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.

Tabla 56
Resumen de los resultado de la huella de agua de adobes tradicionales estabilizados y no estabilizados

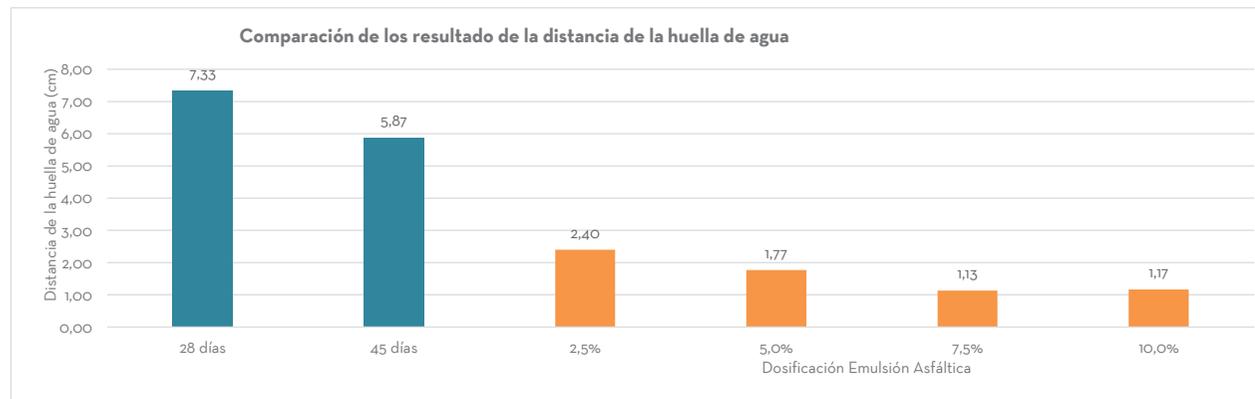
Probeta	Adobes Tradicionales NO Estabilizados				Adobes Tradicionales Estabilizados a 28 días							
	(#)	28 días		45 días		2,5%		5,0%		7,5%		10,0%
	Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)
P1	6,70	7,20	5,20	7,50	2,70	3,20	1,70	2,00	0,90	1,10	0,90	1,00
P2	7,20	6,90	6,40	4,50	2,10	1,80	1,50	1,80	1,40	1,90	1,10	1,10
P3	8,10	7,60	6,00	4,40	2,40	2,60	2,10	2,40	1,10	1,30	1,50	0,70
Promedio (cm)	7,33	7,23	5,87	5,47	2,40	2,53	1,77	2,07	1,13	1,43	1,17	0,93

Fuente: Grupo de tesis

En los adobes tradicionales **NO** estabilizados se observa que la huella de agua alcanza hasta los 7,33 cm (canto del adobe NO estabilizado a 28 días) (Tabla 56) medido a partir de la base, esto en comparación de los adobes estabilizados con emulsión asfáltica que apenas muestran valores entre 2,4 cm (canto del adobes dosificado al **2,5%**) a 0,93 cm (canto del adobes dosificado al **10,0%**).

El mayor valor del avance de la huella en los adobes tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica (10%) son de 1.17cm en su cara mayor (canto) y 0.93cm en su cara menor (tabla), es decir un adobe tradicional estabilizado con emulsión asfáltica absorbe menos cantidad de agua durante los 10 minutos de sumersión.

Con la adición de la emulsión asfáltica en su mayor proporción (10%) se consigue una disminución en el avance de la huella (Gráfico 16).


Gráfico 16. Comparación de los resultado de la huella de agua de adobes tradicionales estabilizados y no estabilizados

Fuente: Grupo de tesis

4.5. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ADOBES PRENSADOS (BTC) ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.

Estos bloques se ensayaron a compresión únicamente a los 28 días ya que al ser compactados mecánicamente estos bloques adquieren mayor cohesión de sus partículas logrando así una mayor resistencia con este proceso, en la *tabla 57* se muestra el resumen de estos resultados.

El BTC sin estabilizar únicamente está conformado con la tierra previamente preparada y agua, este alcanza una resistencia promedio a la compresión de 1,42Mpa, y con respecto a los BTC estabilizados (2,5%, 5%, 7,5%, y 10%) estos los sobrepasaron hasta un aumento máximo del 14,65%(1,63Mpa).

En cuanto solo a los BTC estabilizados el caso de la dosificación del 10% es la que más resiste con un valor de 1,63Mpa. Al igual que los adobes tradicionales los BTC también muestran valores de resistencia a compresión que sobrepasan a lo dispuesto en la norma peruana E-080 (*Gráfico 17*).

Tabla 57
Resumen resistencia a compresión BTC

Probeta	Res. Compresión (Mpa)	Res. Compresión 28 días(Mpa) BTC estabilizados con emulsión			
	28 días	2,50%	5%	7,50%	10%
1	1,58	1,30	1,61	1,50	1,63
2	1,51	1,34	1,43	1,56	1,43
3	1,26	1,64	1,74	1,54	1,63
4	1,17	1,46	1,54	1,55	1,62
5	1,60	1,46	1,32	1,61	1,84
Promedio	1,42	1,44	1,53	1,55	1,63
% Variación de Resistencia respecto al BTC de 28 Días		1,30%	7,44%	9,15%	14,65%

Fuente: Grupo de tesis

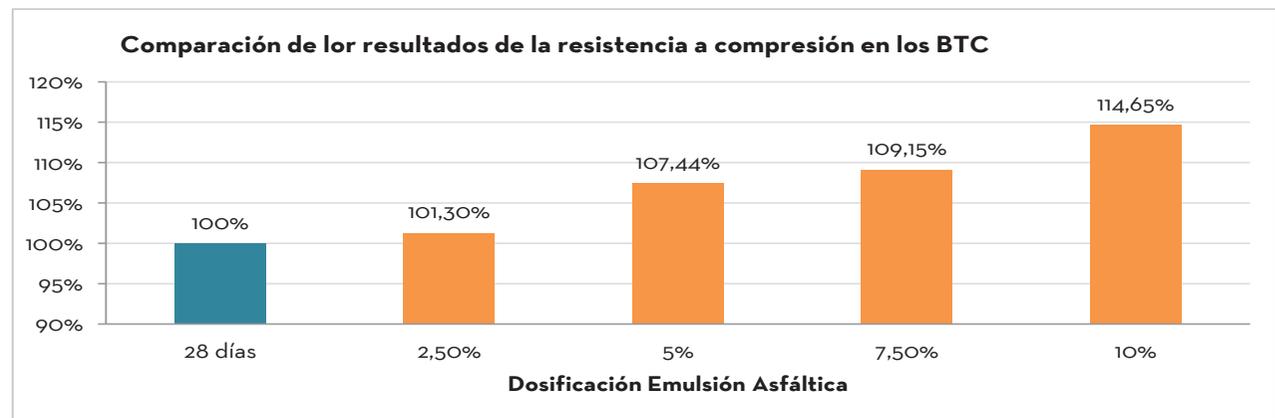


Gráfico 17. Gráfico comparación resistencia a compresión

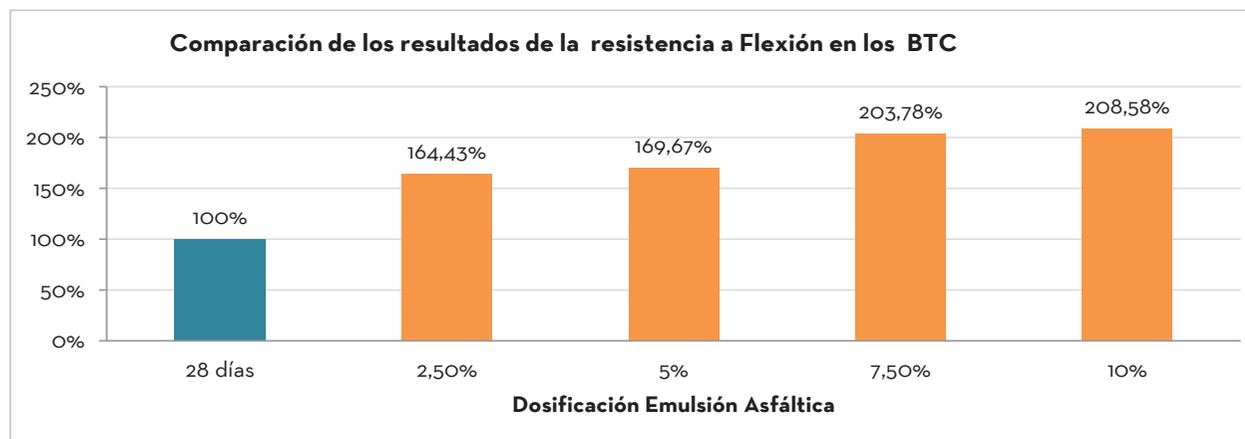
Fuente: Grupo de tesis

4.6. COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LOS ADOBES PRENSADOS (BTC) ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.

Tabla 58
Resumen resistencia a flexión BTC

Probeta	Res. Flexión (Mpa)	Res. Flexión 28 días(Mpa) BTC estabilizados con emulsión			
	28 días	2,50%	5%	7,50%	10%
1	0,13	0,21	0,20	0,26	0,29
2	0,11	0,20	0,23	0,26	0,25
3	0,09	0,19	0,18	0,23	0,25
4	0,15	0,23	0,23	0,29	0,26
5	0,15	0,19	0,21	0,23	0,24
Promedio	0,12	0,20	0,21	0,25	0,26
% Variación de Resistencia respecto al BTC de 28 Días		64,43%	69,67%	103,78%	108,58%

Fuente: Grupo de tesis


Gráfico 18. Gráfico comparación resistencia a flexión

Fuente: Grupo de tesis

A diferencia de la compresión en este comportamiento mecánico a flexión la emulsión tiene grandes efectos que se ven reflejados en los resultados de la *tabla 58* y *grafico 18*, igualmente se ensayaron solo a 28 días de secado.

El BTC no estabilizado alcanza una resistencia a flexión de 0,12 Mpa, y con respecto a los BTC estabilizados (2,5%, 5%, 7,5%, y 10%) estos lo sobrepasaron hasta un aumento máximo del 108,58% (0,26Mpa). En cuanto solo a los BTC estabilizados el caso de la dosificación del 2,5% y 5% existe una diferencia del 5,24% adquieren resistencias semejantes, y sobre los BTC de 7,5% y 10% también hay una resistencia semejante solo hay una diferencia de 4,80%, de las cuatro dosificaciones la que mayor resiste es la del 10% con un valor de 0,26Mpa.

4.7. COMPARACIÓN DEL PORCENTAJE DE ABSORCIÓN EN LOS ADOBES PRENSADOS (BTC) ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.

Con respecto a los resultados obtenidos del ensayo del porcentaje de absorción para los adobes prensados estabilizados y no estabilizados (Tabla 59) se puede decir que los resultados son mucho menor a los demás bloques analizados, es decir con la fabricación y adición de la emulsión asfáltica en prensa se redujo hasta un 92,32% la absorción del agua.

Para adobes prensados **NO** estabilizados nos da un valor de 1,67% (absorción de agua) en cambio este valor va disminuyendo con respecto a la adición de la emulsión asfáltica es decir para la dosificación del **2,5%** alcanza un valor de 0,90%(absorción de agua), para el **5,0%** un valor de 0,74%(absorción de agua), para el **7,5%** un valor de 0,40%(absorción del agua) y finalmente para la dosificación al **10%** un valor de 0,13%, con ello mejorando y garantizando la durabilidad de este tipo de bloques (Gráfico 19).

Tabla 59

Resumen del resultado del ensayo de absorción de los adobes prensados estabilizados y no estabilizados

Probeta	Adobes Prensados NO Estabilizados		Adobes Prensados Estabilizados a 28 Días				
	(#)	28 días	45 días	2,5%	5,0%	7,5%	10,0%
P1		1,36	-	0,91	0,69	0,27	0,04
P2		2,11	-	0,89	0,69	0,49	0,16
P3		1,53	-	0,91	0,85	0,44	0,18
Promedio		1,67 %		0,90 %	0,74 %	0,40 %	0,13 %
Variación del % de Absorción con respecto de los Adobes prensados elaborados a los 28 días (1.67%)				-45,73 %	-55,63 %	-76,02 %	-92,32 %

Fuente: Grupo de tesis

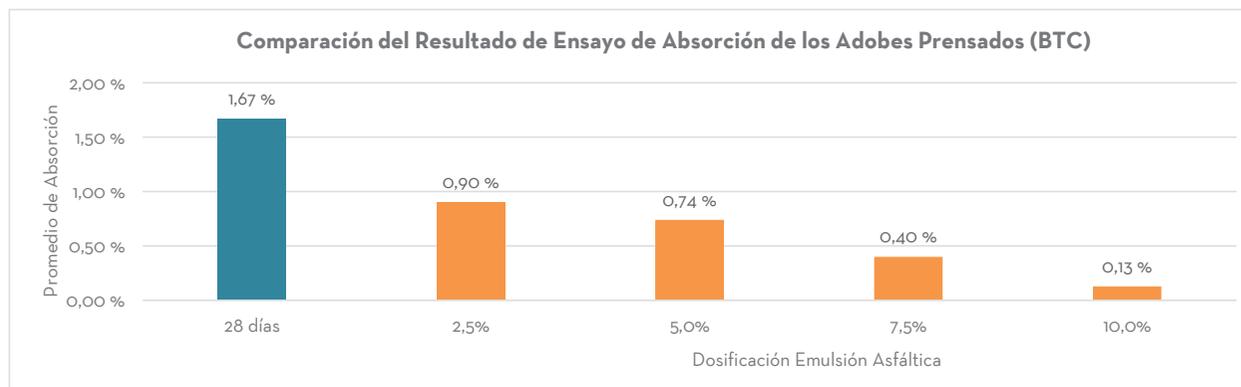


Gráfico 19. Comparación del resultado del ensayo de absorción de los adobes prensados estabilizados y no estabilizados

Fuente: Grupo de tesis

4.8. COMPARACIÓN DE LA HUELLA DE AGUA EN LOS ADOBES PRENSADOS (BTC) ESTABILIZADOS Y NO ESTABILIZADOS.

Tabla 60
Resumen de los resultado de la huella de agua de adobes prensado (BTC)

Probeta	Adobes Prensados NO Estabilizados				Adobes Prensados Estabilizados a 28 días								
	#	28 días		45 días		2,5%		5,0%		7,5%		10,0%	
		Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)	Canto (cm)	Testa (cm)
P1	1,10	1,10	-	-	1,20	1,30	0,90	1,10	0,70	0,70	0,70	0,70	
P2	1,80	2,60	-	-	1,30	1,40	1,10	0,60	0,70	0,70	0,70	0,60	
P3	1,40	1,70	-	-	1,30	1,50	0,90	1,10	0,70	0,70	0,60	0,70	
Promedio (cm)	1,43	1,80	-	-	1,27	1,40	0,97	0,93	0,70	0,70	0,67	0,67	

Fuente: Grupo de tesis

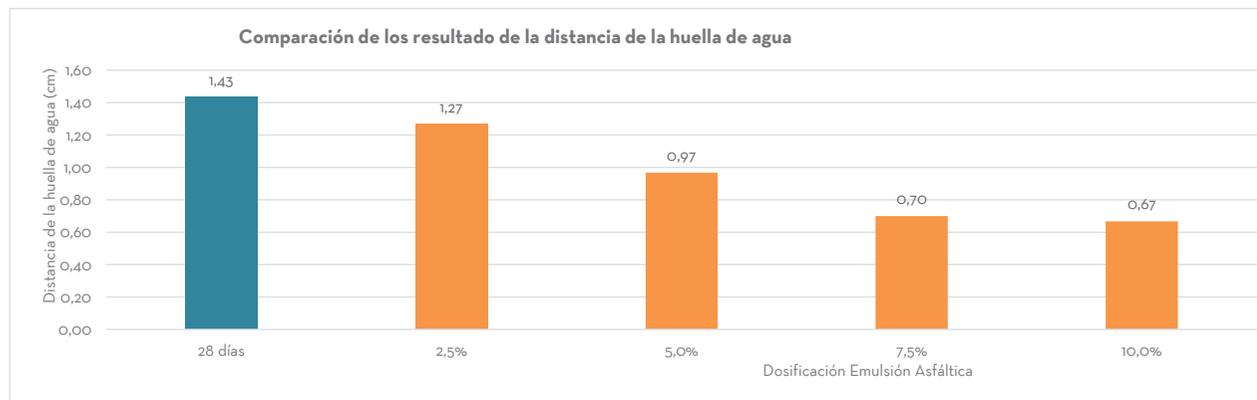
La distancia de la huella en los adobes no estabilizados en comparación con los adobes estabilizados al mayor porcentaje de emulsión asfáltica (10%) varía casi en un 50%, es decir se consiguió un mejoramiento en la reducción del avance de la huella de agua, consiguiendo un promedio de 1.27 cm (adobes no estabilizados) al 0.70cm (adobes estabilizados con emulsión asfáltica) de distancia (*Tabla 60*).

Con ello consiguiendo un bloque de adobe casi totalmente impermeable.

Los adobes estabilizados al 10% de emulsión asfáltica absorben agua hasta una altura máxima de 0.7cm durante 10min de sumersión.

Los resultados de los demás tipos de adobes prensados (BTC) estabilizados y no estabilizados se pueden revisar con mayor detalle en los anexos 4.1 a 4.5.

Por lo tanto se puede afirmar que los adobes estabilizados al 10% de emulsión asfáltica superan en gran parte a los adobes tradicionales no estabilizados, consiguiendo así el objetivo deseado (*Gráfico 20*).


Gráfico 20. Comparación del resultado de ensayo de absorción de los adobes prensados con Emulsión Asfáltica

Fuente: Grupo de tesis

4.9. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL ADOBE TRADICIONAL NO ESTABILIZADO Y ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.

4.9.1. Forma/Dimensiones

Los adobes tradicionales son fueron hechos con moldes de dimensiones 45x25x15 cm y por el efecto de retracción la pieza final tiene dimensiones promedio de 43x22x12 cm, en cambio los adobes estabilizados se fabricaron con moldes de 41x21x11cm (recomendados por la norma peruana E-080), teniendo piezas finales de 38,5x19,5x10,3 siendo mas pequeños que los tradicionales, en ambos casos se obtienen adobes de forma prismática rectangular.

4.9.2. Peso

Los adobes tradicionales al estar fabricados empíricamente no se controló la granulometría de la tierra para usar en el adobe, por lo que este contiene cierto porcentaje de agregado grueso lo que influye en su peso final, teniendo un adobe con un peso promedio de 21,2 kg (46,64 lb), en cambio los adobes estabilizados fueron fabricados en base a normas y recomendaciones por lo que se trabajó con una mezcla homogénea de tierra lo que influyo en el peso teniendo un valor promedio de 13,2 kg(29,05 lb) siendo más ligero que el anterior esto también se debe a que posee otras dimensiones respecto al adobe tradicional.

4.9.3. Color

Para la fabricación de los adobes tradicionales, la tierra es extraída del lugar propio y se observó que el terreno es arcilloso por lo que tiene un color pardo claro, lo que significa que la tierra no tiene gran cantidad de materia orgánica, y en la fabricación de los adobes estabilizados tuvieron una coloración marrón oscura y se tornaba más oscura conforme se aumentaba la dosificación de la emulsión asfáltica.

4.9.4. Textura

En los adobes tradicionales como ya se comentó al no ser controlada la granulometría tiene una superficie rugosa, en algunos casos tiene unos huecos en sus caras esto sucede porque al secarse y con la manipulación se desprenden las piedras contenidas en las superficies dejando así un vacío donde se encontraban las piedras, en cambio los adobes estabilizados presentaron una superficie menos rugosa y más lisa, sin huecos ya que la emulsión provoco una mayor cohesión de las partículas, lo que dio un resultado satisfactorio respecto al adobe tradicional



Imagen 098. Dimensión adobes tradicionales.



Imagen 099. Coloración de adobes tradicionales.



Imagen 100. Peso de adobes tradicionales.

4.10. ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL BTC SIN ESTABILIZAR Y EL BTC ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA.



Imagen 101. Dimensión de BTC estabilizados.



Imagen 102. Coloración de BTC estabilizados.



Imagen 103. Textura de BTC estabilizados.

4.10.1. Forma/Dimensiones

Respecto a los BTC SIN ESTABILIZAR de dimensiones de 30x15x12 cm, los BTC ESTABILIZADOS se fabricaron de dimensiones 30x15x10cm, en ambos casos se utilizó la misma máquina prensa-dora mecánica. Igualmente se obtiene una pieza de forma prismática rectangular de dimensiones perfectas en todas las unidades fabricadas.

4.10.2. Peso

Los BTC sin estabilizar si se tomó en cuenta la granulometría, haciendo un zarandeado de la tierra por una malla cuadrada de 2mm de abertura, para usar el material pasante en los adobes. Obteniendo un peso promedio de 9,2 kg (20,25lb), igualmente los bloques estabilizados con emulsión al 2,5%, 5%, 7,5% y 10% se consideró la granulometría teniendo bloques con un peso promedio de 7,9 kg (17,38 lb).

4.10.3. Color

En la fabricación de los BTC normales se usa la tierra propia del lugar, es una tierra que contiene arcillas sin materia orgánica lo que le otorga un color pardo oscuro a las unidades de bloques de tierra comprimida, igualmente en los bloques

estabilizados con emulsión se mantiene la misma coloración con la diferencia que aparecieron manchas negras sobre las caras del BTC DEBIDO A LA EMULSIÓN ASFÁLTICA, aparecían mas manchas mientras se incrementaba la dosis del estabilizante.

4.10.4. Textura

Tanto para los BTC estabilizados y BTC no estabilizados al ser compactados mecánicamente en un molde metálico previamente engrasado, los bloques adquieren una superficie lisa sin presencia de agregados finos o materia orgánica, ambos tipos de adobes tienen el mismo acabado.

CONCLUSIONES FINALES

Se pudo constatar que en la ciudad de Cuenca-Ecuador todavía existe la fabricación de adobes tradicionales y como tal el sistema constructivo, también se evidenció que la técnica de construcción con bloques de tierra comprimida (BTC) ya no se practica debido a la falta de conocimiento de este sistema y a la falta de la maquinaria para la fabricación de estos bloques.

El diseño de adobes tradicionales y BTC con emulsión asfáltica, se ha desarrollado positivamente ya que la incorporación de esta sustancia a la mezcla de la tierra en la fabricación influyó de manera directa en las propiedades mecánicas finales de los bloques y además los volvieron resistentes a los agentes climáticos.

En los adobes tradicionales se obtuvo un bloque con una resistencia a compresión de 1,25Mpa a 28 días, y con respecto a los adobes tradicionales estabilizados al 2,5% 5% 7,5% y 10% se obtuvieron valores de 1,22 1,31 1,50 y 2,03 Mpa respec-

tivamente, siendo el último valor el que resiste más representando un incremento del 62,28% respecto del adobe tradicional no estabilizado. A flexión el adobe tradicional obtuvo un valor de 0,18Mpa y con respecto a los adobes tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica al 2,5% 5% 7,5% y 10% se obtuvieron valores de 0,20 0,22 0,25 y 0,28Mpa respectivamente, siendo el último valor el que resiste más representando un incremento del 54,45% respecto del adobe tradicional no estabilizado y en cuanto a la absorción de agua el adobe tradicional obtuvo un valor de 3% y respecto al adobe estabilizado con la dosis máxima (10%) este obtuvo un valor de 0,41% de absorción que representa una reducción del 86,33%.

El BTC sin estabilizar obtuvo una resistencia a compresión de 1,42 Mpa a 28 días de secado, y con respecto a los BTC estabilizados al 2,5% 5% 7,5% y 10% se obtuvieron valores de 1,44 1,53 1,55 y 1,63Mpa respectivamente, siendo el úl-

timo valor el que resiste más representando un incremento del 14,65% respecto del BTC no estabilizado. A flexión el BTC no estabilizado obtuvo un valor de 0,18Mpa y con respecto a los adobes tradicionales estabilizados con emulsión asfáltica al 2,5% 5% 7,5% y 10% se obtuvieron valores de 0,20 0,21 0,25 y 0,26Mpa respectivamente, siendo el último valor el que resiste más representando un incremento del 54,45% respecto del BTC no estabilizado y en cuanto a la absorción de agua el BTC normal obtuvo un valor de 1,67% y respecto al BTC estabilizado con la dosis máxima (10%) este obtuvo un valor de 0,13 % de absorción que representa una reducción del 92,32%.

En ambos tipos de adobes se obtuvo formas más regulares sin deformaciones, más livianos que los normales y en cuanto al color se obtuvo unos adobes con coloraciones grises volviéndolos estéticos y con texturas más lisas.

RECOMENDACIONES

Para estabilizar con emulsión asfáltica adobes tradicionales es aconsejable trabajar hasta una dosis máxima del 5% ya que con esta dosis se mejora considerablemente las características mecánicas del bloque y si se excede esta dosis resulta más complicado la fabricación ya que la mezcla del barro se vuelve menos trabajable es muy difícil de mezclar, el desmolde de las unidades de adobe es complicado ya que presentarían deformaciones debido a que el barro se adhiere a las paredes del molde, también se debe trabajar con una correcta proporción de materiales ya que esto también influye en las características de los adobes.

Para estabilizar con emulsión asfáltica BTC se aconseja trabajar hasta una dosis de 7,5%, ya que al aumentar la dosis las resistencias de los bloques no aumentarían significativamente y sería un desperdicio del estabilizante, además es recomendable fabricarlos siguiendo normas técnicas para obtener buenos resultados.

Pueden ser utilizados estructuralmente en mamposterías sin necesidad de recubrirlos, ya que esto conlleva a un ahorro de materiales (pinturas, sellantes)

BIBLIOGRAFÍA

- Ávila, X., y Redrovan, F. (2015). Análisis de la dosificación óptima para mezclas asfálticas en función de materiales disponibles en la región. Tesis de Grado. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Bañón Blázquez, L. y Brevia García, J. (1999). Manual de carreteras: construcción mantenimiento (vols. 1-2). España: Lanam.
- Calderón Peñafiel, J. (2013) “Tecnologías para la fabricación de bloques de tierra de gran resistencia”, Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Catalunya.
- Camohesa.(2012).Emulsiones asfálticas. Recuperado el 08 de Diciembre de 2017 de <http://www.camohesa.com.pe/>
- Cevallos, P. (1992). Las construcciones en tierra en Ecuador. Innovaciones tecnológicas. Revista INVI, 7(núm. 16). Recuperado el 25 de Octubre de 2017 de <http://revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/156>
- CONESCAL, (1982). Tecnología de tierra y su aplicación en la construcción de espacios educativos. Recuperado el 21 de Octubre de 2017 de <http://biblioteca.cae.org.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=2700>
- Cid Falceto, J. (2012). Durabilidad de los bloques de tierra comprimida. Evaluación y recomendaciones para la normalización de los ensayos de erosión y absorción. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.
- Cid, J., Mazarrón, F., & Cañas, I. (2011). Las normativas de construcción con tierra en el mundo. Informes de la Construcción, 63(523), 159-169. Recuperado el 8 de Noviembre de 2017 de <http://dx.doi.org/10.3989/ic.10.011>
- Fajardo, C., y Mendieta, M. (1986). Estabilización de suelos. Monografía de Grado. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Guillén Marzal, P. (2015). Arquitectura de tierra de nueva planta: estudio de limitaciones constructivas. Tesis de Maestría. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España
- Gonzalo Sánchez, V. (2012) Morteros de barro estabilizados con fibras de paja, esparto y sisal para su uso como revestimientos. Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid,

España

- Gobierno parroquial de Baños. (2015). Sistema ecológico ambiental. Recuperado el 18 de Diciembre de 2017 de www.parroquiabanos.gob.ec/pdot/SistemaEcologicoAmbientalparte1.pdf
- Jiménez Vicario P., García Martínez, P., López Jiménez J. Torre de adobe. (2016). Análisis gráfico y constructivo de las casas-torre de Yemen. Anuario jóvenes investigadores nº 9. Recuperado el 19 de Octubre de 2017 de <http://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/5534/taa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SUTTER Esquenet, P. (1986) “La utilización del Adobe en la Construcción”, Quito, INPC
- LÓPEZ-ARCE, Paula. (2012) Caracterización de ladrillos históricos. La conservación de los geomateriales utilizados en el patrimonio: Programa Geomateriales. Recuperado el 19 de Octubre de 2017 de http://digital.csic.es/bitstream/10261/46792/1/Curso_Geomateriales_75_84.pdf.
- Loaiza, C. (1982). Mejoramiento Estabilización de Suelos. México: Limusa.
- Minke, G. (2001). Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. Segunda ed. Kassel: Forschungslabor für Experimentelles Bauen.
- Minke, G. (2001). Manual de construcción para viviendas anti-sísmicas de tierra. Universidad de Kassel, Alemania. Recuperado el 01 de diciembre del 2017 de http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf
- Norma Técnica de Edificación NTE E.080. Diseño y construcción con tierra reforzada. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Perú, 2017. Recuperado el 12 de Octubre del 2017 de <https://www.udocz.com/read/norma-e-080-diseno-y-construccion-con-tierra-reforzada-actualizada-pdf>
- Orellana Calle, V. (2017). Adobe, puesta en valor y estrategias para la conservación de una cultura constructiva. Tesis de Maestría. Universidad de Cuenca.
- Oteiza I. Introducción a la construcción en Tierra. (2002). Arquitectura y Construcción de Tierra, Tradición e Innovación. pg. 99-116. Recuperado el 18 de Octubre de 2017 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3619384>

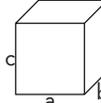
- Oteiza I. Introducción a la construcción en Tierra. (2002). Arquitectura y Construcción de Tierra, Tradición e Innovación. pg. 99-116. Recuperado el 18 de Octubre de 2017 de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3619384>
- Parra, R., Pérez, M., y Tobar, V. (1986). Emulsiones Asfálticas aplicaciones a la Ingeniería Civil. Monografía de Grado. Universidad de Cuenca, Cuenca.
- PONS, Gabriel “LA TIERRA COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN”, San Salvador, 2001
- Secretaria de Comunicaciones y Transportes. (2001). Instituto Mexicano del Transporte: emulsiones Asfálticas. México: Sanfandila.
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos. (s.f.). En Wikipedia. Recuperado el 25 de Noviembre de 2017 de https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_Unificado_de_Clasificaci%C3%B3n_de_Suelos#cite_note-1
- Traxler, R. (1962). El Asfalto. México: Compañía Editorial Continental.
- Velázquez, M. (1961). Asfaltos. Madrid: Editorial DOSSAT.
- Van der Smisse, P. (2011). La vida de las cosas. Un estudio antropológico sobre el material de Construcción tradicional adobe. Tesis de Maestría. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España
- WIKIPEDIA. (2015). Artículo: TAOS. Nuevo México. Recuperado el 21 de Octubre de 2017 de [https://es.wikipedia.org/wiki/Taos_\(Nuevo_M%C3%A9xico\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Taos_(Nuevo_M%C3%A9xico))
- Zuluaga, D. (2005). El uso de la cal en la estabilización de suelos derivados de cenizas volcánicas (Andosoles) un caso particular. Tesis de ESPECIALIZACIÓN EN VÍAS Y TRANSPORTE, Universidad nacional de Colombia, Manizales.

ANEXOS 1.0

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

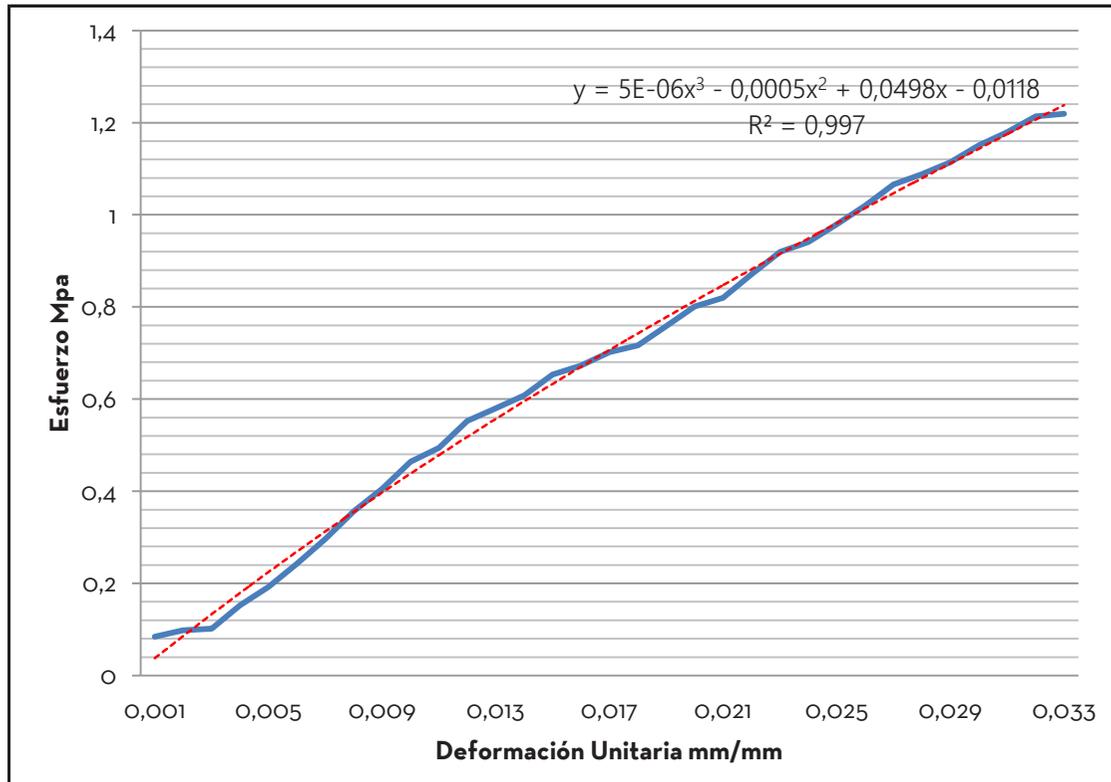
ANEXO 1.1

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	1
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 1							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,1	10	9,9	101	1256	12,44	1,22	36,96

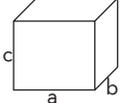
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



87	0,001	825	0,02
101	0,002	844	0,021
105	0,003	897	0,02
157	0,004	947	0,023
198	0,005	969	0,02
250	0,006	1009	0,025
305	0,007	1050	0,03
367	0,008	1098	0,027
417	0,009	1121	0,03
478	0,010	1147	0,029
509	0,011	1185	0,03
569	0,012	1215	0,031
597	0,013	1250	0,03
626	0,014	1256	0,033
673	0,015		
693	0,016		
723	0,017		
738	0,018		
781	0,019		

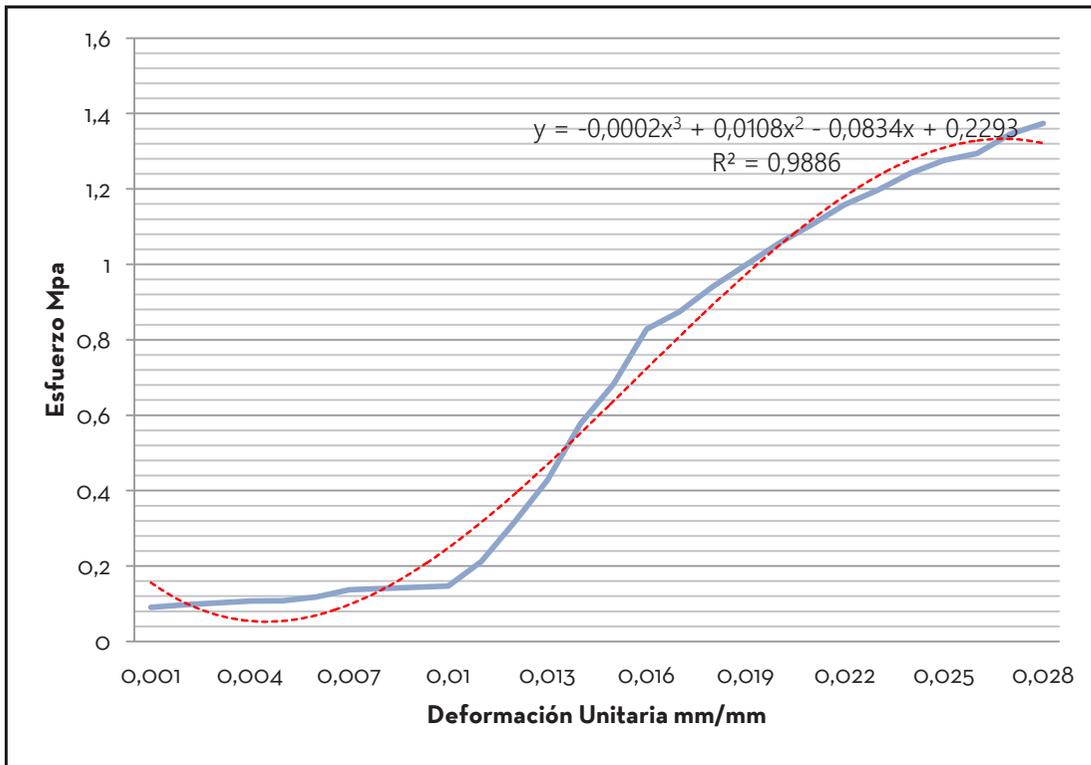
ANEXO 1.2

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	2
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 2							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
9,98	10,1	9,95	100,798	1412	14,01	1,37	49,06

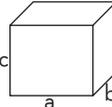
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



93	0,001	1085	0,02
100	0,002	1136	0,021
105	0,003	1191	0,02
110	0,004	1230	0,023
111,2	0,005	1277	0,02
121	0,006	1311	0,025
141	0,007	1330	0,03
144	0,008	1383	0,027
148	0,009	1412	0,03
151	0,010		
218	0,011		
325	0,012		
440	0,013		
593	0,014		
702	0,015		
851	0,016		
899	0,017		
967	0,018		
1026	0,019		

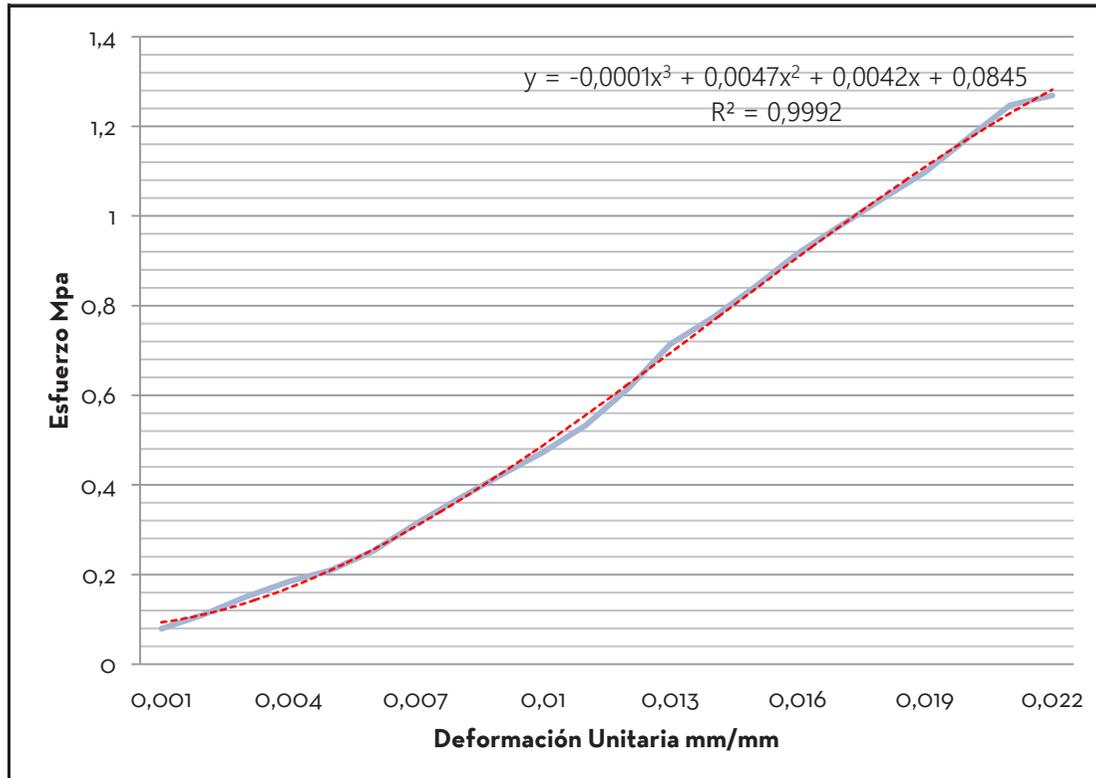
ANEXO 1.3

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	3
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 3						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10	10,3	9,97	103	1333	12,94	1,27
						57,69

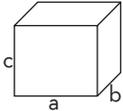
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
83	0,001	1232	0,02		
116	0,002	1310	0,021		
158	0,003	1333	0,02		
193	0,004				
220	0,005				
265	0,006				
329	0,007				
387	0,008				
443	0,009				
497	0,010				
560	0,011				
646	0,012				
750	0,013				
812	0,014				
885	0,015				
963	0,016				
1027	0,017				
1091	0,018				
1153	0,019				



83	0,001	1232	0,02
116	0,002	1310	0,021
158	0,003	1333	0,02
193	0,004		
220	0,005		
265	0,006		
329	0,007		
387	0,008		
443	0,009		
497	0,010		
560	0,011		
646	0,012		
750	0,013		
812	0,014		
885	0,015		
963	0,016		
1027	0,017		
1091	0,018		
1153	0,019		

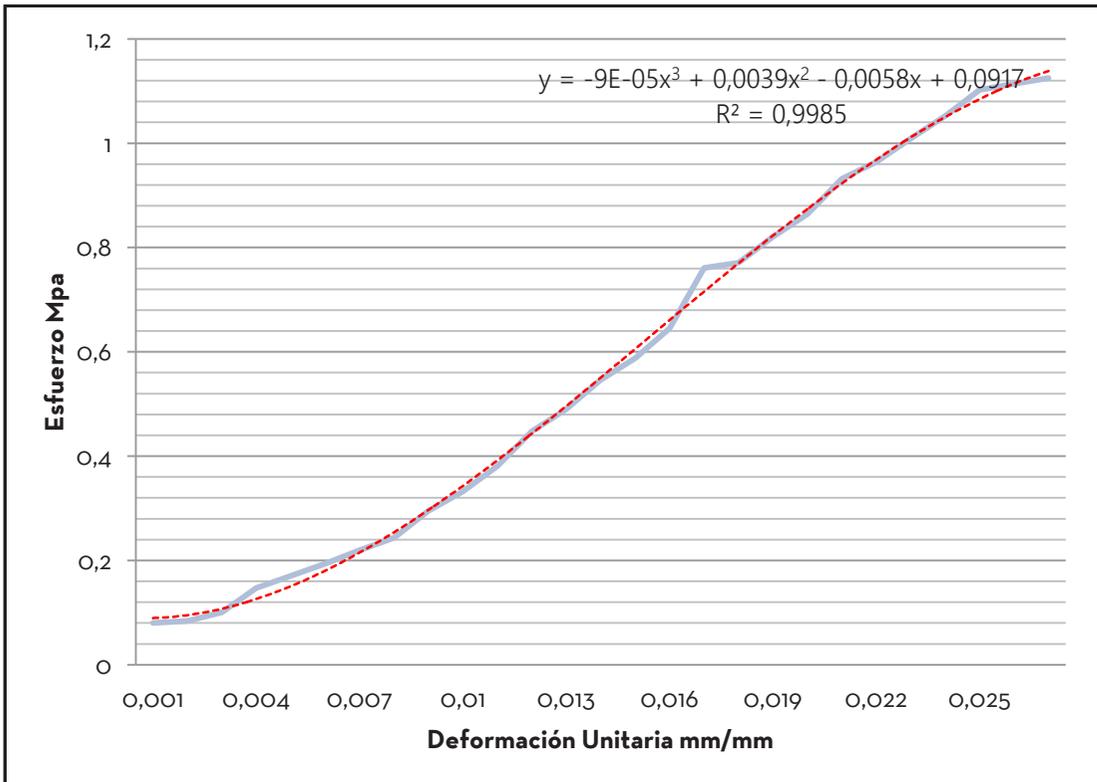
ANEXO 1.4

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 4						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,2	10,3	10,1	105,06	1205	11,47	1,12
						41,66

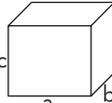
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
86	0,001	926	0,02		
90	0,002	998	0,021		
108	0,003	1033	0,02		
158	0,004	1081	0,023		
183	0,005	1127	0,024		
208	0,006	1181	0,025		
235	0,007	1193	0,026		
261	0,008	1205	0,027		
316	0,009				
356	0,010				
408	0,011				
479	0,012				
525	0,013				
585	0,014				
630	0,015				
691	0,016				
815	0,017				
826	0,018				
879	0,019				



86	0,001	926	0,02
90	0,002	998	0,021
108	0,003	1033	0,02
158	0,004	1081	0,023
183	0,005	1127	0,024
208	0,006	1181	0,025
235	0,007	1193	0,026
261	0,008	1205	0,027
316	0,009		
356	0,010		
408	0,011		
479	0,012		
525	0,013		
585	0,014		
630	0,015		
691	0,016		
815	0,017		
826	0,018		
879	0,019		

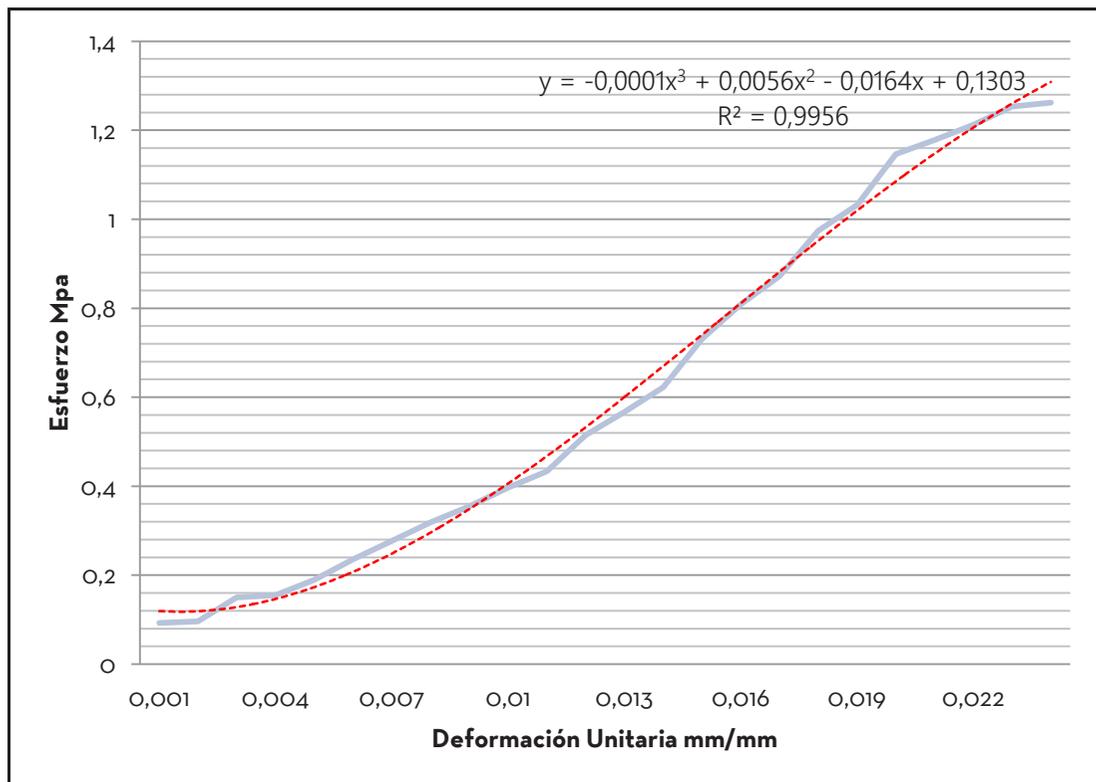
ANEXO 1.5

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	5
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2016					

PROBETA 5						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
9,9	10,3	10,1	101,97	1312	12,87	1,26
						52,57

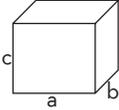
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
96	0,001	1192	0,02		
100	0,002	1225	0,021		
156	0,003	1261	0,02		
161	0,004	1303	0,023		
197	0,005	1312	0,024		
245	0,006				
288	0,007				
331	0,008				
369	0,009				
413	0,010				
451	0,011				
535	0,012				
590	0,013				
647	0,014				
760	0,015				
841	0,016				
907	0,017				
1013	0,018				
1073	0,019				



96	0,001	1192	0,02
100	0,002	1225	0,021
156	0,003	1261	0,02
161	0,004	1303	0,023
197	0,005	1312	0,024
245	0,006		
288	0,007		
331	0,008		
369	0,009		
413	0,010		
451	0,011		
535	0,012		
590	0,013		
647	0,014		
760	0,015		
841	0,016		
907	0,017		
1013	0,018		
1073	0,019		

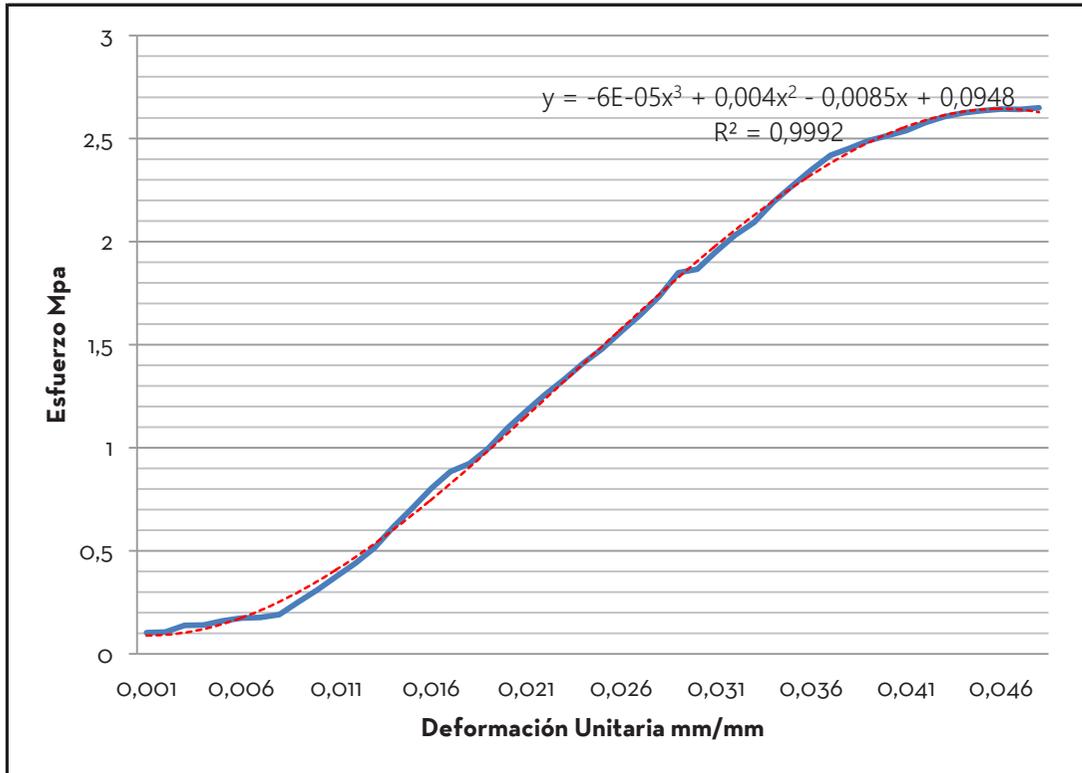
ANEXO 1.6

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	1
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	45 Días
Fecha	23 12 2016					

PROBETA 1							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
9,7	10,2	9,9	98,94	2673,1	27,02	2,65	55,20

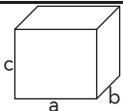
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



104,6	0,001	1105	0,02	2511	0,039
107	0,002	1189	0,021	2536	0,040
140	0,003	1269	0,02	2561	0,041
141,5	0,004	1345	0,023	2599	0,042
162,2	0,005	1423	0,024	2629	0,043
176,5	0,006	1493	0,025	2647	0,044
178,7	0,007	1579	0,026	2659	0,045
193	0,008	1659	0,027	2666	0,046
255,5	0,009	1749	0,028	2664	0,047
313,3	0,010	1866	0,029	2673,1	0,048
379	0,011	1883	0,030		
444	0,012	1969	0,031		
518	0,013	2050	0,032		
622	0,014	2112	0,033		
715	0,015	2210	0,034		
811,1	0,016	2291	0,035		
893	0,017	2369	0,036		
932	0,018	2440	0,037		
1006	0,019	2474	0,038		

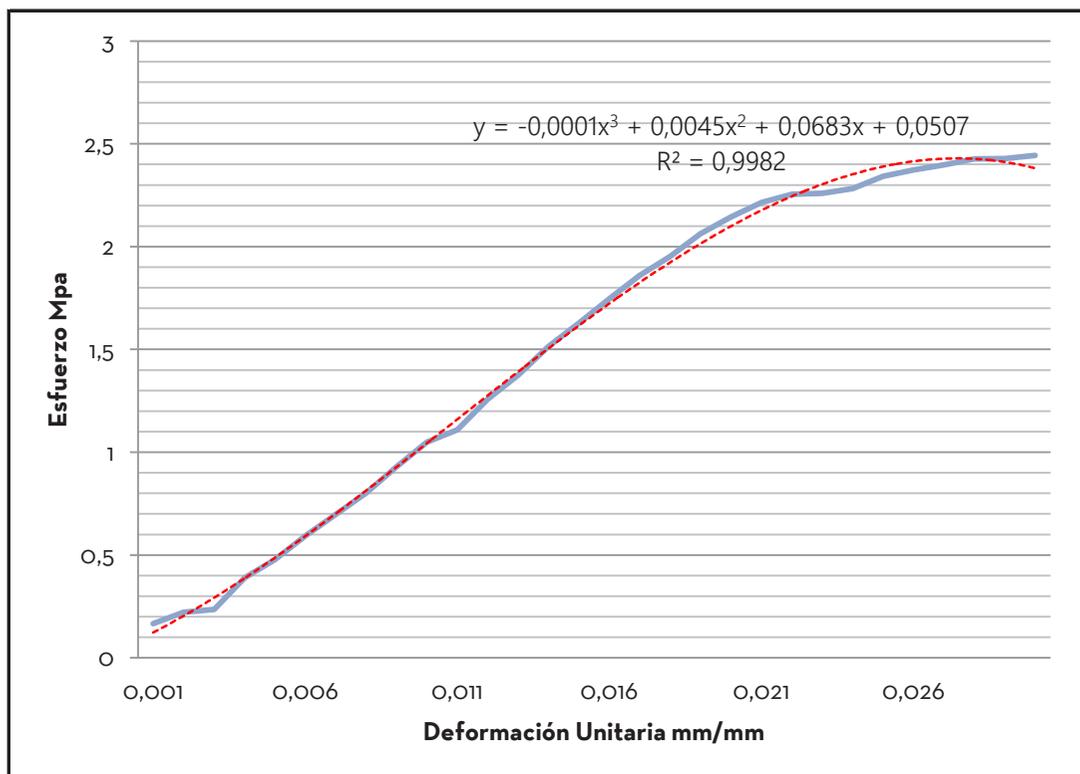
ANEXO 1.7

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	2
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	45 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 2						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
9,8	10,2	9,8	99,96	2491	24,92	2,44
						81,46

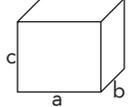
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
170	0,001	2185	0,02		
226	0,002	2257	0,021		
240	0,003	2298	0,02		
396	0,004	2303	0,023		
488	0,005	2326	0,024		
605	0,006	2387	0,025		
711	0,007	2418	0,026		
818	0,008	2444	0,027		
948	0,009	2474	0,028		
1070	0,010	2475	0,029		
1130	0,011	2491	0,030		
1283	0,012				
1401	0,013				
1544	0,014				
1660	0,015				
1780	0,016				
1896	0,017				
1990	0,018				
2102	0,019				



170	0,001	2185	0,02
226	0,002	2257	0,021
240	0,003	2298	0,02
396	0,004	2303	0,023
488	0,005	2326	0,024
605	0,006	2387	0,025
711	0,007	2418	0,026
818	0,008	2444	0,027
948	0,009	2474	0,028
1070	0,010	2475	0,029
1130	0,011	2491	0,030
1283	0,012		
1401	0,013		
1544	0,014		
1660	0,015		
1780	0,016		
1896	0,017		
1990	0,018		
2102	0,019		

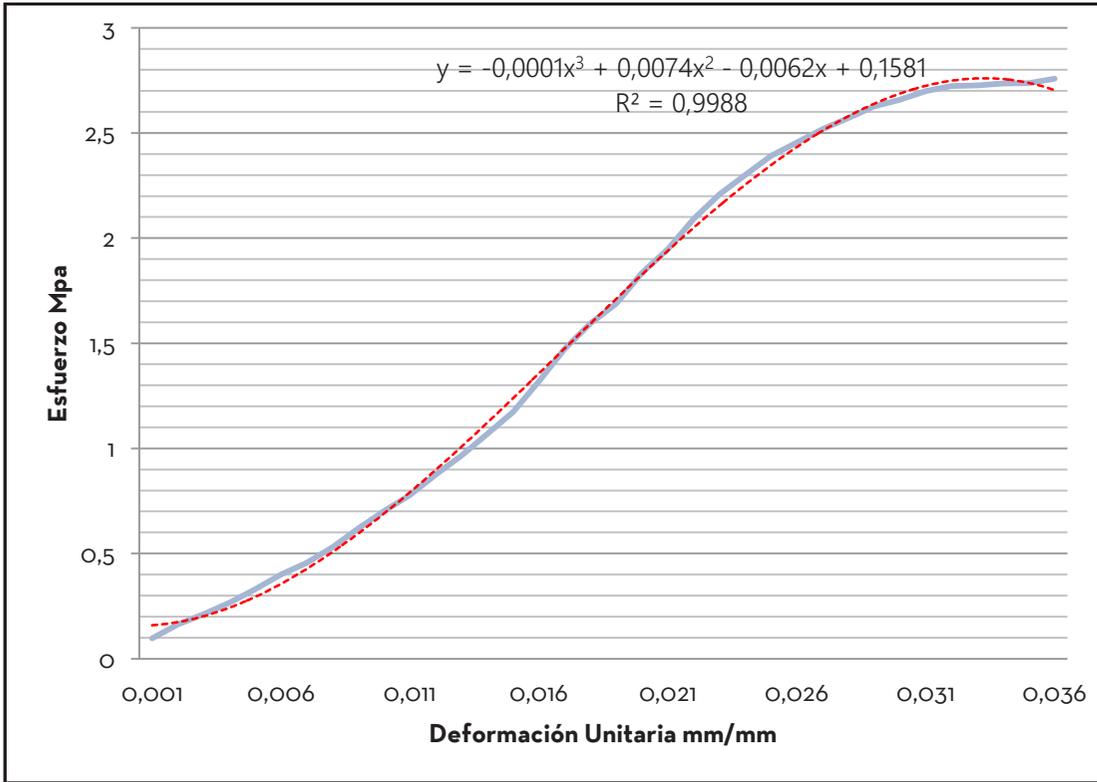
ANEXO 1.8

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	3
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	45 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 3						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
9,7	10	9,9	97	2728	28,12	2,76
						76,61

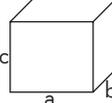
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
95,2	0,001	1815	0,02		
162	0,002	1926	0,021		
210	0,003	2069	0,02		
263	0,004	2185	0,023		
327	0,005	2275	0,024		
396	0,006	2365	0,025		
452	0,007	2428	0,026		
525	0,008	2491	0,027		
614	0,009	2544	0,028		
694	0,010	2598	0,029		
770	0,011	2629	0,030		
866	0,012	2670	0,031		
956	0,013	2694	0,032		
1058	0,014	2697	0,033		
1160	0,015	2706	0,034		
1305	0,016	2707	0,035		
1457	0,017	2728	0,036		
1577	0,018				
1669	0,019				



95,2	0,001	1815	0,02
162	0,002	1926	0,021
210	0,003	2069	0,02
263	0,004	2185	0,023
327	0,005	2275	0,024
396	0,006	2365	0,025
452	0,007	2428	0,026
525	0,008	2491	0,027
614	0,009	2544	0,028
694	0,010	2598	0,029
770	0,011	2629	0,030
866	0,012	2670	0,031
956	0,013	2694	0,032
1058	0,014	2697	0,033
1160	0,015	2706	0,034
1305	0,016	2707	0,035
1457	0,017	2728	0,036
1577	0,018		
1669	0,019		

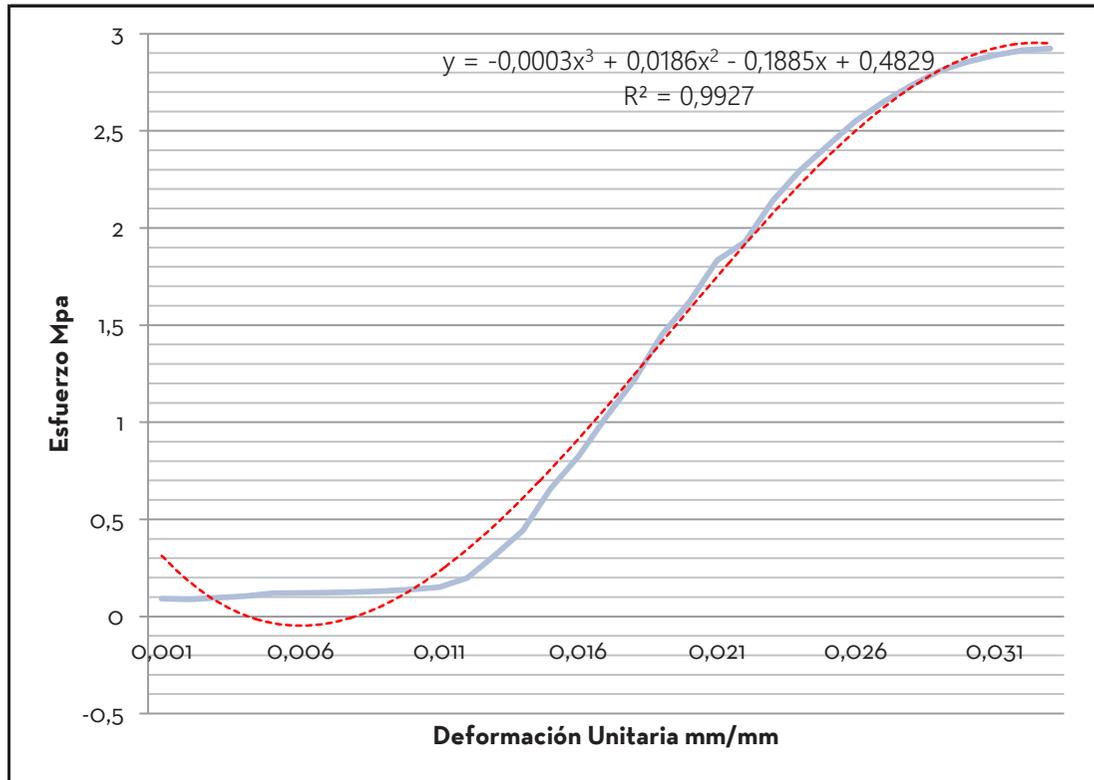
ANEXO 1.9

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	45 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 4						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
9,8	9,8	10,2	96,04	2864	29,82	2,92
						88,62

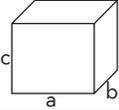
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
88,8	0,001	1585	0,02		
87	0,002	1796	0,021		
94	0,003	1888	0,02		
102	0,004	2095	0,023		
117	0,005	2250	0,024		
119	0,006	2376	0,025		
120	0,007	2499	0,026		
123	0,008	2596	0,027		
129	0,009	2678	0,028		
137	0,010	2750	0,029		
148	0,011	2795	0,030		
195	0,012	2830	0,031		
309	0,013	2856	0,032		
433	0,014	2864	0,033		
645	0,015				
807	0,016				
1006	0,017				
1187	0,018				
1419	0,019				



88,8	0,001	1585	0,02
87	0,002	1796	0,021
94	0,003	1888	0,02
102	0,004	2095	0,023
117	0,005	2250	0,024
119	0,006	2376	0,025
120	0,007	2499	0,026
123	0,008	2596	0,027
129	0,009	2678	0,028
137	0,010	2750	0,029
148	0,011	2795	0,030
195	0,012	2830	0,031
309	0,013	2856	0,032
433	0,014	2864	0,033
645	0,015		
807	0,016		
1006	0,017		
1187	0,018		
1419	0,019		

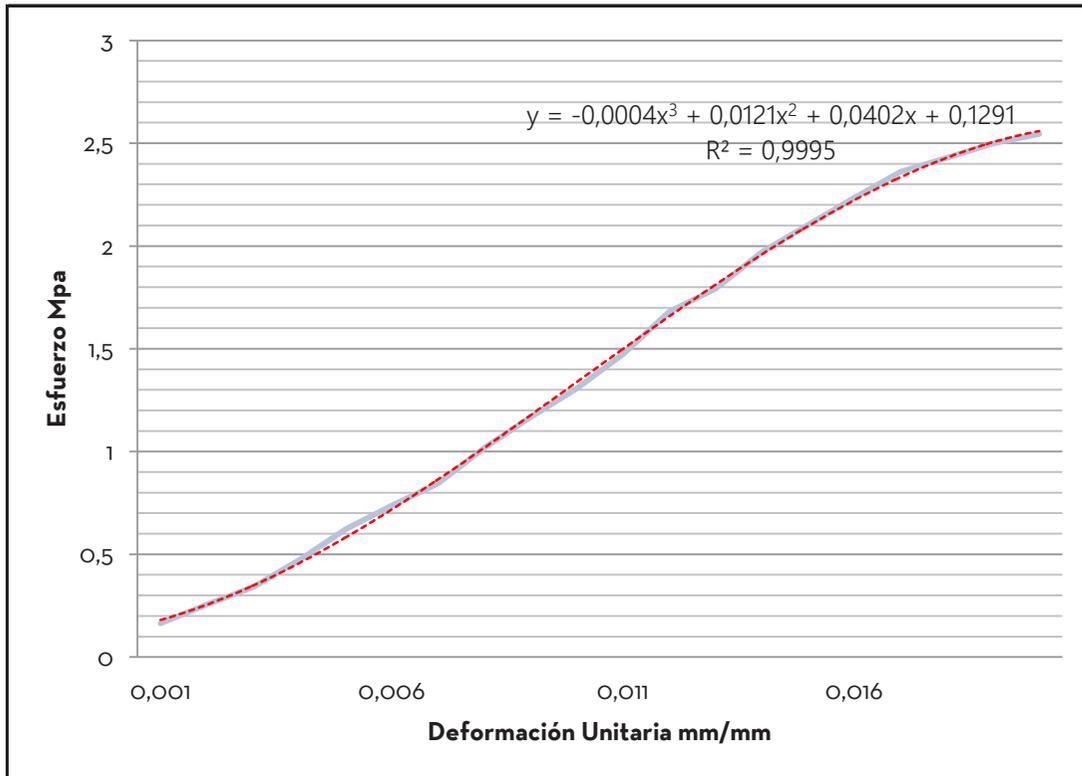
ANEXO 1.10

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	5
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	45 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 5							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
9,7	10	10	97	2518	25,96	2,55	127,28

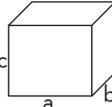
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
162	0,001	2518	0,02		
253	0,002				
337	0,003				
466	0,004				
615	0,005				
729	0,006				
835	0,007				
1006	0,008				
1155	0,009				
1292	0,010				
1457	0,011				
1662	0,012				
1773	0,013				
1948	0,014				
2080	0,015				
2210	0,016				
2335	0,017				
2402	0,018				
2472	0,019				



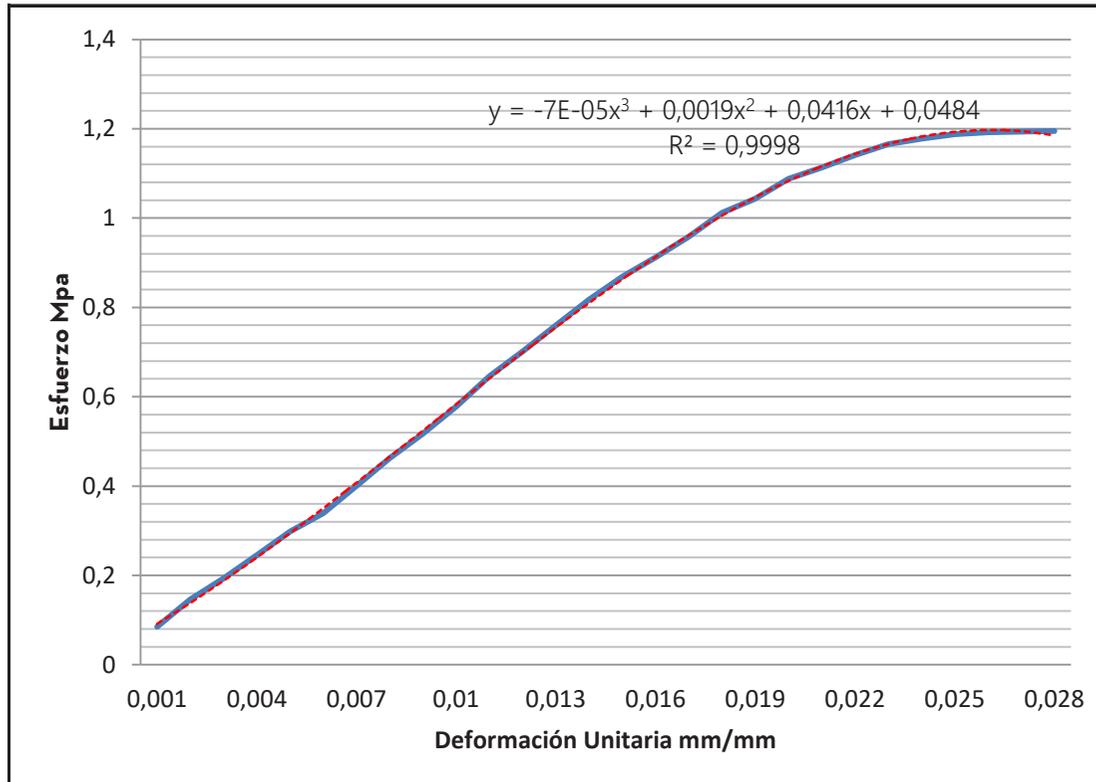
162	0,001	2518	0,02
253	0,002		
337	0,003		
466	0,004		
615	0,005		
729	0,006		
835	0,007		
1006	0,008		
1155	0,009		
1292	0,010		
1457	0,011		
1662	0,012		
1773	0,013		
1948	0,014		
2080	0,015		
2210	0,016		
2335	0,017		
2402	0,018		
2472	0,019		

ANEXO 1.11

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	1
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

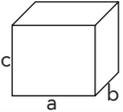
PROBETA 1							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10,2	10,7	10,3	109,14	1329,5	12,18	1,19	42,66					



95	0,001	1211	0,02
163	0,002	1239	0,021
215	0,003	1270	0,02
273	0,004	1297	0,023
332	0,005	1311	0,024
378	0,006	1322	0,025
446	0,007	1327	0,026
515	0,008	1328	0,027
576	0,009	1329,5	0,028
643	0,010		
719	0,011		
781	0,012		
845	0,013		
910	0,014		
967	0,015		
1015	0,016		
1067	0,017		
1126	0,018		
1161	0,019		

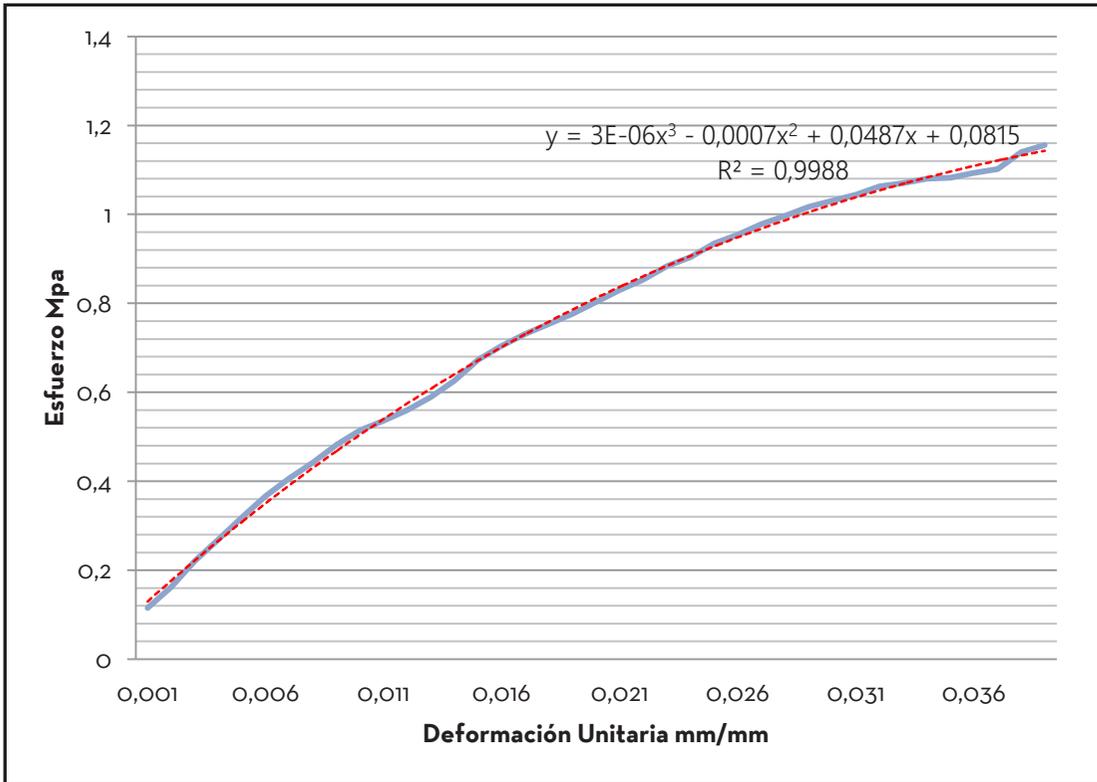
ANEXO 1.12

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	2
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 2							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,3	10,3	10,8	106,09	1250	11,78	1,16	29,63

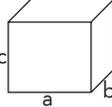
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



125	0,001	869	0,02	1250	0,039
175	0,002	898	0,021		
239	0,003	923	0,02		
291	0,004	956	0,023		
345	0,005	978	0,024		
397	0,006	1011	0,025		
440	0,007	1032	0,026		
478	0,008	1058	0,027		
522	0,009	1078	0,028		
557	0,010	1100	0,029		
580	0,011	1115	0,030		
606	0,012	1130	0,031		
638	0,013	1150	0,032		
677	0,014	1158	0,033		
728	0,015	1169	0,034		
762	0,016	1171	0,035		
791	0,017	1183	0,036		
815	0,018	1192	0,037		
840	0,019	1233	0,038		

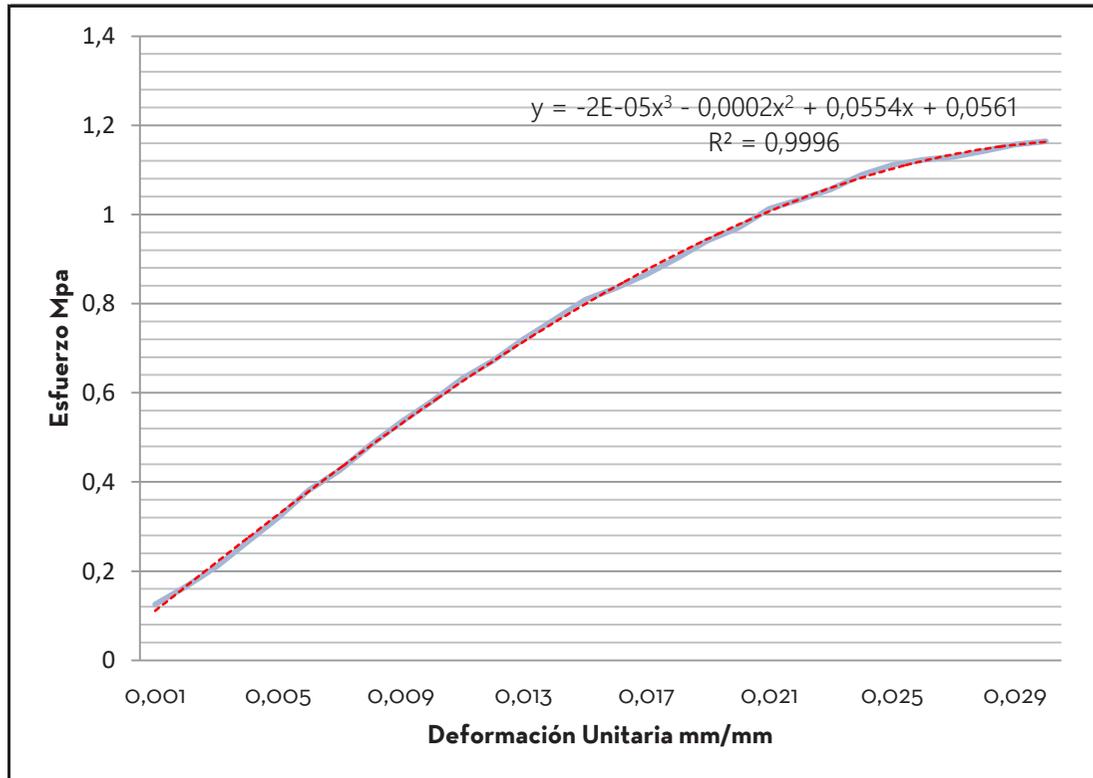
ANEXO 1.13

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	3
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 3						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,5	10,3	10,1	108,15	1283,8	11,87	1,16
						38,80

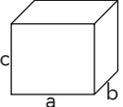
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
138	0,001	1070	0,02		
182	0,002	1117	0,021		
232	0,003	1140	0,02		
293	0,004	1165	0,023		
353	0,005	1201	0,024		
421	0,006	1225	0,025		
470	0,007	1238	0,026		
532	0,008	1246	0,027		
589	0,009	1260	0,028		
640	0,010	1276	0,029		
697	0,011	1283,8	0,030		
741	0,012				
795	0,013				
843	0,014				
892	0,015				
921	0,016				
955	0,017				
995	0,018				
1039	0,019				



138	0,001	1070	0,02
182	0,002	1117	0,021
232	0,003	1140	0,02
293	0,004	1165	0,023
353	0,005	1201	0,024
421	0,006	1225	0,025
470	0,007	1238	0,026
532	0,008	1246	0,027
589	0,009	1260	0,028
640	0,010	1276	0,029
697	0,011	1283,8	0,030
741	0,012		
795	0,013		
843	0,014		
892	0,015		
921	0,016		
955	0,017		
995	0,018		
1039	0,019		

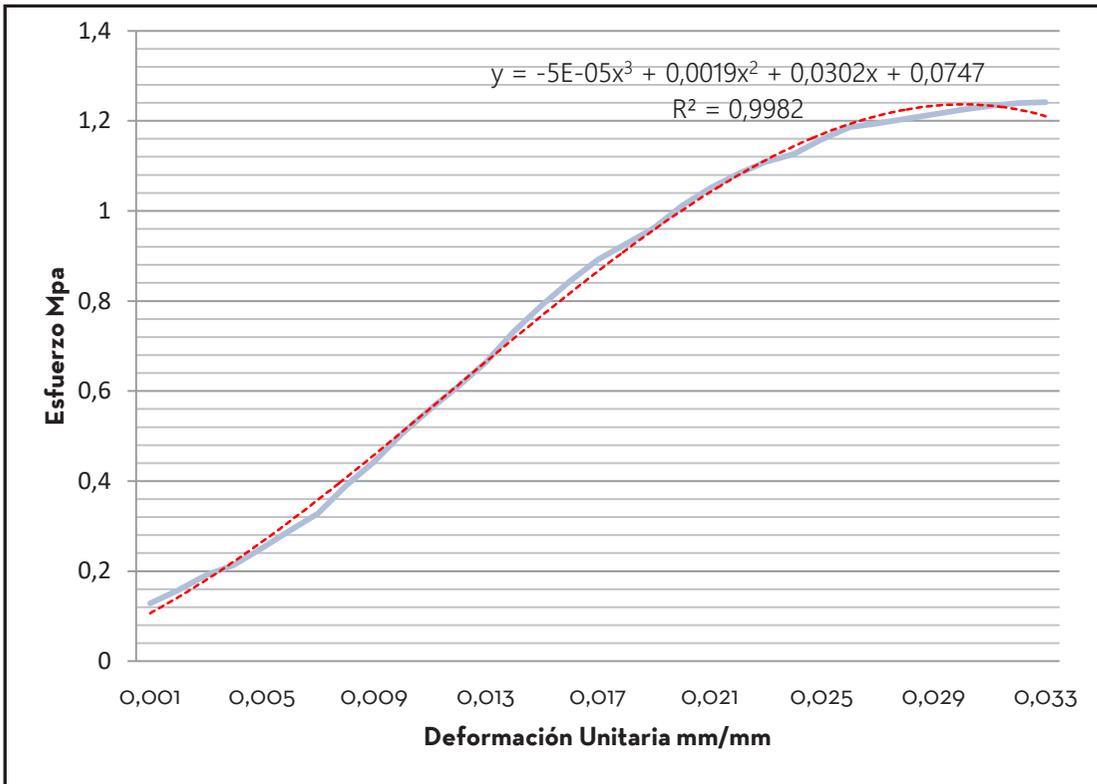
ANEXO 1.14

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	4
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 4							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,3	10,5	10,6	108,15	1368,9	12,66	1,24	37,61

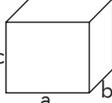
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



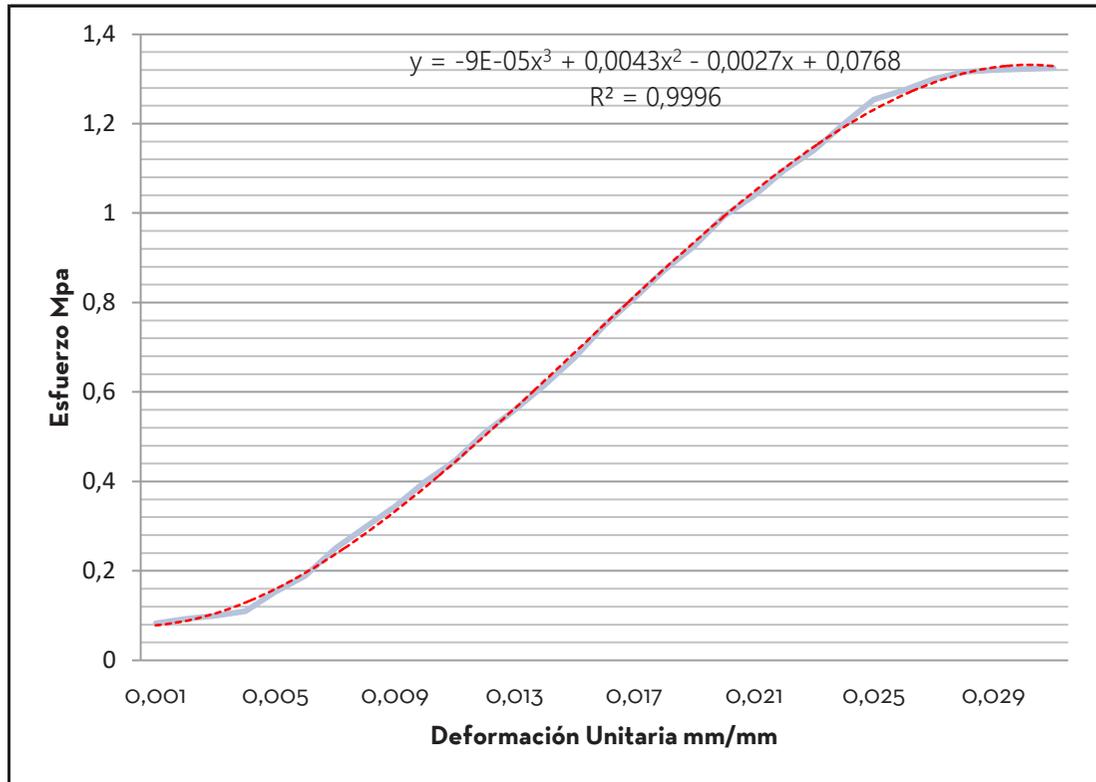
142	0,001	1115	0,02
174	0,002	1158	0,021
211	0,003	1193	0,02
236	0,004	1223	0,023
277	0,005	1242	0,024
320	0,006	1278	0,025
362	0,007	1308	0,026
430	0,008	1317	0,027
488	0,009	1328	0,028
557	0,010	1339	0,029
617	0,011	1350	0,030
673	0,012	1360	0,031
732	0,013	1367	0,032
807	0,014	1368,9	0,033
872	0,015		
931	0,016		
983	0,017		
1022	0,018		
1061	0,019		

ANEXO 1.15

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	5
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

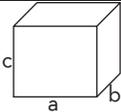
PROBETA 5							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10,3	10,4	10,7	107,12	1446,8	13,51	1,32	42,73					



90,2	0,001	1086	0,02
101,3	0,002	1135	0,021
109	0,003	1197	0,02
120	0,004	1246	0,023
167	0,005	1310	0,024
206	0,006	1370	0,025
273	0,007	1392	0,026
325	0,008	1420	0,027
376	0,009	1437	0,028
436	0,010	1442	0,029
487	0,011	1444	0,030
556	0,012	1446,8	0,031
612	0,013		
672	0,014		
739	0,015		
818	0,016		
885	0,017		
953	0,018		
1012	0,019		

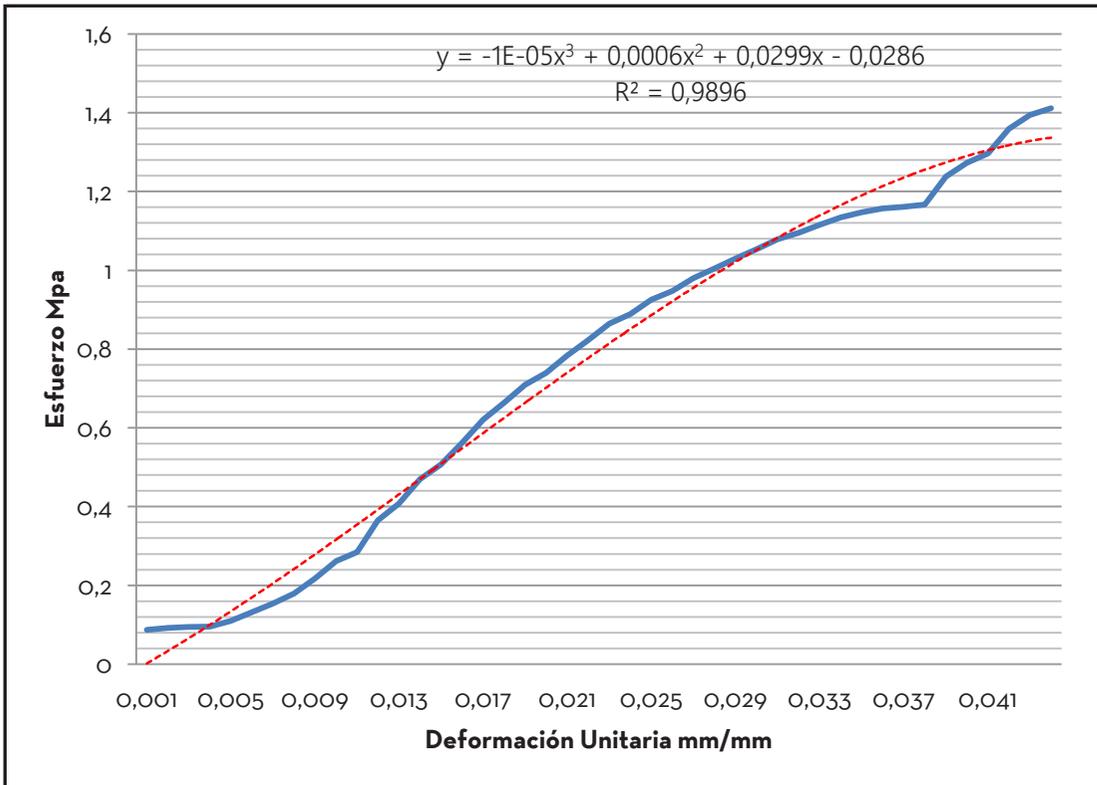
ANEXO 1.16

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	1
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 1							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,1	10,4	10,5	105,04	1512	14,39	1,41	32,08

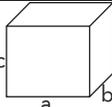
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
93	0,001	792	0,02	1326	0,039
99	0,002	839	0,021	1363	0,040
101	0,003	881	0,02	1389	0,041
102	0,004	926	0,023	1456	0,042
118	0,005	952	0,024	1493	0,043
141	0,006	991	0,025	1512	0,044
165	0,007	1015	0,026		
192	0,008	1050	0,027		
233	0,009	1076	0,028		
280	0,010	1103	0,029		
305	0,011	1128	0,030		
391	0,012	1155	0,031		
437	0,013	1173	0,032		
503	0,014	1195	0,033		
543	0,015	1215	0,034		
602	0,016	1229	0,035		
665	0,017	1239	0,036		
711	0,018	1244	0,037		
760	0,019	1250	0,038		



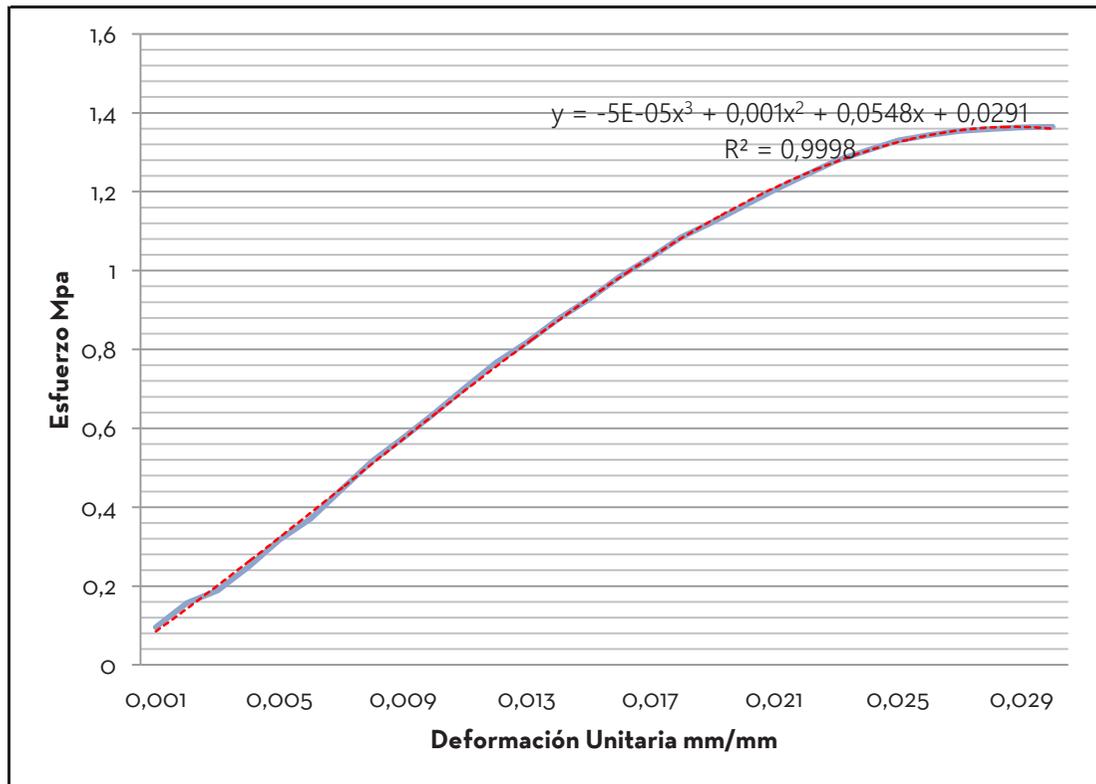
93	0,001	792	0,02	1326	0,039
99	0,002	839	0,021	1363	0,040
101	0,003	881	0,02	1389	0,041
102	0,004	926	0,023	1456	0,042
118	0,005	952	0,024	1493	0,043
141	0,006	991	0,025	1512	0,044
165	0,007	1015	0,026		
192	0,008	1050	0,027		
233	0,009	1076	0,028		
280	0,010	1103	0,029		
305	0,011	1128	0,030		
391	0,012	1155	0,031		
437	0,013	1173	0,032		
503	0,014	1195	0,033		
543	0,015	1215	0,034		
602	0,016	1229	0,035		
665	0,017	1239	0,036		
711	0,018	1244	0,037		
760	0,019	1250	0,038		

ANEXO 1.17

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	2
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

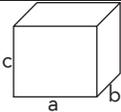
PROBETA 2							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10,4	10,2	10,5	106,08	1476,5	13,92	1,36	45,50					



103	0,001	1259	0,02
169	0,002	1303	0,021
205	0,003	1343	0,02
270	0,004	1383	0,023
344	0,005	1411	0,024
401	0,006	1438	0,025
481	0,007	1453	0,026
559	0,008	1465	0,027
623	0,009	1470	0,028
689	0,010	1474	0,029
761	0,011	1476,5	0,030
829	0,012		
885	0,013		
948	0,014		
1003	0,015		
1065	0,016		
1117	0,017		
1173	0,018		
1215	0,019		

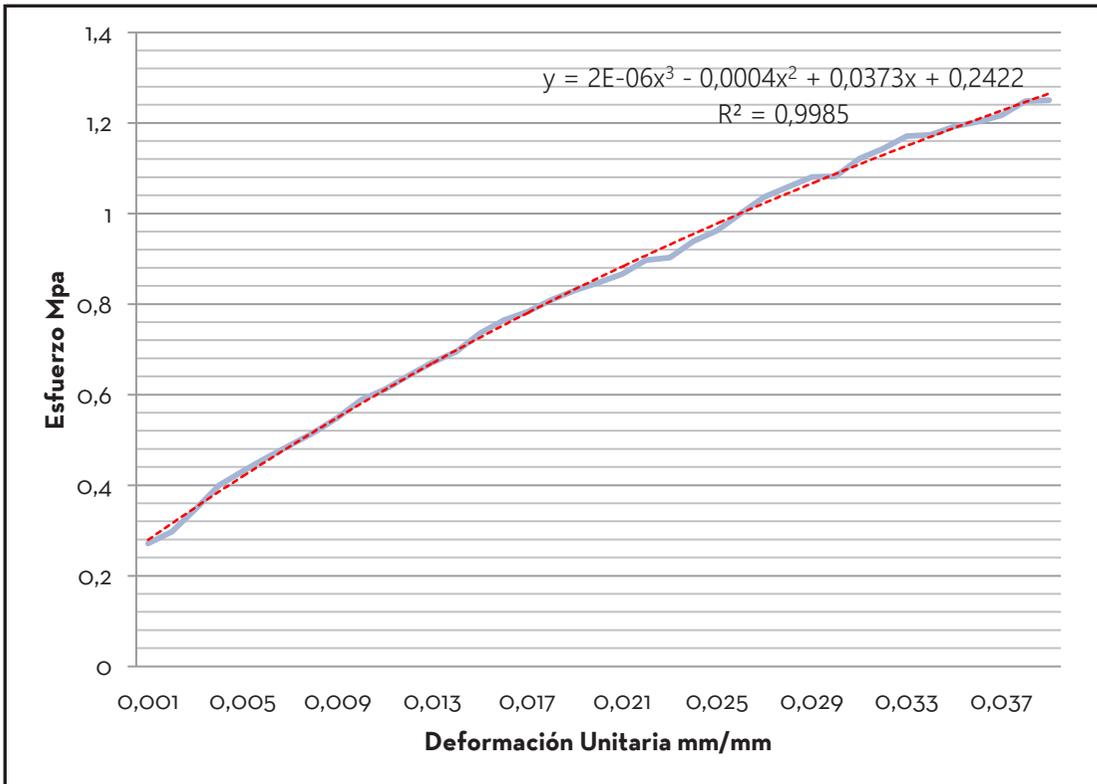
ANEXO 1.18

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	3
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 3						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,1	10,2	11,0	103,02	1313	12,75	1,25
						32,05

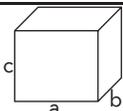
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
285	0,001	890	0,02	1313	0,039
312	0,002	910	0,021		
365	0,003	942	0,02		
420	0,004	948	0,023		
453	0,005	986	0,024		
484	0,006	1011	0,025		
513	0,007	1051	0,026		
543	0,008	1089	0,027		
577	0,009	1112	0,028		
618	0,010	1135	0,029		
643	0,011	1137	0,030		
675	0,012	1178	0,031		
705	0,013	1201	0,032		
730	0,014	1230	0,033		
772	0,015	1233	0,034		
803	0,016	1252	0,035		
822	0,017	1263	0,036		
850	0,018	1278	0,037		
872	0,019	1311	0,038		



285	0,001	890	0,02	1313	0,039
312	0,002	910	0,021		
365	0,003	942	0,02		
420	0,004	948	0,023		
453	0,005	986	0,024		
484	0,006	1011	0,025		
513	0,007	1051	0,026		
543	0,008	1089	0,027		
577	0,009	1112	0,028		
618	0,010	1135	0,029		
643	0,011	1137	0,030		
675	0,012	1178	0,031		
705	0,013	1201	0,032		
730	0,014	1230	0,033		
772	0,015	1233	0,034		
803	0,016	1252	0,035		
822	0,017	1263	0,036		
850	0,018	1278	0,037		
872	0,019	1311	0,038		

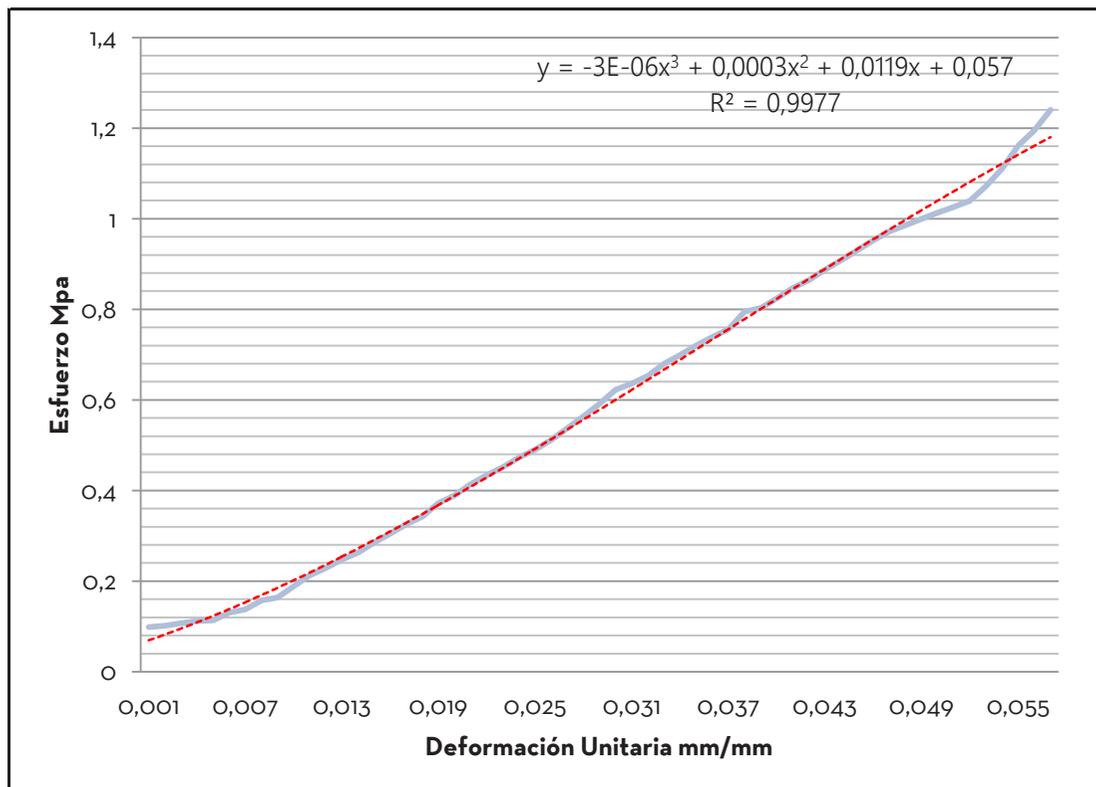
ANEXO 1.19

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 4						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,7	10,2	10,4	109,14	1380	12,64	1,24
						21,75

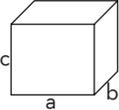
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
110	0,001	433	0,02	893	0,039
113	0,002	461	0,021	917	0,040
119	0,003	483	0,02	943	0,041
125	0,004	503	0,023	962	0,042
126	0,005	526	0,024	988	0,043
145	0,006	545	0,025	1011	0,044
153	0,007	570	0,026	1035	0,045
175	0,008	598	0,027	1060	0,046
182	0,009	627	0,028	1082	0,047
210	0,010	658	0,029	1097	0,048
237	0,011	693	0,030	1113	0,049
255	0,012	708	0,031	1128	0,050
275	0,013	727	0,032	1142	0,051
293	0,014	757	0,033	1157	0,052
317	0,015	778	0,034	1193	0,053
339	0,016	802	0,035	1236	0,054
362	0,017	822	0,036	1293	0,055
381	0,018	841	0,037	1330	0,056
414	0,019	885	0,038	1380	0,057



110	0,001	433	0,02	893	0,039
113	0,002	461	0,021	917	0,040
119	0,003	483	0,02	943	0,041
125	0,004	503	0,023	962	0,042
126	0,005	526	0,024	988	0,043
145	0,006	545	0,025	1011	0,044
153	0,007	570	0,026	1035	0,045
175	0,008	598	0,027	1060	0,046
182	0,009	627	0,028	1082	0,047
210	0,010	658	0,029	1097	0,048
237	0,011	693	0,030	1113	0,049
255	0,012	708	0,031	1128	0,050
275	0,013	727	0,032	1142	0,051
293	0,014	757	0,033	1157	0,052
317	0,015	778	0,034	1193	0,053
339	0,016	802	0,035	1236	0,054
362	0,017	822	0,036	1293	0,055
381	0,018	841	0,037	1330	0,056
414	0,019	885	0,038	1380	0,057

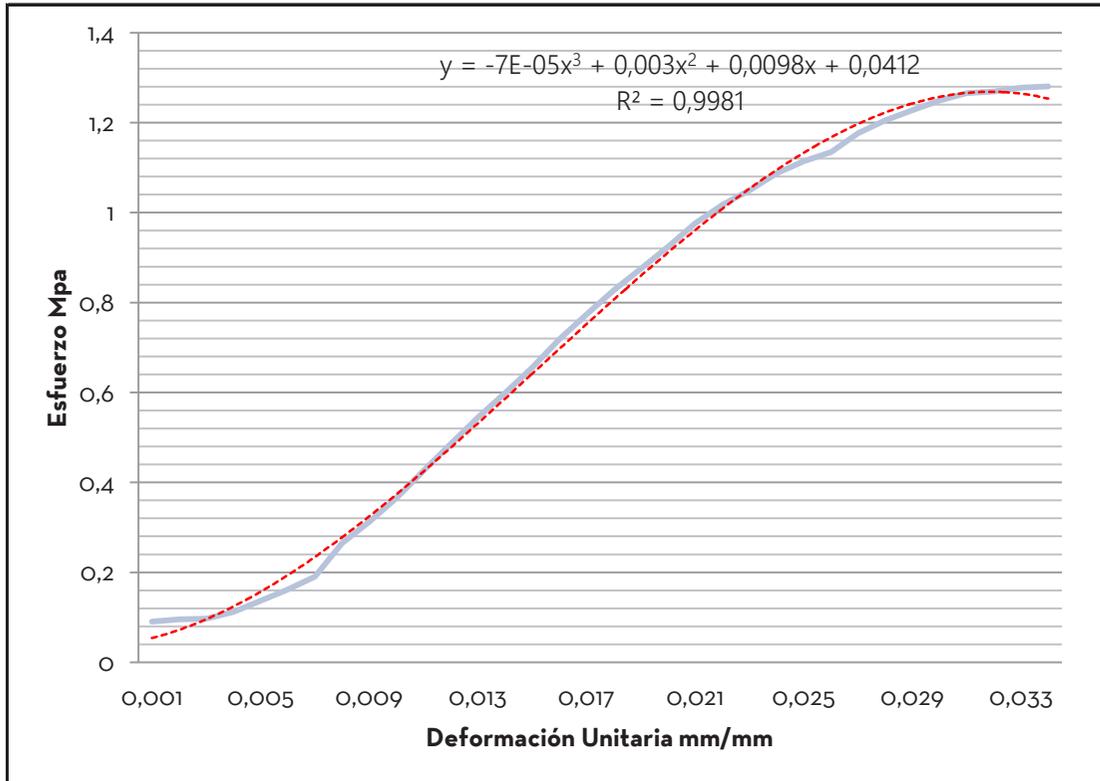
ANEXO 1.20

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	5
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 5						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,4	10,0	10,8	104	1358	13,06	1,28
						37,66

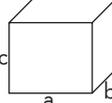
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
96	0,001	980	0,02		
101	0,002	1035	0,021		
103	0,003	1079	0,02		
119	0,004	1113	0,023		
145	0,005	1153	0,024		
172	0,006	1182	0,025		
202	0,007	1203	0,026		
281	0,008	1248	0,027		
331	0,009	1278	0,028		
387	0,010	1302	0,029		
452	0,011	1325	0,030		
515	0,012	1342	0,031		
577	0,013	1346	0,032		
635	0,014	1355	0,033		
695	0,015	1358	0,034		
762	0,016				
820	0,017				
877	0,018				
928	0,019				



96	0,001	980	0,02
101	0,002	1035	0,021
103	0,003	1079	0,02
119	0,004	1113	0,023
145	0,005	1153	0,024
172	0,006	1182	0,025
202	0,007	1203	0,026
281	0,008	1248	0,027
331	0,009	1278	0,028
387	0,010	1302	0,029
452	0,011	1325	0,030
515	0,012	1342	0,031
577	0,013	1346	0,032
635	0,014	1355	0,033
695	0,015	1358	0,034
762	0,016		
820	0,017		
877	0,018		
928	0,019		

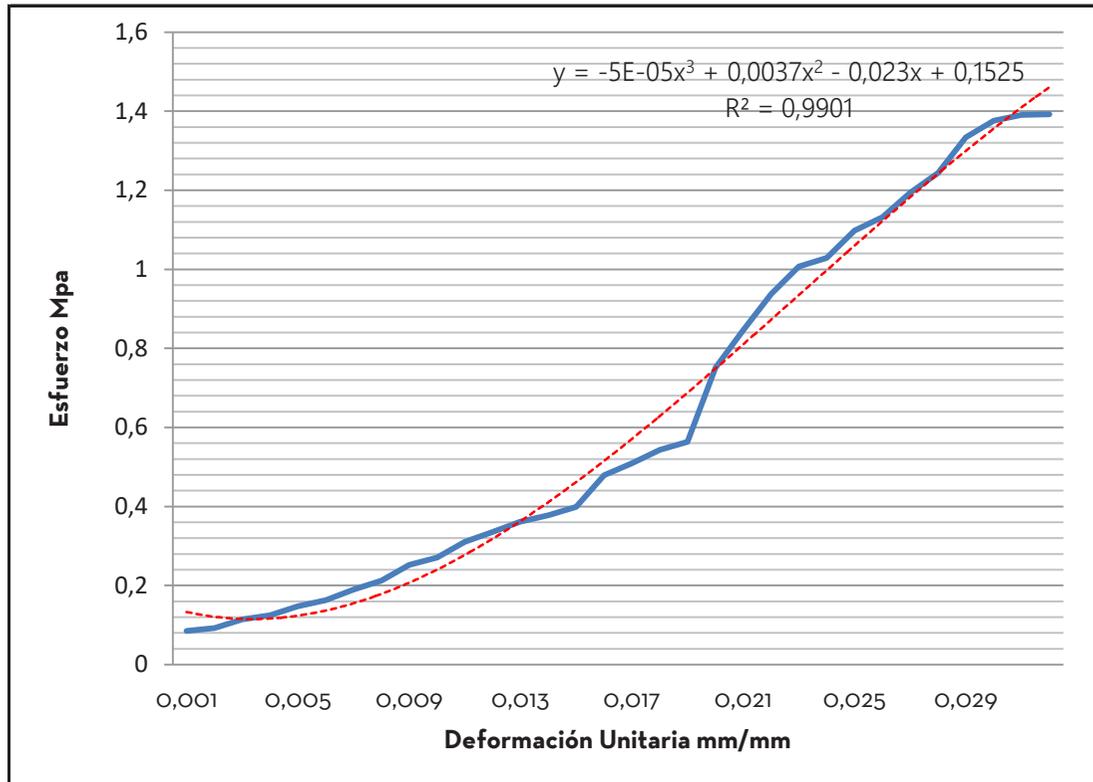
ANEXO 1.21

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	1
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 1						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,6	10,1	10,4	107,06	1520	14,20	1,39
						43,51

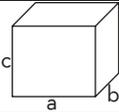
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
92,5	0,001	820	0,02		
101	0,002	923	0,021		
125	0,003	1023	0,02		
136	0,004	1099	0,023		
161	0,005	1123	0,024		
178	0,006	1198	0,025		
207	0,007	1236	0,026		
232	0,008	1303	0,027		
275	0,009	1358	0,028		
296	0,010	1456	0,029		
339	0,011	1502	0,030		
366	0,012	1518	0,031		
395	0,013	1520	0,032		
412	0,014				
435	0,015				
523	0,016				
556	0,017				
593	0,018				
615	0,019				



92,5	0,001	820	0,02
101	0,002	923	0,021
125	0,003	1023	0,02
136	0,004	1099	0,023
161	0,005	1123	0,024
178	0,006	1198	0,025
207	0,007	1236	0,026
232	0,008	1303	0,027
275	0,009	1358	0,028
296	0,010	1456	0,029
339	0,011	1502	0,030
366	0,012	1518	0,031
395	0,013	1520	0,032
412	0,014		
435	0,015		
523	0,016		
556	0,017		
593	0,018		
615	0,019		

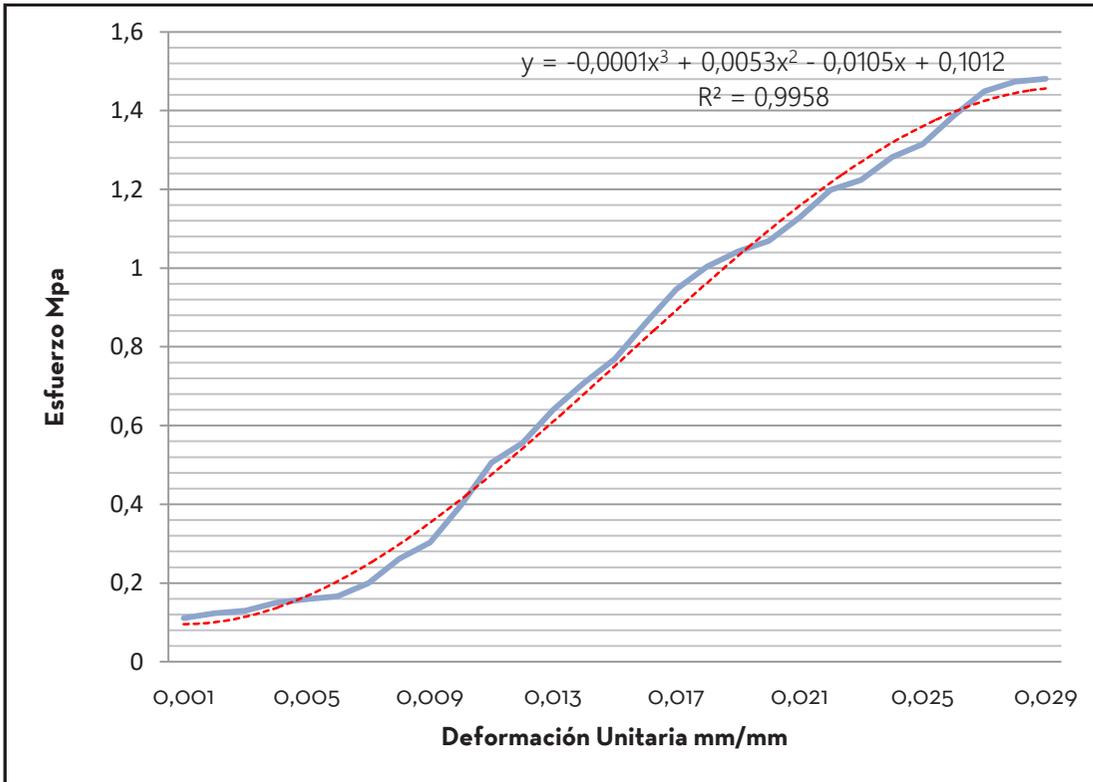
ANEXO 1.22

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	2
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 2							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,1	10,5	11,0	106,05	1601	15,10	1,48	51,05

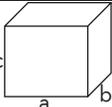
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
120	0,001	1156	0,02		
133	0,002	1220	0,021		
140	0,003	1296	0,02		
162	0,004	1323	0,023		
172	0,005	1386	0,024		
180	0,006	1422	0,025		
216	0,007	1499	0,026		
283	0,008	1567	0,027		
328	0,009	1593	0,028		
430	0,010	1601	0,029		
547	0,011				
601	0,012				
692	0,013				
766	0,014				
832	0,015				
931	0,016				
1023	0,017				
1086	0,018				
1127	0,019				



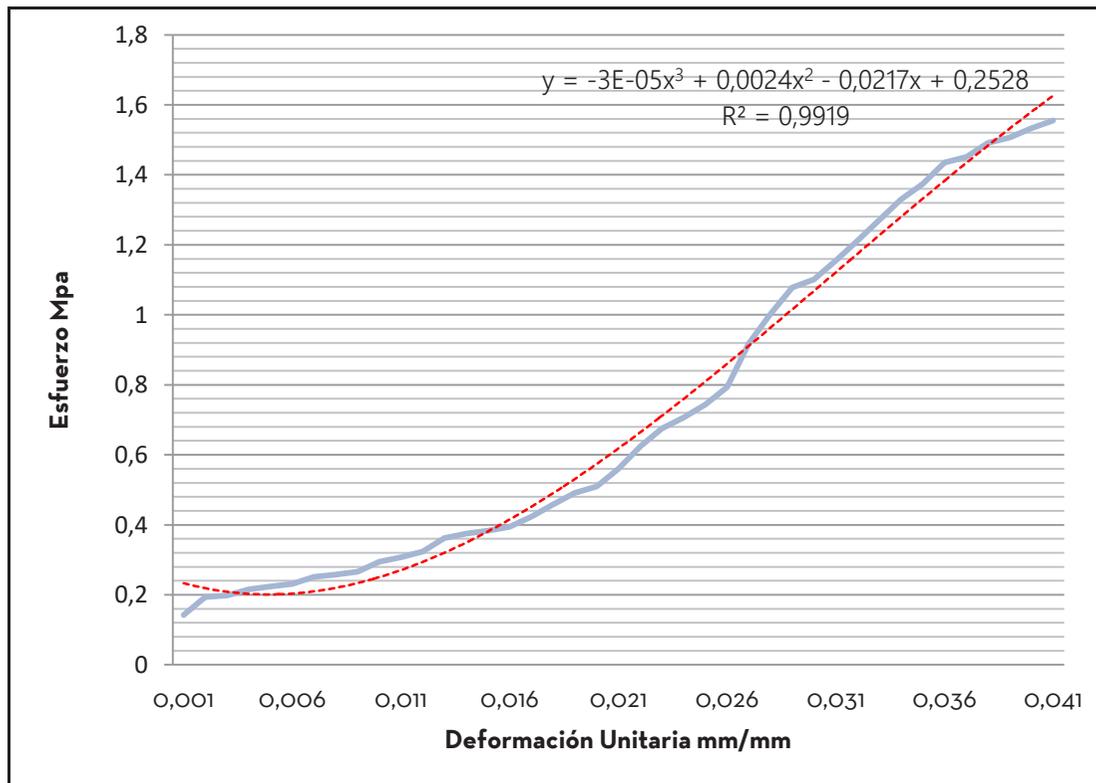
120	0,001	1156	0,02
133	0,002	1220	0,021
140	0,003	1296	0,02
162	0,004	1323	0,023
172	0,005	1386	0,024
180	0,006	1422	0,025
216	0,007	1499	0,026
283	0,008	1567	0,027
328	0,009	1593	0,028
430	0,010	1601	0,029
547	0,011		
601	0,012		
692	0,013		
766	0,014		
832	0,015		
931	0,016		
1023	0,017		
1086	0,018		
1127	0,019		

ANEXO 1.23

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	3
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

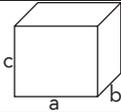
PROBETA 3							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10	10,0	10,0	100	1586	15,86	1,56	37,93					



145	0,001	520	0,02	1536	0,039
197	0,002	571	0,021	1563	0,040
202	0,003	636	0,02	1586	0,041
220	0,004	689	0,023		
228	0,005	720	0,024		
236	0,006	759	0,025		
256	0,007	809	0,026		
263	0,008	936	0,027		
271	0,009	1023	0,028		
300	0,010	1099	0,029		
313	0,011	1123	0,030		
330	0,012	1178	0,031		
369	0,013	1236	0,032		
382	0,014	1296	0,033		
391	0,015	1356	0,034		
402	0,016	1401	0,035		
432	0,017	1463	0,036		
467	0,018	1479	0,037		
501	0,019	1520	0,038		

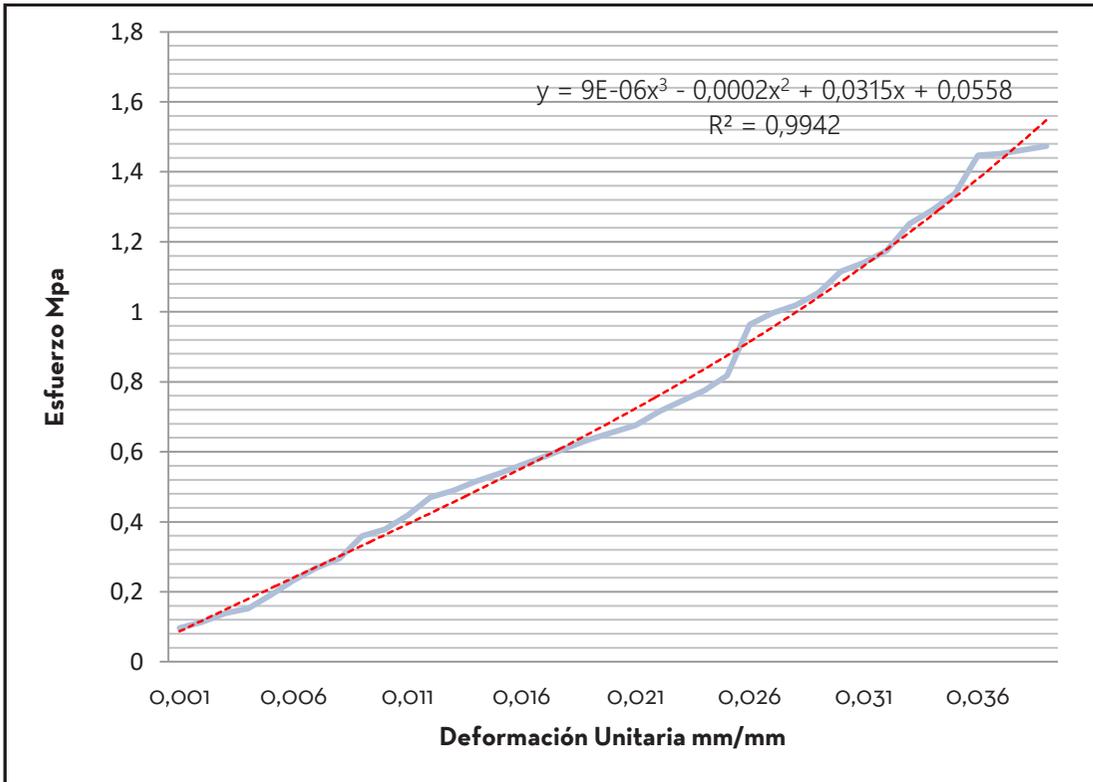
ANEXO 1.24

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 4							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,5	10,3	11,4	108,15	1625	15,03	1,47	37,78

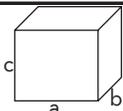
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
106	0,001	723	0,02	1625	0,039
126	0,002	746	0,021		
153	0,003	788	0,02		
168	0,004	821	0,023		
210	0,005	855	0,024		
257	0,006	902	0,025		
296	0,007	1063	0,026		
326	0,008	1099	0,027		
396	0,009	1123	0,028		
418	0,010	1163	0,029		
462	0,011	1230	0,030		
518	0,012	1258	0,031		
540	0,013	1296	0,032		
569	0,014	1380	0,033		
593	0,015	1423	0,034		
620	0,016	1476	0,035		
647	0,017	1596	0,036		
675	0,018	1601	0,037		
701	0,019	1613	0,038		



106	0,001	723	0,02	1625	0,039
126	0,002	746	0,021		
153	0,003	788	0,02		
168	0,004	821	0,023		
210	0,005	855	0,024		
257	0,006	902	0,025		
296	0,007	1063	0,026		
326	0,008	1099	0,027		
396	0,009	1123	0,028		
418	0,010	1163	0,029		
462	0,011	1230	0,030		
518	0,012	1258	0,031		
540	0,013	1296	0,032		
569	0,014	1380	0,033		
593	0,015	1423	0,034		
620	0,016	1476	0,035		
647	0,017	1596	0,036		
675	0,018	1601	0,037		
701	0,019	1613	0,038		

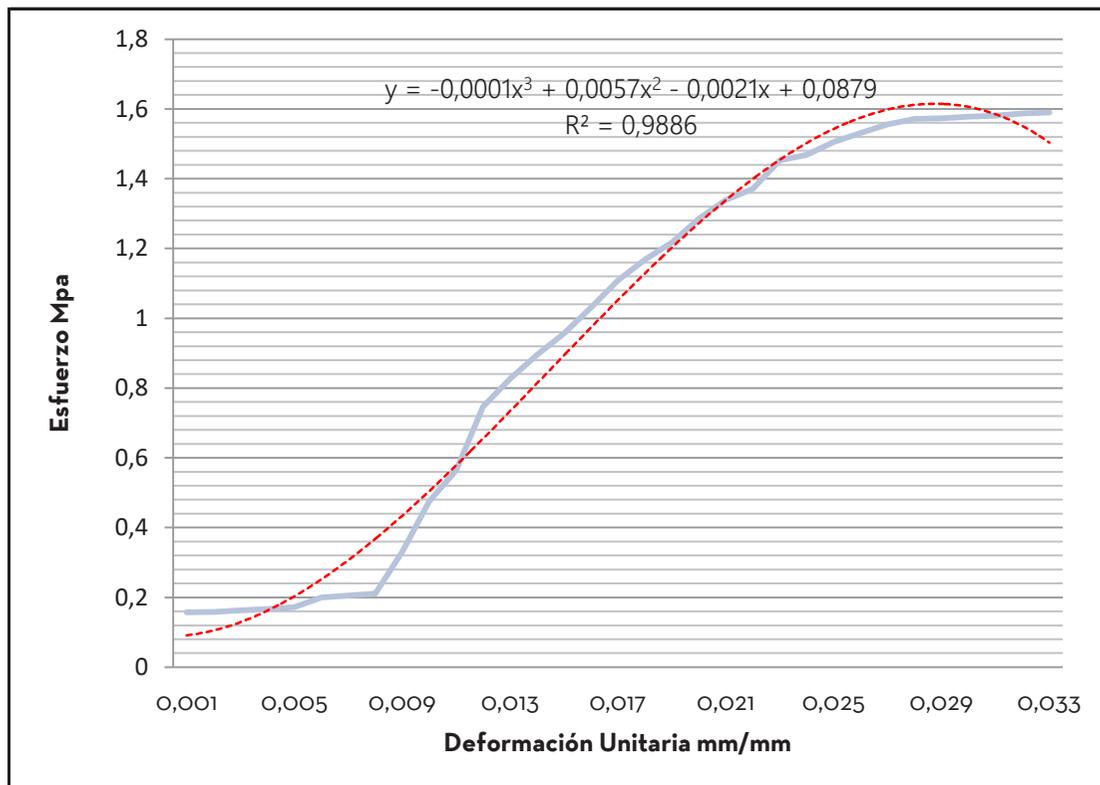
ANEXO 1.25

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	5
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 5						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
9,6	10,5	10,3	100,8	1633,8	16,21	1,59
						48,17

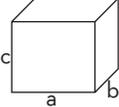
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
161,5	0,001	1321	0,02		
163	0,002	1377	0,021		
167	0,003	1409	0,02		
171	0,004	1493	0,023		
177	0,005	1509	0,024		
205	0,006	1547	0,025		
211	0,007	1573	0,026		
217	0,008	1599	0,027		
341	0,009	1615	0,028		
488	0,010	1617	0,029		
580	0,011	1622	0,030		
767	0,012	1625	0,031		
850	0,013	1631	0,032		
920	0,014	1633,8	0,033		
983	0,015				
1060	0,016				
1139	0,017				
1201	0,018				
1251	0,019				



161,5	0,001	1321	0,02
163	0,002	1377	0,021
167	0,003	1409	0,02
171	0,004	1493	0,023
177	0,005	1509	0,024
205	0,006	1547	0,025
211	0,007	1573	0,026
217	0,008	1599	0,027
341	0,009	1615	0,028
488	0,010	1617	0,029
580	0,011	1622	0,030
767	0,012	1625	0,031
850	0,013	1631	0,032
920	0,014	1633,8	0,033
983	0,015		
1060	0,016		
1139	0,017		
1201	0,018		
1251	0,019		

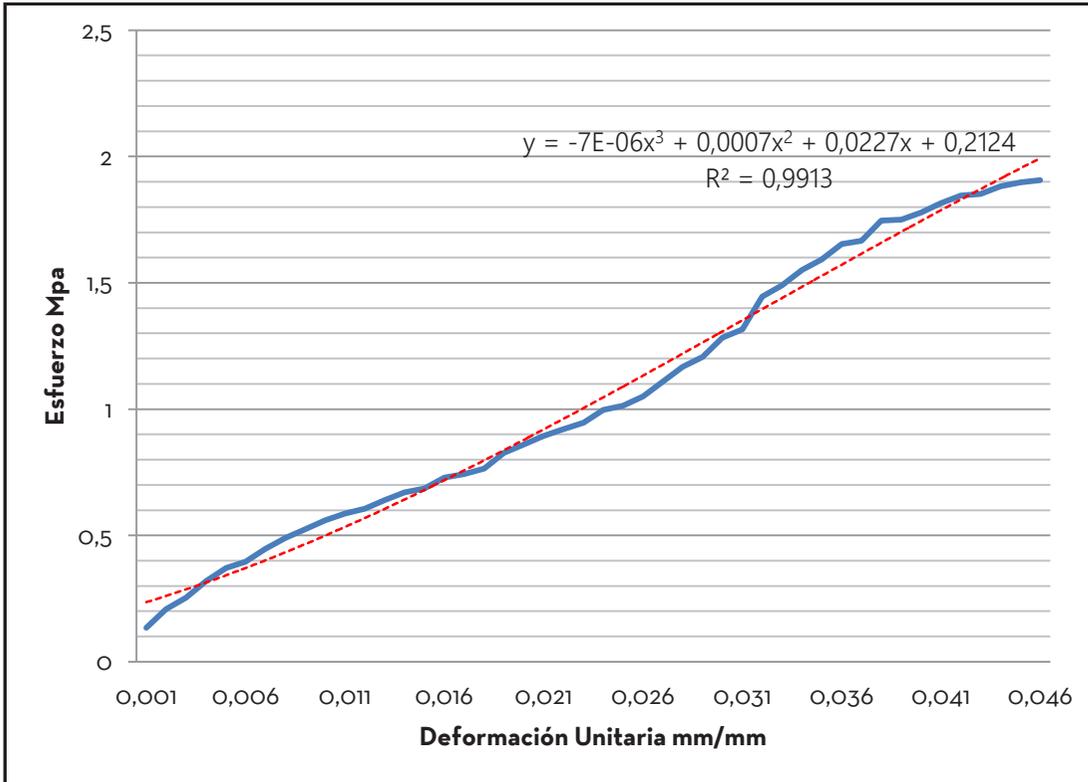
ANEXO 1.26

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	1
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 1						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,4	10,2	10,1	106,08	2061,8	19,44	1,91
						41,44

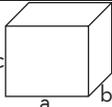
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
146	0,001	930	0,02	1893	0,039
225	0,002	967	0,021	1923	0,040
275	0,003	996	0,02	1963	0,041
345	0,004	1023	0,023	1996	0,042
401	0,005	1078	0,024	2003	0,043
429	0,006	1096	0,025	2036	0,044
483	0,007	1136	0,026	2053	0,045
530	0,008	1199	0,027	2061,8	0,046
568	0,009	1263	0,028		
606	0,010	1305	0,029		
635	0,011	1387	0,030		
655	0,012	1423	0,031		
693	0,013	1563	0,032		
725	0,014	1612	0,033		
742	0,015	1678	0,034		
789	0,016	1723	0,035		
803	0,017	1789	0,036		
827	0,018	1802	0,037		
895	0,019	1889	0,038		



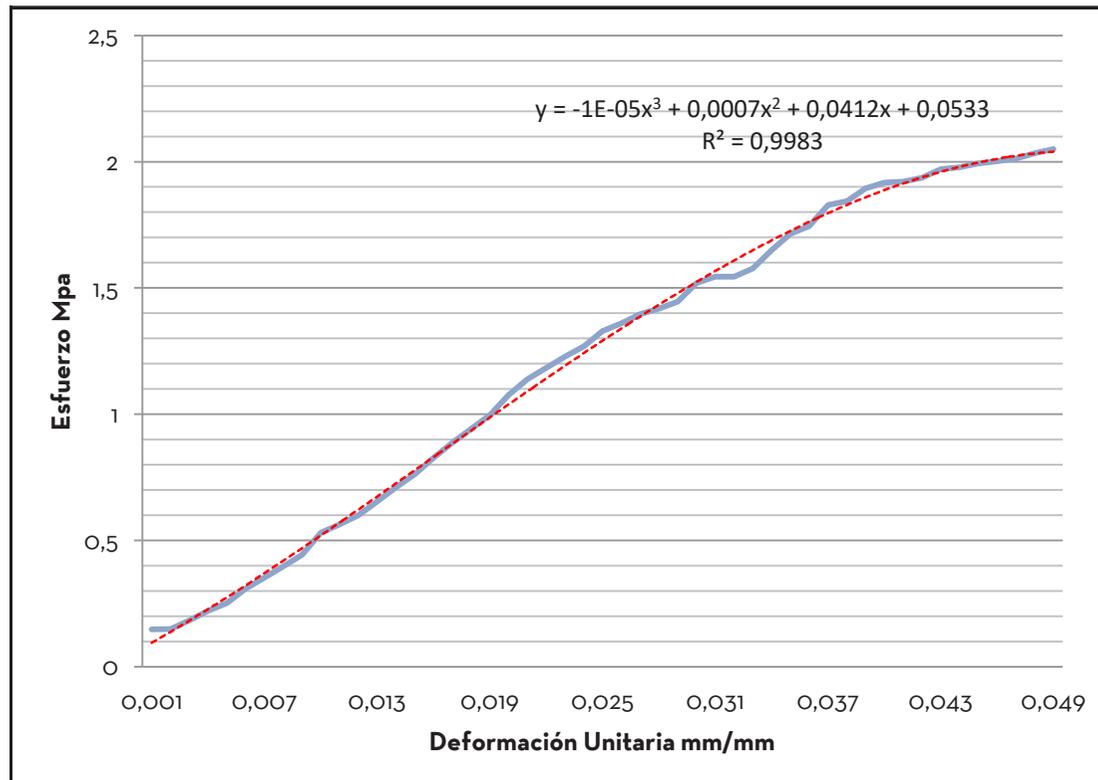
146	0,001	930	0,02	1893	0,039
225	0,002	967	0,021	1923	0,040
275	0,003	996	0,02	1963	0,041
345	0,004	1023	0,023	1996	0,042
401	0,005	1078	0,024	2003	0,043
429	0,006	1096	0,025	2036	0,044
483	0,007	1136	0,026	2053	0,045
530	0,008	1199	0,027	2061,8	0,046
568	0,009	1263	0,028		
606	0,010	1305	0,029		
635	0,011	1387	0,030		
655	0,012	1423	0,031		
693	0,013	1563	0,032		
725	0,014	1612	0,033		
742	0,015	1678	0,034		
789	0,016	1723	0,035		
803	0,017	1789	0,036		
827	0,018	1802	0,037		
895	0,019	1889	0,038		

ANEXO 1.27

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	2
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

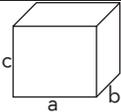
PROBETA 2							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10	10,3	10,2	103	2153	20,90	2,05	41,83					



155	0,001	1131	0,02	1989	0,039
157	0,002	1196	0,021	2013	0,040
193	0,003	1244	0,02	2018	0,041
233	0,004	1290	0,023	2033	0,042
265	0,005	1332	0,024	2069	0,043
325	0,006	1396	0,025	2078	0,044
371	0,007	1429	0,026	2093	0,045
418	0,008	1467	0,027	2103	0,046
465	0,009	1490	0,028	2113	0,047
557	0,010	1519	0,029	2136	0,048
592	0,011	1596	0,030	2153	0,049
630	0,012	1623	0,031		
688	0,013	1623	0,032		
746	0,014	1657	0,033		
801	0,015	1733	0,034		
869	0,016	1801	0,035		
932	0,017	1833	0,036		
990	0,018	1921	0,037		
1047	0,019	1936	0,038		

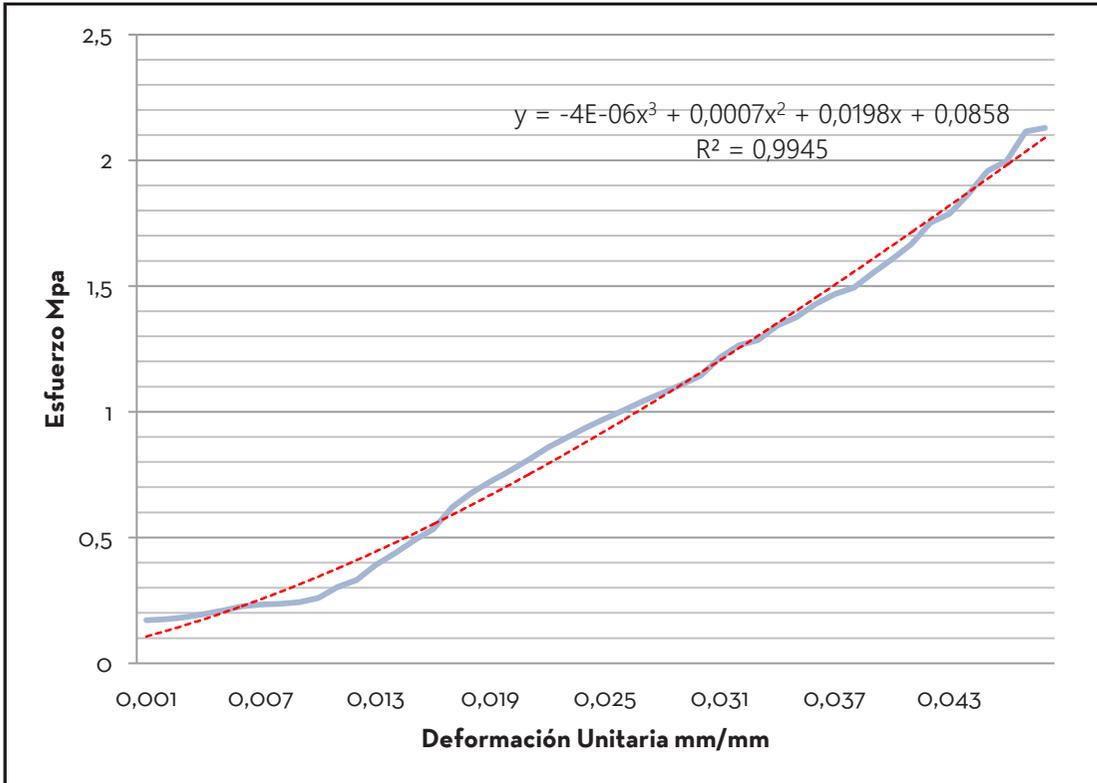
ANEXO 1.28

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	3
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 3							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
9,9	10,1	10,4	99,99	2169,9	21,70	2,13	44,34

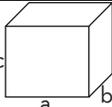
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
175	0,001	780	0,02	1583	0,039
178	0,002	825	0,021	1639	0,040
186	0,003	875	0,02	1699	0,041
199	0,004	915	0,023	1786	0,042
213	0,005	956	0,024	1823	0,043
230	0,006	992	0,025	1903	0,044
238	0,007	1027	0,026	1996	0,045
241	0,008	1063	0,027	2036	0,046
247	0,009	1096	0,028	2156	0,047
265	0,010	1130	0,029	2169,9	0,048
309	0,011	1167	0,030		
337	0,012	1239	0,031		
399	0,013	1289	0,032		
446	0,014	1310	0,033		
498	0,015	1369	0,034		
543	0,016	1403	0,035		
634	0,017	1456	0,036		
691	0,018	1497	0,037		
737	0,019	1523	0,038		



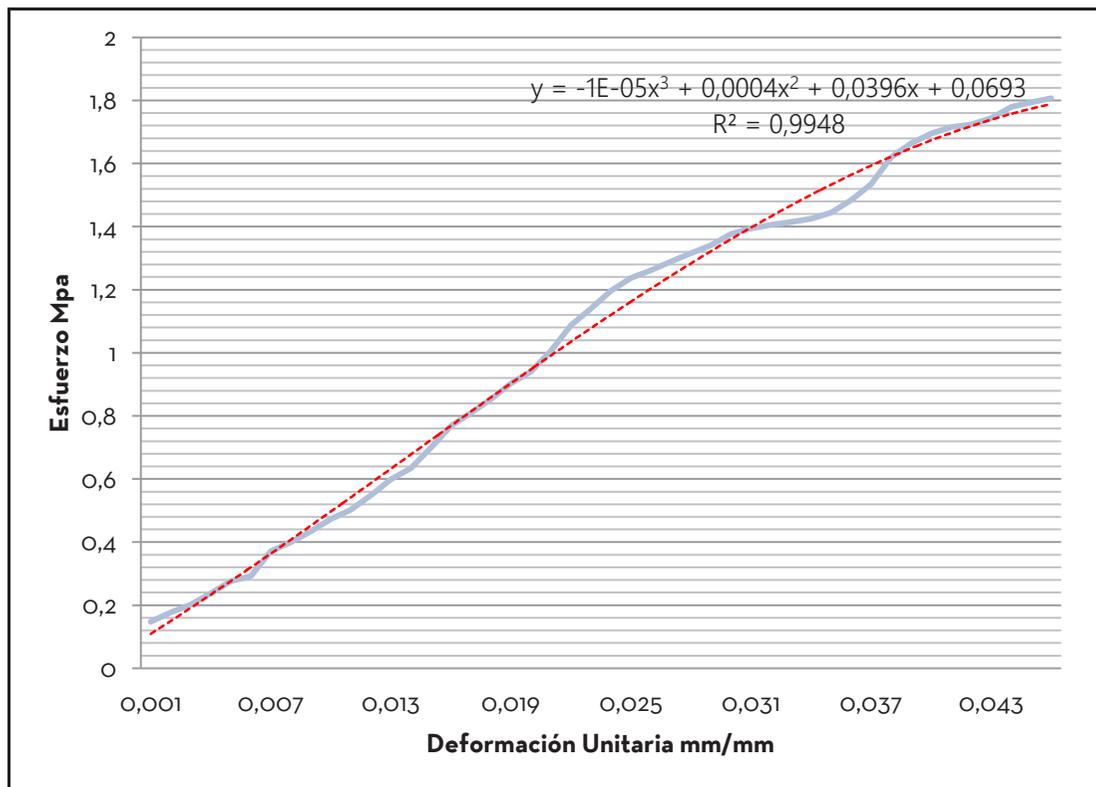
175	0,001	780	0,02	1583	0,039
178	0,002	825	0,021	1639	0,040
186	0,003	875	0,02	1699	0,041
199	0,004	915	0,023	1786	0,042
213	0,005	956	0,024	1823	0,043
230	0,006	992	0,025	1903	0,044
238	0,007	1027	0,026	1996	0,045
241	0,008	1063	0,027	2036	0,046
247	0,009	1096	0,028	2156	0,047
265	0,010	1130	0,029	2169,9	0,048
309	0,011	1167	0,030		
337	0,012	1239	0,031		
399	0,013	1289	0,032		
446	0,014	1310	0,033		
498	0,015	1369	0,034		
543	0,016	1403	0,035		
634	0,017	1456	0,036		
691	0,018	1497	0,037		
737	0,019	1523	0,038		

ANEXO 1.29

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

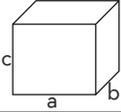
PROBETA 4							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10,5	10,3	9,8	108,15	1993	18,43	1,81	39,29					



163	0,001	1037	0,02	1836	0,039
196	0,002	1109	0,021	1869	0,040
223	0,003	1199	0,02	1892	0,041
262	0,004	1258	0,023	1901	0,042
305	0,005	1320	0,024	1923	0,043
323	0,006	1364	0,025	1963	0,044
409	0,007	1391	0,026	1978	0,045
440	0,008	1422	0,027	1993	0,046
479	0,009	1451	0,028		
521	0,010	1479	0,029		
554	0,011	1518	0,030		
605	0,012	1538	0,031		
661	0,013	1550	0,032		
699	0,014	1560	0,033		
771	0,015	1571	0,034		
848	0,016	1593	0,035		
892	0,017	1636	0,036		
941	0,018	1693	0,037		
996	0,019	1786	0,038		

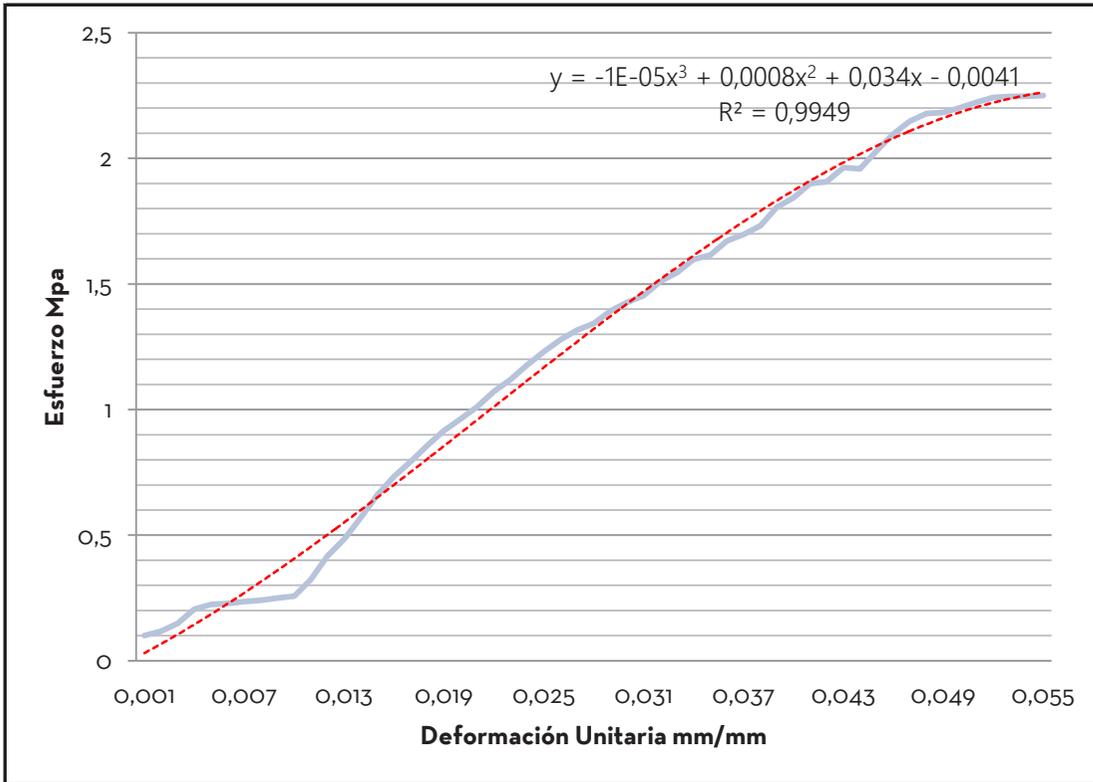
ANEXO 1.30

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Sinincay	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	5
Tipo de Adobe	Adobe Tradicional Estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 5							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,2	10,1	10,0	103,02	2363	22,94	2,25	40,90

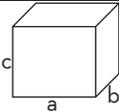
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
106	0,001	1012	0,02	1896	0,039
123	0,002	1062	0,021	1936	0,040
156	0,003	1125	0,02	1996	0,041
215	0,004	1177	0,023	2003	0,042
235	0,005	1237	0,024	2063	0,043
239	0,006	1293	0,025	2057	0,044
247	0,007	1342	0,026	2133	0,045
253	0,008	1382	0,027	2203	0,046
262	0,009	1411	0,028	2256	0,047
270	0,010	1463	0,029	2289	0,048
340	0,011	1499	0,030	2293	0,049
437	0,012	1527	0,031	2313	0,050
508	0,013	1586	0,032	2336	0,051
598	0,014	1623	0,033	2356	0,052
695	0,015	1678	0,034	2359	0,053
771	0,016	1697	0,035	2361	0,054
833	0,017	1756	0,036	2363	0,055
901	0,018	1783	0,037		
962	0,019	1819	0,038		



106	0,001	1012	0,02	1896	0,039
123	0,002	1062	0,021	1936	0,040
156	0,003	1125	0,02	1996	0,041
215	0,004	1177	0,023	2003	0,042
235	0,005	1237	0,024	2063	0,043
239	0,006	1293	0,025	2057	0,044
247	0,007	1342	0,026	2133	0,045
253	0,008	1382	0,027	2203	0,046
262	0,009	1411	0,028	2256	0,047
270	0,010	1463	0,029	2289	0,048
340	0,011	1499	0,030	2293	0,049
437	0,012	1527	0,031	2313	0,050
508	0,013	1586	0,032	2336	0,051
598	0,014	1623	0,033	2356	0,052
695	0,015	1678	0,034	2359	0,053
771	0,016	1697	0,035	2361	0,054
833	0,017	1756	0,036	2363	0,055
901	0,018	1783	0,037		
962	0,019	1819	0,038		

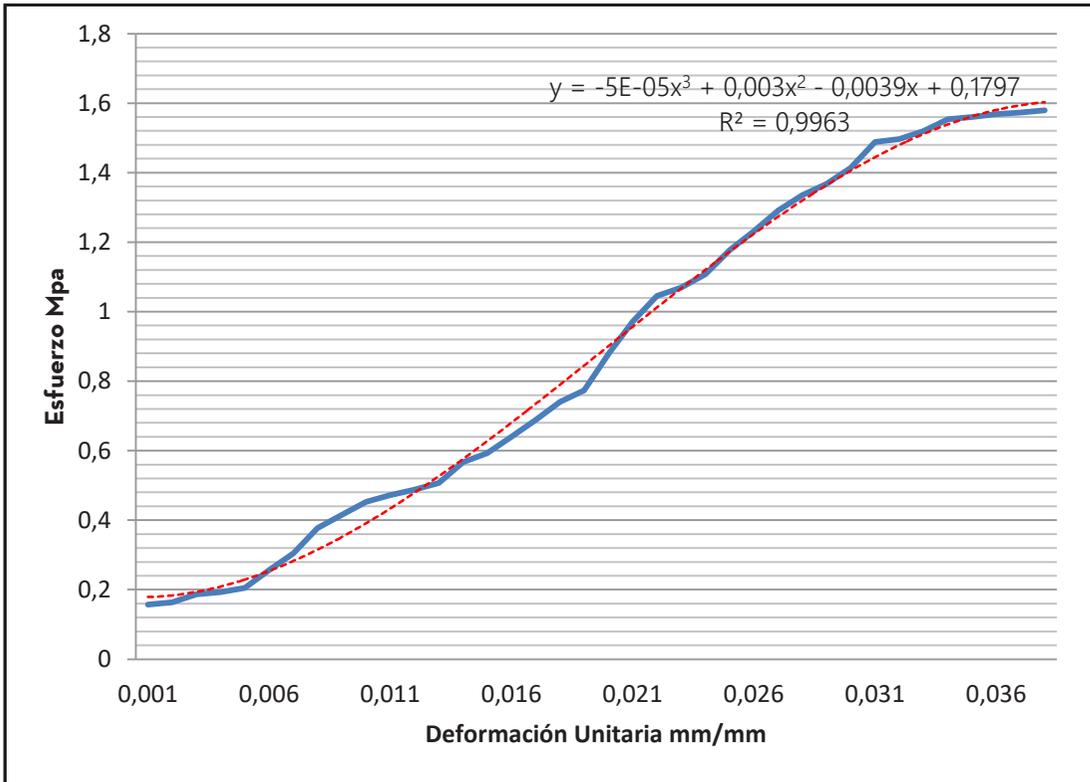
ANEXO 1.31

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	1
Tipo de Adobe	Bloque de Tierra Comprimida (BTC)	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 1							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,3	10,0	9,0	103	1658,9	16,11	1,58	41,56

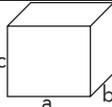
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



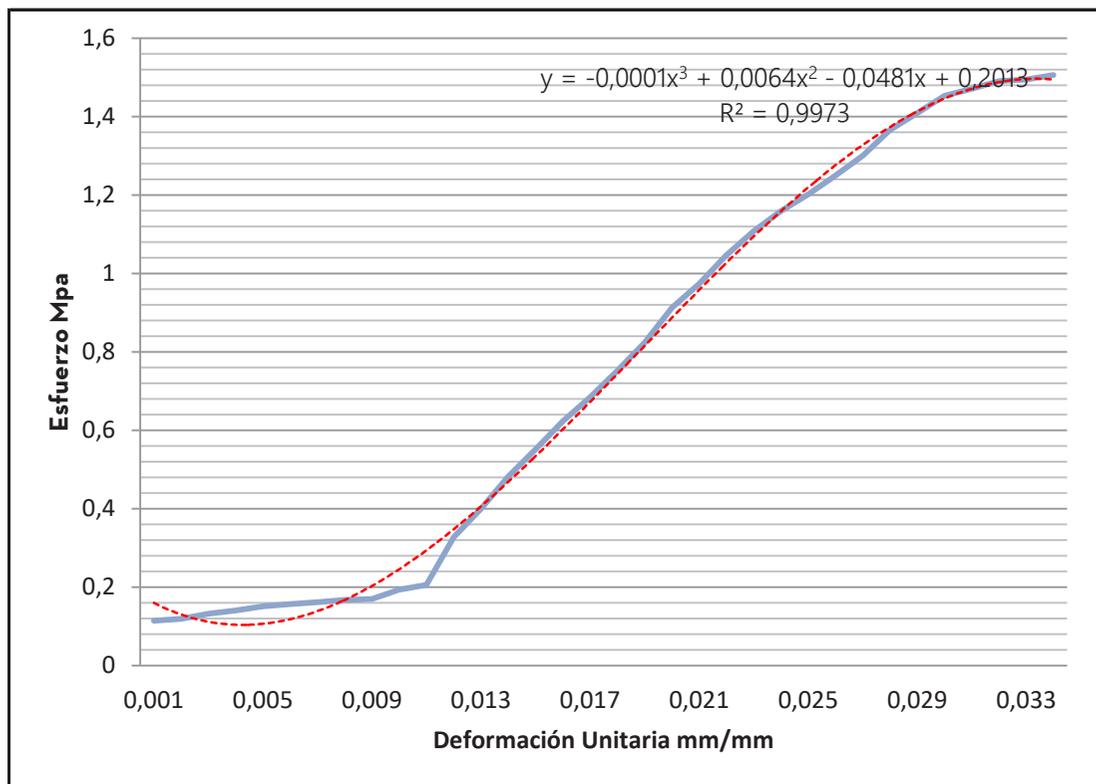
165	0,001	923	0,02		
172	0,002	1020	0,021		
196	0,003	1098	0,02		
203	0,004	1123	0,023		
215	0,005	1163	0,024		
269	0,006	1236	0,025		
320	0,007	1293	0,026		
396	0,008	1356	0,027		
436	0,009	1402	0,028		
476	0,010	1436	0,029		
496	0,011	1485	0,030		
512	0,012	1563	0,031		
533	0,013	1572	0,032		
596	0,014	1596	0,033		
623	0,015	1632	0,034		
672	0,016	1639	0,035		
723	0,017	1647	0,036		
777	0,018	1652	0,037		
812	0,019	1658,9	0,038		

ANEXO 1.32

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	2
Tipo de Adobe	Bloque de Tierra Comprimida (BTC)	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

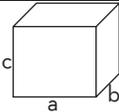
PROBETA 2							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
9,3	10,0	9,0	93	1428	15,35	1,51	44,29					



108	0,001	865	0,02
113	0,002	923	0,021
125	0,003	992	0,02
133	0,004	1050	0,023
143	0,005	1099	0,024
148	0,006	1139	0,025
153	0,007	1185	0,026
158	0,008	1233	0,027
161	0,009	1295	0,028
183	0,010	1336	0,029
195	0,011	1378	0,030
310	0,012	1395	0,031
379	0,013	1413	0,032
457	0,014	1417	0,033
523	0,015	1428	0,034
590	0,016		
648	0,017		
713	0,018		
781	0,019		

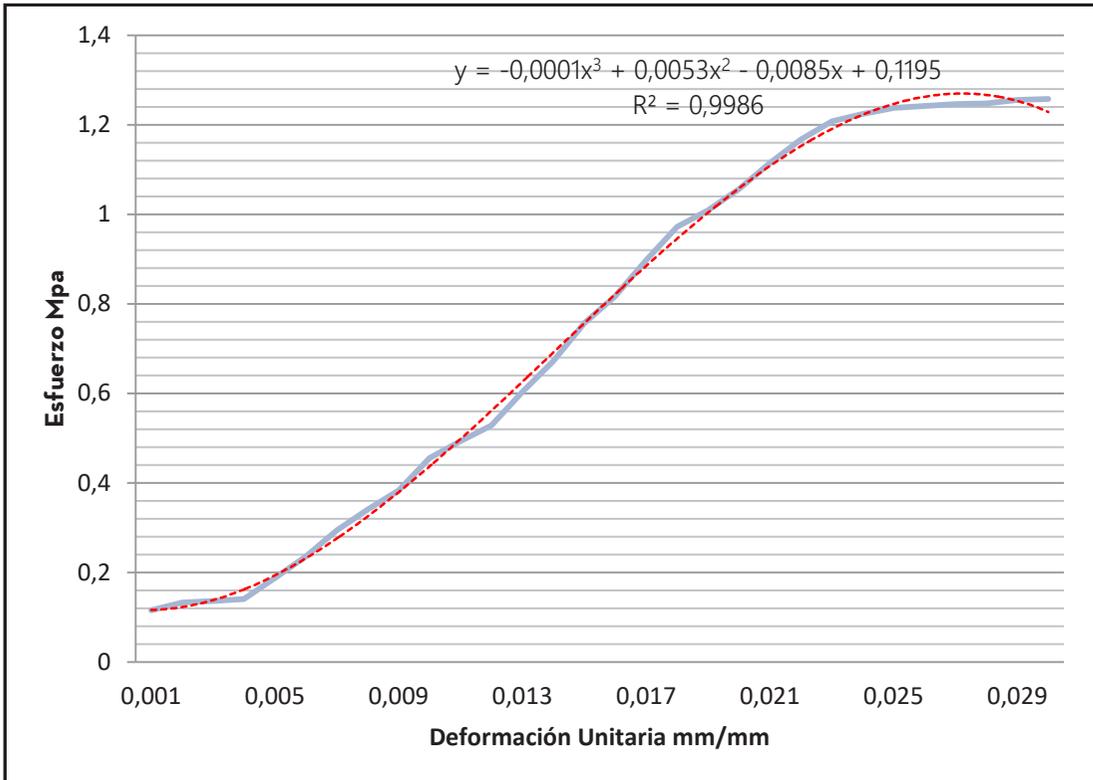
ANEXO 1.33

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	3
Tipo de Adobe	Bloque de Tierra Comprimida (BTC)	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 3							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,0	10,0	9,0	100	1282	12,82	1,26	41,91

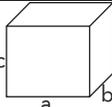
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



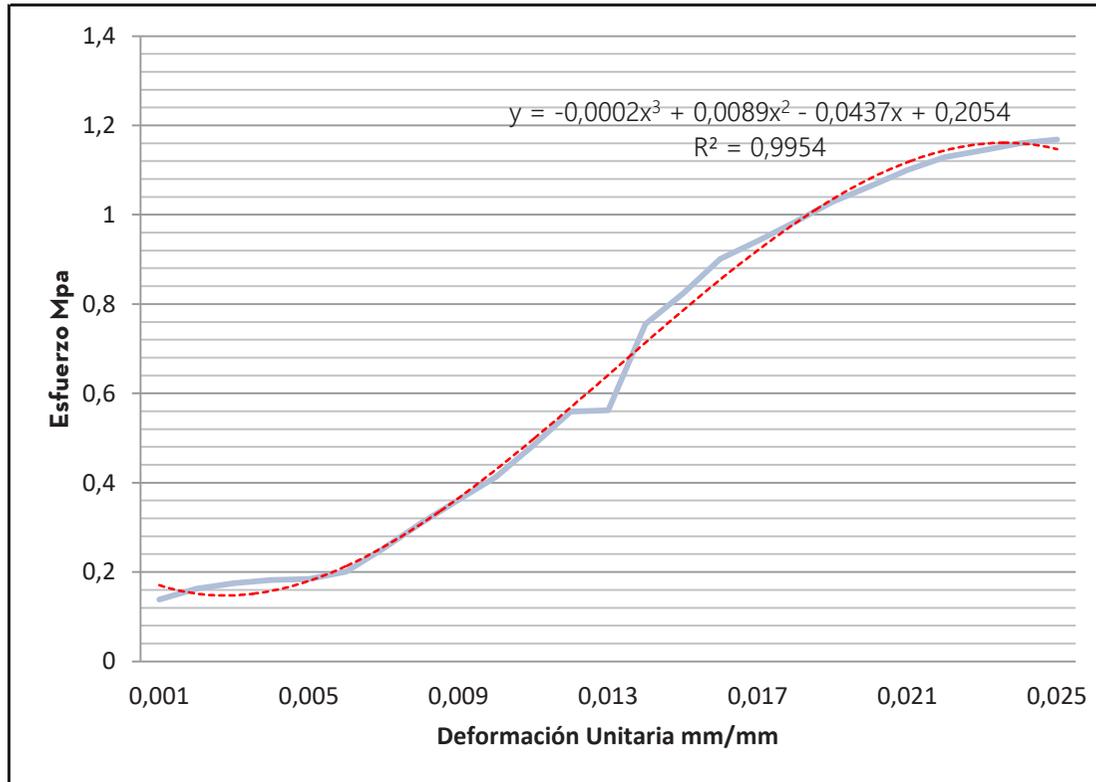
118	0,001	1077	0,02
135	0,002	1137	0,021
139	0,003	1190	0,02
143	0,004	1231	0,023
191	0,005	1248	0,024
240	0,006	1262	0,025
300	0,007	1266	0,026
347	0,008	1271	0,027
391	0,009	1272	0,028
464	0,010	1280	0,029
503	0,011	1282	0,030
539	0,012		
615	0,013		
685	0,014		
772	0,015		
833	0,016		
915	0,017		
991	0,018		
1029	0,019		

ANEXO 1.34

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	Bloque de Tierra Comprimida (BTC)	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

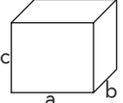
PROBETA 4							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10,5	10,0	10,0	105	1251	11,91	1,17	46,74					



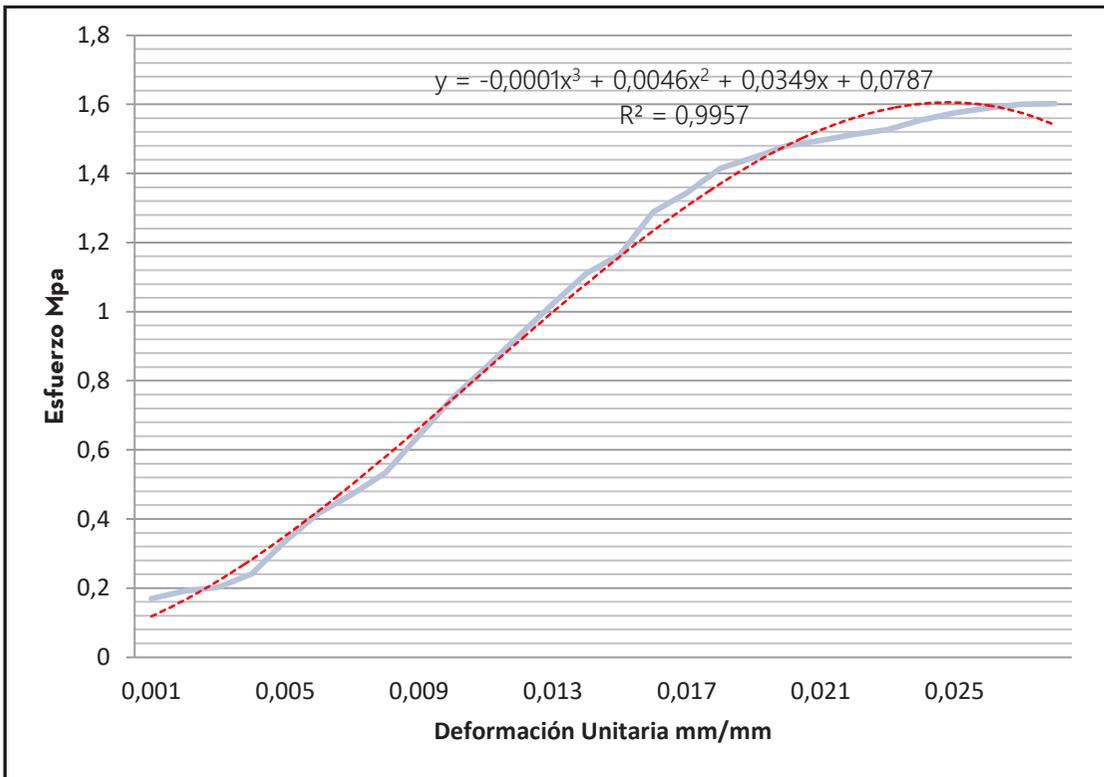
148	0,001	1139	0,02
174	0,002	1178	0,021
187	0,003	1209	0,02
195	0,004	1225	0,023
197	0,005	1242	0,024
215	0,006	1251	0,025
271	0,007		
331	0,008		
387	0,009		
442	0,010		
518	0,011		
599	0,012		
602	0,013		
809	0,014		
882	0,015		
965	0,016		
1008	0,017		
1053	0,018		
1102	0,019		

ANEXO 1.35

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	5
Tipo de Adobe	Bloque de Tierra Comprimida (BTC)	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

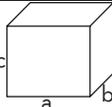
PROBETA 5								VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E		Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10,0	10,5	9,8	105	1715	16,33	1,60	57,21						



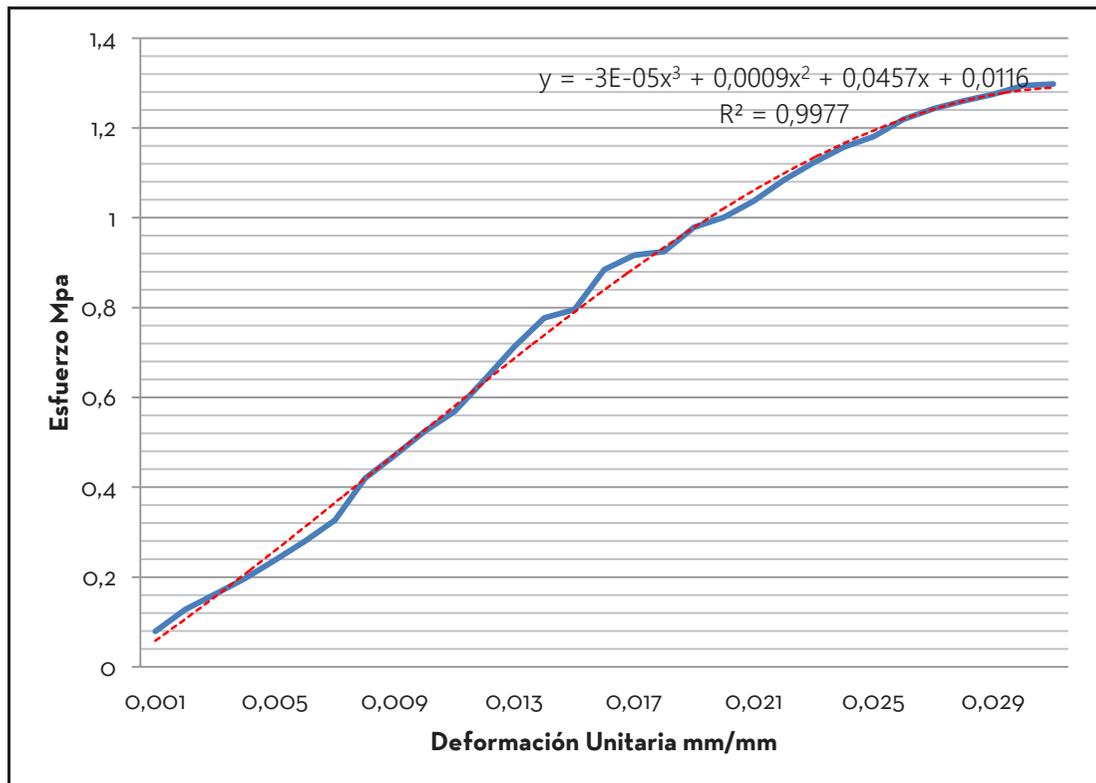
181	0,001	1585	0,02
205	0,002	1601	0,021
217	0,003	1620	0,02
258	0,004	1635	0,023
359	0,005	1664	0,024
446	0,006	1687	0,025
505	0,007	1702	0,026
572	0,008	1713	0,027
687	0,009	1715	0,028
804	0,010		
898	0,011		
998	0,012		
1095	0,013		
1189	0,014		
1247	0,015		
1380	0,016		
1439	0,017		
1515	0,018		
1548	0,019		

ANEXO 1.36

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	1
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

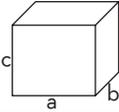
PROBETA 1							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10,0	10,0	10,3	100	1323,5	13,24	1,30	41,87					



80,9	0,001	1021	0,02
130	0,002	1058	0,021
165	0,003	1105	0,02
201	0,004	1145	0,023
242	0,005	1180	0,024
285	0,006	1204	0,025
333	0,007	1243	0,026
428	0,008	1267	0,027
480	0,009	1285	0,028
535	0,010	1300	0,029
580	0,011	1320	0,030
652	0,012	1323,5	0,031
727	0,013		
792	0,014		
811	0,015		
902	0,016		
935	0,017		
943	0,018		
998	0,019		

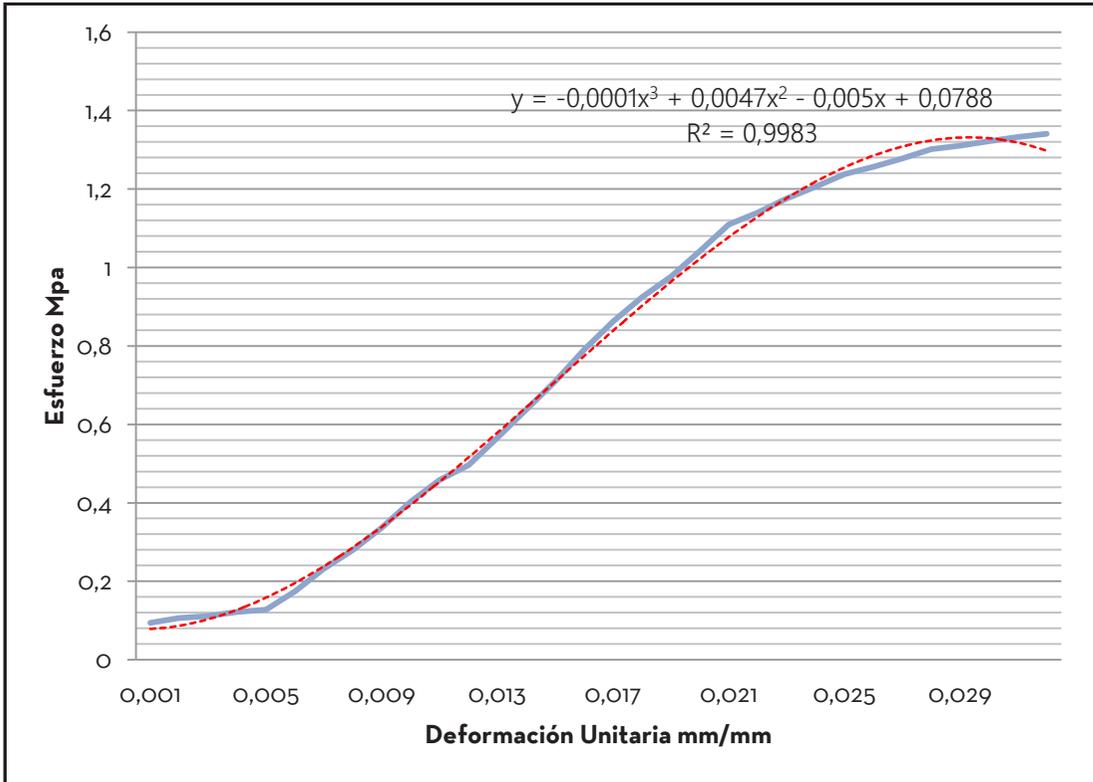
ANEXO 1.37

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	2
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 2						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,2	9,5	10,8	96,9	1324,6	13,67	1,34
						41,89

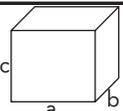
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
92,6	0,001	1029	0,02		
105	0,002	1096	0,021		
110	0,003	1126	0,02		
120	0,004	1162	0,023		
126	0,005	1192	0,024		
172	0,006	1223	0,025		
229	0,007	1242	0,026		
276	0,008	1263	0,027		
333	0,009	1286	0,028		
398	0,010	1295	0,029		
453	0,011	1306	0,030		
490	0,012	1317	0,031		
559	0,013	1324,6	0,032		
630	0,014				
701	0,015				
781	0,016				
852	0,017				
913	0,018				
965	0,019				



92,6	0,001	1029	0,02
105	0,002	1096	0,021
110	0,003	1126	0,02
120	0,004	1162	0,023
126	0,005	1192	0,024
172	0,006	1223	0,025
229	0,007	1242	0,026
276	0,008	1263	0,027
333	0,009	1286	0,028
398	0,010	1295	0,029
453	0,011	1306	0,030
490	0,012	1317	0,031
559	0,013	1324,6	0,032
630	0,014		
701	0,015		
781	0,016		
852	0,017		
913	0,018		
965	0,019		

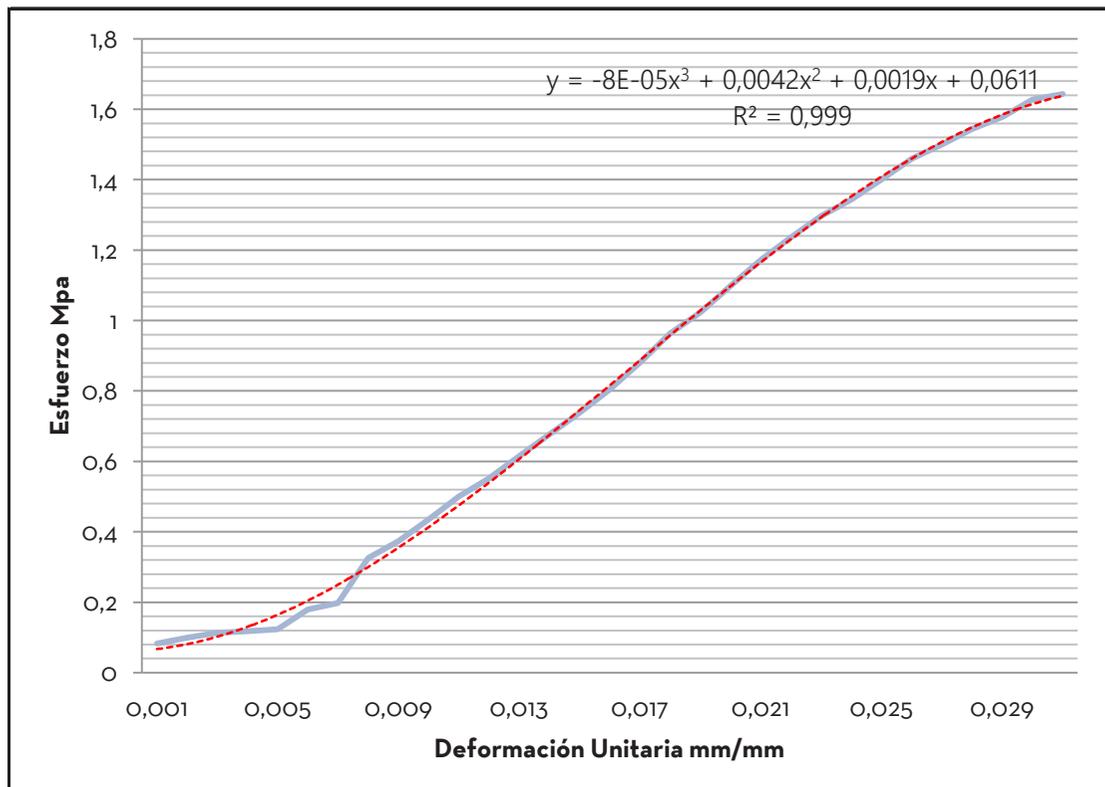
ANEXO 1.38

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	3
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 3						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,0	10,0	10,1	100	1675,8	16,76	1,64
						53,01

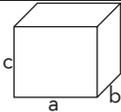
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
84,1	0,001	1120	0,02		
101	0,002	1195	0,021		
115	0,003	1260	0,02		
120	0,004	1322	0,023		
126	0,005	1370	0,024		
183	0,006	1428	0,025		
202	0,007	1488	0,026		
332	0,008	1529	0,027		
381	0,009	1574	0,028		
444	0,010	1609	0,029		
510	0,011	1660	0,030		
563	0,012	1675,8	0,031		
627	0,013				
690	0,014				
752	0,015				
820	0,016				
898	0,017				
982	0,018				
1043	0,019				



84,1	0,001	1120	0,02
101	0,002	1195	0,021
115	0,003	1260	0,02
120	0,004	1322	0,023
126	0,005	1370	0,024
183	0,006	1428	0,025
202	0,007	1488	0,026
332	0,008	1529	0,027
381	0,009	1574	0,028
444	0,010	1609	0,029
510	0,011	1660	0,030
563	0,012	1675,8	0,031
627	0,013		
690	0,014		
752	0,015		
820	0,016		
898	0,017		
982	0,018		
1043	0,019		

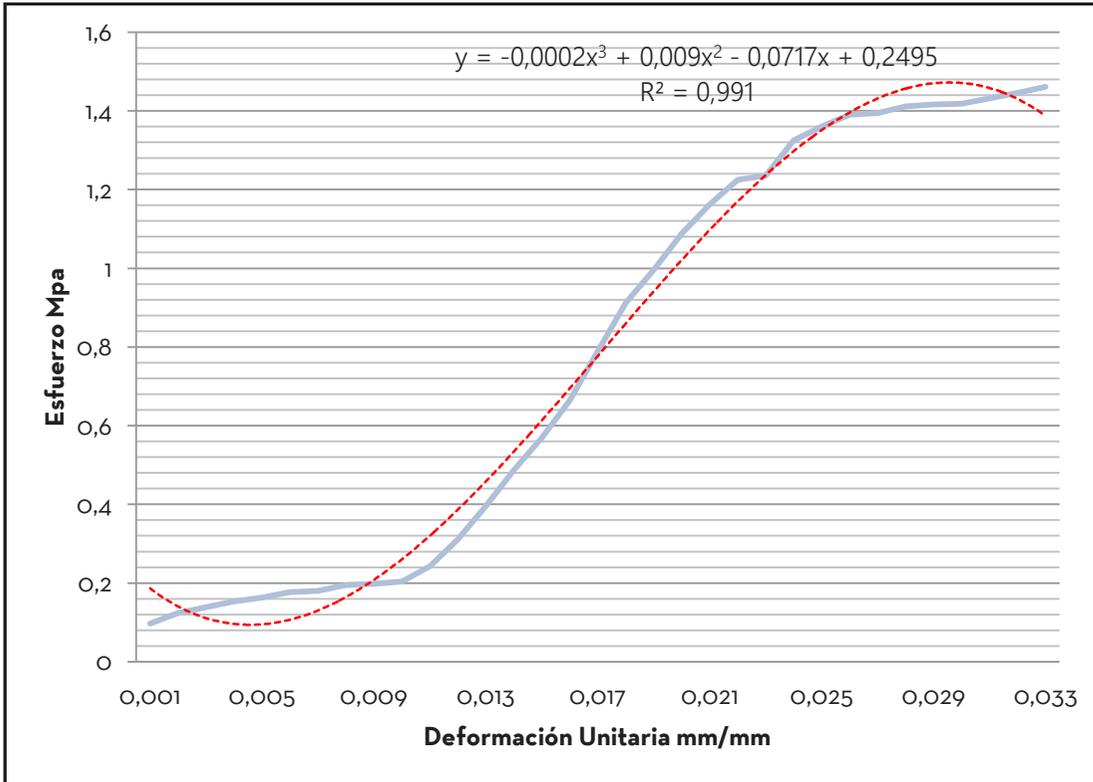
ANEXO 1.39

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 4							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,0	10,0	10,6	100	1489,6	14,90	1,46	44,27

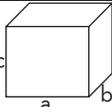
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
98,6	0,001	1109	0,02		
126	0,002	1185	0,021		
141	0,003	1249	0,02		
156	0,004	1260	0,023		
166	0,005	1351	0,024		
180	0,006	1387	0,025		
184	0,007	1418	0,026		
199	0,008	1422	0,027		
202	0,009	1439	0,028		
208	0,010	1444	0,029		
248	0,011	1446	0,030		
317	0,012	1460	0,031		
403	0,013	1474	0,032		
496	0,014	1489,6	0,033		
580	0,015				
678	0,016				
805	0,017				
930	0,018				
1016	0,019				



98,6	0,001	1109	0,02
126	0,002	1185	0,021
141	0,003	1249	0,02
156	0,004	1260	0,023
166	0,005	1351	0,024
180	0,006	1387	0,025
184	0,007	1418	0,026
199	0,008	1422	0,027
202	0,009	1439	0,028
208	0,010	1444	0,029
248	0,011	1446	0,030
317	0,012	1460	0,031
403	0,013	1474	0,032
496	0,014	1489,6	0,033
580	0,015		
678	0,016		
805	0,017		
930	0,018		
1016	0,019		

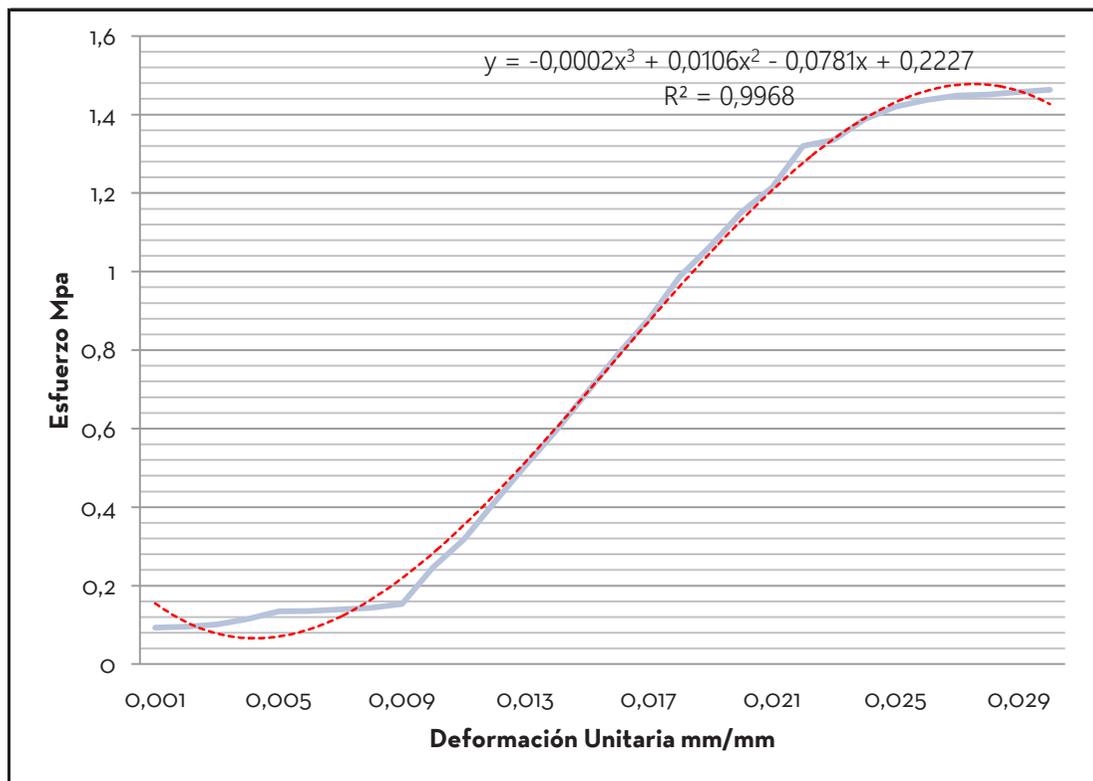
ANEXO 1.40

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	5
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 2,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 5						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
9,2	10,0	10,7	92	1372,5	14,92	1,46
						48,77

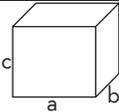
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
87,6	0,001	1080	0,02		
90	0,002	1140	0,021		
95	0,003	1238	0,02		
108	0,004	1253	0,023		
126	0,005	1302	0,024		
127	0,006	1332	0,025		
131	0,007	1348	0,026		
135	0,008	1359	0,027		
144	0,009	1361	0,028		
231	0,010	1367	0,029		
298	0,011	1372,5	0,030		
387	0,012				
474	0,013				
559	0,014				
650	0,015				
741	0,016				
825	0,017				
926	0,018				
999	0,019				



87,6	0,001	1080	0,02
90	0,002	1140	0,021
95	0,003	1238	0,02
108	0,004	1253	0,023
126	0,005	1302	0,024
127	0,006	1332	0,025
131	0,007	1348	0,026
135	0,008	1359	0,027
144	0,009	1361	0,028
231	0,010	1367	0,029
298	0,011	1372,5	0,030
387	0,012		
474	0,013		
559	0,014		
650	0,015		
741	0,016		
825	0,017		
926	0,018		
999	0,019		

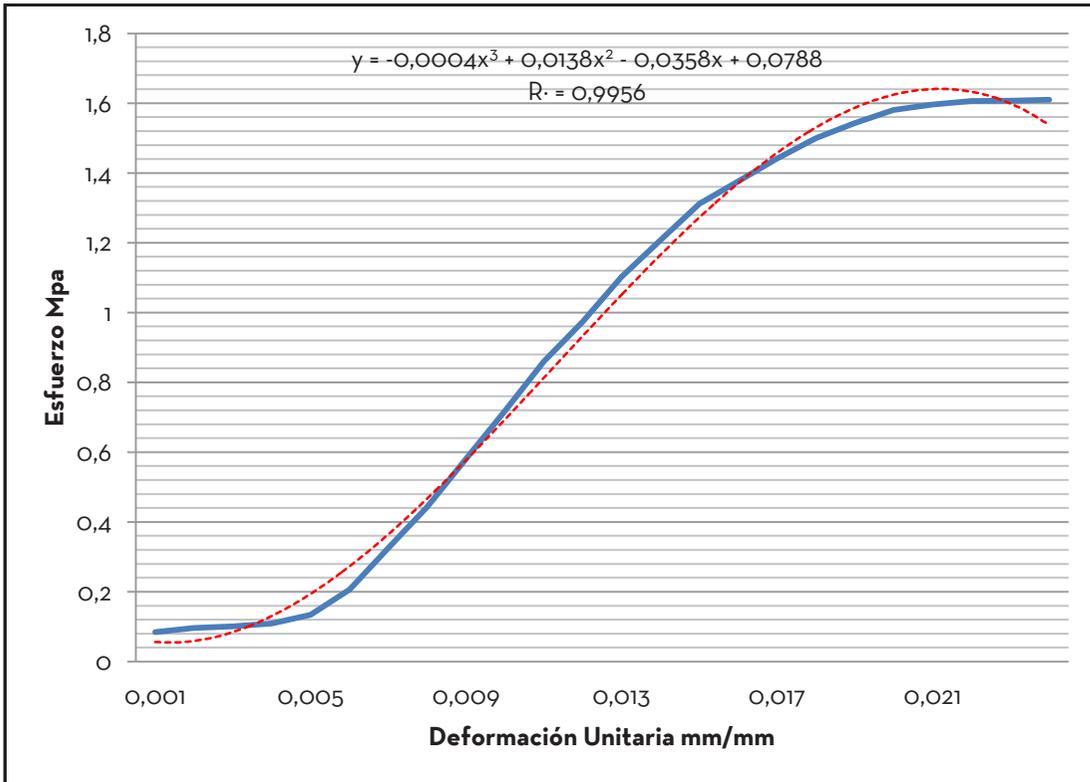
ANEXO 1.41

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	1
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 1							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
9,8	9,5	9,5	93,1	1528,7	16,42	1,61	67,09

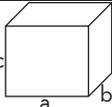
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
80	0,001	1500	0,02		
91	0,002	1515	0,021		
96	0,003	1525	0,02		
104	0,004	1526	0,023		
127	0,005	1528,7	0,024		
196	0,006				
309	0,007				
421	0,008				
552	0,009				
682	0,010				
816	0,011				
925	0,012				
1047	0,013				
1146	0,014				
1245	0,015				
1306	0,016				
1368	0,017				
1424	0,018				
1465	0,019				



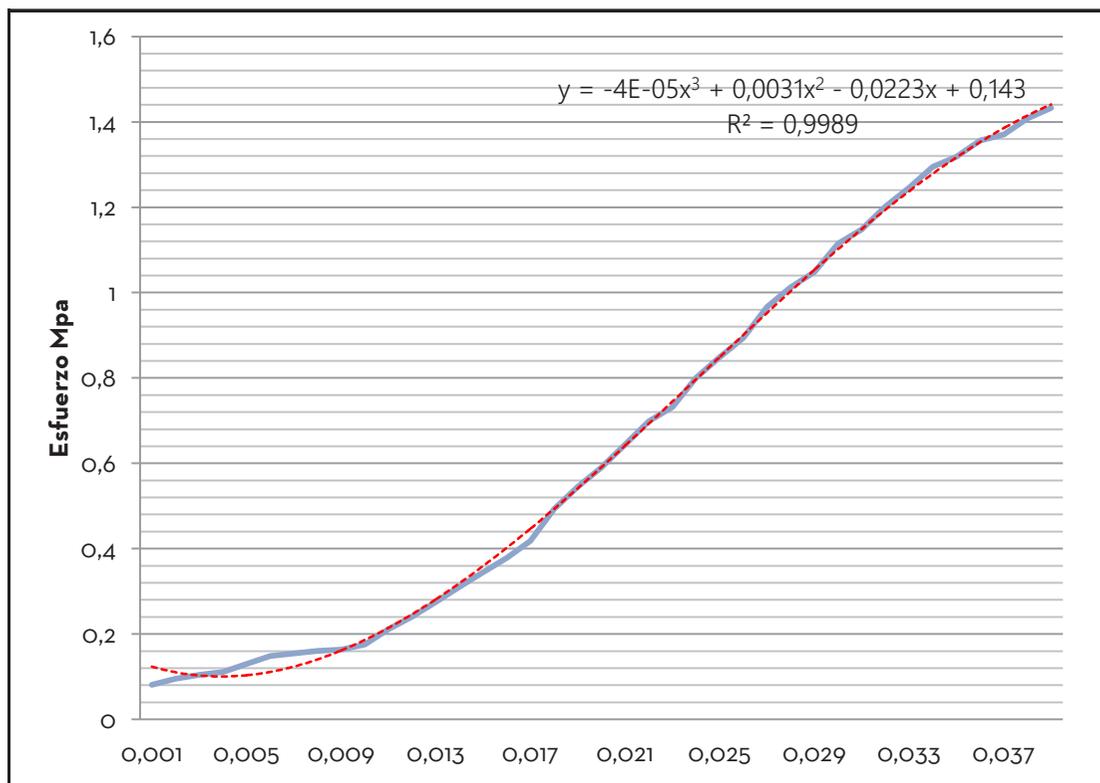
80	0,001	1500	0,02
91	0,002	1515	0,021
96	0,003	1525	0,02
104	0,004	1526	0,023
127	0,005	1528,7	0,024
196	0,006		
309	0,007		
421	0,008		
552	0,009		
682	0,010		
816	0,011		
925	0,012		
1047	0,013		
1146	0,014		
1245	0,015		
1306	0,016		
1368	0,017		
1424	0,018		
1465	0,019		

ANEXO 1.42

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	2
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

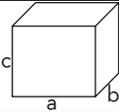
PROBETA 2							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
9,8	10,1	9,9	98,98	1446,1	14,61	1,43	36,74					



82	0,001	596	0,02	1446,1	0,039
96	0,002	650	0,021		
105	0,003	705	0,02		
112	0,004	739	0,023		
131	0,005	808	0,024		
150	0,006	857	0,025		
156	0,007	902	0,026		
162	0,008	976	0,027		
165	0,009	1022	0,028		
177	0,010	1058	0,029		
213	0,011	1125	0,030		
243	0,012	1159	0,031		
278	0,013	1213	0,032		
313	0,014	1257	0,033		
348	0,015	1307	0,034		
382	0,016	1330	0,035		
422	0,017	1369	0,036		
498	0,018	1383	0,037		
550	0,019	1421	0,038		

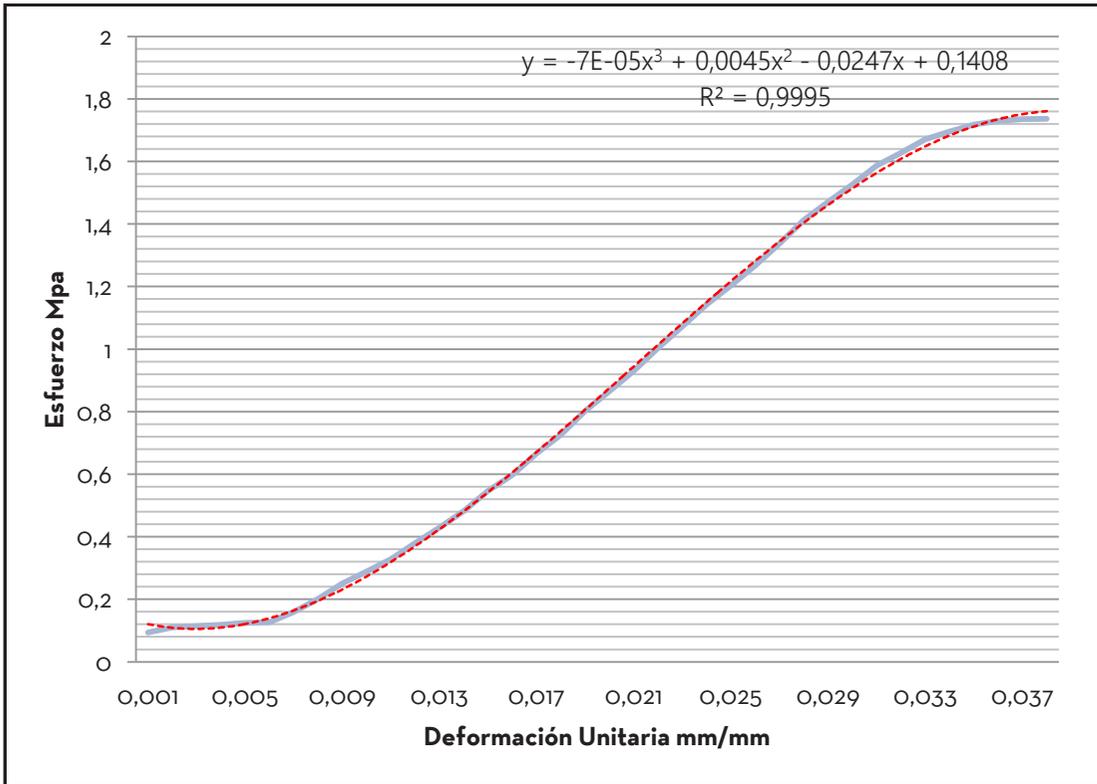
ANEXO 1.43

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	3
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 3						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,0	10,0	10,1	100	1806,1	18,06	1,77
						46,61

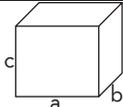
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



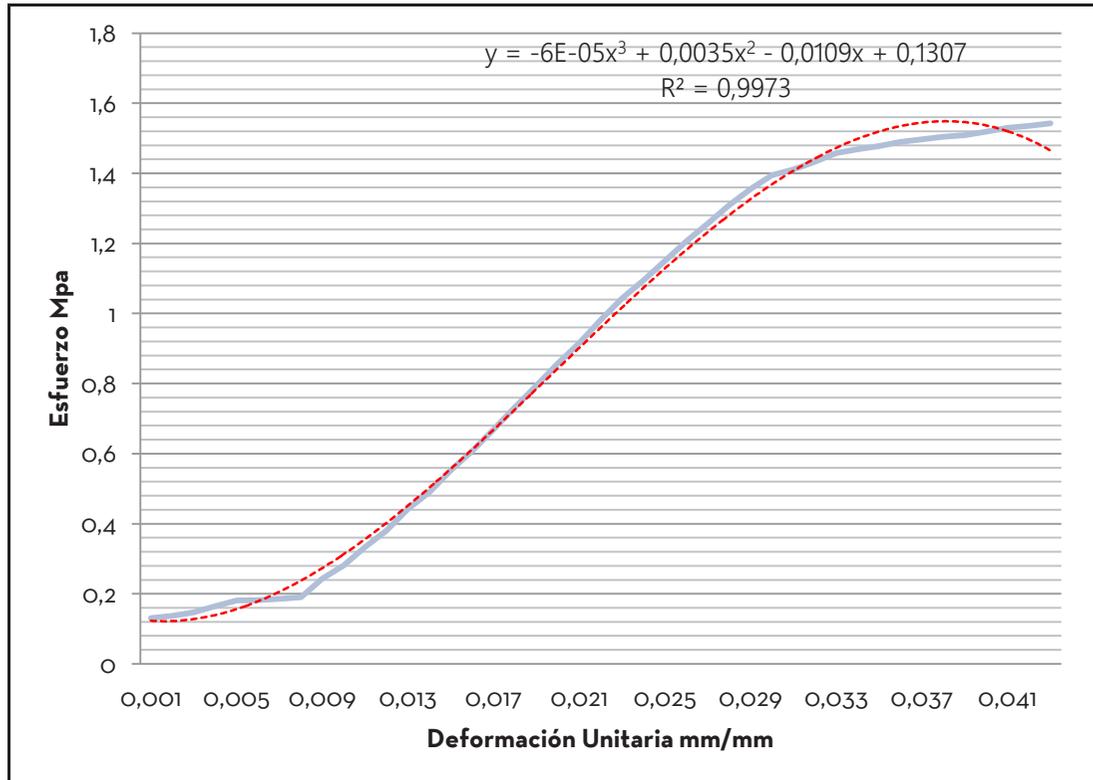
98	0,001	900	0,02
115	0,002	967	0,021
119	0,003	1044	0,02
123	0,004	1115	0,023
130	0,005	1189	0,024
132	0,006	1252	0,025
166	0,007	1318	0,026
209	0,008	1391	0,027
261	0,009	1469	0,028
300	0,010	1530	0,029
342	0,011	1587	0,030
395	0,012	1650	0,031
446	0,013	1693	0,032
501	0,014	1738	0,033
569	0,015	1763	0,034
622	0,016	1787	0,035
693	0,017	1798	0,036
755	0,018	1805	0,037
835	0,019	1806,1	0,038

ANEXO 1.44

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

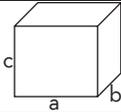
PROBETA 4							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10,0	10,0	10,6	100	1620,2	16,20	1,59	36,95					



137	0,001	901	0,02	1585	0,039
144	0,002	961	0,021	1595	0,040
155	0,003	1032	0,02	1607	0,041
173	0,004	1096	0,023	1613	0,042
190	0,005	1150	0,024	1620,2	0,043
191	0,006	1208	0,025		
195	0,007	1267	0,026		
200	0,008	1320	0,027		
255	0,009	1375	0,028		
295	0,010	1423	0,029		
351	0,011	1465	0,030		
400	0,012	1482	0,031		
465	0,013	1505	0,032		
515	0,014	1531	0,033		
580	0,015	1543	0,034		
639	0,016	1552	0,035		
703	0,017	1565	0,036		
769	0,018	1572	0,037		
835	0,019	1580	0,038		

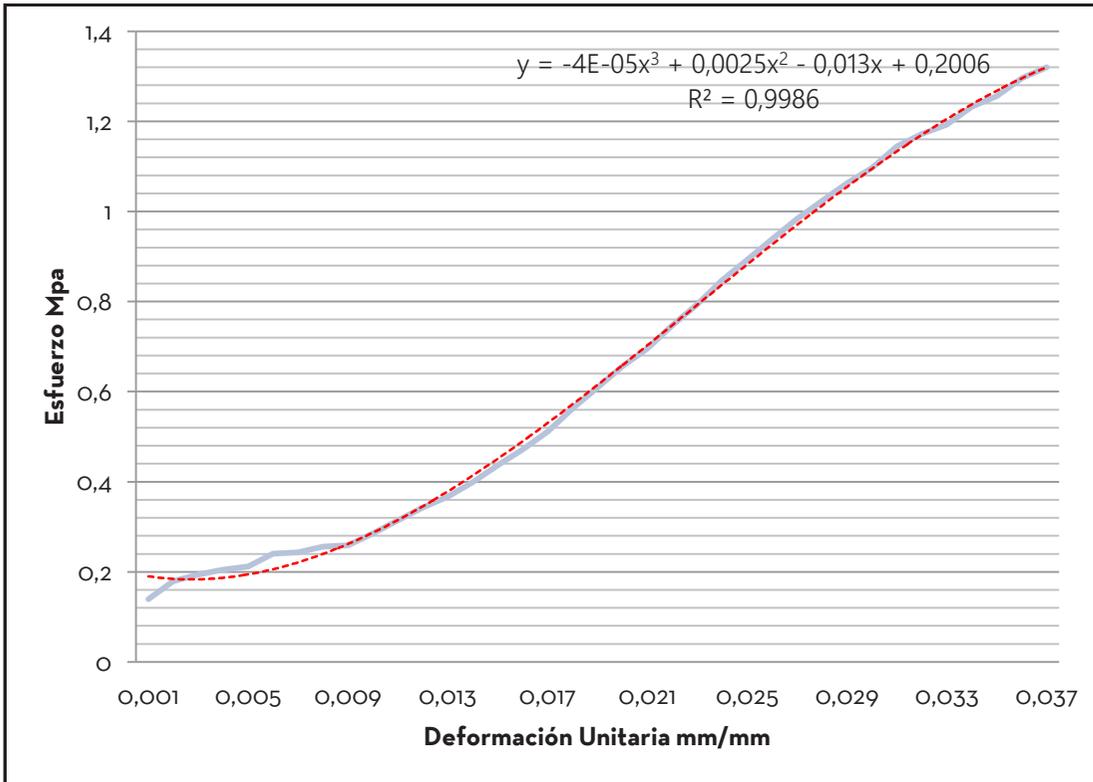
ANEXO 1.45

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	5
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 5							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
9,2	10,0	10,7	92	1290,5	14,03	1,38	37,18

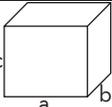
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
136	0,001	642	0,02		
175	0,002	680	0,021		
190	0,003	731	0,02		
200	0,004	776	0,023		
207	0,005	829	0,024		
235	0,006	873	0,025		
238	0,007	918	0,026		
250	0,008	962	0,027		
253	0,009	1001	0,028		
279	0,010	1039	0,029		
307	0,011	1072	0,030		
335	0,012	1119	0,031		
359	0,013	1146	0,032		
390	0,014	1166	0,033		
427	0,015	1205	0,034		
461	0,016	1228	0,035		
500	0,017	1267	0,036		
550	0,018	1290,5	0,037		
596	0,019				



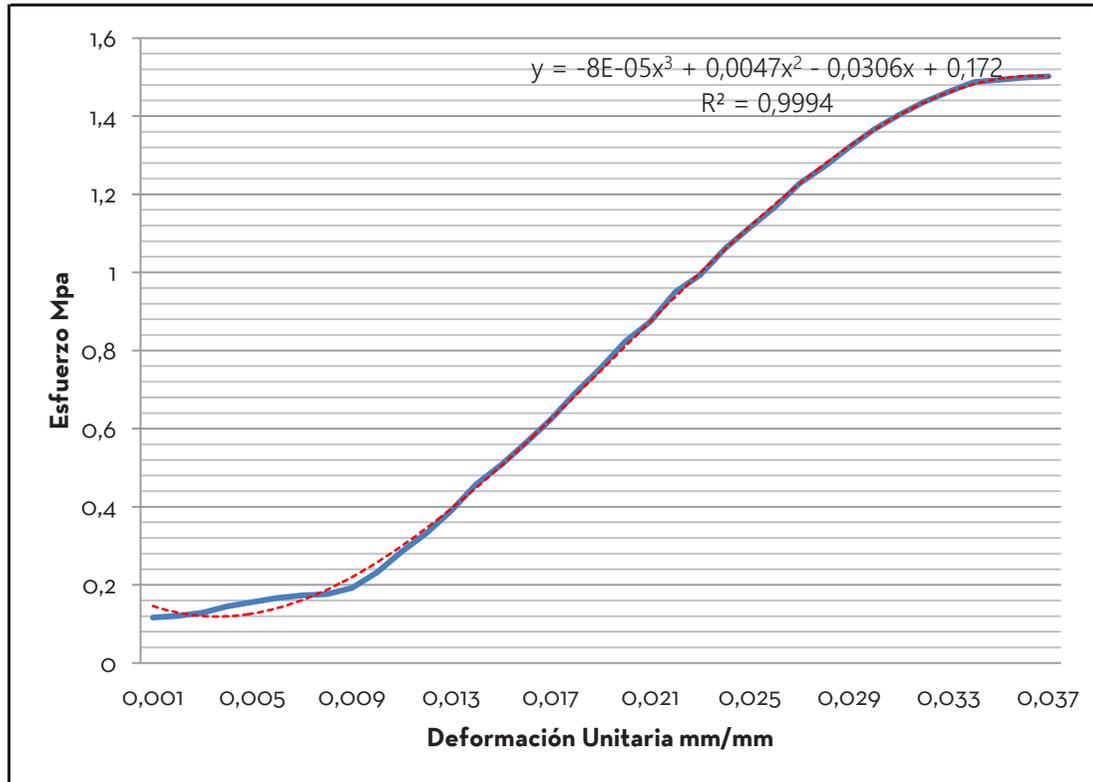
136	0,001	642	0,02
175	0,002	680	0,021
190	0,003	731	0,02
200	0,004	776	0,023
207	0,005	829	0,024
235	0,006	873	0,025
238	0,007	918	0,026
250	0,008	962	0,027
253	0,009	1001	0,028
279	0,010	1039	0,029
307	0,011	1072	0,030
335	0,012	1119	0,031
359	0,013	1146	0,032
390	0,014	1166	0,033
427	0,015	1205	0,034
461	0,016	1228	0,035
500	0,017	1267	0,036
550	0,018	1290,5	0,037
596	0,019		

ANEXO 1.46

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	1
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

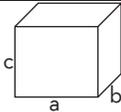
PROBETA 1							VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
10,3	9,7	9,7	99,91	1530,6	15,32	1,50						



119	0,001	839	0,02
123	0,002	890	0,021
131	0,003	968	0,02
148	0,004	1012	0,023
159	0,005	1081	0,024
170	0,006	1136	0,025
176	0,007	1189	0,026
180	0,008	1251	0,027
196	0,009	1295	0,028
236	0,010	1345,1	0,029
290	0,011	1392	0,030
339	0,012	1430	0,031
397	0,013	1463	0,032
466	0,014	1490	0,033
517	0,015	1515	0,034
575	0,016	1521	0,035
636	0,017	1527	0,036
705	0,018	1530,6	0,037
769	0,019		

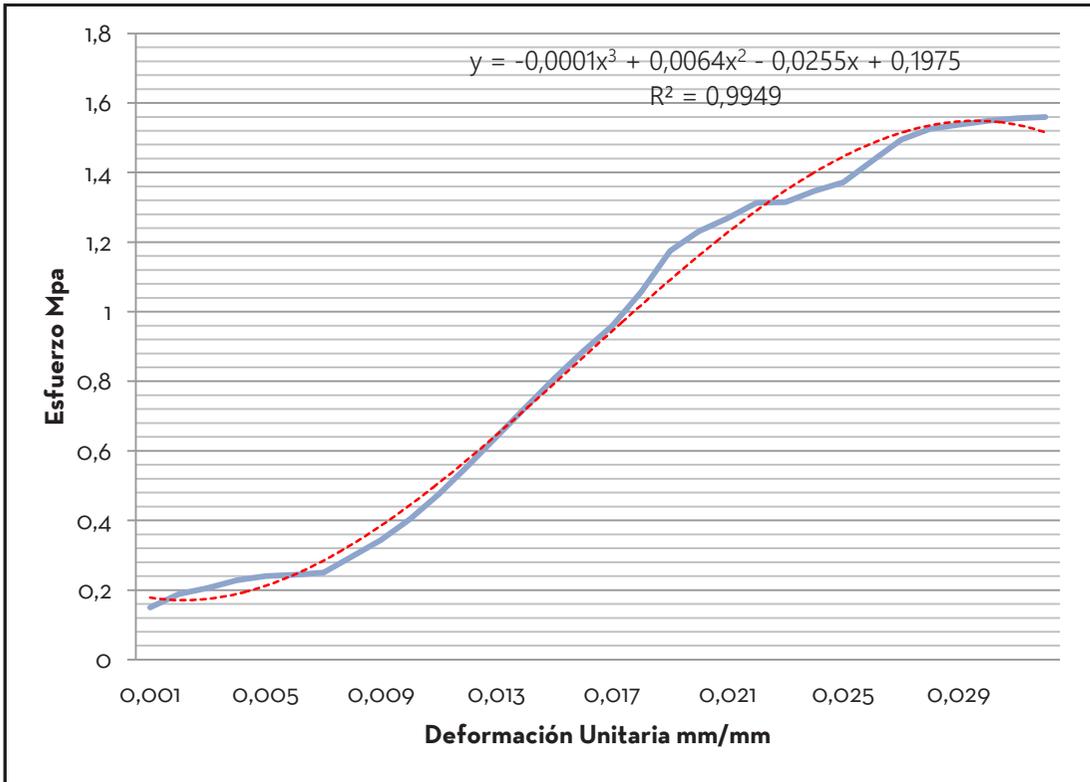
ANEXO 1.47

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	2
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 2							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,0	9,6	9,9	96	1527	15,91	1,56	48,75

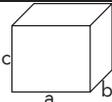
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
147	0,001	1205	0,02		
185	0,002	1242	0,021		
202	0,003	1285	0,02		
223	0,004	1287	0,023		
235	0,005	1319	0,024		
239	0,006	1343	0,025		
245	0,007	1403	0,026		
291	0,008	1463	0,027		
337	0,009	1493	0,028		
395	0,010	1505	0,029		
466	0,011	1516	0,030		
545	0,012	1523	0,031		
628	0,013	1527	0,032		
710	0,014				
792	0,015				
868	0,016				
939	0,017				
1035	0,018				
1150	0,019				



147	0,001	1205	0,02
185	0,002	1242	0,021
202	0,003	1285	0,02
223	0,004	1287	0,023
235	0,005	1319	0,024
239	0,006	1343	0,025
245	0,007	1403	0,026
291	0,008	1463	0,027
337	0,009	1493	0,028
395	0,010	1505	0,029
466	0,011	1516	0,030
545	0,012	1523	0,031
628	0,013	1527	0,032
710	0,014		
792	0,015		
868	0,016		
939	0,017		
1035	0,018		
1150	0,019		

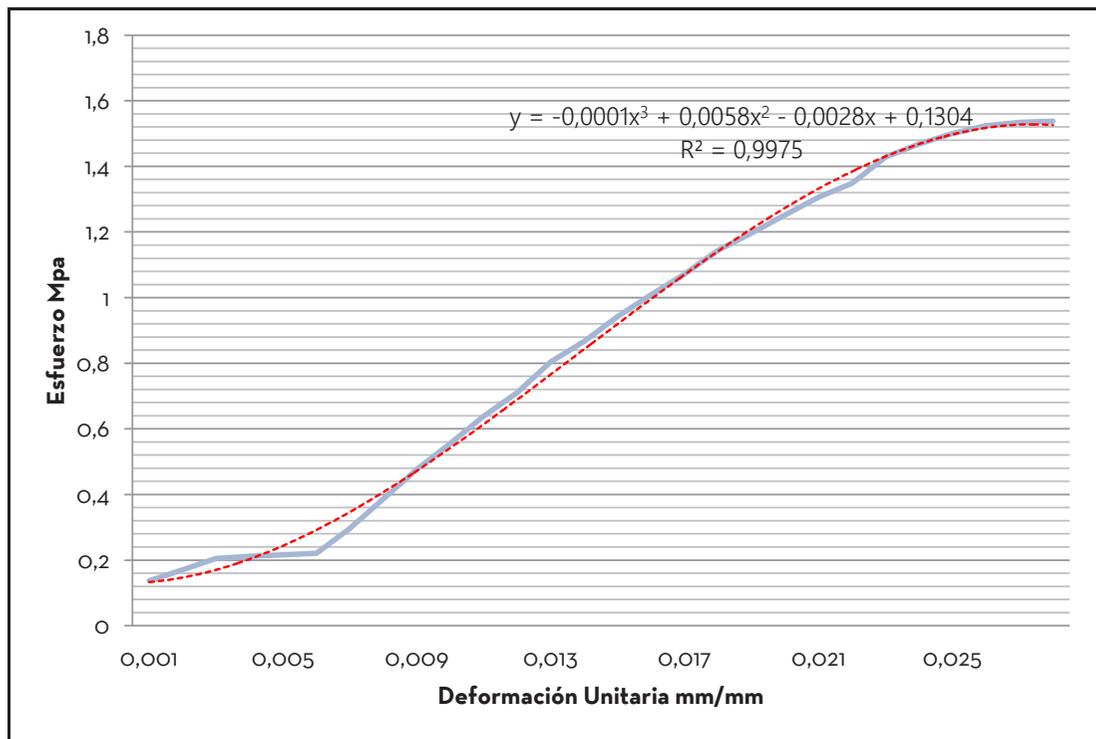
ANEXO 1.48

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	3
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 3							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,1	10,1	9,7	102,01	1599,9	15,68	1,54	54,93

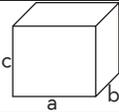
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



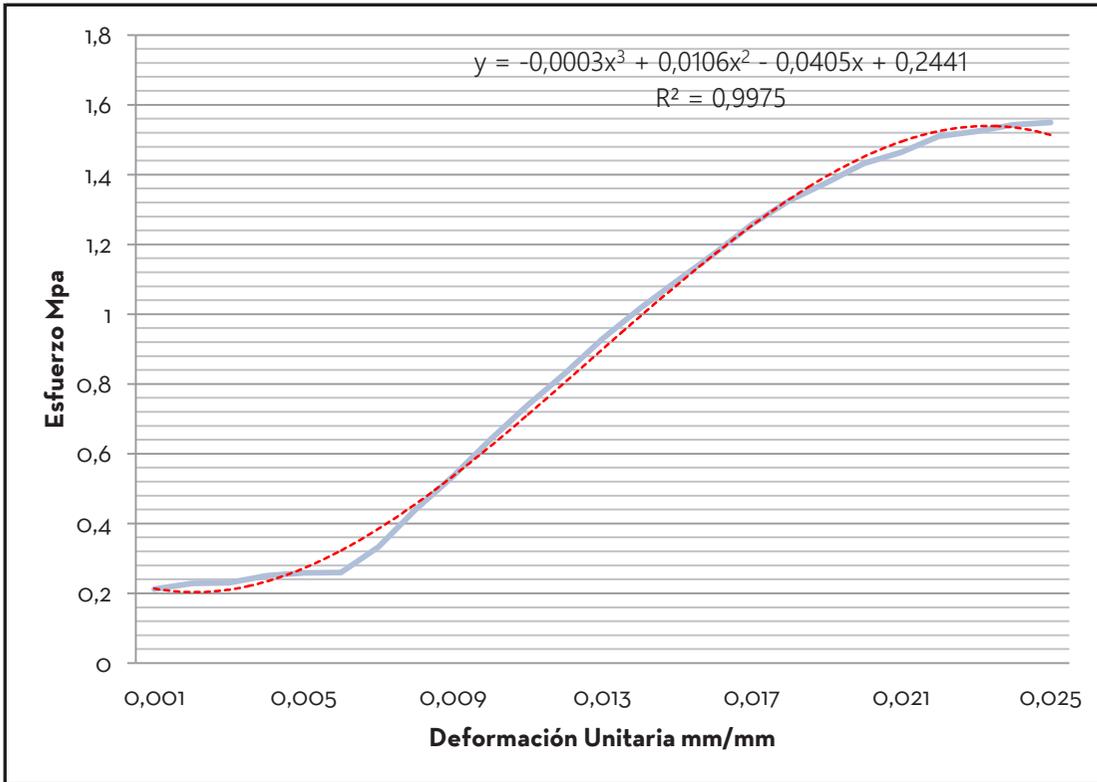
143	0,001	1302	0,02
177	0,002	1359	0,021
213	0,003	1403	0,02
220	0,004	1486	0,023
225	0,005	1527	0,024
230	0,006	1560	0,025
309	0,007	1585	0,026
403	0,008	1596	0,027
496	0,009	1599,9	0,028
578	0,010		
665	0,011		
739	0,012		
837	0,013		
902	0,014		
981	0,015		
1050	0,016		
1115	0,017		
1190	0,018		
1245	0,019		

ANEXO 1.49

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

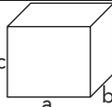
PROBETA 4								VALORES DE CARGA					
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E		Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
9,4	9,6	10,3	90,24	1425,5	15,80	1,55	61,97						



195	0,001	1318	0,02
210	0,002	1347	0,021
212	0,003	1389	0,02
230	0,004	1402	0,023
238	0,005	1420	0,024
239	0,006	1425,5	0,025
306	0,007		
406	0,008		
493	0,009		
590	0,010		
680	0,011		
765	0,012		
855	0,013		
935	0,014		
1009	0,015		
1080	0,016		
1157	0,017		
1220	0,018		
1267	0,019		

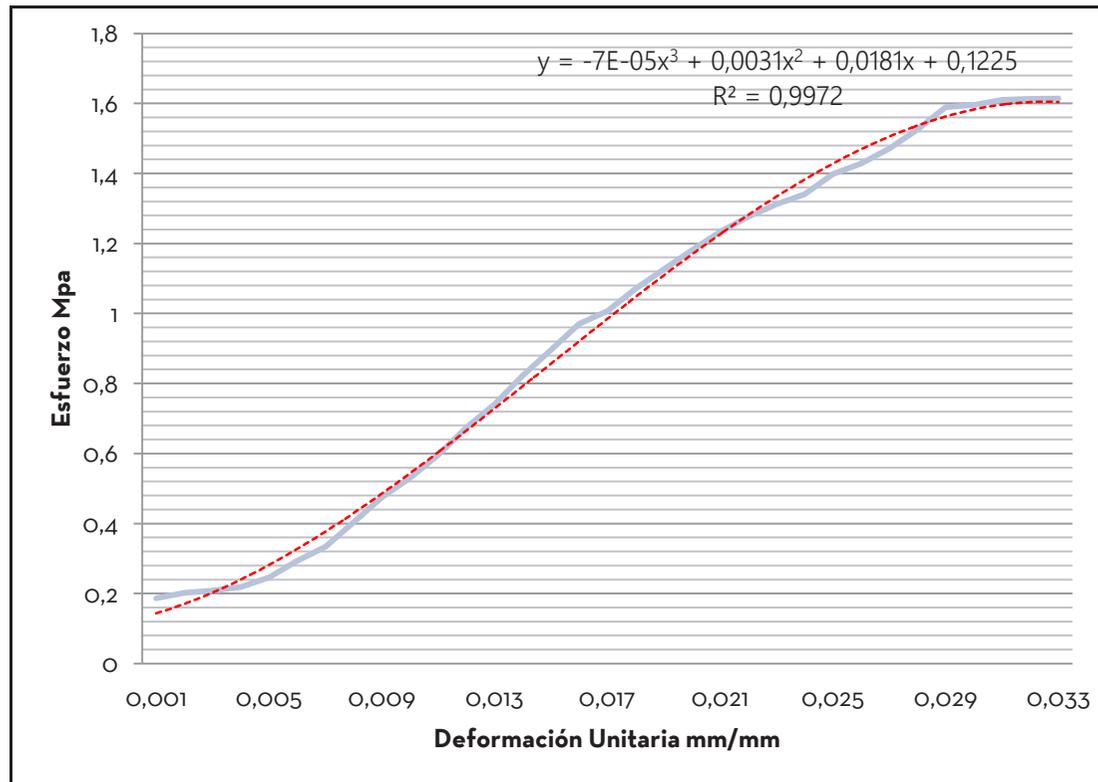
ANEXO 1.50

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	5
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 7,5%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 5						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,2	9,6	9,9	97,92	1612	16,46	1,61
						48,92

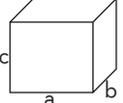
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
186	0,001	1179	0,02		
202	0,002	1232	0,021		
208	0,003	1275	0,02		
218	0,004	1310	0,023		
246	0,005	1339	0,024		
293	0,006	1396	0,025		
333	0,007	1426	0,026		
403	0,008	1469	0,027		
474	0,009	1523	0,028		
530	0,010	1587	0,029		
595	0,011	1593	0,030		
673	0,012	1608	0,031		
740	0,013	1611	0,032		
822	0,014	1612	0,033		
895	0,015				
969	0,016				
1005	0,017				
1069	0,018				
1125	0,019				



186	0,001	1179	0,02
202	0,002	1232	0,021
208	0,003	1275	0,02
218	0,004	1310	0,023
246	0,005	1339	0,024
293	0,006	1396	0,025
333	0,007	1426	0,026
403	0,008	1469	0,027
474	0,009	1523	0,028
530	0,010	1587	0,029
595	0,011	1593	0,030
673	0,012	1608	0,031
740	0,013	1611	0,032
822	0,014	1612	0,033
895	0,015		
969	0,016		
1005	0,017		
1069	0,018		
1125	0,019		

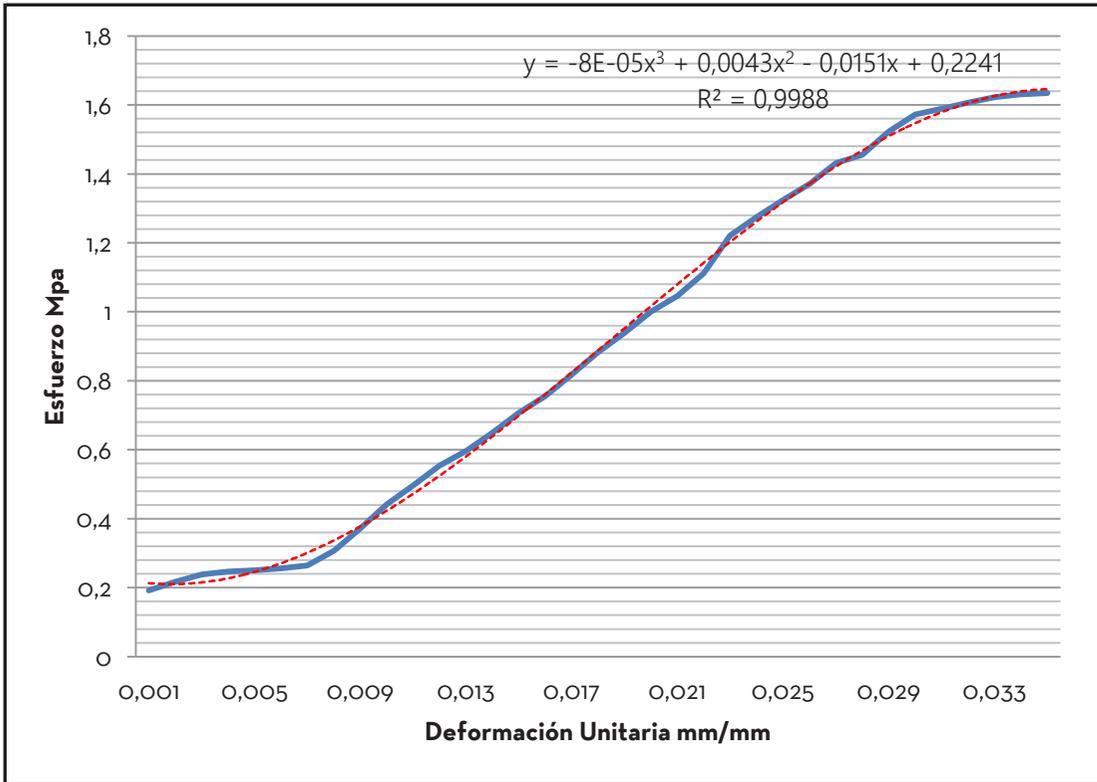
ANEXO 1.51

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especimen	1
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 1						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
9,5	10,0	9,6	95	1583	16,66	1,63
						46,69

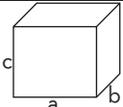
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



186	0,001	969	0,02
210	0,002	1013	0,021
231	0,003	1077	0,02
239	0,004	1183	0,023
243	0,005	1235	0,024
248	0,006	1283	0,025
256	0,007	1328	0,026
297	0,008	1386	0,027
360	0,009	1410	0,028
428	0,010	1475	0,029
481	0,011	1523	0,030
537	0,012	1539	0,031
578	0,013	1556	0,032
629	0,014	1572	0,033
685	0,015	1580	0,034
732	0,016	1583	0,035
792	0,017		
855	0,018		
910	0,019		

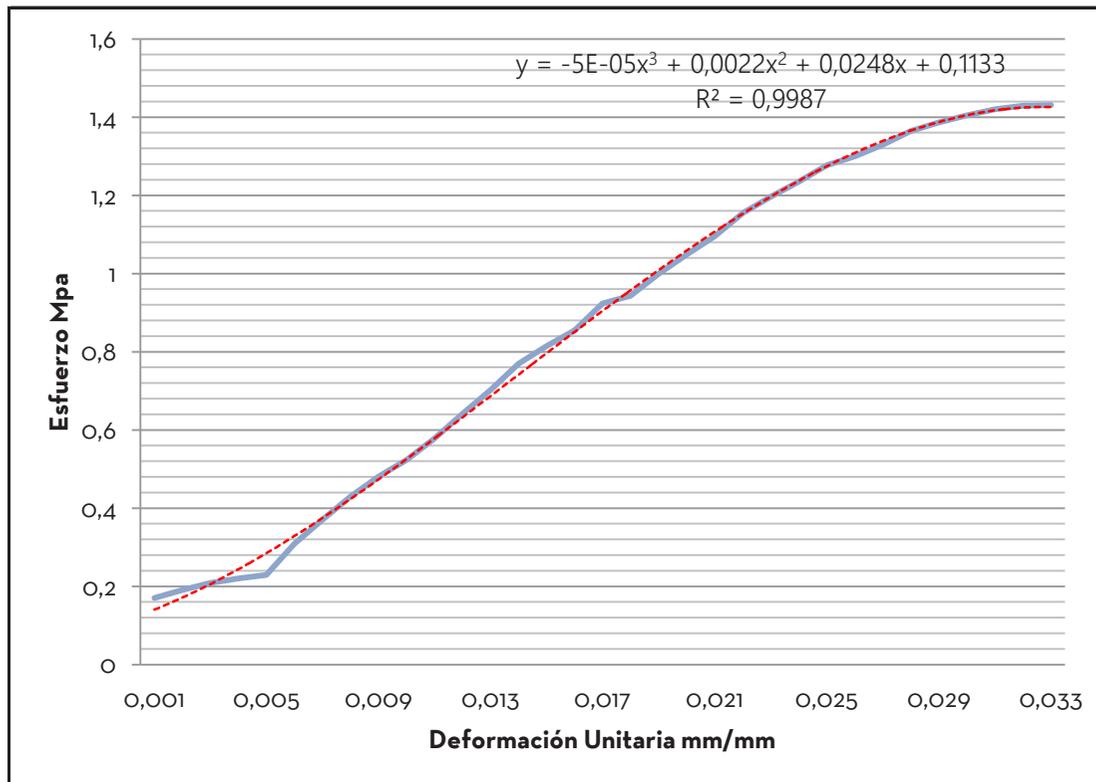
ANEXO 1.52

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	2
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 2						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
10,1	10,0	9,7	101	1473,9	14,59	1,43
						43,37

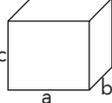
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
175	0,001	1080	0,02		
196	0,002	1128	0,021		
215	0,003	1189	0,02		
227	0,004	1232	0,023		
236	0,005	1272	0,024		
318	0,006	1315	0,025		
381	0,007	1339	0,026		
442	0,008	1369	0,027		
495	0,009	1405	0,028		
539	0,010	1428	0,029		
596	0,011	1447	0,030		
661	0,012	1463	0,031		
723	0,013	1472	0,032		
792	0,014	1473,9	0,033		
839	0,015				
880	0,016				
951	0,017				
971	0,018				
1030	0,019				



175	0,001	1080	0,02
196	0,002	1128	0,021
215	0,003	1189	0,02
227	0,004	1232	0,023
236	0,005	1272	0,024
318	0,006	1315	0,025
381	0,007	1339	0,026
442	0,008	1369	0,027
495	0,009	1405	0,028
539	0,010	1428	0,029
596	0,011	1447	0,030
661	0,012	1463	0,031
723	0,013	1472	0,032
792	0,014	1473,9	0,033
839	0,015		
880	0,016		
951	0,017		
971	0,018		
1030	0,019		

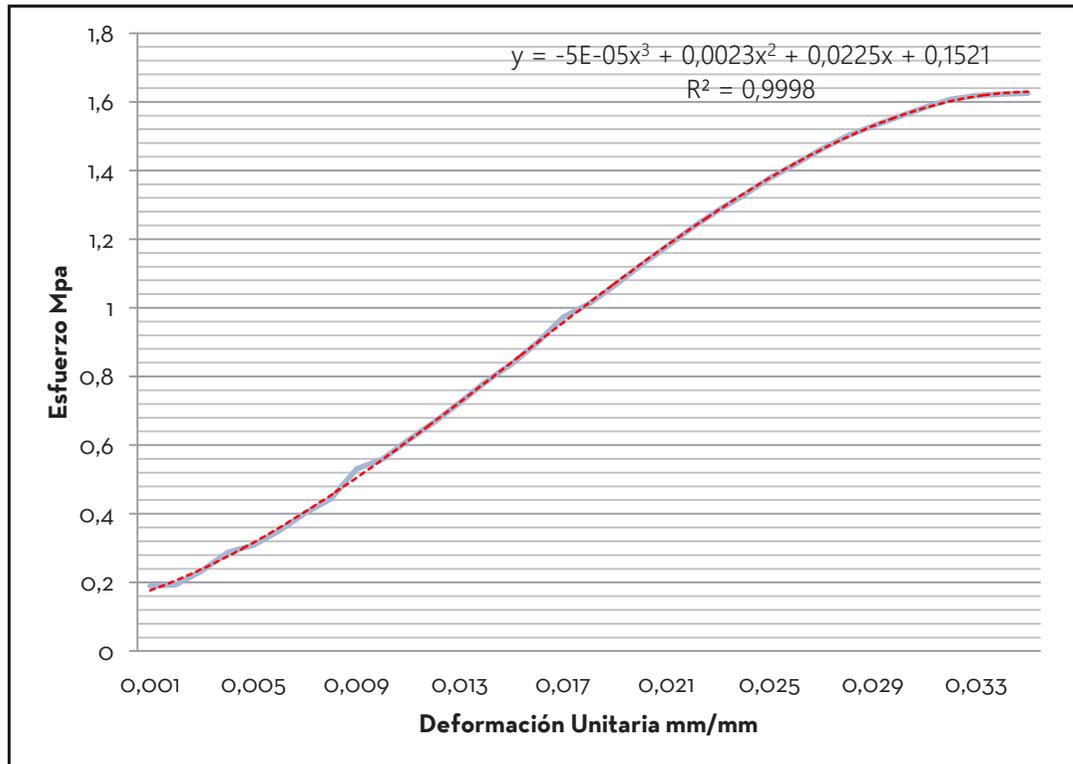
ANEXO 1.53

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador	Especímen	3
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O	Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017				

PROBETA 3							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E	
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,0	10,0	10,0	100	1657,1	16,57	1,63	46,43

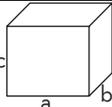
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
193	0,001	1146	0,02		
198	0,002	1201	0,021		
239	0,003	1258	0,02		
293	0,004	1309	0,023		
315	0,005	1355	0,024		
358	0,006	1405	0,025		
410	0,007	1447	0,026		
453	0,008	1491	0,027		
541	0,009	1530	0,028		
570	0,010	1560	0,029		
627	0,011	1588	0,030		
680	0,012	1615	0,031		
739	0,013	1639	0,032		
800	0,014	1650	0,033		
853	0,015	1655	0,034		
916	0,016	1657,1	0,035		
992	0,017				
1032	0,018				
1087	0,019				



193	0,001	1146	0,02
198	0,002	1201	0,021
239	0,003	1258	0,02
293	0,004	1309	0,023
315	0,005	1355	0,024
358	0,006	1405	0,025
410	0,007	1447	0,026
453	0,008	1491	0,027
541	0,009	1530	0,028
570	0,010	1560	0,029
627	0,011	1588	0,030
680	0,012	1615	0,031
739	0,013	1639	0,032
800	0,014	1650	0,033
853	0,015	1655	0,034
916	0,016	1657,1	0,035
992	0,017		
1032	0,018		
1087	0,019		

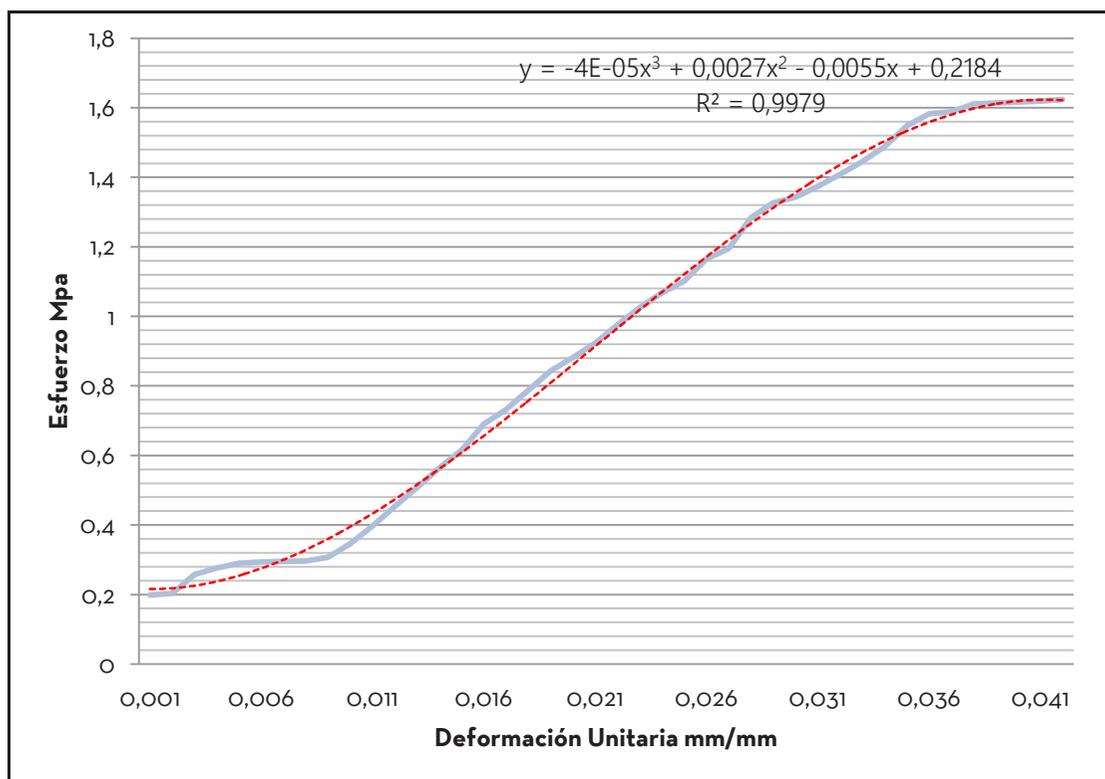
ANEXO 1.54

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	4
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 4						
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.	E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa
9,9	10,0	10,3	99	1639,2	16,56	1,62
						38,66

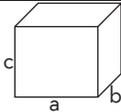
VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm
201	0,001	890	0,02	1629	0,039
205	0,002	931	0,021	1632	0,040
260	0,003	985	0,02	1635	0,041
279	0,004	1035	0,023	1639,2	0,042
293	0,005	1078	0,024		
296	0,006	1112	0,025		
298	0,007	1176	0,026		
299	0,008	1207	0,027		
310	0,009	1296	0,028		
350	0,010	1339	0,029		
401	0,011	1356	0,030		
457	0,012	1387	0,031		
513	0,013	1422	0,032		
570	0,014	1459	0,033		
621	0,015	1502	0,034		
697	0,016	1563	0,035		
739	0,017	1598	0,036		
795	0,018	1603	0,037		
851	0,019	1626	0,038		



201	0,001	890	0,02	1629	0,039
205	0,002	931	0,021	1632	0,040
260	0,003	985	0,02	1635	0,041
279	0,004	1035	0,023	1639,2	0,042
293	0,005	1078	0,024		
296	0,006	1112	0,025		
298	0,007	1176	0,026		
299	0,008	1207	0,027		
310	0,009	1296	0,028		
350	0,010	1339	0,029		
401	0,011	1356	0,030		
457	0,012	1387	0,031		
513	0,013	1422	0,032		
570	0,014	1459	0,033		
621	0,015	1502	0,034		
697	0,016	1563	0,035		
739	0,017	1598	0,036		
795	0,018	1603	0,037		
851	0,019	1626	0,038		

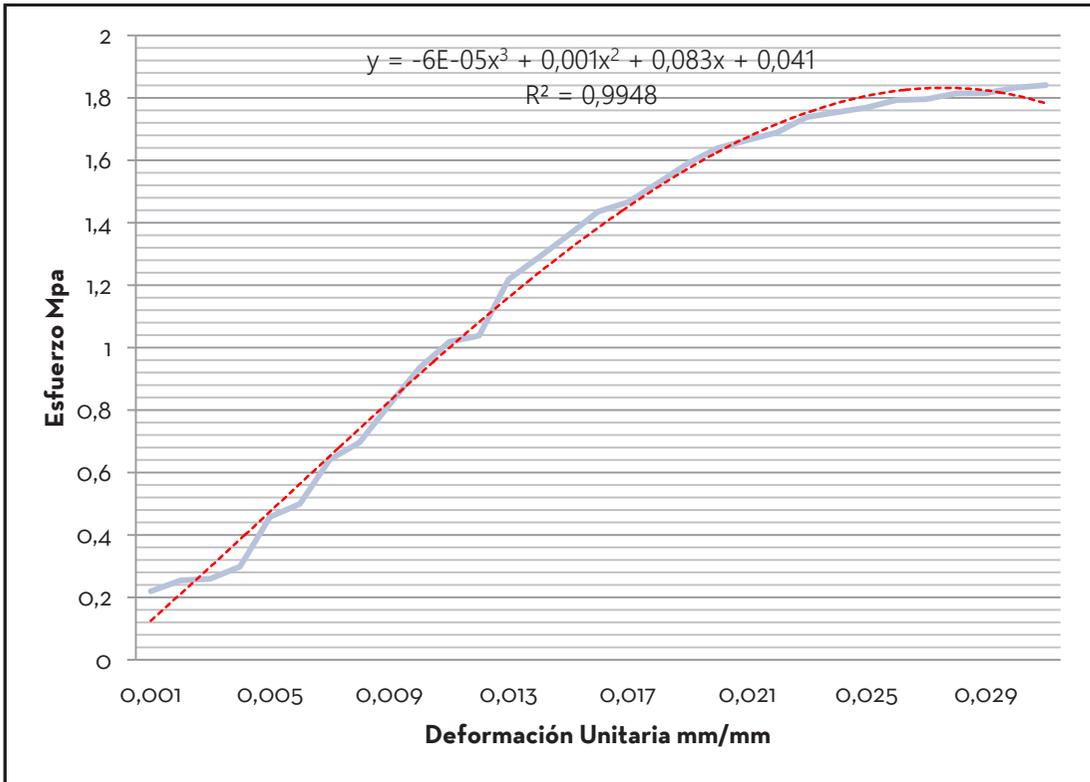
ANEXO 1.55

ENSAYO A LA COMPRESIÓN

Sector de estudio	Adobera Baños	Ubicación:	Cuenca, Azuay, Ecuador		Especímen	5
Tipo de Adobe	BTC estabilizado con emulsión asfáltica 10%	Coordenadas:	2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Edad	28 Días
Fecha	23 12 2017					

PROBETA 5							
ancho(a)	largo(b)	alto(c)	area carga	Carga máx.	Esfuerzo máx.		E
cm	cm	cm	cm ²	Kgf	kg/cm ²	Mpa	Mpa
10,2	10,2	9,7	104,04	1952,8	18,77	1,84	59,38

VALORES DE CARGA					
Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.	Carga.	Def unit.
Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm	Kgf	mm/mm



233	0,001	1738	0,02		
270	0,002	1766	0,021		
275	0,003	1792	0,02		
317	0,004	1844	0,023		
485	0,005	1860	0,024		
530	0,006	1877	0,025		
680	0,007	1902	0,026		
739	0,008	1905	0,027		
867	0,009	1924	0,028		
991	0,010	1926	0,029		
1080	0,011	1944	0,030		
1101	0,012	1952,8	0,031		
1292	0,013				
1366	0,014				
1443	0,015				
1523	0,016				
1555	0,017				
1620	0,018				
1686	0,019				

ANEXOS 2.0

ENSAYO A LA FLEXIÓN

ANEXO 2.1

ENSAYO A LA FLEXIÓN

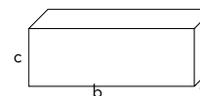
Sector de Estudio: Abobera Sinincay

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador

Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica

Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O

Fecha: 15/01/2018



Secado: 28 Dias

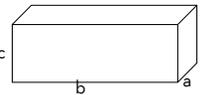
Dosis: 0,0%

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	225	450	115	152	3314.65	0.17	
Muestra 2	222	463	119	152	3383.29	0.16	
Muestra 3	224	460	131	152	4236.47	0.17	
Muestra 4	228	454	127	152	4971.97	0.21	
Muestra 5	229	455	123	152	3873.63	0.17	
				Promedio Total	3956.00	0.18	

ANEXO 2.2

ENSAYO A LA FLEXIÓN

Sector de Estudio: Abobera Sinincay	Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador		Secado: 45 Dias
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica	Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Dosis: 0,0%
Fecha: 15/01/2018			

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	222	448	108	152	3569.62	0.21	    
Muestra 2	224	448	108	152	4001.11	0.23	
Muestra 3	230	460	124	152	2275.14	0.10	
Muestra 4	222	450	122	152	6197.80	0.29	
Muestra 5	224	458	114	152	2942.00	0.15	
Promedio Total					3797.13	0.20	

ANEXO 2.3

ENSAYO A LA FLEXIÓN

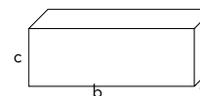
Sector de Estudio: Abobera Sinincay

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador

Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica

Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O

Fecha: 15/01/2018



Secado: 28 Dias

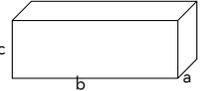
Dosis: 2,5%

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	200	387	108	152	2804.70	0.18	
Muestra 2	198	386	105	152	3226.39	0.22	
Muestra 3	199	386	108	152	2853.74	0.19	
Muestra 4	202	384	105	152	3363.68	0.23	
Muestra 5	205	387	106	152	2922.38	0.19	
Promedio Total					3034.18	0.20	

ANEXO 2.4

ENSAYO A LA FLEXIÓN

Sector de Estudio: Abobera Sinincay	Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador		Secado: 28 Dias
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica	Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Dosis: 5,0%
Fecha: 15/01/2018			

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	201	385	102	152	2775.28	0.20	    
Muestra 2	200	379	102	152	3118.51	0.23	
Muestra 3	200	383	101	152	2834.12	0.21	
Muestra 4	197	389	103	152	3040.06	0.22	
Muestra 5	200	389	101	152	3157.74	0.24	
Promedio Total					2985.14	0.22	

ANEXO 2.5

ENSAYO A LA FLEXIÓN

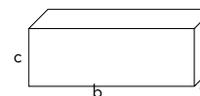
Sector de Estudio: Abobera Sinincay

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador

Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica

Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O

Fecha: 15/01/2018



Secado: 28 Dias

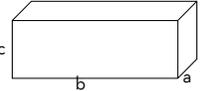
Dosis: 7,5%

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	200	382	109	152	3510.78	0.22	
Muestra 2	197	383	105	152	3706.91	0.26	
Muestra 3	198	380	105	152	3599.04	0.25	
Muestra 4	198	386	106	152	3834.40	0.26	
Muestra 5	201	390	101	152	3187.16	0.24	
				Promedio Total	3567.66	0.25	

ANEXO 2.6

ENSAYO A LA FLEXIÓN

Sector de Estudio: Abobera Sinincay	Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador		Secado: 28 Días
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica	Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O		Dosis: 10%
Fecha: 15/01/2018			

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	198	380	104	152	4275.70	0.30	    
Muestra 2	194	383	105	152	3736.33	0.27	
Muestra 3	200	380	103	152	3716.72	0.27	
Muestra 4	200	380	102	152	3942.27	0.29	
Muestra 5	201	386	107	152	4040.34	0.27	
Promedio Total					3942.27	0.28	

ANEXO 2.7

ENSAYO A LA FLEXIÓN

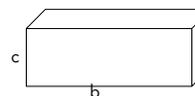
Sector de Estudio: Abobera Baños

Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica

Fecha: 15/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador

Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1"O



Secado: 28 Dias

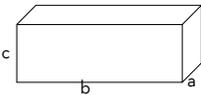
Dosis: 0,0%

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	148	297	99	100	1824.04	0.13	
Muestra 2	149	295	108	100	1961.33	0.11	
Muestra 3	147	295	108	100	1480.80	0.09	
Muestra 4	149	296	107	100	2539.92	0.15	
Muestra 5	147	296	110	100	2579.15	0.15	
				Promedio Total	2077.05	0.13	

ANEXO 2.8

ENSAYO A LA FLEXIÓN

Sector de Estudio: Abobera Baños	Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador		Secado: 28 Dias
Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica	Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1"O		Dosis: 2,5%
Fecha: 15/01/2018			

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	150	300	94	100	2804.70	0.21	    
Muestra 2	150	299	97	100	3226.39	0.20	
Muestra 3	150	300	100	100	2853.74	0.19	
Muestra 4	149	299	100	100	3363.68	0.23	
Muestra 5	148	300	97	100	2922.38	0.19	
Promedio Total					3034.18	0.20	

ANEXO 2.9

ENSAYO A LA FLEXIÓN

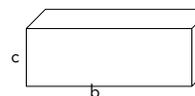
Sector de Estudio: Abobera Baños

Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica

Fecha: 15/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador

Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1"O



Secado: 28 Dias

Dosis: 5,0%

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	150	297	96	100	2461.47	0.20	
Muestra 2	150	298	93	100	2736.06	0.23	
Muestra 3	150	300	99	100	2579.15	0.18	
Muestra 4	148	300	100	100	3040.06	0.23	
Muestra 5	150	299	100	100	3157.74	0.21	
Promedio Total					2794.90	0.21	

ANEXO 2.10

ENSAYO A LA FLEXIÓN

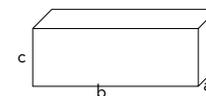
Sector de Estudio: Abobera Baños

Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica

Fecha: 15/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador

Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1"O



Secado: 28 Dias

Dosis: 7,5%

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	149	299	96	100	3510.78	0.26	
Muestra 2	148	298	98	100	3706.91	0.26	
Muestra 3	149	297	102	100	3599.04	0.23	
Muestra 4	149	299	95	100	3834.40	0.29	
Muestra 5	149	299	97	100	3187.16	0.23	
Promedio Total					3567.66	0.25	

ANEXO 2.11

ENSAYO A LA FLEXIÓN

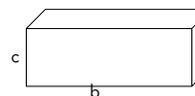
Sector de Estudio: Abobera Baños

Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica

Fecha: 15/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador

Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1"O



Secado: 28 Dias

Dosis: 10%

	ancho(a)	largo(b)	alto(c)	Luz libre cargas	Carga máx.	Módulo de Rotura	Especimen
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(N)	(Mpa)	(-)

Muestra 1	150	298	100	100	4275.70	0.29	
Muestra 2	150	297	100	100	3736.33	0.25	
Muestra 3	150	298	100	100	3716.72	0.25	
Muestra 4	149	296	100	100	3942.27	0.26	
Muestra 5	150	297	105	100	4040.34	0.24	
				Promedio Total	3942.27	0.26	

ANEXOS 3.0

ENSAYO A LA ABSORCIÓN POR CAPILARIDAD

ANEXO 3.2

ENSAYO A LA ABSORCION POR CAPILARIDAD

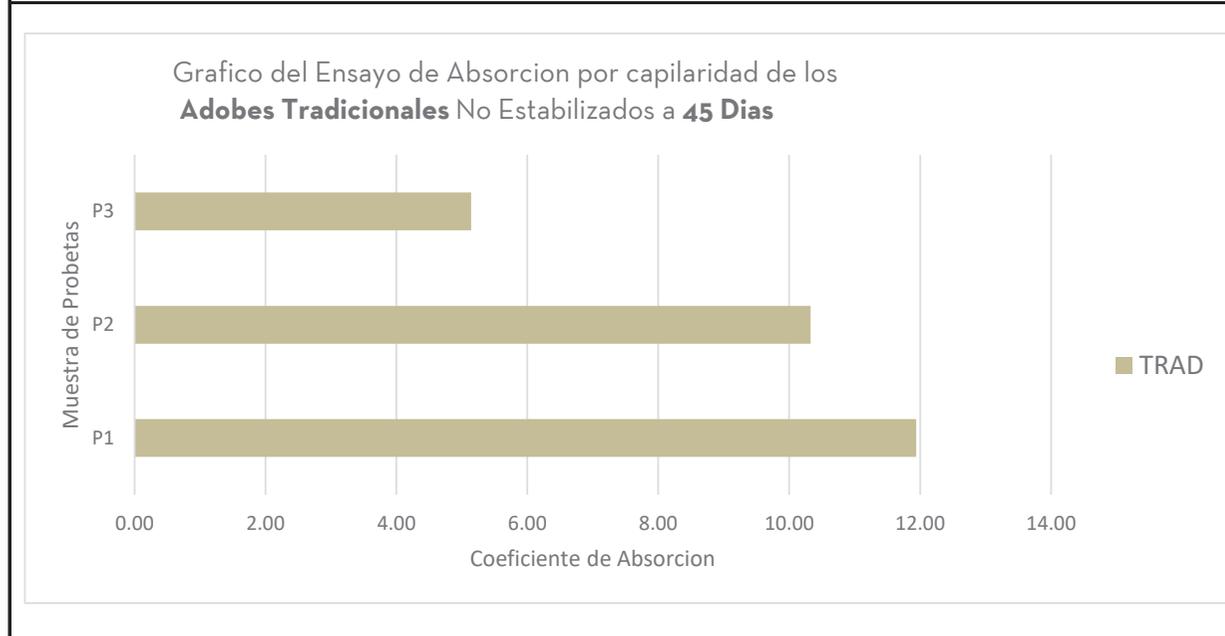
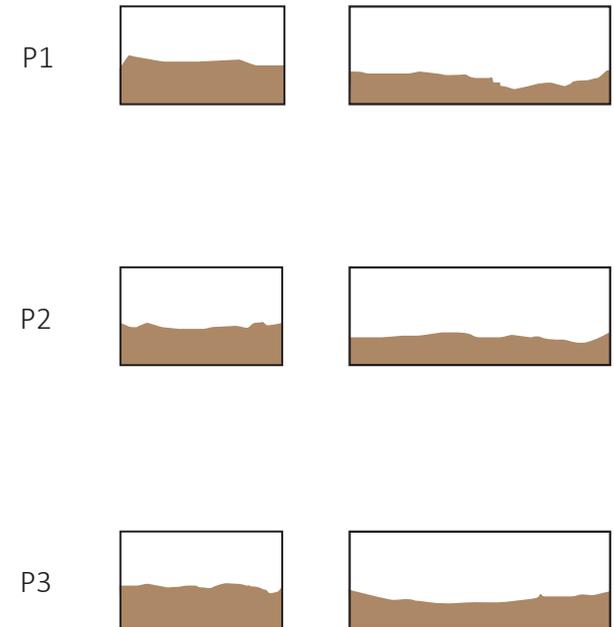
Sector de Estudio: Abobera Sinincay
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 22/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador
Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O

Secado: 45 Días
Dosis: 0,0%

Probeta (#)	Peso Seco (g)	Peso Humedo (g)	Penetracion de agua (cm)		Area de Cara Sumergid a (cm ²)	Tiempo (min)	Coeficiente de Absorcion "Cb" (g/cm ² min)	Promedio "Cb" (g/cm·min)
			Canto	Testa				
P1	22984.70	23367.60	5.2	7.5	1014.20	10	11.94	9.14
P2	21988.80	22324.60	6.4	4.50	1028.30	10	10.33	
P3	22349.10	22515.90	6.0	4.40	1026.00	10	5.14	

Resultado de la digitalizacion de los especimenes
Canto Testa



ANEXO 3.5

ENSAYO A LA ABSORCION POR CAPILARIDAD

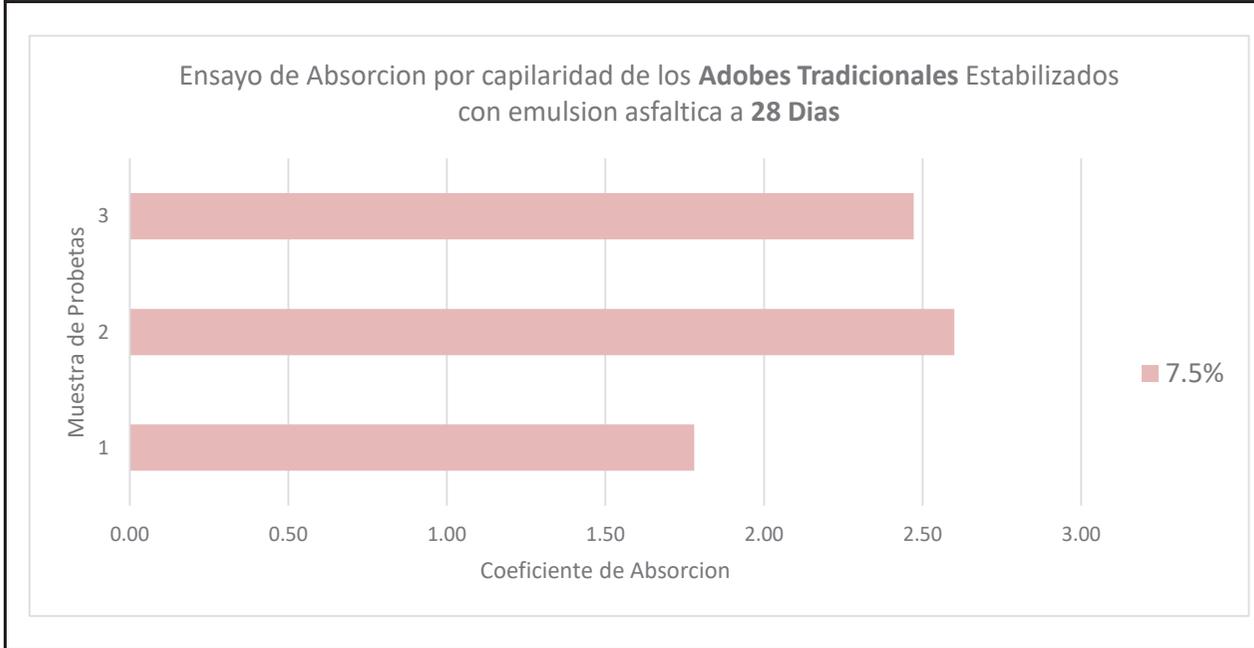
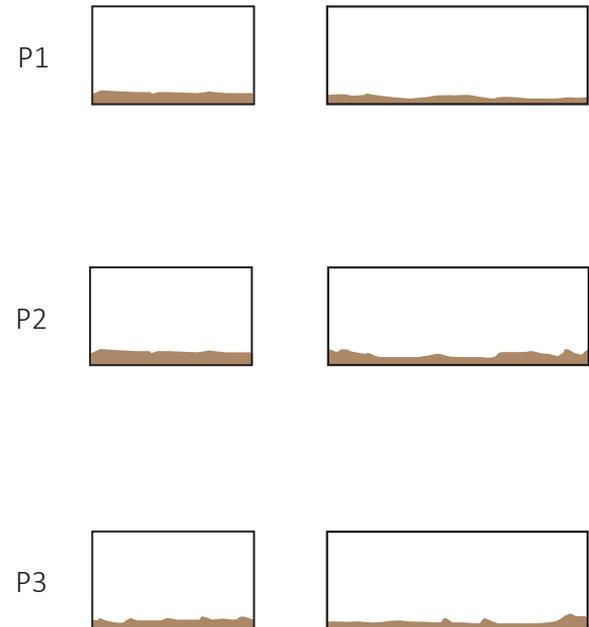
Sector de Estudio: Abobera Sinincay
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 22/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador
Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O

Secado: 28 Dias
Dosis: 7,5%

Probeta (#)	Peso Seco (g)	Peso Humedo (g)	Penetracion de agua (cm)		Area de Cara Sumergida (cm ²)	Tiempo (min)	Coeficiente de Absorcion "Cb" (g/cm·min)	Promedio "Cb" (g/cm·min)
			Canto	Testa				
P1	12404.0	12445.7	0.9	1.1	740.88	10	1.78	
P2	12853.3	12915.8	1.4	1.9	760.18	10	2.60	2.28
P3	12731.6	12791.8	1.1	1.3	770.13	10	2.47	

Resultado de la digitalizacion de los especimenes
Canto Testa



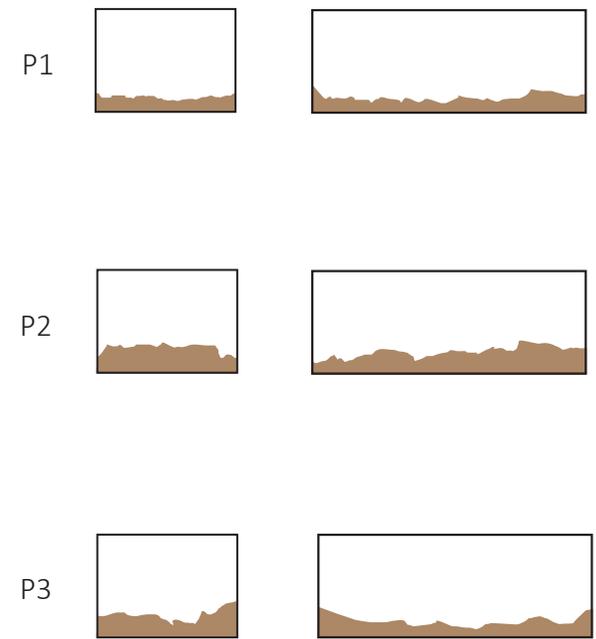
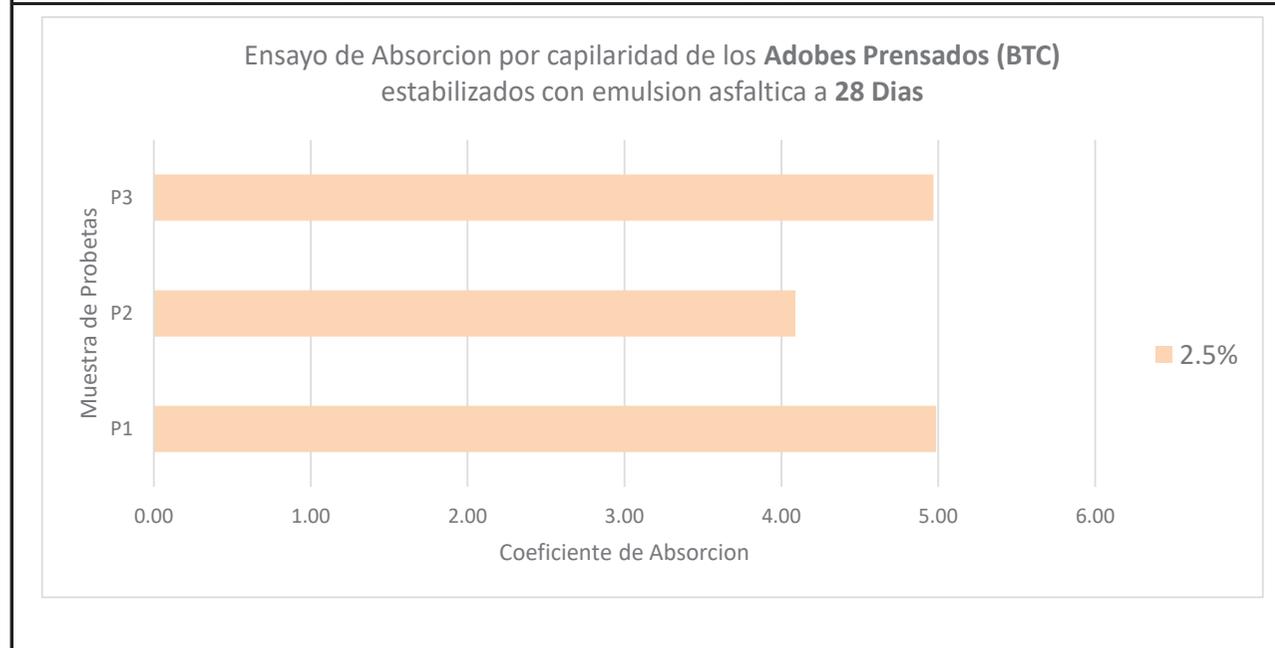
ANEXO 3.8

ENSAYO A LA ABSORCION POR CAPILARIDAD

Sector de Estudio: Abobera Baños	Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador	Secado: 28 Dias
Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica	Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1"O	Dosis: 2,5%
Fecha: 22/01/2018		

Probeta (#)	Peso Seco (g)	Peso Humedo (g)	Penetracion de agua (cm)		Area de Cara Sumergida (cm ²)	Tiempo (min)	Coeficiente de Absorcion "Cb" (g/cm ² min)	Promedio "Cb" (g/cm ² min)
			Canto	Testa				
P1	7658.2	7728.2	1.2	1.3	444.00	10	4.99	
P2	6524.9	6582.7	1.3	1.4	447.00	10	4.09	4.68
P3	7658.2	7728.2	1.3	1.5	445.51	10	4.97	

Resultado de la digitalizacion de los especimenes
Canto Testa



ANEXOS 4.0

DIGITALIZACION DE IMAGENES

ANEXO 4.1

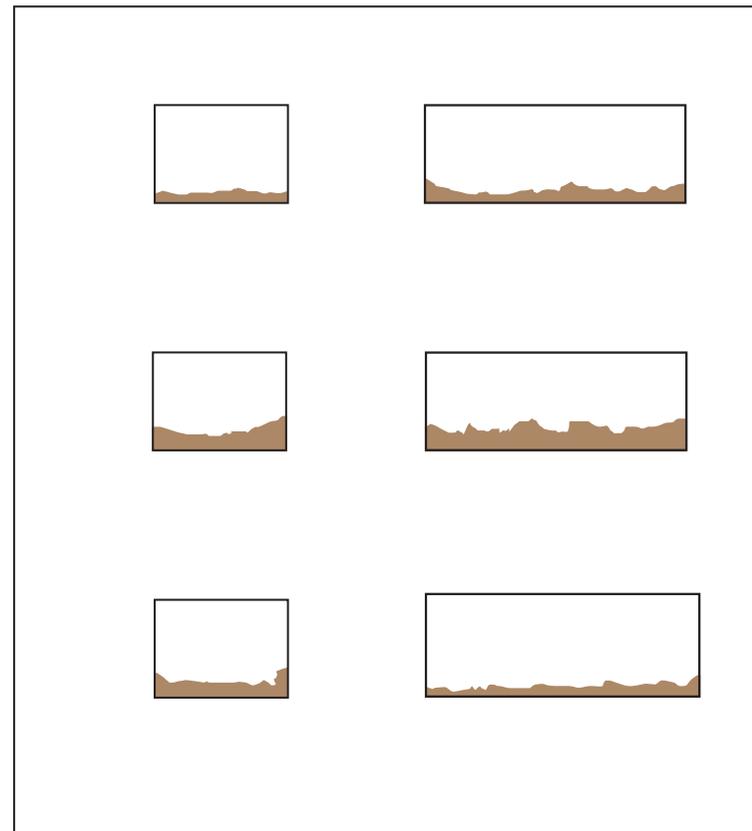
DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Baños
Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 09/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador Secado: 28 Dias
Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1" **Dosis: 0,0%**

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)
-------------	---------------------------------	---------------------------------

VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
-------------------------------------	-------------------------------------



ANEXO 4.2

DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Baños
Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 09/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador **Secado:** 28 Dias
Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1" **Dosis:** 2,5%

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)	VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
P1				
P2				
P3				

ANEXO 4.3

DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Baños
Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 09/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador **Secado:** 28 Dias
Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1" **Dosis:** 5,0%

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)
-------------	---------------------------------	---------------------------------

VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
-------------------------------------	-------------------------------------

P1		
P2		
P3		

ANEXO 4.4

DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Baños
Tipo de Adobes: Adobe Prensados (BTC) Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 09/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador **Secado:** 28 Dias
Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1" **Dosis: 7,5%**

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)	VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
P1				
P2				
P3				

ANEXO 4.5

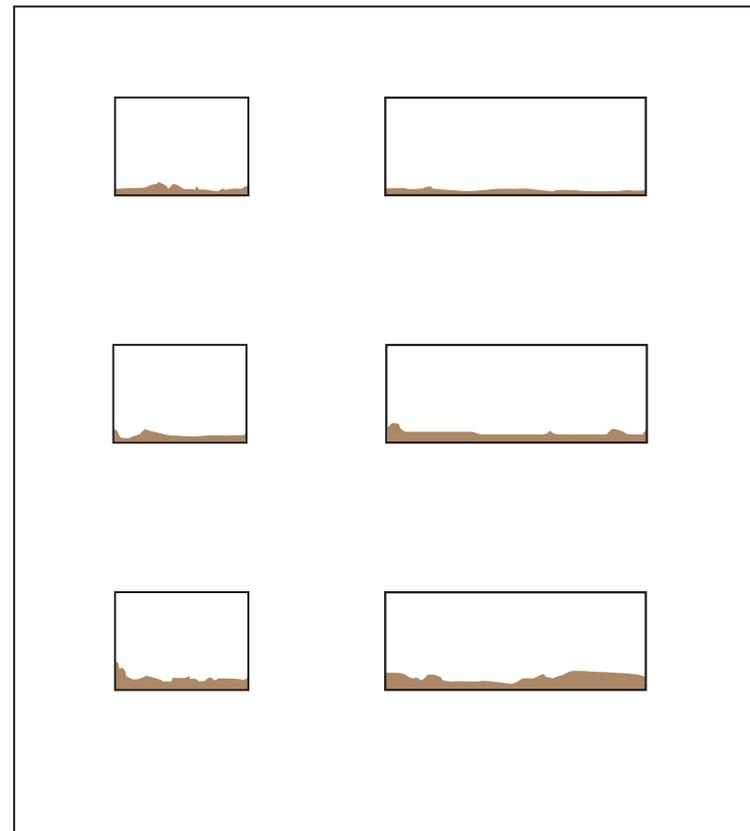
DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Baños
Tipo de Adobes: Adobe Prensados (**BTC**) Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 09/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador **Secado:** 28 Dias
Coordenadas: 2°55'02.5"S 79°04'07.1" **Dosis:** 10%

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)
-------------	---------------------------------	---------------------------------

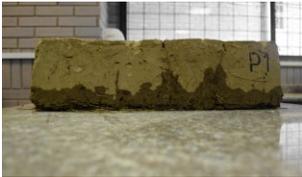
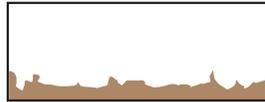
VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
-------------------------------------	-------------------------------------



ANEXO 4.7

DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Sinincay	Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador	Secado: 28 Dias
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica	Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O	Dosis: 0,0%
Fecha: 09/01/2018		

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)	VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
P1				
P2				
P3				

ANEXO 4.6

DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Sinincay
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 09/01/2018

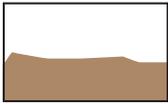
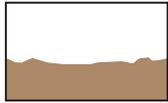
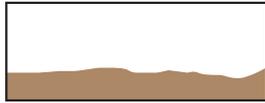
Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador
Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O

Secado: 45 Dias
Dosis: 0,0%

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)
-------------	---------------------------------	---------------------------------

VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
-------------------------------------	-------------------------------------

P1		
P2		
P3		

ANEXO 4.8

DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Sinincay	Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador	Secado: 28 Dias
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica	Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O	Dosis: 2,5%
Fecha: 09/01/2018		

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)	VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
P1				
P2				
P3				

ANEXO 4.9

DIGITALIZACION DE IMAGENES

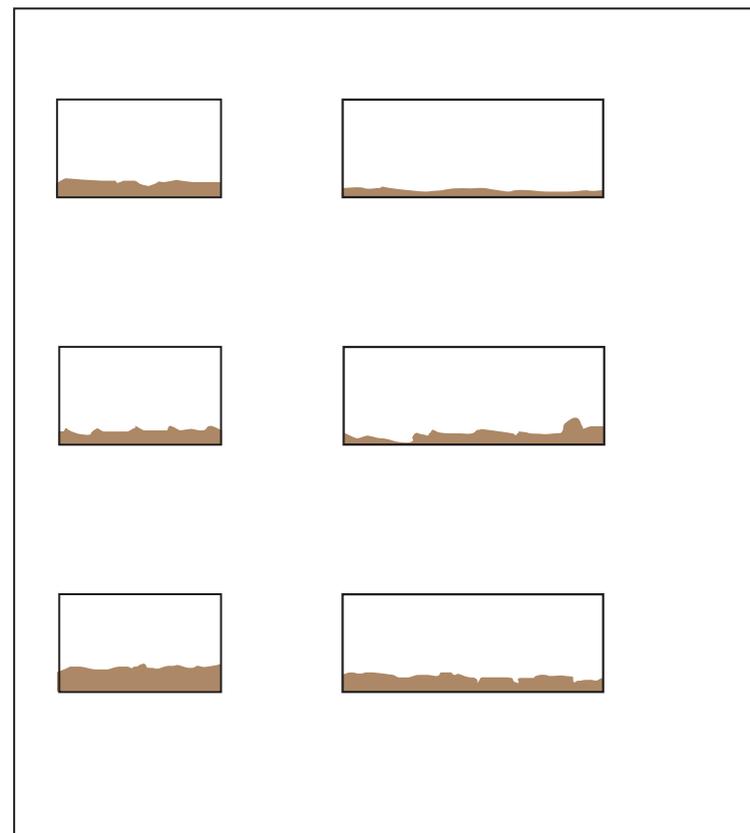
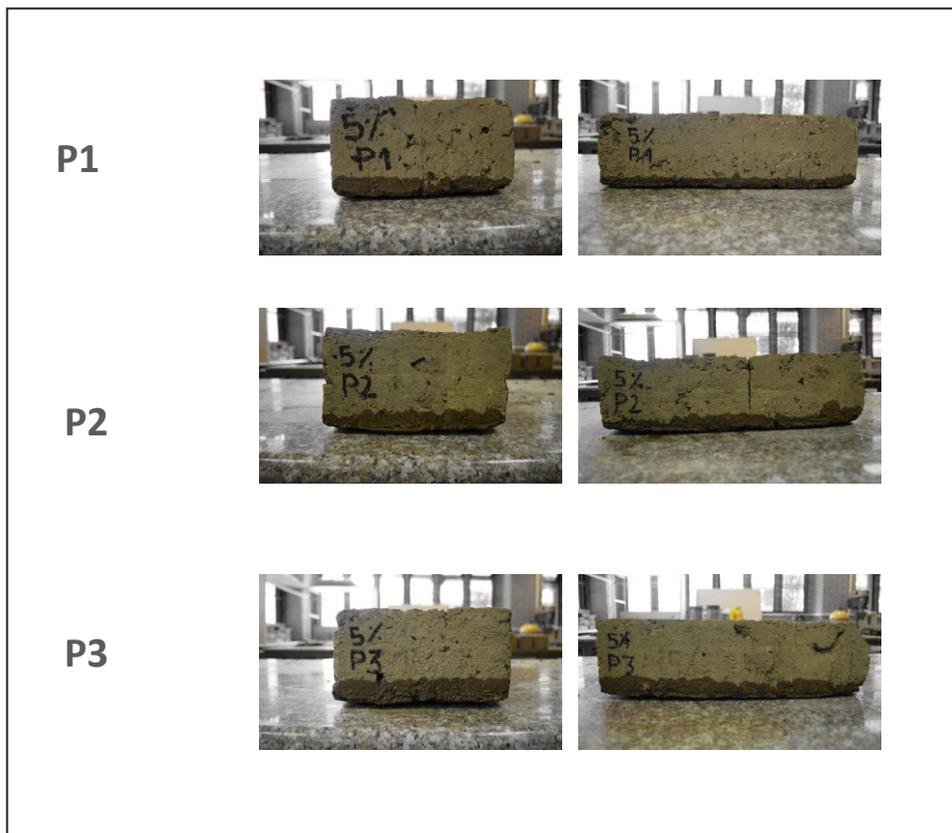
Sector de Estudio: Abobera Sinincay
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 09/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador
Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O

Secado: 28 Dias
Dosis: 5,0%

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)
-------------	---------------------------------	---------------------------------

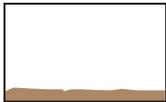
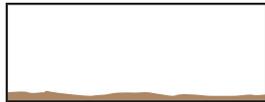
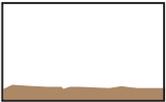
VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
-------------------------------------	-------------------------------------



ANEXO 4.10

DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Sinincay	Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador	Secado: 28 Dias
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica	Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O	Dosis: 7,5%
Fecha: 09/01/2018		

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)	VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
P1				
P2				
P3				

ANEXO 4.11

DIGITALIZACION DE IMAGENES

Sector de Estudio: Abobera Sinincay
Tipo de Adobes: Adobe Tradicional Estabilizado con Emulsion Asfaltica
Fecha: 09/01/2018

Ubicación: Cuenca, Azuay, Ecuador
Coordenadas: 2°50'38.2"S 79°01'30.4"O

Secado: 28 Dias
Dosis: 10%

PROBETA (#)	VISTA LATERAL (Imagen Original)	VISTA FRONTAL (Imagen Original)
-------------	---------------------------------	---------------------------------

VISTA LATERAL (Imagen Digitalizada)	VISTA FRONTAL (Imagen Digitalizada)
-------------------------------------	-------------------------------------

P1		
P2		
P3		



FAUC
FACULTAD DE
ARQUITECTURA



UNIVERSIDAD DE CUENCA
desde 1867