

Elaboración de manual de construcción caracterizando la materia prima enfocado en la técnica tapia pisada para la preservación del método como material sostenible

Lida Magnolia Gómez Pimiento

Trabajo de grado modalidad investigación para optar el título de: Ingeniera civil

Director:

Ludwing Pérez Bustos

Ingeniero civil, M.Sc.

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingeniería Físico Mecánica

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2017

Agradecimientos

De manera muy especial doy gracias a mis profesores por su enseñanza académica y su ejemplo profesional la cual siempre admiré, al personal de laboratorio por la colaboración durante la ejecución de los ensayos, a mis amigos que conocí durante mi formación que aprendieron a conocerme y siempre disfrutamos de una taza de café.

Agradezco a mi madre por su amor y apoyo incondicional, por ser el pilar y empuje de mi vida y mi carrera, quien siempre me animó de convertir mis fallas en éxitos. A mis hermanas por ser un faro de inspiración y enseñanza de errores y aciertos, a toda mi familia la cual me enorgullece. Gracias totales al compromiso y ayuda de quien ha sido lo máximo durante toda mi estancia en la universidad, alegrando los días grises, trasnochado a mi lado e impulsándome a ser mejor.

Contenido

	Pág.
Introducción	11
1. Planteamiento y justificación	13
2. Objetivos	14
2.1 Objetivo general	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3. Marco Teórico.....	15
3.1 Densidad	17
3.2 Compactibilidad.....	17
4. Ensayos de campo.....	18
4.1 Ensayo del olor	18
4.2 Ensayo de la mordedura.....	18
4.3 Ensayo de lavado	18
4.4 Ensayo del corte	19
4.5 Ensayo de sedimentación.....	19
4.6 Ensayo de caída de la bola	20
5. Metodología	21
6. Conclusiones y recomendaciones	32
Bibliografía	34
Apendices.....	36

Lista de Figuras

	Pág.
<i>Figura 1.</i> Ensayo de sedimentación a muestra de laboratorio	19
<i>Figura 2.</i> Ensayo de caída de bola a suelos variados	20
<i>Figura 3.</i> Proceso de lavado de la muestra por tamiz 200.....	22
<i>Figura 4.</i> Ensayo de límite plástico	22
<i>Figura 5.</i> Ensayo de límite líquido	23
<i>Figura 6.</i> Cilindros resultados del ensayo de humedad óptima.....	23
<i>Figura 7:</i> Anillos de corte de suelo con material para prueba de corte directo	24
<i>Figura 8.</i> Cilindros en estado fresco para ensayo de resistencia a la compresión en días 7,14 y 21.....	24
<i>Figura 9.</i> Distribución granulométrica por tamizado seco	25
<i>Figura 10.</i> Resultados de ensayo de proctor modificado	26
<i>Figura 11.</i> Ensayo de corte directo, con muestra compactada	26
<i>Figura 12.</i> Línea de tendencia para la disminución de masa (gr) de las muestras 1 y 2 en los 7 primeros días.....	27
<i>Figura 13.</i> Comportamiento en ensayo de compresión para muestras 1 y 2 en el séptimo día....	28
<i>Figura 14.</i> Línea de tendencia para la disminución de masa (gr) en las muestras 3 y 4 hasta el día 14.....	28
<i>Figura 15.</i> Comportamiento en ensayo de compresión para muestras 3 y 4 en el día 14	29

Figura 16. Línea de tendencia para la disminución de masa (gr) en las muestras 5 y 6 hasta el día 21 29

Figura 17. Comportamiento en ensayo de compresión para muestras 5 y 6 en el día 21 30

Lista de Apéndices

	Pág.
Apéndice A: Resultados de ensayo de granulometría.....	36
Apéndice B: Resultados de ensayo de limite plástico	37
Apéndice C: Resultados de ensayo de limite líquido.....	38
Apéndice D: Resultados de ensayo de Proctor modificado	39
Apéndice E: Resultados de ensayo de cortante directo	40
Apéndice F: Resultados de variabilidad de masa por perdida de humedad en el día 7	41
Apéndice G: Resultados de compresión en las muestras M1 Y M2 en el día 7	42
Apéndice H: Variabilidad de masa por perdida de humedad en el día 14	49
Apéndice I: Resultados de compresión para muestras M3 y M4 en el día 14	50
Apéndice J: Resultados de variabilidad de masa según perdida de humedad para muestras M5 y M6	58
Apéndice K: Resultados de compresión para las muestras M5 y M6 en el día 21	59
Apéndice L: Manual de construcción	69

Resumen

TITULO: ELABORACIÓN DE MANUAL DE CONSTRUCCIÓN CARACTERIZANDO LA MATERIA PRIMA ENFOCADO EN LA TÉCNICA TAPIA PISADA PARA LA PRESERVACIÓN DEL MÉTODO COMO MATERIAL SOSTENIBLE*

AUTOR: LIDA MAGNOLIA GÓMEZ PIMIENTO **

PALABRAS CLAVE: TAPIA PISADA, HUMEDAD, COMPACTACIÓN, BOSTA

DESCRIPCIÓN

La técnica de tapia pisada ha sido utilizada antiguamente en gran parte por diversas culturas en el mundo, también fue usada en el territorio colombiano, sin embargo su conocimiento se limita a la tradición oral. A continuación se presenta un manual de construcción del proceso de tapia pisada logrado sintetizando información oral, observación actual, la presentación de análisis, ensayos de laboratorios necesarios y recomendados que se deberían realizar para un adecuado proceso técnico, para su estudio una muestra de tierra tomada de inmediaciones de Barichara Santander, a la cual se le realizan ensayos de granulometría, límites de atterberg y proctor modificado determinando que es una arcilla inorgánica de baja a media plasticidad, con un índice de plasticidad del 8% y una humedad óptima para la compactación del 21%, igualmente se le realizaron pruebas físico mecánicas como corte directo y compresión con las cuales se calculó el ángulo de fricción del 41% y una capacidad de esfuerzo axial hasta del 0.07 MPa. Se muestra el proceso de armado de muros en tierra y se sugieren técnicas a seguir para garantizar una mayor estabilidad, la ejecución de la cubierta y la finalización con acabados. Ya que este proceso es realizado actualmente solo basados en la experiencia empírica del constructor, es necesario continuar con la investigación de suelos y tierras en el territorio nacional con la ambición de lograr un catálogo de localización y características de tierras aptas para realizar el proceso y en mayor medida crear ábacos y/o tablas de materiales con los cuales se pueden mezclar para aprovechar al máximo sus características mecánicas

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías fisicomecánicas Escuela de ingeniería Civil director: Ludwing Pérez Bustos

Abstract

TITLE: ELABORATION OF A MANUAL OF CONSTRUCTION CHARACTERIZING THE RAW MATERIAL FOCUSED ON THE RAMMED EARTH TECHNIQUE FOR THE PRESERVATION OF THE METHOD AS A SUSTAINABLE MATERIAL *

AUTHOR: LIDA MAGNOLIA GÓMEZ PIMIENTO **

KEYWORDS: RAMMED EARTH, HUMIDITY, COMPACTION, DUNG

DECRPTION:

The rammed earth technique has been used in ancient times to a large extent by various cultures in the world. It was also used in Colombian territory; however its knowledge is limited to oral tradition. Below is a manual for the construction of the rammed earth achieved by synthesizing oral information, current observation, the presentation of analyzes, necessary and recommended laboratory tests that should be performed for an adequate technical process, for its study a sample of soil taken near of Barichara Santander, to which granulometry tests, atterberg boundaries and modified proctor are carried out, determining that it is an inorganic clay of low to medium plasticity, with a plasticity index of 8% and an optimum humidity for compaction of the 21%, mechanical physical tests such as direct cutting and compression were also carried out with which the friction angle of 41% and an axial stress capacity of up to 0.07 MPa were calculated. The process of reinforcing walls on the ground is shown and techniques are suggested to be followed to guarantee greater stability, the execution of the cover and the finishes. Since this process is currently carried out only based on the empirical experience of the builder, it is necessary to continue the investigation of soils and lands in the national territory with the ambition to achieve a catalog of location and characteristics of lands suitable to carry out the process and in greater measure to create graphics and / or tables of materials with which they can be mixed to take full advantage of its mechanical characteristics

* Project of grade

** Faculty of Engineering Physical Mechanical. School of Engineering Civil. Director: Ludwing Pérez Bustos

Introducción

De las capacidades del ser humano la que más lo reconoce como ser racional es la capacidad de comunicarse a través del tiempo, donde el conocimiento adquirido por un individuo puede ser tomado por generaciones futuras, con la comunicación escrita la humanidad ha evolucionado aprendiendo y experimentando con las ideas que otros dejaron registros y así dar continuidad a las investigaciones.

La técnica constructiva de tapia pisada ha sido utilizada en el mundo entero durante cientos de años, de los cuales se pueden observar muchas evidencias aún erigidas, sin embargo es una técnica que está quedando en el olvido dado que su único medio es la tradición oral. Al estudiar la técnica constructiva se debe ir directamente a una fuente empírica, por lo que es un momento de grata historia escuchar diversas experiencias de tantas personas con las que se puede sacar un proceso a groso modo estándar, complementándolo con el conjunto de ensayos de una muestra específica, realizando algunos cuestionamientos como cuál sería el nivel adecuado de humedad para una correcta compactación o como es el comportamiento ante carga axial, todo esto con la finalidad de hacer que la técnica de tapia pisada no solo sea una tradición, sino también un proceso que se puede establecer en cualquier momento e incluso podría ser estandarizada.

Si bien es cierto que no es una técnica actualmente llamativa y no tiene gran oportunidad de competir ante la industria reluciente del concreto y el acero, además de todas las tecnologías de vanguardias, se debe recordar la necesidad de aportar soluciones ante el inexorable deterioro ecológico y ante esa verdad la utilización de tierra armada brinda tal cantidad de beneficios que

se puede llegar a pensar en una coexistencia sostenible entre el hombre y el medio ambiente, por ello es imperativo el uso de la para proyectar la investigación de procesos constructivos con tierra estableciendo procesos metódicos y su distribución a la sociedad.

1. Planteamiento y justificación

En la evidencia hispanoamericana, es a través de la cultura muisca quien se ha encontrado evidencias de construcción en caminos de bareque. Con la llegada de los españoles y durante el período de la Colonia, las técnicas indígenas se adecuan a las innovaciones tecnológicas introducidas (Sánchez, 2007).[1].

La tradición de realizar la construcción en tierra usando la técnica de tapia pisada se ha reducido considerablemente, al punto del desconocimiento completo de su ejecución en generaciones tempranas.

Las grandes tecnologías desarrolladas actualmente y las llamativas ejecuciones de obra son un claro detonante del olvido parcial en los procesos constructivos tradicionales, además de los prejuicios impuestos a la tierra como materia prima de construcción, considerándose un material no estable y poco resistente

Es sorprendente pensar en una estructura de tierra que cumpla con las exigencias estructurales normativas y arquitectónicas de vanguardia, pero es el resultado del limitado conocimiento, investigación. Ésta poco conocida alternativa a través de la técnica de tapia pisada es una tradición que lucha por continuar vigente en la memoria y la cultura pasando por tradición oral, es importante recordar los inicios de los sistemas constructivos, continuar ejecutándolos y enfocar investigación para desarrollarla con mayor eficiencia. La técnica de tapia pisada, es un proceso en el que se puede desarrollar como fortalecimiento comunal al ser necesaria la colaboración de muchos participantes, la belleza arquitectónica final y armonía neo-clásica es

indiscutible, además los residuos por demolición o abandono de éste tipo de construcciones es tierra útil para otra construcción o para permitir el crecimiento vegetal, esto tiene una relevancia marcada en la huella ecológica de materia prima, construcción y demolición.

A través del presente proyecto se busca informar a la comunidad ingenieril sobre el proceso constructivo en tierra, enfocándose en la técnica de tapia pisada, su importancia de mantenerla como tradición cultural y como material sostenible con una baja huella ecológica.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Elaborar un manual de construcción, caracterizando la materia prima, enfocado en la técnica tapia pisada para la preservación del método como material sostenible.

2.2 Objetivos Específicos

- Identificar el proceso constructivo con la técnica de tapia pisada mostrando las proporciones adecuadas de material en cada procedimiento.
- Caracterizar el material base de construcción de la tapia pisada, a partir de ensayos de laboratorio tales como; proctor modificado, limite líquido, limite plástico y granulometría

- Realizar ensayos físico - mecánicos a muestras elaboradas en técnica de tapia pisada que hacen a la tierra material de construcción tales como; resistencia a la compresión, ensayo de densidad, corte directo
- Analizar los resultados de los ensayos de caracterización y físico – mecánicos realizados al material en el manual

3. Marco Teórico

El barro regula la humedad ambiental, tiene la capacidad de absorber humedad más rápido y en mayor cantidad que los demás materiales de construcción, por eso regula el clima interior, almacena calor igual que otros materiales densos. En zonas climáticas donde las diferencias de temperatura son amplias, o donde es necesario almacenar la ganancia térmica por vías pasivas, puede balancear el clima interior. Ahorra energía y disminuye la contaminación ambiental, Prácticamente no produce contaminación ambiental en relación a los otros materiales de uso frecuente, para preparar, transportar y trabajar el barro en el sitio se necesita solo 1% de la energía requerida para la preparación, transporte y elaboración de hormigón armado o ladrillos cocidos. Crudo se puede volver a utilizar ilimitadamente, solo necesita ser triturado y humedecido con agua para ser reutilizado. El barro en comparación con otros materiales no será nunca un escombros que contamine el medio ambiente. Economiza materiales de construcción y costos de transporte, generalmente el barro que se encuentra en la mayoría de obras producto de la excavación de cimientos puede ser utilizado para la construcción. Es apropiado para la

autoconstrucción, las técnicas de construcción con tierra pueden ser ejecutadas por personas no especializadas en construcción, es suficiente la presencia de una persona experimentada controlando el proceso de construcción. Estas técnicas de construcción son ideales para trabajos de autoconstrucción porque se pueden ejecutar con herramientas sencillas y económicas, pero al mismo tiempo estas técnicas son más trabajosas en su ejecución. El barro preserva la madera y otros materiales, mantiene secos los elementos de madera y los preserva cuando están en directo contacto con él, debido a su bajo equilibrio de humedad y a su alta capilaridad, los insectos y hongos no pueden destruir la madera en esas condiciones ya que los insectos necesitan un mínimo de humedad de 14 a 18% y los hongos de más de 20% para vivir. Se ha dicho muchas veces que el barro contribuye a purificar el aire de un ambiente interior, así como los contaminantes disueltos en el agua, por ejemplo cuando es utilizada la arcilla como filtro para remover fosfatos del agua, la ventaja de este procedimiento es que no quedan sustancias ajenas en el agua ya que el fosfato se convierte en fosfatos de calcio y se puede reutilizar como fertilizante.

El barro no es un material de construcción estandarizado, Su composición depende del lugar de donde se extrae, por lo que puede contener diferentes cantidades y tipos de arcilla, limo, arena y agregados, por eso sus características pueden variar de lugar y la preparación de la mezcla apta para una aplicación de tapial también puede variar. Resulta necesario saber la composición específica del barro para poder juzgar sus características físicas y modificarlas con aditivos si fuera necesario. El barro se contrae al secarse a través de la evaporación del agua de amasado pudiendo aparecer fisuras. No es impermeable, el barro debe ser protegido contra la lluvia y las heladas especialmente en estado húmedo. Las paredes de tierra pueden protegerse con aleros, barreras impermeabilizantes, tratamientos de superficies etc. (Minke, 2005, p. 16-19). [2]

3.1 Densidad

La densidad seca de los suelos en las aplicaciones con paletas depende del tipo de suelo, el contenido de humedad durante la compactación y el esfuerzo compacto. El conocimiento de la densidad seca de la tierra apisonada es importante durante el diseño para calcular cargas sobre elementos estructurales. Una amplia gama de valores de densidad seca se citan para la tierra apisonada, variando de 1700 kg / m³ a 2200 kg / m³ – (Maniatidis, V., & Walker, 2003, p. 12).

3.2 Compactibilidad

La resistencia mecánica de un suelo depende en gran medida de la proporción de huecos del suelo después de la compresión, de la resistencia cohesiva del contenido de finos, de la resistencia del agregado y de la condición de humedad durante la prueba. La densidad del suelo es un factor muy importante para la resistencia del suelo. Por lo tanto, de la misma manera que es difícil dar un valor específico para la densidad, es imposible predecir un valor exacto para la resistencia mecánica de un suelo basado en cualquier tipo de descripción sin pruebas previas. (Maniatidis, V., & Walker, 2003, p. 13).

4. Ensayos de campo

Estos ensayos solo muestran propiedades cualitativas del suelo y dependen de la experiencia y objetividad de la persona que lo realiza, no son recomendables para obtener características físicas reales de la materia prima

4.1 Ensayo del olor

“El barro puro es inodoro, pero tiene olor a moho si contiene humus o materia orgánica en descomposición” (Minke, 2005, p.26).

4.2 Ensayo de la mordedura

“Una muestra de barro húmedo se muerde levemente. Los barros arenosos producen una sensación desagradable. Los barros arcillosos por otra parte dan una casación pegajosa, suave, o harinosa” (Minke, 2005, p.26).

4.3 Ensayo de lavado

Una muestra de barro húmedo se frota entre las manos. Si las partículas se sienten claramente, esto indica que el barro es arenoso o gravoso, mientras que si la muestra es pegajosa pero las manos pueden limpiarse al frotarlas cuando se secan, esto es indicativo de un barro limoso. Si la

muestra es pegajosa, haciendo necesario el uso de agua para lavarlas esto indica que el barro es arcilloso (Minke, 2005, p.26).

4.4 Ensayo del corte

Una muestra húmeda de barro se moldea en forma de bola y se corta con un cuchillo. Si la superficie cortada es brillante significa que la mezcla tiene un alto contenido de arcilla, si la superficie es opaca indica un alto contenido de limo. (Minke, 2005, p.26).

4.5 Ensayo de sedimentación

Se agita una muestra de barro con agua en un frasco. 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. Es una interpretación errónea asumir que la medida de cada capa corresponde a la proporción de arcilla, limo, arena y grava. (Minke, 2005, p.26).



Figura 1. Ensayo de sedimentación a muestra de laboratorio

4.6 Ensayo de caída de la bola

La mezcla a ensayar debe ser lo más seca posible y suficientemente húmeda como para formar una bola de 4 cm de diámetro. Cuando esta bola se deja caer desde una altura de 1.5 m sobre una superficie plana pueden ocurrir diferentes resultados. Si la bola se aplana levemente y muestra muy pocas o ninguna fisura, esta tiene una alta capacidad aglutinante, que proviene de un contenido de arcilla muy elevado. Por lo general esta mezcla debe rebajarse añadiendo arena. Si el ensayo muestra una apariencia abierta entonces esta tiene un muy bajo contenido de arcilla. Su capacidad aglutinante es por lo general insuficiente y no puede ser utilizada como material de construcción. En el caso que la muestra se hayan caído pedazos esta tiene una relativamente pobre capacidad aglutinante, pero usualmente una composición que le permite ser utilizada para adobes o tierra apisonada. (Minke, 2005, p.26).



Figura 2. Ensayo de caída de bola a suelos variados

5. Metodología

Se realizó la investigación académica sobre el proceso constructivo de tapia pisada a través de portales web científicos, consiguiendo información técnica y avances de la técnica de tapia pisada de varios países en los cuales se apreció una intención de incentivar la técnica como una opción más para la construcción cotidiana, los datos fueron puestos como marco para los ensayos que se realizarían a una muestra de tierra. El proceso constructivo fue observado en obra de manera tal que fue explicado consecutivamente por personal con conocimiento empírico al cual se fue incorporando información textual adicional otorgada por otros conocedores de la técnica constructiva por experiencia. Basados en el hecho que Barichara (Santander) fue declarado monumento nacional en 1978 [3], aún hoy preserva una imagen tradicional logrando una economía apoyada en el turismo con la estética colonial por ello se tomó como referencia una muestra de tierra ubicado en inmediaciones de Barichara, en una zona con variedad de fincas en la que se encontró una vivienda en construcción, la muestra de tierra fue tomada del montículo en uso, a la cual se le realizaron ensayos de caracterización para determinar las propiedades físicas, se dio inicio con granulometría por tamizado seco y límites de Atterberg para su caracterización y ensayo de proctor modificado para determinar humedad óptima necesaria para la compactación adecuada. Las propiedades mecánicas de la tierra usada para hacer tapial, tal como el corte directo y resistencia a la compresión fueron calculadas mediante pruebas realizadas a cilindros de 10 cm x 12 cm

Se tomó 700 g de muestra para el ensayo de granulometría [4], la cual se secó al horno para su posterior pesado y proceso de lavado por el tamiz 200 como se muestra en la figura 1 y después tamizado. (ANEXO A)



Figura 3. Proceso de lavado de la muestra por tamiz 200

Para el ensayo de límites de atterberg [5] se toma una muestra que pasa por el tamiz N° 40 (0.425 mm), en el ensayo de limite plástico (ANEXO B) se moldean pequeños secciones tubulares de máximo 3 mm de diámetro como se muestra en la figura 3



Figura 4. Ensayo de límite plástico

Para el ensayo de límite líquido (ANEXO C) se forma una pasta la cual se dispone en la cuchara de Casagrande para dar los golpes respectivos tal como se muestra en la figura 4.



Figura 5. Ensayo de límite líquido

Para determinar la humedad óptima de la muestra se realizó el ensayo de proctor modificado [6] en cuyo resultado se muestra también la densidad óptima de la muestra, el ensayo se realizó compactando cuatro cilindros de tierra tal como se ve en la figura 5, los cuales se llenaron con tres capas de 25 golpes y variando su humedad en un 2% respecto a la de la anterior.



Figura 6. Cilindros resultados del ensayo de humedad óptima

Al realizar el ensayo de corte directo se efectúa un análisis previo de compactación de la muestra, para que sea equivalente a un proceso de compactado en tapia pisada. Si un hombre promedio de 70 kg de masa [7] realiza el proceso tradicional de tapial con un área de huella de

24 cm², se hace semejante a un cilindro de 10 cm de diámetro por 12 cm de alto llenado en dos capas con doce golpes de compactación de un martillo con 4.54 kg de masa. El cilindro se seccionó en partes iguales con anillos de muestra tal como se ve en la figura 6, para ser sometidos a fuerza cortante bajo cargas verticales de 8 Kg, 16 Kg y 32 Kg



Figura 7: Anillos de corte de suelo con material para prueba de corte directo

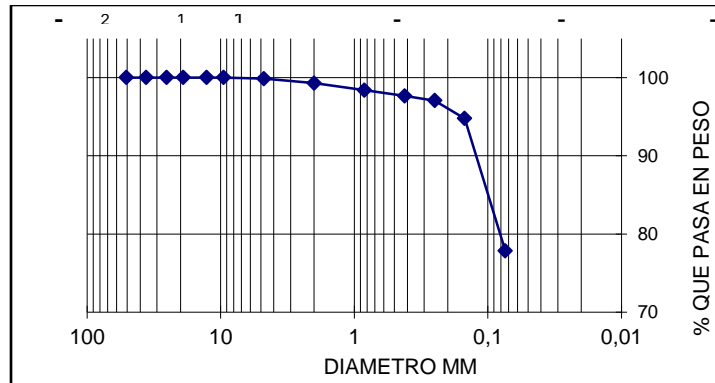
El ensayo de resistencia a la compresión llevó el mismo análisis de compactación que para corte directo, es decir cada cilindro se compacta en dos capas y doce golpes cada capa. Se usaron seis cilindros los cuales se pesaron diariamente para llevar un registro de su pérdida de masa por evaporación espontanea de agua, y se sometieron a ensayo de resistencia a la compresión en una maquina MTS 810 material test system con un protocolo de carga de 0.3 KN por segundo a los días 7, 14 y 21 para estudiar el comportamiento según el porcentaje de agua contenida.



Figura 8. Cilindros en estado fresco para ensayo de resistencia a la compresión en días 7,14 y 21

Caracterización de la muestra

En la figura 8 se observa la distribución granulométrica de la muestra, con un resultado de 0.14% de gravas, 22.03% de arenas y 77.83% de finos, según el sistema unificado de clasificación de suelos corresponde a (ML) limo inorgánico



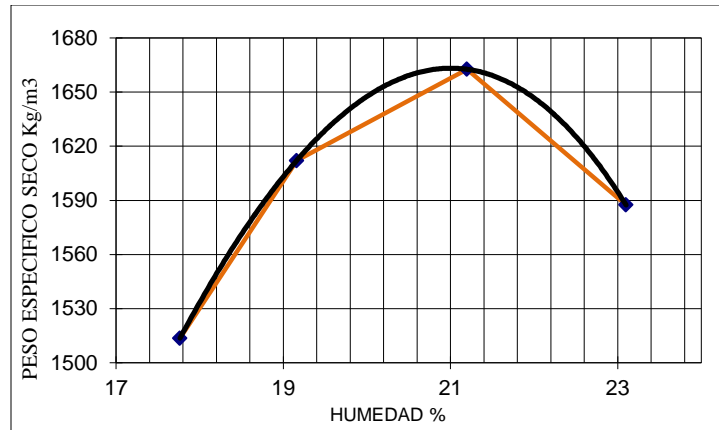


Figura 10. Resultados de ensayo de proctor modificado

El comportamiento de la muestra de tierra ante el ensayo de corte directo (ANEXO E) se describe en la figura 10, tomando en cuenta que la condición de humedad fue la óptima, es decir 21% y el proceso de compactación en laboratorio se llevó a cabo según el análisis previo de técnica tapia pisada en estado natural. En la gráfica se observan los tres puntos de resultado bajo cargas verticales de 8 Kg, 16 Kg y 32 Kg respectivamente, computando el ángulo de fricción de 41° con un factor de cohesión de 1.4 Kg/cm^2 .

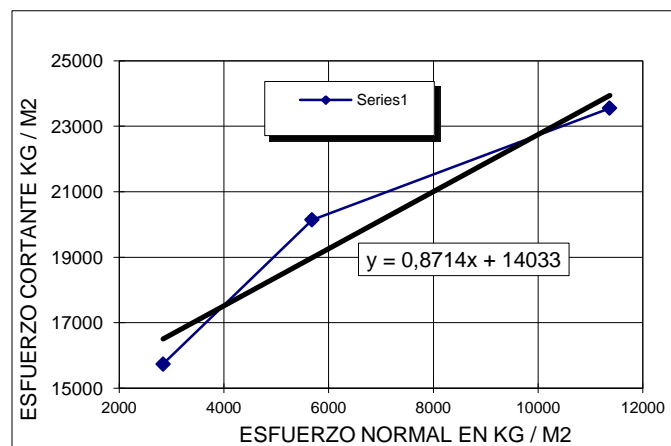


Figura 11. Ensayo de corte directo, con muestra compactada

Para el ensayo de compresión se tomó registro de su masa después de elaborar los cilindros de muestra para llevar registro diario con la pérdida de masa por evaporación espontanea del agua contenida. Los resultados en la figura 11, a los siete días (ANEXO F) tienen una tendencia lineal, lo cual sugiere una capacidad inicial de perder agua superficial de manera acelerada

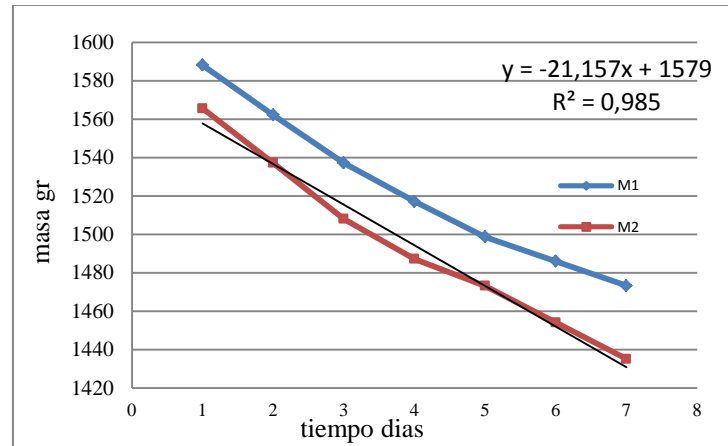


Figura 12. Línea de tendencia para la disminución de masa (gr) de las muestras 1 y 2 en los 7 primeros días

Con el ensayo de compresión realizado a la muestra pasados 7 días, se obtuvo una resistencia de 0.035 Mpa (ANEXO G) como se puede ver en la figura 12. Los resultados dispersos de capacidad de soportar la carga frente a la deformación unitaria se deben a la acomodación de partículas internas de la muestra.

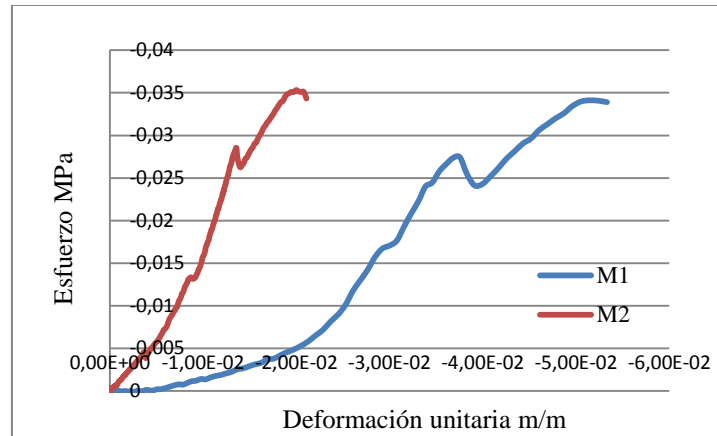


Figura 13. Comportamiento en ensayo de compresión para muestras 1 y 2 en el séptimo día

El siguiente par de muestras tuvo registro de variabilidad de masa hasta el día 14 (ANEXO H), como se observa en la figura 14, en el que describe una tendencia de tipo exponencial de segundo grado con una correlación satisfactoria

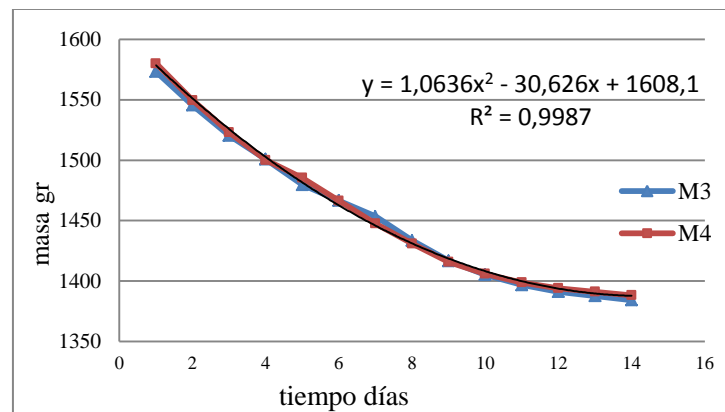


Figura 14. Línea de tendencia para la disminución de masa (gr) en las muestras 3 y 4 hasta el día

14

Al efectuarse el ensayo de compresión se observa un comportamiento más resistente, para el caso de las muestras 3 y 4 (ANEXO I), es notable que alcanza una mayor capacidad de esfuerzo con mayor capacidad de deformación unitaria respecto de las muestras 1 y 2, dando indicios que

en el día 14 la muestra tiene un valor de humedad interna más estable haciendo que el cilindro se mantenga estable ante cargas axiales alcanzando el esfuerzo máximo de 0.044 MPa.

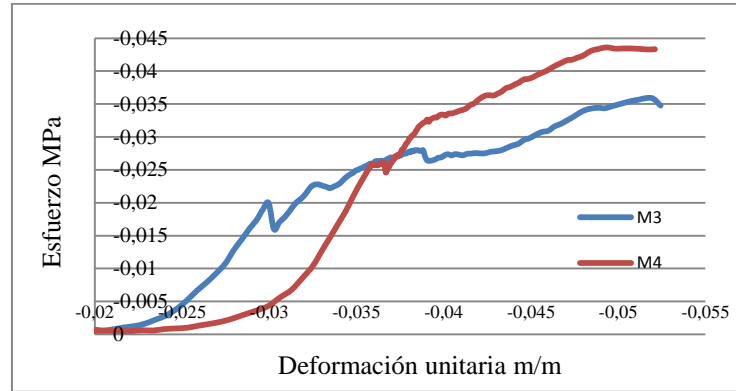


Figura 15. Comportamiento en ensayo de compresión para muestras 3 y 4 en el día 14

Para las muestras 5 y 6 hubo un seguimiento diario por 21 días (ANEXO J) tal como se observa en la figura 15, la descripción del comportamiento del cambio de masa se asemeja a una línea polinómica de tercer grado, llegando a un punto de estabilizar su masa los últimos tres días,

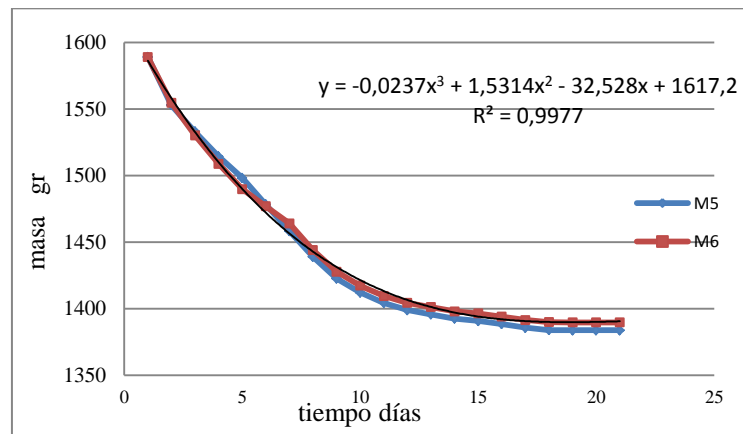


Figura 16. Línea de tendencia para la disminución de masa (gr) en las muestras 5 y 6 hasta el día

Realizando el ensayo de compresión a las muestras 5 y 6 (ANEXO K), se observa en la figura 16, que aumenta la capacidad de esfuerzo, logrando esfuerzo de 0.07 MPa, se observó una reducción en la deformación unitaria, esto puede ser porque la humedad presente en el cilindro hizo que las partículas no pudieran reacomodarse apropiadamente para poder continuar trabajando como una unidad

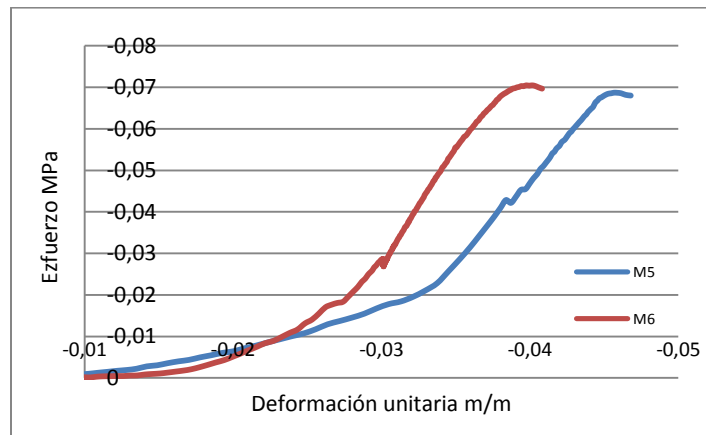


Figura 17. Comportamiento en ensayo de compresión para muestras 5 y 6 en el día 21

Durante el proceso constructivo de la tapia pisada se deja un tiempo prudente para que se pueda superponer una capa de tapial sobre otra ya terminada.

PROYECTOS GLOBALES

Mientras en muchos países consideran la construcción en tierra como una técnica obsoleta y fuera de tiempo en una era de concreto y acero, algunos otros estiman gran parte de sus recursos de investigación para la preservación y evolución de la técnica en tierra considerándolo como el futuro de la construcción ejemplo de ello las aplicaciones recientes de la tierra apisonada en el

Reino Unido han sido variadas, incluyendo centros de los visitantes, un pasillo de deportes, un desarrollo del parque de negocio, una guardería de los niños, un centro de conferencia, así como una pared premiada de la exhibición en el Chelsea Flower Show. Nuevos proyectos de tierra apisonada actualmente en desarrollo incluyen el Proyecto Genesis en el Colegio de Somerset de Artes y Tecnología en Taunton, una sala de conferencias ZOO-seat en el "Proyecto 7185 en el Centro de Tecnología Alternativa en Gales (Walker, Keable, Martin, & Maniatidis, 2005, p. 95) [8]. En algunas culturas la técnica de construcción en tierra pisada es utilizada como ruta de desarrollo para poblaciones de bajos recursos ofreciendo viviendas con servicio digno y útil para el desarrollo económico esto sin dejar de lado la belleza arquitectónica de las viviendas como las naciones en desarrollo en África rural que utilizan técnicas de construcción de tierra. Algunos de los cuales son muy simples y se han mantenido sin cambios durante milenios. Para viviendas y almacenes de cereales. Muchas otras configuraciones de técnicas de construcción de ladrillo de barro emplean formas arquitectónicas sofisticadas (McHenry, 1984, p. 40) [9]. La expansión del conocimiento de la técnica se está tomando con gran firmeza a lo largo del mundo incentivando la creatividad de muchos arquitectos e ingenieros del mundo tal como en 1980 CRATerre convenció al gobierno francés para patrocinar un concurso de diseño experimental para viviendas de bajo costo mostrando los métodos de construcción de la tierra. El proyecto, en isle d'Abeau, situado cerca de Lyon, Francia, ganó un gran reconocimiento nacional e internacional, y aunque no estimuló de inmediato una nueva industria de la construcción de la tierra en Francia, inspiró un uso más amplio de la tierra en muchos países en desarrollo (Easton, 2007, p. 28) [10].

6. Conclusiones y recomendaciones

Durante el estudio y ensayos realizados en este proyecto de grado referente a la tapia pisada se puede concluir:

Todavía existe la técnica vía tradición oral pero sus falencias técnicas hacen que tengan errores constructivos.

La reacomodación de las partículas internas ayudan para que la probeta de tierra tenga mayor capacidad de esfuerzo, esta propiedad está relacionada con la humedad interna de la muestra

Ya que la muestra usada para los ensayos tiene una alta capacidad de maleabilidad, esto podría presentar dificultades al compactar grandes alturas de tapiales.

Se encontró el desconocimiento del proceso de tierra pisada en generaciones tempranas.

La utilización frecuente de la técnica tapia pisada como proceso constructivo es efectiva para combatir el deterioro ambiental por su capacidad para ser reutilizado.

Con los ensayos de laboratorio realizados a la muestra en estudio, se encontró deficiencias granulométricas, correspondientes a los porcentajes que pasan por cada tamiz.

Se recomienda que los puntos de instalación de servicios como luz, gas y agua sean diseñado por un técnico o ingeniero especializado en el área y sea instalado por una persona capacitada para realizar satisfactoriamente las actividades de ensamble.

Según porcentajes de granulometría óptima [11], es necesario realizar un ajuste a la granulometría de la muestra específica usada en este proyecto para aumentar su cantidad de arenas en al menos 20% y disminuir su cantidad de finos en al menos 30% para lograr una

mezcla con buena gradación, en la compactación y controlar la absorción de agua interna, mejorando la retracción de la mezcla.

Es necesario direccionar el interés y la investigación para mejorar la técnica como una opción viable de construcción con los fundamentos adecuados.

Bibliografía

- Alcaldía de Barichara – Santander. Presentación. (s.f.) *Algo de historia*. <http://www.barichara-santander.gov.co> [citado 21 de enero de 2017]
- Easton D, (2007) *The rammed earth house*. First edition. United States. Chelsea Green publishing company. 2007, p, 28
- Instituto Nacional de Vías. (s.f.) Análisis granulométrico de suelos por tamizado. I.N.V.E. 123-07
- Instituto Nacional de Vías. (s.f.) Determinación de la masa unitaria seca (densidad seca) y la humedad de equilibrio. I.N.V.E. 146-07
- Instituto nacional de vías. (s.f.) Determinación de límite líquido de suelos. I.N.V.E. 125-07. Determinación de límite plástico de suelos I.N.V.E. 126-07
- Maniatidis, V., & Walker, P. (2003). A review of rammed earth construction. *Innovation Project “Developing Rammed Earth for UK Housing”, Natural Building Technology Group, Department of Architecture & Civil Engineering, University of Bath*. P 12
- McHenry, P. G. (1984) *Adobe and rammed earth buildings: design and construction*. First edition. University of Arizona Press. 1984, p 40.
- Minke, G. *Manual de construcción en tierra, segunda edición en castellano*. Fin de siglo. 2005. P 16-19
- Sánchez, C. (2007). La arquitectura de tierra en Colombia, procesos y culturas constructivas. *Revista apuntes*, vol. 20 (núm. 2), 242-255

SENA, sección de publicaciones, construcción de estructuras en madera para entrepisos y cubiertas. P. 12

Universidad de España, (2012) ¿Cuánto pesa la población mundial?, Recuperado de: <http://noticias.universia.es/en-portada/noticia/2012/06/20/944221/pesa-poblacion-mundial.html>. [Citado 23 enero de 2017]

Walker, P., Keable, R., Martin, J., & Maniatidis, V. (2005) Rammed earth: design and construction guidelines. First edition. Watford: BRE Bookshop., p. 95.

Apendices

Apéndice A: Resultados de ensayo de granulometría

MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENTO RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA	MALLA No	ABERTURA	PESO SUELO RETENIDO	PORCIENT O RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA LA MALLA
****	mm	kg	%	%	****	mm	kg	%	%
2"	50.8	0.0000	0.00	100.00	10	2	0.0039	0.56	99.30
1 1/2"	36.1	0.0000	0.00	100.00	20	0.84	0.0063	0.90	98.40
1"	25.4	0.0000	0.00	100.00	40	0.42	0.0052	0.74	97.66
3/4"	19.05	0.0000	0.00	100.00	60	0.25	0.0042	0.60	97.06
1/2"	12.7	0.0000	0.00	100.00	100	0.149	0.0160	2.29	94.77
3/8"	9.52	0.0000	0.00	100.00	200	0.074	0.1186	16.94	77.83
No 4	4.75	0.0010	0.14	99.86	PASA 200	****	0.5435		
SUMA	****	0.0010	0.14		SUMA	****	0.6977	22.03	
					TOTAL		0.6987		

Apéndice B: Resultados de ensayo de limite plástico**LIMITE PLASTICO**

16		0.0069	0.0204	0.0173	0.0031	0.0104	29.81%
3		0.0072	0.0211	0.0181	0.0030	0.0109	27.52%

Apéndice C: Resultados de ensayo de limite líquido**LIMITE LIQUIDO**

CAPSULA No	NUMERO DE GOLPES	PESO CAPSULA	PESO CAPSULA + SUELO HUM EDG	PESO CAPSULA + SUELO SECO	PESO DEL AGUA	PESO SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA
		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	%
17	42	0.0069	0.0387	0.0286	0.0101	0.0217	46.54%
10	33	0.0072	0.0341	0.0253	0.0088	0.0181	48.62%
23	23	0.0071	0.0353	0.0258	0.0095	0.0187	50.80%
5	10	0.0074	0.0355	0.0257	0.0098	0.0183	53.55%

Apéndice D: Resultados de ensayo de Proctor modificado



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO CARACTERIZACION MATERIALES DE CONSTRUCCION
ENSAYO DE COMPACTACION
INV E - 142

TIPO DE ENSAYO	MODIFICADO
NUMERO DE CAPAS	3
# GOLPES POR CAPA	25
MOLDE No	24
DIAMETRO MOLDE(m)	0.10
ALTURA MOLDE (m)	0.12
VOL. MOLDE (m3)	0.00090

PESO TARA (Kg)	0.0072	0.0069	0.0072	0.0068	0.0068	0.0070	0.0069	0.0069
W TARA + S.H (Kg)	0.0464	0.0466	0.0460	0.0470	0.0470	0.0463	0.0476	0.0472
W TARA + S.S (Kg)	0.0404	0.0407	0.0397	0.0406	0.0401	0.0393	0.0399	0.0397
PROM. HUMEDAD %	17.76		19.16		21.20		23.10	

PESO MOLDE (Kg)	4.285	4.285	4.285	4.285
W MOLDE+S.H (Kg)	5.895	6.020	6.105	6.050
W DEL S. H. (Kg)	1.610	1.735	1.820	1.765
DENSIDAD H. (Kg/m3)	1783	1921	2015	1954
DENSIDAD S. (Kg/m3)	1514	1612	1663	1587

Apéndice E: Resultados de ensayo de cortante directo

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO CARACTERIZACION MATERIALES CONSTRUCCION
ENSAYO DE CORTE DIRECTO INV E-154

CARGA VERTICAL Kg	AREA m ²	CARGA HORIZONTAL MAXIMA EN Kg	ESFUERZO NORMAL Kg/m ²	ESFUERZO CORTANTE Kg/m ²
8.000	0.0028	44.30	2842.03	15737.75
16.000	0.0028	56.70	5684.06	20142.90
32.000	0.0028	66.30	11368.13	23553.34

Apéndice F: Resultados de variabilidad de masa por pérdida de humedad en el día 7

VARIABILIDAD DE MASA MUESTRAS M1 Y M2						
Día	M1	Diferencia g	Diferencia %	M2	Diferencia g	Diferencia %
1	1588.2			1565.6		
2	1562.2	26	1.64	1537.2	28.4	1.81
3	1537.2	25	1.60	1508	29.2	1.90
4	1517.1	20.1	1.31	1487.2	20.8	1.38
5	1498.7	18.4	1.21	1473.2	14	0.94
6	1486	12.7	0.85	1454.15	19.05	1.29
7	1473.3	12.7	0.85	1435.1	19.05	1.31
Desviación	41.73986			46.0508		

Apéndice G: Resultados de compresión en las muestras M1 Y M2 en el día 7

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M1				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M2			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
0.0035197	-0.0000051	0.0000448	-0.0000001	-0.0006863	0.0005625	-0.0000087	0.0000056
0.0097656	0.0003740	0.0001243	0.0000037	0.0061209	0.0007204	0.0000779	0.0000072
0.0004049	0.0003451	0.0000052	0.0000035	0.0050522	0.0015184	0.0000643	0.0000152
0.0085636	0.0006219	0.0001090	0.0000062	0.0000923	0.0001149	0.0000012	0.0000011
0.0099110	0.0003292	0.0001262	0.0000033	0.0037439	-0.0000171	0.0000477	-0.0000002
0.0131209	0.0006416	0.0001671	0.0000064	-0.0003984	0.0003596	-0.0000051	0.0000036
0.0009809	0.0008107	0.0000125	0.0000081	0.0030071	0.0004493	0.0000383	0.0000045
0.0030441	0.0008203	0.0000388	0.0000082	-0.0018319	-0.0000806	-0.0000233	-0.0000008
0.0085626	0.0006660	0.0001090	0.0000067	-0.0062243	0.0004309	-0.0000792	0.0000043
0.0106999	0.0009140	0.0001362	0.0000091	0.0087725	0.0010977	0.0001117	0.0000110
0.0005800	0.0004765	0.0000074	0.0000048	-0.0039159	-0.0002326	-0.0000499	-0.0000023
0.0002502	0.0004388	0.0000032	0.0000044	-0.0110172	-0.0004527	-0.0001403	-0.0000045
0.0163700	-0.0011092	0.0002084	-0.0000111	0.0058874	-0.0012246	0.0000750	-0.0000122
0.0029027	-0.0007114	0.0000370	-0.0000071	-0.0009803	-0.0000841	-0.0000125	-0.0000008
0.0067975	-0.0006907	0.0000865	-0.0000069	-0.0073194	-0.0010762	-0.0000932	-0.0000108
0.0128218	-0.0018149	0.0001633	-0.0000181	0.0035903	-0.0013349	0.0000457	-0.0000133
0.0041910	-0.0028913	0.0000534	-0.0000289	-0.0028266	0.0014065	-0.0000360	0.0000141
-0.0041883	-0.0041595	-0.0000533	-0.0000416	0.0023883	0.0055521	0.0000304	0.0000555
0.0084263	-0.0052921	0.0001073	-0.0000529	0.0138328	0.0106629	0.0001761	0.0001066
0.0080329	-0.0083283	0.0001023	-0.0000833	0.0145461	0.0154872	0.0001852	0.0001549
0.0042832	-0.0102476	0.0000545	-0.0001025	0.0156822	0.0193603	0.0001997	0.0001936
0.0054142	-0.0133242	0.0000689	-0.0001332	0.0078144	0.0223209	0.0000995	0.0002232
0.0020944	-0.0160011	0.0000267	-0.0001600	0.0123381	0.0253915	0.0001571	0.0002539
0.0006548	-0.0184152	0.0000083	-0.0001842	0.0162835	0.0285560	0.0002073	0.0002856
0.0158780	-0.0230604	0.0002022	-0.0002306	0.0286677	0.0316949	0.0003650	0.0003169
0.0009184	-0.0292976	0.0000117	-0.0002930	0.0091413	0.0351170	0.0001164	0.0003512
-0.0020879	-0.0347153	-0.0000266	-0.0003472	0.0252496	0.0379561	0.0003215	0.0003796
-0.0083263	-0.0412991	-0.0001060	-0.0004130	0.0219260	0.0401333	0.0002792	0.0004013
0.0054552	-0.0465559	0.0000695	-0.0004656	0.0231000	0.0434697	0.0002941	0.0004347
-0.0092291	-0.0550099	-0.0001175	-0.0005501	0.0284597	0.0464223	0.0003624	0.0004642
0.0001856	-0.0646651	0.0000024	-0.0006467	0.0297549	0.0491434	0.0003789	0.0004914
0.0055033	-0.0746130	0.0000701	-0.0007461	0.0250549	0.0513608	0.0003190	0.0005136
-0.0089464	-0.0848196	-0.0001139	-0.0008482	0.0321851	0.0543708	0.0004098	0.0005437
0.0052144	-0.0962397	0.0000664	-0.0009624	0.0347250	0.0560765	0.0004421	0.0005608
0.0022942	-0.1078379	0.0000292	-0.0010784	0.0331901	0.0574054	0.0004226	0.0005741
0.0117717	-0.1211826	0.0001499	-0.0012118	0.0325027	0.0585963	0.0004138	0.0005860
0.0026435	-0.1346579	0.0000337	-0.0013466	0.0354237	0.0593938	0.0004510	0.0005939
0.0041272	-0.1496643	0.0000525	-0.0014966	0.0246636	0.0595057	0.0003140	0.0005951

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M1				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M2			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-0.0008706	-0.1673297	-0.0000111	-0.0016733	0.0293141	0.0610707	0.0003732	0.0006107
0.0047165	-0.1844970	0.0000601	-0.0018450	0.0319003	0.0609734	0.0004062	0.0006097
0.0093988	-0.2023414	0.0001197	-0.0020234	0.0351204	0.0619381	0.0004472	0.0006194
-0.0015928	-0.2226145	-0.0000203	-0.0022261	0.0331932	0.0606520	0.0004226	0.0006065
0.0078526	-0.2446161	0.0001000	-0.0024462	0.0315978	0.0608862	0.0004023	0.0006089
0.0071161	-0.2671911	0.0000906	-0.0026719	0.0384194	0.0614891	0.0004892	0.0006149
-0.0017375	-0.2926757	-0.0000221	-0.0029268	0.0313018	0.0618145	0.0003985	0.0006181
-0.0016840	-0.3177585	-0.0000214	-0.0031776	0.0301298	0.0610914	0.0003836	0.0006109
0.0042791	-0.3453386	0.0000545	-0.0034534	0.0430372	0.0605572	0.0005480	0.0006056
-0.0060887	-0.3725670	-0.0000775	-0.0037257	0.0388774	0.0596188	0.0004950	0.0005962
-0.0102515	-0.4019688	-0.0001305	-0.0040197	0.0373141	0.0596463	0.0004751	0.0005965
-0.0039821	-0.4346741	-0.0000507	-0.0043467	0.0369616	0.0583233	0.0004706	0.0005832
-0.0049146	-0.4691787	-0.0000626	-0.0046918	0.0303306	0.0581799	0.0003862	0.0005818
-0.0163181	-0.5035693	-0.0002078	-0.0050357	0.0305550	0.0573238	0.0003890	0.0005732
-0.0159308	-0.5398148	-0.0002028	-0.0053981	0.0354677	0.0548280	0.0004516	0.0005483
-0.0232257	-0.5773760	-0.0002957	-0.0057738	0.0251164	0.0526316	0.0003198	0.0005263
-0.0319438	-0.6158506	-0.0004067	-0.0061585	0.0264966	0.0517083	0.0003374	0.0005171
-0.0438083	-0.6563704	-0.0005578	-0.0065637	0.0201268	0.0474744	0.0002563	0.0004747
-0.0533042	-0.6970505	-0.0006787	-0.0069705	0.0192929	0.0450027	0.0002456	0.0004500
-0.0612292	-0.7404350	-0.0007796	-0.0074044	0.0181503	0.0420351	0.0002311	0.0004204
-0.0587794	-0.7847186	-0.0007484	-0.0078472	0.0214332	0.0381917	0.0002729	0.0003819
-0.0739995	-0.8297696	-0.0009422	-0.0082977	0.0181708	0.0333771	0.0002314	0.0003338
-0.0897482	-0.8762843	-0.0011427	-0.0087628	0.0110173	0.0299935	0.0001403	0.0002999
-0.0944274	-0.9240508	-0.0012023	-0.0092405	0.0126669	0.0254337	0.0001613	0.0002543
-0.1107262	-0.9762507	-0.0014098	-0.0097625	0.0139864	0.0201343	0.0001781	0.0002013
-0.1070420	-1.0270909	-0.0013629	-0.0102709	0.0035452	0.0156941	0.0000451	0.0001569
-0.1247036	-1.0781434	-0.0015878	-0.0107814	-0.0001239	0.0084742	-0.0000016	0.0000847
-0.1383191	-1.1342429	-0.0017611	-0.0113424	-0.0042990	0.0023573	-0.0000547	0.0000236
-0.1478271	-1.1906382	-0.0018822	-0.0119064	-0.0119822	-0.0033354	-0.0001526	-0.0000334
-0.1619702	-1.2473350	-0.0020623	-0.0124734	-0.0260672	-0.0089706	-0.0003319	-0.0000897
-0.1763513	-1.3060907	-0.0022454	-0.0130609	-0.0225620	-0.0148428	-0.0002873	-0.0001484
-0.2001870	-1.3654997	-0.0025489	-0.0136550	-0.0270578	-0.0221031	-0.0003445	-0.0002210
-0.2087481	-1.4279236	-0.0026579	-0.0142792	-0.0306460	-0.0277889	-0.0003902	-0.0002779
-0.2273361	-1.4916849	-0.0028945	-0.0149168	-0.0344377	-0.0357767	-0.0004385	-0.0003578
-0.2459627	-1.5565668	-0.0031317	-0.0155657	-0.0417011	-0.0442079	-0.0005310	-0.0004421
-0.2599491	-1.6244178	-0.0033098	-0.0162442	-0.0415864	-0.0508910	-0.0005295	-0.0005089
-0.2941095	-1.6905979	-0.0037447	-0.0169060	-0.0518012	-0.0576473	-0.0006596	-0.0005765
-0.2982837	-1.7591728	-0.0037979	-0.0175917	-0.0525552	-0.0665042	-0.0006692	-0.0006650
-0.3296448	-1.8291637	-0.0041972	-0.0182916	-0.0526525	-0.0751432	-0.0006704	-0.0007514
-0.3588871	-1.9022435	-0.0045695	-0.0190224	-0.0687611	-0.0837089	-0.0008755	-0.0008371
-0.3859788	-1.9800180	-0.0049144	-0.0198002	-0.0822321	-0.0915176	-0.0010470	-0.0009152
-0.4186668	-2.0540020	-0.0053306	-0.0205400	-0.0871767	-0.0999563	-0.0011100	-0.0009996
-0.4593587	-2.1299102	-0.0058487	-0.0212991	-0.1000659	-0.1077771	-0.0012741	-0.0010778
-0.5139314	-2.2091224	-0.0065436	-0.0220912	-0.1043363	-0.1177995	-0.0013285	-0.0011780
-0.5645218	-2.2871065	-0.0071877	-0.0228711	-0.1078671	-0.1260102	-0.0013734	-0.0012601
-0.6414489	-2.3678596	-0.0081672	-0.0236786	-0.1228905	-0.1348250	-0.0015647	-0.0013483

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M1				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M2			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-0.7075810	-2.4501257	-0.0090092	-0.0245013	-0.1341687	-0.1436537	-0.0017083	-0.0014365
-0.7963521	-2.5286558	-0.0101395	-0.0252866	-0.1422742	-0.1527466	-0.0018115	-0.0015275
-0.9258857	-2.6083865	-0.0117887	-0.0260839	-0.1430026	-0.1623434	-0.0018208	-0.0016234
-1.0207920	-2.6861734	-0.0129971	-0.0268617	-0.1606969	-0.1720234	-0.0020461	-0.0017202
-1.1216671	-2.7674484	-0.0142815	-0.0276745	-0.1641908	-0.1816298	-0.0020905	-0.0018163
-1.2397563	-2.8468361	-0.0157851	-0.0284684	-0.1788882	-0.1911310	-0.0022777	-0.0019113
-1.3139272	-2.9234774	-0.0167294	-0.0292348	-0.1842253	-0.2016999	-0.0023456	-0.0020170
-1.3409822	-3.0010924	-0.0170739	-0.0300109	-0.1989114	-0.2104864	-0.0025326	-0.0021049
-1.3875151	-3.0784175	-0.0176664	-0.0307842	-0.2008776	-0.2210971	-0.0025577	-0.0022110
-1.5179493	-3.1567094	-0.0193271	-0.0315671	-0.2168547	-0.2303906	-0.0027611	-0.0023039
-1.6375284	-3.2324951	-0.0208497	-0.0323250	-0.2364180	-0.2418455	-0.0030102	-0.0024185
-1.7502570	-3.3097403	-0.0222850	-0.0330974	-0.2275903	-0.2518835	-0.0028978	-0.0025188
-1.8850610	-3.3843431	-0.0240013	-0.0338434	-0.2393922	-0.2627003	-0.0030480	-0.0026270
-1.9207540	-3.4569101	-0.0244558	-0.0345691	-0.2493584	-0.2727129	-0.0031749	-0.0027271
-2.0259745	-3.5334396	-0.0257955	-0.0353344	-0.2697832	-0.2829830	-0.0034350	-0.0028298
-2.0914018	-3.6062791	-0.0266286	-0.0360628	-0.2723630	-0.2943887	-0.0034678	-0.0029439
-2.1484256	-3.6791170	-0.0273546	-0.0367912	-0.2891641	-0.3053762	-0.0036818	-0.0030538
-2.1545665	-3.7538433	-0.0274328	-0.0375384	-0.2945842	-0.3173102	-0.0037508	-0.0031731
-2.0011051	-3.8288951	-0.0254789	-0.0382890	-0.3127611	-0.3288844	-0.0039822	-0.0032888
-1.8949391	-3.9106483	-0.0241271	-0.0391065	-0.3166348	-0.3406369	-0.0040315	-0.0034064
-1.9086362	-3.9960816	-0.0243015	-0.0399608	-0.3363487	-0.3524846	-0.0042825	-0.0035248
-1.9787028	-4.0813527	-0.0251936	-0.0408135	-0.3572010	-0.3621646	-0.0045480	-0.0036216
-2.0559914	-4.1670752	-0.0261777	-0.0416708	-0.3426970	-0.3748049	-0.0043634	-0.0037480
-2.1431723	-4.2545471	-0.0272877	-0.0425455	-0.3024303	-0.3852702	-0.0038507	-0.0038527
-2.2109282	-4.3418002	-0.0281504	-0.0434180	-0.3279843	-0.3987505	-0.0041760	-0.0039875
-2.2805319	-4.4273920	-0.0290366	-0.0442739	-0.3564385	-0.4111060	-0.0045383	-0.0041111
-2.3270340	-4.5155749	-0.0296287	-0.0451557	-0.3663995	-0.4246795	-0.0046651	-0.0042468
-2.4037549	-4.6016345	-0.0306056	-0.0460163	-0.3914656	-0.4374518	-0.0049843	-0.0043745
-2.4593587	-4.6916356	-0.0313135	-0.0469164	-0.3952433	-0.4488226	-0.0050324	-0.0044882
-2.5150793	-4.7816825	-0.0320230	-0.0478168	-0.4121763	-0.4619039	-0.0052480	-0.0046190
-2.5602741	-4.8696589	-0.0325984	-0.0486966	-0.4263749	-0.4743846	-0.0054288	-0.0047438
-2.6252873	-4.9578695	-0.0334262	-0.0495787	-0.4407219	-0.4868567	-0.0056114	-0.0048686
-2.6676829	-5.0484557	-0.0339660	-0.0504846	-0.4520178	-0.5010502	-0.0057553	-0.0050105
-2.6798630	-5.1415524	-0.0341211	-0.0514155	-0.4649121	-0.5130725	-0.0059194	-0.0051307
-2.6762762	-5.2360492	-0.0340754	-0.0523605	-0.4824672	-0.5267243	-0.0061430	-0.0052672
-2.6627200	-5.3314729	-0.0339028	-0.0533147	-0.4998614	-0.5384045	-0.0063644	-0.0053840
				-0.5216662	-0.5519042	-0.0066421	-0.0055190
				-0.5370491	-0.5643663	-0.0068379	-0.0056437
				-0.5629750	-0.5769905	-0.0071680	-0.0057699
				-0.5706633	-0.5891583	-0.0072659	-0.0058916
				-0.5841233	-0.6018171	-0.0074373	-0.0060182
				-0.6022009	-0.6138408	-0.0076675	-0.0061384
				-0.6333991	-0.6257626	-0.0080647	-0.0062576
				-0.6623249	-0.6382271	-0.0084330	-0.0063823
				-0.6804157	-0.6510513	-0.0086633	-0.0065105
				-0.6967821	-0.6626138	-0.0088717	-0.0066261

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M1				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M2			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-0.7105936	-0.6735382	-0.0090476	-0.0067354
				-0.7358154	-0.6854194	-0.0093687	-0.0068542
				-0.7415702	-0.6965811	-0.0094420	-0.0069658
				-0.7691038	-0.7079079	-0.0097925	-0.0070791
				-0.7734931	-0.7189926	-0.0098484	-0.0071899
				-0.8004567	-0.7298994	-0.0101917	-0.0072990
				-0.8356682	-0.7428619	-0.0106401	-0.0074286
				-0.8451198	-0.7531219	-0.0107604	-0.0075312
				-0.8731090	-0.7647492	-0.0111168	-0.0076475
				-0.9003454	-0.7747303	-0.0114636	-0.0077473
				-0.9121351	-0.7868945	-0.0116137	-0.0078689
				-0.9405465	-0.7973253	-0.0119754	-0.0079733
				-0.9665728	-0.8083062	-0.0123068	-0.0080831
				-0.9806708	-0.8183851	-0.0124863	-0.0081839
				-0.9973449	-0.8281477	-0.0126986	-0.0082815
				-1.0220000	-0.8377670	-0.0130125	-0.0083777
				-1.0338923	-0.8470500	-0.0131639	-0.0084705
				-1.0326996	-0.8569669	-0.0131487	-0.0085697
				-1.0489894	-0.8659671	-0.0133561	-0.0086597
				-1.0400774	-0.8763864	-0.0132427	-0.0087639
				-1.0426698	-0.8842699	-0.0132757	-0.0088427
				-1.0328481	-0.8948963	-0.0131506	-0.0089490
				-1.0438018	-0.9033749	-0.0132901	-0.0090337
				-1.0443017	-0.9135987	-0.0132965	-0.0091360
				-1.0593549	-0.9232637	-0.0134881	-0.0092326
				-1.0819796	-0.9330642	-0.0137762	-0.0093306
				-1.0873863	-0.9408602	-0.0138450	-0.0094086
				-1.1203243	-0.9501415	-0.0142644	-0.0095014
				-1.1309594	-0.9597692	-0.0143998	-0.0095977
				-1.1491752	-0.9688945	-0.0146318	-0.0096889
				-1.1743191	-0.9770128	-0.0149519	-0.0097701
				-1.1977123	-0.9857960	-0.0152497	-0.0098580
				-1.2310745	-0.9932578	-0.0156745	-0.0099326
				-1.2408345	-1.0003875	-0.0157988	-0.0100039
				-1.2595103	-1.0101860	-0.0160366	-0.0101019
				-1.2802516	-1.0186392	-0.0163007	-0.0101864
				-1.3122154	-1.0258132	-0.0167076	-0.0102581
				-1.3390807	-1.0335395	-0.0170497	-0.0103354
				-1.3482691	-1.0408051	-0.0171667	-0.0104081
				-1.3685268	-1.0468792	-0.0174246	-0.0104688
				-1.3825873	-1.0554942	-0.0176036	-0.0105549
				-1.3936841	-1.0610392	-0.0177449	-0.0106104
				-1.4233171	-1.0664899	-0.0181222	-0.0106649
				-1.4404582	-1.0735624	-0.0183405	-0.0107356
				-1.4592631	-1.0786867	-0.0185799	-0.0107869
				-1.4698695	-1.0848039	-0.0187150	-0.0108480

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M1				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M2			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-1.4908445	-1.0896047	-0.0189820	-0.0108960
				-1.4928014	-1.0953892	-0.0190069	-0.0109539
				-1.5039847	-1.1003617	-0.0191493	-0.0110036
				-1.5295886	-1.1058975	-0.0194753	-0.0110590
				-1.5403056	-1.1101838	-0.0196118	-0.0111018
				-1.5506673	-1.1157867	-0.0197437	-0.0111579
				-1.5654294	-1.1193891	-0.0199317	-0.0111939
				-1.5745634	-1.1263734	-0.0200480	-0.0112637
				-1.5878142	-1.1302112	-0.0202167	-0.0113021
				-1.5975466	-1.1335862	-0.0203406	-0.0113359
				-1.6236210	-1.1387162	-0.0206726	-0.0113872
				-1.6262664	-1.1425295	-0.0207063	-0.0114253
				-1.6300727	-1.1464435	-0.0207547	-0.0114644
				-1.6516924	-1.1496969	-0.0210300	-0.0114970
				-1.6634380	-1.1546059	-0.0211796	-0.0115461
				-1.6793772	-1.1575475	-0.0213825	-0.0115755
				-1.6785955	-1.1609290	-0.0213725	-0.0116093
				-1.6882100	-1.1660696	-0.0214950	-0.0116607
				-1.6917931	-1.1683769	-0.0215406	-0.0116838
				-1.7140814	-1.1738359	-0.0218244	-0.0117384
				-1.7232536	-1.1765239	-0.0219411	-0.0117652
				-1.7340516	-1.1796235	-0.0220786	-0.0117962
				-1.7373147	-1.1835576	-0.0221202	-0.0118356
				-1.7510818	-1.1876174	-0.0222955	-0.0118762
				-1.7636924	-1.1912212	-0.0224560	-0.0119122
				-1.7708162	-1.1945529	-0.0225467	-0.0119455
				-1.7715029	-1.1978623	-0.0225555	-0.0119786
				-1.7880362	-1.2018397	-0.0227660	-0.0120184
				-1.8055842	-1.2053981	-0.0229894	-0.0120540
				-1.8111720	-1.2086287	-0.0230606	-0.0120863
				-1.8226209	-1.2120271	-0.0232063	-0.0121203
				-1.8209528	-1.2150948	-0.0231851	-0.0121509
				-1.8491837	-1.2192894	-0.0235445	-0.0121929
				-1.8448374	-1.2224205	-0.0234892	-0.0122242
				-1.8672049	-1.2255861	-0.0237740	-0.0122559
				-1.8759476	-1.2297989	-0.0238853	-0.0122980
				-1.8878512	-1.2325007	-0.0240369	-0.0123250
				-1.8973663	-1.2365127	-0.0241580	-0.0123651
				-1.9015261	-1.2410430	-0.0242110	-0.0124104
				-1.9234397	-1.2434380	-0.0244900	-0.0124344
				-1.9297570	-1.2483646	-0.0245704	-0.0124836
				-1.9469504	-1.2511309	-0.0247893	-0.0125113
				-1.9588490	-1.2552632	-0.0249408	-0.0125526
				-1.9685682	-1.2591809	-0.0250646	-0.0125918
				-1.9793855	-1.2627991	-0.0252023	-0.0126280
				-1.9829733	-1.2663040	-0.0252480	-0.0126630

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M1				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M2			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-1.9992181	-1.2700124	-0.0254548	-0.0127001
				-2.0165844	-1.2738919	-0.0256760	-0.0127389
				-2.0261714	-1.2776330	-0.0257980	-0.0127763
				-2.0452294	-1.2822852	-0.0260407	-0.0128229
				-2.0609210	-1.2851559	-0.0262405	-0.0128516
				-2.0737782	-1.2893292	-0.0264042	-0.0128933
				-2.0791440	-1.2949086	-0.0264725	-0.0129491
				-2.0935218	-1.2984409	-0.0266555	-0.0129844
				-2.1039386	-1.3036462	-0.0267882	-0.0130365
				-2.1206884	-1.3057836	-0.0270014	-0.0130578
				-2.1254425	-1.3096824	-0.0270620	-0.0130968
				-2.1485455	-1.3135520	-0.0273561	-0.0131355
				-2.1553743	-1.3183160	-0.0274431	-0.0131832
				-2.1707716	-1.3216237	-0.0276391	-0.0132162
				-2.1725523	-1.3254038	-0.0276618	-0.0132540
				-2.1860704	-1.3289247	-0.0278339	-0.0132892
				-2.1976552	-1.3343141	-0.0279814	-0.0133431
				-2.2069716	-1.3383762	-0.0281000	-0.0133838
				-2.2185943	-1.3421974	-0.0282480	-0.0134220
				-2.2231581	-1.3466432	-0.0283061	-0.0134664
				-2.2380316	-1.3511996	-0.0284955	-0.0135120
				-2.2423062	-1.3567618	-0.0285499	-0.0135676
				-2.2022424	-1.3618311	-0.0280398	-0.0136183
				-2.1472309	-1.3687979	-0.0273394	-0.0136880
				-2.1189783	-1.3757687	-0.0269797	-0.0137577
				-2.0807493	-1.3876493	-0.0264929	-0.0138765
				-2.0617602	-1.3979311	-0.0262511	-0.0139793
				-2.0707936	-1.4105753	-0.0263662	-0.0141058
				-2.0890710	-1.4245589	-0.0265989	-0.0142456
				-2.1066835	-1.4387677	-0.0268231	-0.0143877
				-2.1406820	-1.4531217	-0.0272560	-0.0145312
				-2.1532729	-1.4691020	-0.0274163	-0.0146910
				-2.1777682	-1.4838496	-0.0277282	-0.0148385
				-2.2032361	-1.4993050	-0.0280525	-0.0149931
				-2.2269878	-1.5154994	-0.0283549	-0.0151550
				-2.2460110	-1.5328035	-0.0285971	-0.0153280
				-2.2790096	-1.5511500	-0.0290173	-0.0155115
				-2.2918379	-1.5698833	-0.0291806	-0.0156988
				-2.3287699	-1.5885705	-0.0296508	-0.0158857
				-2.3587358	-1.6091461	-0.0300324	-0.0160915
				-2.3881879	-1.6281401	-0.0304074	-0.0162814
				-2.4260583	-1.6480246	-0.0308895	-0.0164802
				-2.4455612	-1.6668146	-0.0311379	-0.0166681
				-2.4759641	-1.6875976	-0.0315250	-0.0168760
				-2.4946883	-1.7073154	-0.0317634	-0.0170732
				-2.5235403	-1.7274579	-0.0321307	-0.0172746

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M1				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M2			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-2.5466044	-1.7484542	-0.0324244	-0.0174845
				-2.5794635	-1.7689924	-0.0328427	-0.0176899
				-2.6074607	-1.7913725	-0.0331992	-0.0179137
				-2.6353796	-1.8119042	-0.0335547	-0.0181190
				-2.6618505	-1.8334751	-0.0338917	-0.0183348
				-2.6735539	-1.8554155	-0.0340407	-0.0185542
				-2.7112317	-1.8774297	-0.0345205	-0.0187743
				-2.7354763	-1.9004400	-0.0348292	-0.0190044
				-2.7461972	-1.9245920	-0.0349657	-0.0192459
				-2.7583036	-1.9485273	-0.0351198	-0.0194853
				-2.7562032	-1.9731041	-0.0350931	-0.0197310
				-2.7741599	-1.9989377	-0.0353217	-0.0199894
				-2.7622371	-2.0232542	-0.0351699	-0.0202325
				-2.7568681	-2.0494235	-0.0351015	-0.0204942
				-2.7575812	-2.0784104	-0.0351106	-0.0207841
				-2.6956859	-2.1079769	-0.0343225	-0.0210798

Apéndice H: Variabilidad de masa por perdida de humedad en el día 14

VARIABILIDAD DE MASA MUESTRAS M3 Y M4						
Día	M3	Diferencia g	Diferencia %	M4	Diferencia g	Diferencia %
1	1573.3			1580.1		
2	1545.5	27.8	1.77	1549.6	30.5	1.93
3	1520.5	25	1.62	1523.2	26.4	1.70
4	1500.7	19.8	1.30	1500.1	23.1	1.52
5	1479.7	21	1.40	1485.4	14.7	0.98
6	1466.6	13.1	0.89	1466.45	18.95	1.28
7	1453.5	13.1	0.89	1447.5	18.95	1.29
8	1433.6	19.9	1.37	1431	16.5	1.14
9	1416.7	16.9	1.18	1415.8	15.2	1.06
10	1405.2	11.5	0.81	1406	9.8	0.69
11	1396.8	8.4	0.60	1398.8	7.2	0.51
12	1391.1	5.7	0.41	1394	4.8	0.34
13	1387.7	3.4	0.24	1391.1	2.9	0.21
14	1384.3	3.4	0.25	1388.2	2.9	0.21
Desviación	62.4489			63.44635		

Apéndice I: Resultados de compresión para muestras M3 y M4 en el día 14

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M3				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M4			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
0.0075459	-0.0014434	0.0000961	-0.0000144	0.0087007	-0.0006305	0.0001108	-0.0000063
0.0053369	-0.0011004	0.0000680	-0.0000110	0.0073021	0.0007992	0.0000930	0.0000080
0.0070203	-0.0015661	0.0000894	-0.0000157	0.0093523	-0.0003283	0.0001191	-0.0000033
0.0019467	-0.0006014	0.0000248	-0.0000060	0.0065499	-0.0003529	0.0000834	-0.0000035
-0.0002838	0.0002207	-0.0000036	0.0000022	0.0052376	-0.0001621	0.0000667	-0.0000016
0.0121844	-0.0008202	0.0001551	-0.0000082	0.0126556	0.0009526	0.0001611	0.0000095
0.0047212	-0.0002428	0.0000601	-0.0000024	0.0132785	0.0014004	0.0001691	0.0000140
0.0054793	0.0000279	0.0000698	0.0000003	0.0123480	0.0016572	0.0001572	0.0000166
0.0125040	0.0015412	0.0001592	0.0000154	0.0100676	0.0034194	0.0001282	0.0000342
0.0152908	0.0019186	0.0001947	0.0000192	0.0155080	0.0037042	0.0001975	0.0000370
0.0002643	0.0033198	0.0000034	0.0000332	0.0038194	0.0051013	0.0000486	0.0000510
-0.0058983	0.0024635	-0.0000751	0.0000246	0.0101342	0.0058087	0.0001290	0.0000581
0.0181349	0.0035061	0.0002309	0.0000351	0.0081319	0.0063321	0.0001035	0.0000633
0.0094567	0.0051247	0.0001204	0.0000512	0.0071669	0.0089525	0.0000913	0.0000895
0.0098678	0.0050897	0.0001256	0.0000509	0.0220519	0.0110144	0.0002808	0.0001101
0.0109701	0.0065583	0.0001397	0.0000656	0.0090439	0.0109687	0.0001152	0.0001097
0.0002141	0.0082937	0.0000027	0.0000829	0.0053718	0.0127230	0.0000684	0.0001272
0.0040819	0.0089628	0.0000520	0.0000896	-0.0003298	0.0152403	-0.0000042	0.0001524
0.0084190	0.0098614	0.0001072	0.0000986	0.0071064	0.0152610	0.0000905	0.0001526
0.0055336	0.0118338	0.0000705	0.0001183	-0.0014959	0.0166022	-0.0000190	0.0001660
0.0122550	0.0120752	0.0001560	0.0001208	0.0126116	0.0181360	0.0001606	0.0001814
0.0009202	0.0131070	0.0000117	0.0001311	0.0024211	0.0190589	0.0000308	0.0001906
0.0015830	0.0143415	0.0000202	0.0001434	0.0070439	0.0199335	0.0000897	0.0001993
0.0047366	0.0149018	0.0000603	0.0001490	0.0026157	0.0204736	0.0000333	0.0002047
0.0148492	0.0165407	0.0001891	0.0001654	-0.0025122	0.0212056	-0.0000320	0.0002121
0.0089906	0.0175223	0.0001145	0.0001752	0.0023145	0.0219049	0.0000295	0.0002190
0.0069937	0.0181397	0.0000890	0.0001814	0.0056914	0.0211945	0.0000725	0.0002119
0.0087980	0.0176821	0.0001120	0.0001768	0.0174229	0.0215166	0.0002218	0.0002152
-0.0008288	0.0185899	-0.0000106	0.0001859	0.0045378	0.0221451	0.0000578	0.0002215
-0.0004129	0.0193001	-0.0000053	0.0001930	0.0140202	0.0216646	0.0001785	0.0002166
0.0047714	0.0197325	0.0000608	0.0001973	-0.0032296	0.0230461	-0.0000411	0.0002305
0.0103247	0.0193597	0.0001315	0.0001936	0.0108431	0.0221121	0.0001381	0.0002211
0.0038391	0.0214074	0.0000489	0.0002141	0.0044989	0.0227570	0.0000573	0.0002276
0.0078665	0.0211527	0.0001002	0.0002115	0.0099157	0.0223000	0.0001263	0.0002230
0.0168420	0.0220107	0.0002144	0.0002201	0.0086556	0.0204165	0.0001102	0.0002042
0.0058084	0.0223533	0.0000740	0.0002235	0.0027161	0.0201800	0.0000346	0.0002018

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M3				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M4			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
0.0010257	0.0232265	0.0000131	0.0002323	0.0016115	0.0202206	0.0000205	0.0002022
0.0043606	0.0227525	0.0000555	0.0002275	0.0054906	0.0186989	0.0000699	0.0001870
0.0048185	0.0231591	0.0000614	0.0002316	0.0025081	0.0170186	0.0000319	0.0001702
-0.0009579	0.0220767	-0.0000122	0.0002208	0.0021014	0.0137655	0.0000268	0.0001377
0.0064948	0.0223189	0.0000827	0.0002232	0.0085768	0.0096730	0.0001092	0.0000967
0.0092990	0.0232126	0.0001184	0.0002321	-0.0018483	0.0060884	-0.0000235	0.0000609
0.0055572	0.0231937	0.0000708	0.0002319	0.0075859	0.0021059	0.0000966	0.0000211
0.0019734	0.0235260	0.0000251	0.0002353	0.0080049	-0.0028133	0.0001019	-0.0000281
0.0073318	0.0226988	0.0000934	0.0002270	0.0032447	-0.0064785	0.0000413	-0.0000648
0.0082110	0.0228898	0.0001045	0.0002289	0.0041401	-0.0111990	0.0000527	-0.0001120
0.0135018	0.0235414	0.0001719	0.0002354	0.0032201	-0.0154264	0.0000410	-0.0001543
0.0097305	0.0238097	0.0001239	0.0002381	0.0101813	-0.0216300	0.0001296	-0.0002163
-0.0046597	0.0233879	-0.0000593	0.0002339	0.0111043	-0.0256340	0.0001414	-0.0002563
-0.0002090	0.0227472	-0.0000027	0.0002275	-0.0032859	-0.0327126	-0.0000418	-0.0003271
-0.0006290	0.0219814	-0.0000080	0.0002198	0.0079936	-0.0375702	0.0001018	-0.0003757
-0.0026372	0.0202538	-0.0000336	0.0002025	0.0123614	-0.0436464	0.0001574	-0.0004365
0.0025788	0.0193700	0.0000328	0.0001937	0.0085563	-0.0505350	0.0001089	-0.0005053
0.0030224	0.0182501	0.0000385	0.0001825	0.0038922	-0.0557535	0.0000496	-0.0005575
-0.0071866	0.0162108	-0.0000915	0.0001621	0.0145212	-0.0636963	0.0001849	-0.0006370
0.0064651	0.0134646	0.0000823	0.0001346	0.0088349	-0.0707691	0.0001125	-0.0007077
-0.0044057	0.0103939	-0.0000561	0.0001039	0.0082633	-0.0784730	0.0001052	-0.0007847
0.0032293	0.0056046	0.0000411	0.0000560	0.0046260	-0.0861400	0.0000589	-0.0008614
-0.0052283	0.0026360	-0.0000666	0.0000264	0.0031761	-0.0937589	0.0000404	-0.0009376
-0.0025634	0.0007318	-0.0000326	0.0000073	0.0068401	-0.1022423	0.0000871	-0.0010224
0.0073482	-0.0029216	0.0000936	-0.0000292	-0.0039692	-0.1109977	-0.0000505	-0.0011000
0.0026751	-0.0066726	0.0000341	-0.0000667	0.0064751	-0.1201517	0.0000824	-0.0012015
0.0017295	-0.0115490	0.0000220	-0.0001155	0.0107550	-0.1288160	0.0001369	-0.0012882
0.0104210	-0.0156044	0.0001327	-0.0001560	0.0044969	-0.1392278	0.0000573	-0.0013923
0.0008390	-0.0215021	0.0000107	-0.0002150	0.0156575	-0.1495792	0.0001994	-0.0014958
0.0005132	-0.0255686	0.0000065	-0.0002557	0.0025245	-0.1601649	0.0000321	-0.0016016
0.0060164	-0.0315853	0.0000766	-0.0003159	0.0023616	-0.1701028	0.0000301	-0.0017010
0.0071914	-0.0367453	0.0000916	-0.0003675	0.0130480	-0.1825014	0.0001661	-0.0018250
-0.0084681	-0.0437212	-0.0001078	-0.0004372	0.0157262	-0.1932375	0.0002002	-0.0019324
-0.0063122	-0.0507024	-0.0000804	-0.0005070	0.0163204	-0.2051910	0.0002078	-0.0020519
-0.0018463	-0.0565044	-0.0000235	-0.0005650	0.0038819	-0.2183187	0.0000494	-0.0021832
0.0047868	-0.0656941	0.0000609	-0.0006569	-0.0051730	-0.2311108	-0.0000659	-0.0023111
0.0052426	-0.0717660	0.0000668	-0.0007177	0.0070665	-0.2442151	0.0000900	-0.0024422
0.0015031	-0.0799005	0.0000191	-0.0007990	0.0014568	-0.2581778	0.0000185	-0.0025818
-0.0008431	-0.0878341	-0.0000107	-0.0008783	0.0111259	-0.2735890	0.0001417	-0.0027359
-0.0029097	-0.0977903	-0.0000370	-0.0009779	0.0053338	-0.2887625	0.0000679	-0.0028876
0.0093256	-0.1072168	0.0001187	-0.0010722	0.0048288	-0.3029060	0.0000615	-0.0030291
0.0046597	-0.1177933	0.0000593	-0.0011779	0.0050685	-0.3183821	0.0000645	-0.0031838
0.0004077	-0.1278286	0.0000052	-0.0012783	0.0099977	-0.3351136	0.0001273	-0.0033511
0.0016209	-0.1376806	0.0000206	-0.0013768	-0.0107601	-0.3526731	-0.0001370	-0.0035267

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M3				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M4			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-0.0052058	-0.1495639	-0.0000663	-0.0014956	0.0093861	-0.3695847	0.0001195	-0.0036958
-0.0105880	-0.1620264	-0.0001348	-0.0016203	0.0078358	-0.3887053	0.0000998	-0.0038871
0.0042981	-0.1742106	0.0000547	-0.0017421	0.0090490	-0.4073384	0.0001152	-0.0040734
0.0039293	-0.1868911	0.0000500	-0.0018689	0.0089097	-0.4272839	0.0001134	-0.0042728
0.0059703	-0.2010720	0.0000760	-0.0020107	0.0040561	-0.4466519	0.0000516	-0.0044665
0.0120911	-0.2143158	0.0001539	-0.0021432	0.0066864	-0.4667806	0.0000851	-0.0046678
0.0059969	-0.2290838	0.0000764	-0.0022908	0.0041340	-0.4884649	0.0000526	-0.0048846
0.0119149	-0.2438033	0.0001517	-0.0024380	0.0051484	-0.5085973	0.0000656	-0.0050860
-0.0028452	-0.2603784	-0.0000362	-0.0026038	0.0075377	-0.5313461	0.0000960	-0.0053135
0.0061034	-0.2783121	0.0000777	-0.0027831	0.0076606	-0.5536527	0.0000975	-0.0055365
-0.0149025	-0.2952009	-0.0001897	-0.0029520	0.0059772	-0.5761817	0.0000761	-0.0057618
0.0004446	-0.3124662	0.0000057	-0.0031247	0.0088380	-0.5998349	0.0001125	-0.0059983
-0.0063378	-0.3297715	-0.0000807	-0.0032977	-0.0044999	-0.6236602	-0.0000573	-0.0062366
-0.0001024	-0.3490148	-0.0000013	-0.0034901	-0.0116055	-0.6497005	-0.0001478	-0.0064970
-0.0120427	-0.3671831	-0.0001533	-0.0036718	-0.0100952	-0.6741566	-0.0001285	-0.0067416
-0.0101557	-0.3889411	-0.0001293	-0.0038894	-0.0034181	-0.7014381	-0.0000435	-0.0070144
-0.0154721	-0.4097916	-0.0001970	-0.0040979	-0.0139815	-0.7286938	-0.0001780	-0.0072869
-0.0061175	-0.4308380	-0.0000779	-0.0043084	-0.0087826	-0.7571718	-0.0001118	-0.0075717
-0.0082141	-0.4547820	-0.0001046	-0.0045478	-0.0033126	-0.7863973	-0.0000422	-0.0078640
-0.0106331	-0.4770040	-0.0001354	-0.0047700	-0.0068410	-0.8163568	-0.0000871	-0.0081636
-0.0055992	-0.5010108	-0.0000713	-0.0050101	-0.0101956	-0.8449807	-0.0001298	-0.0084498
-0.0121513	-0.5231278	-0.0001547	-0.0052313	-0.0216073	-0.8747380	-0.0002751	-0.0087474
-0.0261236	-0.5494245	-0.0003326	-0.0054942	-0.0137622	-0.9073539	-0.0001752	-0.0090735
-0.0111760	-0.5741517	-0.0001423	-0.0057415	-0.0179310	-0.9402781	-0.0002283	-0.0094028
-0.0123698	-0.5996089	-0.0001575	-0.0059961	-0.0211084	-0.9735845	-0.0002688	-0.0097358
-0.0168418	-0.6254312	-0.0002144	-0.0062543	-0.0230128	-1.0083638	-0.0002930	-0.0100836
-0.0186686	-0.6531442	-0.0002377	-0.0065314	-0.0175325	-1.0414383	-0.0002232	-0.0104144
-0.0295834	-0.6807085	-0.0003767	-0.0068071	-0.0231501	-1.0763761	-0.0002948	-0.0107638
-0.0187947	-0.7089951	-0.0002393	-0.0070900	-0.0272220	-1.1128541	-0.0003466	-0.0111285
-0.0232444	-0.7407762	-0.0002960	-0.0074078	-0.0311255	-1.1489546	-0.0003963	-0.0114895
-0.0252136	-0.7711085	-0.0003210	-0.0077111	-0.0244463	-1.1876365	-0.0003113	-0.0118764
-0.0112109	-0.8031563	-0.0001427	-0.0080316	-0.0308376	-1.2258024	-0.0003926	-0.0122580
-0.0303316	-0.8341447	-0.0003862	-0.0083414	-0.0269280	-1.2664005	-0.0003429	-0.0126640
-0.0284320	-0.8671414	-0.0003620	-0.0086714	-0.0200078	-1.3060915	-0.0002547	-0.0130609
-0.0240314	-0.9016767	-0.0003060	-0.0090168	-0.0312904	-1.3469813	-0.0003984	-0.0134698
-0.0281195	-0.9362314	-0.0003580	-0.0093623	-0.0329974	-1.3907170	-0.0004201	-0.0139072
-0.0276961	-0.9738454	-0.0003526	-0.0097385	-0.0301553	-1.4342747	-0.0003839	-0.0143427
-0.0379922	-1.0109230	-0.0004837	-0.0101092	-0.0263008	-1.4789680	-0.0003349	-0.0147897
-0.0268930	-1.0464531	-0.0003424	-0.0104645	-0.0340979	-1.5245068	-0.0004341	-0.0152451
-0.0254587	-1.0811574	-0.0003242	-0.0108116	-0.0336602	-1.5718133	-0.0004286	-0.0157181
-0.0294165	-1.1192652	-0.0003745	-0.0111927	-0.0433027	-1.6190857	-0.0005513	-0.0161909
-0.0405792	-1.1603539	-0.0005167	-0.0116035	-0.0334328	-1.6657709	-0.0004257	-0.0166577
-0.0381059	-1.2015684	-0.0004852	-0.0120157	-0.0401796	-1.7150310	-0.0005116	-0.0171503
-0.0298703	-1.2432064	-0.0003803	-0.0124321	-0.0388652	-1.7643136	-0.0004948	-0.0176431

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M3				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M4			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-0.0352853	-1.2856698	-0.0004493	-0.0128567	-0.0397186	-1.8155496	-0.0005057	-0.0181555
-0.0372410	-1.3274361	-0.0004742	-0.0132744	-0.0370292	-1.8664825	-0.0004715	-0.0186648
-0.0420669	-1.3723712	-0.0005356	-0.0137237	-0.0446490	-1.9235138	-0.0005685	-0.0192351
-0.0434912	-1.4190249	-0.0005537	-0.0141902	-0.0411818	-1.9818221	-0.0005243	-0.0198182
-0.0380977	-1.4671315	-0.0004851	-0.0146713	-0.0419757	-2.0373356	-0.0005345	-0.0203734
-0.0507205	-1.5148159	-0.0006458	-0.0151482	-0.0417493	-2.0933669	-0.0005316	-0.0209337
-0.0358621	-1.5646172	-0.0004566	-0.0156462	-0.0403732	-2.1518104	-0.0005140	-0.0215181
-0.0479263	-1.6164244	-0.0006102	-0.0161642	-0.0400290	-2.2112937	-0.0005097	-0.0221129
-0.0399594	-1.6651771	-0.0005088	-0.0166518	-0.0497411	-2.2708685	-0.0006333	-0.0227087
-0.0467451	-1.7145513	-0.0005952	-0.0171455	-0.0456909	-2.3338740	-0.0005818	-0.0233387
-0.0434195	-1.7663701	-0.0005528	-0.0176637	-0.0629684	-2.3977113	-0.0008017	-0.0239771
-0.0495985	-1.8200204	-0.0006315	-0.0182002	-0.0705603	-2.4649796	-0.0008984	-0.0246498
-0.0401909	-1.8762918	-0.0005117	-0.0187629	-0.0785613	-2.5287671	-0.0010003	-0.0252877
-0.0436848	-1.9345373	-0.0005562	-0.0193454	-0.1028281	-2.5927875	-0.0013092	-0.0259279
-0.0568975	-1.9927293	-0.0007244	-0.0199273	-0.1250716	-2.6578131	-0.0015925	-0.0265781
-0.0456674	-2.0491514	-0.0005815	-0.0204915	-0.1520529	-2.7257843	-0.0019360	-0.0272578
-0.0607386	-2.1060255	-0.0007733	-0.0210603	-0.1906095	-2.7928090	-0.0024269	-0.0279281
-0.0813635	-2.1642106	-0.0010360	-0.0216421	-0.2383289	-2.8601158	-0.0030345	-0.0286012
-0.0976951	-2.2234678	-0.0012439	-0.0222347	-0.2859286	-2.9286690	-0.0036406	-0.0292867
-0.1254786	-2.2842293	-0.0015976	-0.0228423	-0.3398734	-2.9958425	-0.0043274	-0.0299584
-0.1748063	-2.3471317	-0.0022257	-0.0234713	-0.4399987	-3.0610735	-0.0056022	-0.0306107
-0.2228384	-2.4059796	-0.0028373	-0.0240598	-0.5298396	-3.1268651	-0.0067461	-0.0312687
-0.3016279	-2.4677007	-0.0038404	-0.0246770	-0.6731905	-3.1900682	-0.0085713	-0.0319007
-0.4012636	-2.5257716	-0.0051090	-0.0252577	-0.8187842	-3.2502780	-0.0104251	-0.0325028
-0.5188190	-2.5839493	-0.0066058	-0.0258395	-1.0163301	-3.3064945	-0.0129403	-0.0330649
-0.6203563	-2.6411762	-0.0078986	-0.0264118	-1.1875168	-3.3569176	-0.0151199	-0.0335692
-0.7278217	-2.6951792	-0.0092669	-0.0269518	-1.3397684	-3.4001820	-0.0170585	-0.0340018
-0.8487194	-2.7491136	-0.0108062	-0.0274911	-1.4750159	-3.4389422	-0.0187805	-0.0343894
-1.0084746	-2.7971957	-0.0128403	-0.0279720	-1.6155678	-3.4728525	-0.0205700	-0.0347285
-1.1373894	-2.8438349	-0.0144817	-0.0284383	-1.7368097	-3.5032272	-0.0221137	-0.0350323
-1.2614540	-2.8862445	-0.0160613	-0.0288624	-1.8310734	-3.5288091	-0.0233140	-0.0352881
-1.3655701	-2.9273982	-0.0173870	-0.0292740	-1.9008081	-3.5485308	-0.0242018	-0.0354853
-1.4884604	-2.9626915	-0.0189517	-0.0296269	-1.9567220	-3.5644705	-0.0249138	-0.0356447
-1.5675255	-2.9958315	-0.0199584	-0.0299583	-1.9979732	-3.5784628	-0.0254390	-0.0357846
-1.2555022	-3.0264008	-0.0159856	-0.0302640	-2.0326388	-3.5894377	-0.0258804	-0.0358944
-1.3396566	-3.0579636	-0.0170570	-0.0305796	-2.0184023	-3.5996327	-0.0256991	-0.0359963
-1.4022735	-3.0898669	-0.0178543	-0.0308987	-2.0225425	-3.6085267	-0.0257518	-0.0360853
-1.4892720	-3.1224163	-0.0189620	-0.0312242	-2.0181153	-3.6167016	-0.0256954	-0.0361670
-1.5713503	-3.1539037	-0.0200071	-0.0315390	-2.0190837	-3.6233575	-0.0257078	-0.0362336
-1.6221907	-3.1839571	-0.0206544	-0.0318396	-2.0279012	-3.6310616	-0.0258200	-0.0363106
-1.6838065	-3.2108731	-0.0214389	-0.0321087	-2.0388610	-3.6378238	-0.0259596	-0.0363782
-1.7549129	-3.2357020	-0.0223442	-0.0323570	-2.0329850	-3.6418076	-0.0258848	-0.0364181
-1.7858520	-3.2586217	-0.0227382	-0.0325862	-2.0422883	-3.6470635	-0.0260032	-0.0364706
-1.7891909	-3.2817316	-0.0227807	-0.0328173	-2.0495453	-3.6502516	-0.0260956	-0.0365025

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M3				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M4			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-1.7741596	-3.3033552	-0.0225893	-0.0330336	-2.0499110	-3.6531279	-0.0261003	-0.0365313
-1.7609169	-3.3262708	-0.0224207	-0.0332627	-2.0493138	-3.6551075	-0.0260927	-0.0365511
-1.7442132	-3.3476465	-0.0222080	-0.0334765	-2.0471182	-3.6581030	-0.0260647	-0.0365810
-1.7637407	-3.3693926	-0.0224566	-0.0336939	-2.0368364	-3.6594250	-0.0259338	-0.0365943
-1.7841194	-3.3912847	-0.0227161	-0.0339128	-2.0402935	-3.6604400	-0.0259778	-0.0366044
-1.8143820	-3.4108198	-0.0231014	-0.0341082	-2.0268981	-3.6619368	-0.0258073	-0.0366194
-1.8574152	-3.4307139	-0.0236493	-0.0343071	-2.0132558	-3.6624455	-0.0256336	-0.0366245
-1.8879855	-3.4484394	-0.0240386	-0.0344844	-2.0244823	-3.6636519	-0.0257765	-0.0366365
-1.9117339	-3.4655931	-0.0243410	-0.0346559	-2.0146954	-3.6647427	-0.0256519	-0.0366474
-1.9293566	-3.4816053	-0.0245653	-0.0348161	-2.0034580	-3.6641970	-0.0255088	-0.0366420
-1.9565398	-3.4962959	-0.0249114	-0.0349630	-2.0053945	-3.6654863	-0.0255335	-0.0366549
-1.9620138	-3.5083945	-0.0249811	-0.0350839	-1.9945093	-3.6651232	-0.0253949	-0.0366512
-1.9778394	-3.5195198	-0.0251826	-0.0351952	-1.9775873	-3.6655641	-0.0251794	-0.0366556
-1.9856558	-3.5325165	-0.0252822	-0.0353252	-1.9764687	-3.6656013	-0.0251652	-0.0366560
-1.9997817	-3.5423617	-0.0254620	-0.0354236	-1.9835299	-3.6678402	-0.0252551	-0.0366784
-2.0038278	-3.5524411	-0.0255135	-0.0355244	-1.9660589	-3.6658406	-0.0250326	-0.0366584
-2.0194085	-3.5627062	-0.0257119	-0.0356271	-1.9685456	-3.6675286	-0.0250643	-0.0366753
-2.0270567	-3.5705807	-0.0258093	-0.0357058	-1.9734759	-3.6671836	-0.0251271	-0.0366718
-2.0385690	-3.5788100	-0.0259559	-0.0357881	-1.9536389	-3.6664233	-0.0248745	-0.0366642
-2.0373600	-3.5873547	-0.0259405	-0.0358735	-1.9693999	-3.6673522	-0.0250752	-0.0366735
-2.0381446	-3.5942433	-0.0259505	-0.0359424	-1.9469262	-3.6669877	-0.0247890	-0.0366699
-2.0489724	-3.6008430	-0.0260883	-0.0360084	-1.9592251	-3.6677659	-0.0249456	-0.0366777
-2.0646627	-3.6069033	-0.0262881	-0.0360690	-1.9400852	-3.6679499	-0.0247019	-0.0366795
-2.0676677	-3.6124141	-0.0263264	-0.0361241	-1.9439937	-3.6685169	-0.0247517	-0.0366852
-2.0618596	-3.6175635	-0.0262524	-0.0361756	-1.9392130	-3.6673930	-0.0246908	-0.0366739
-2.0671678	-3.6223781	-0.0263200	-0.0362238	-1.9320319	-3.6679275	-0.0245994	-0.0366793
-2.0653276	-3.6283255	-0.0262966	-0.0362833	-1.9372376	-3.6678500	-0.0246657	-0.0366785
-2.0657244	-3.6325049	-0.0263016	-0.0363250	-1.9461566	-3.6674275	-0.0247792	-0.0366743
-2.0627816	-3.6375833	-0.0262642	-0.0363758	-1.9333227	-3.6691928	-0.0246158	-0.0366919
-2.0744374	-3.6416392	-0.0264126	-0.0364164	-1.9427090	-3.6679358	-0.0247353	-0.0366794
-2.0555224	-3.6468906	-0.0261717	-0.0364689	-1.9364151	-3.6697316	-0.0246552	-0.0366973
-2.0706003	-3.6511381	-0.0263637	-0.0365114	-1.9448904	-3.6697986	-0.0247631	-0.0366980
-2.0618985	-3.6552482	-0.0262529	-0.0365525	-1.9500315	-3.6704061	-0.0248286	-0.0367041
-2.0659680	-3.6602964	-0.0263047	-0.0366030	-1.9548142	-3.6711588	-0.0248895	-0.0367116
-2.0771432	-3.6638892	-0.0264470	-0.0366389	-1.9495214	-3.6720362	-0.0248221	-0.0367204
-2.0725069	-3.6694162	-0.0263880	-0.0366942	-1.9613470	-3.6730261	-0.0249726	-0.0367303
-2.0859203	-3.6739509	-0.0265588	-0.0367395	-1.9539330	-3.6734273	-0.0248782	-0.0367343
-2.0955341	-3.6787045	-0.0266812	-0.0367870	-1.9659390	-3.6735256	-0.0250311	-0.0367353
-2.0984120	-3.6819193	-0.0267178	-0.0368192	-1.9697014	-3.6756496	-0.0250790	-0.0367565
-2.0897219	-3.6876991	-0.0266072	-0.0368770	-1.9801754	-3.6759555	-0.0252124	-0.0367596
-2.0999532	-3.6917040	-0.0267374	-0.0369170	-1.9841344	-3.6780512	-0.0252628	-0.0367805
-2.1130605	-3.6961784	-0.0269043	-0.0369618	-1.9862850	-3.6781979	-0.0252902	-0.0367820
-2.1040268	-3.7003174	-0.0267893	-0.0370032	-1.9810085	-3.6798005	-0.0252230	-0.0367980
-2.1077912	-3.7040603	-0.0268372	-0.0370406	-1.9830894	-3.6803205	-0.0252495	-0.0368032

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M3				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M4			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-2.0991683	-3.7088103	-0.0267274	-0.0370881	-1.9983597	-3.6813996	-0.0254439	-0.0368140
-2.1118319	-3.7120488	-0.0268887	-0.0371205	-1.9985011	-3.6822643	-0.0254457	-0.0368226
-2.1111116	-3.7173975	-0.0268795	-0.0371740	-2.0011413	-3.6837656	-0.0254793	-0.0368377
-2.1233401	-3.7214515	-0.0270352	-0.0372145	-1.9984468	-3.6844065	-0.0254450	-0.0368441
-2.1257489	-3.7258787	-0.0270659	-0.0372588	-1.9985318	-3.6844547	-0.0254461	-0.0368445
-2.1331482	-3.7308137	-0.0271601	-0.0373081	-2.0130868	-3.6862268	-0.0256314	-0.0368623
-2.1388059	-3.7340207	-0.0272321	-0.0373402	-2.0013421	-3.6878567	-0.0254819	-0.0368786
-2.1265111	-3.7385783	-0.0270756	-0.0373858	-2.0217004	-3.6901212	-0.0257411	-0.0369012
-2.1359177	-3.7438927	-0.0271953	-0.0374389	-2.0252485	-3.6910298	-0.0257863	-0.0369103
-2.1522655	-3.7476437	-0.0274035	-0.0374764	-2.0305722	-3.6914587	-0.0258540	-0.0369146
-2.1334341	-3.7528210	-0.0271637	-0.0375282	-2.0425363	-3.6944621	-0.0260064	-0.0369446
-2.1538291	-3.7564557	-0.0274234	-0.0375646	-2.0353732	-3.6949770	-0.0259152	-0.0369498
-2.1463406	-3.7605288	-0.0273281	-0.0376053	-2.0542326	-3.6969998	-0.0261553	-0.0369700
-2.1517103	-3.7645941	-0.0273964	-0.0376459	-2.0578957	-3.6989298	-0.0262019	-0.0369893
-2.1585608	-3.7707171	-0.0274836	-0.0377072	-2.0533843	-3.7005835	-0.0261445	-0.0370058
-2.1554666	-3.7746444	-0.0274443	-0.0377464	-2.0576723	-3.7028315	-0.0261991	-0.0370283
-2.1614470	-3.7790368	-0.0275204	-0.0377904	-2.0610759	-3.7052341	-0.0262424	-0.0370523
-2.1596057	-3.7854307	-0.0274970	-0.0378543	-2.0732508	-3.7076397	-0.0263974	-0.0370764
-2.1641898	-3.7891228	-0.0275553	-0.0378912	-2.0792639	-3.7111092	-0.0264740	-0.0371111
-2.1703606	-3.7944536	-0.0276339	-0.0379445	-2.0830889	-3.7137570	-0.0265227	-0.0371376
-2.1708412	-3.7993338	-0.0276400	-0.0379933	-2.1015618	-3.7167447	-0.0267579	-0.0371674
-2.1850972	-3.8057373	-0.0278215	-0.0380574	-2.1202295	-3.7217560	-0.0269956	-0.0372176
-2.1738954	-3.8103848	-0.0276789	-0.0381038	-2.1151352	-3.7259781	-0.0269307	-0.0372598
-2.1859117	-3.8164575	-0.0278319	-0.0381646	-2.1161497	-3.7295170	-0.0269437	-0.0372952
-2.1922467	-3.8223324	-0.0279126	-0.0382233	-2.1389587	-3.7332721	-0.0272341	-0.0373327
-2.1839662	-3.8270857	-0.0278071	-0.0382709	-2.1279762	-3.7382050	-0.0270942	-0.0373821
-2.1983786	-3.8334620	-0.0279906	-0.0383346	-2.1395335	-3.7433560	-0.0272414	-0.0374336
-2.1955283	-3.8407435	-0.0279543	-0.0384074	-2.1552114	-3.7475939	-0.0274410	-0.0374759
-2.1980886	-3.8480902	-0.0279869	-0.0384809	-2.1699972	-3.7531462	-0.0276293	-0.0375315
-2.1961799	-3.8556004	-0.0279626	-0.0385560	-2.2035825	-3.7597849	-0.0280569	-0.0375978
-2.1883941	-3.8630657	-0.0278635	-0.0386307	-2.2140691	-3.7663608	-0.0281904	-0.0376636
-2.1921587	-3.8715899	-0.0279114	-0.0387159	-2.2267351	-3.7721257	-0.0283517	-0.0377213
-2.1968267	-3.8820307	-0.0279709	-0.0388203	-2.2484014	-3.7771399	-0.0286275	-0.0377714
-2.1330869	-3.8909540	-0.0271593	-0.0389095	-2.2752116	-3.7839434	-0.0289689	-0.0378394
-2.0768912	-3.9040196	-0.0264438	-0.0390402	-2.2901642	-3.7911212	-0.0291593	-0.0379112
-2.0710919	-3.9202547	-0.0263700	-0.0392025	-2.3133450	-3.7973630	-0.0294544	-0.0379736
-2.0775733	-3.9371455	-0.0264525	-0.0393715	-2.3421304	-3.8043299	-0.0298209	-0.0380433
-2.0896635	-3.9533114	-0.0266064	-0.0395331	-2.3499317	-3.8113465	-0.0299203	-0.0381135
-2.1081681	-3.9688869	-0.0268420	-0.0396889	-2.3710868	-3.8178737	-0.0301896	-0.0381787
-2.1131158	-3.9874930	-0.0269050	-0.0398749	-2.3819544	-3.8246086	-0.0303280	-0.0382461
-2.1394904	-4.0062771	-0.0272408	-0.0400628	-2.3977001	-3.8324900	-0.0305285	-0.0383249
-2.1496315	-4.0243340	-0.0273700	-0.0402433	-2.4256687	-3.8401093	-0.0308846	-0.0384011
-2.1353543	-4.0452037	-0.0271882	-0.0404520	-2.4456491	-3.8469522	-0.0311390	-0.0384695
-2.1505754	-4.0643091	-0.0273820	-0.0406431	-2.4704614	-3.8535426	-0.0314549	-0.0385354

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M3				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M4			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-2.1454687	-4.0861497	-0.0273170	-0.0408615	-2.4895346	-3.8617835	-0.0316977	-0.0386178
-2.1366808	-4.1089015	-0.0272051	-0.0410890	-2.5021360	-3.8701727	-0.0318582	-0.0387017
-2.1539502	-4.1319184	-0.0274249	-0.0413192	-2.5175507	-3.8779256	-0.0320545	-0.0387793
-2.1572084	-4.1560178	-0.0274664	-0.0415602	-2.5293939	-3.8866954	-0.0322052	-0.0388670
-2.1636150	-4.1822000	-0.0275480	-0.0418220	-2.5389171	-3.8956873	-0.0323265	-0.0389569
-2.1593742	-4.2095809	-0.0274940	-0.0420958	-2.5631001	-3.9044440	-0.0326344	-0.0390444
-2.1614144	-4.2383480	-0.0275200	-0.0423835	-2.5361619	-3.9139514	-0.0322914	-0.0391395
-2.1782744	-4.2667518	-0.0277347	-0.0426675	-2.5638909	-3.9241123	-0.0326445	-0.0392411
-2.1847498	-4.2975955	-0.0278171	-0.0429760	-2.5788438	-3.9364486	-0.0328349	-0.0393645
-2.1980784	-4.3307142	-0.0279868	-0.0433071	-2.5892205	-3.9476302	-0.0329670	-0.0394763
-2.2261274	-4.3620472	-0.0283439	-0.0436205	-2.5871980	-3.9585650	-0.0329412	-0.0395857
-2.2536831	-4.3943038	-0.0286948	-0.0439430	-2.6080542	-3.9712532	-0.0332068	-0.0397125
-2.2738364	-4.4272466	-0.0289514	-0.0442725	-2.6217139	-3.9837396	-0.0333807	-0.0398374
-2.3212054	-4.4608173	-0.0295545	-0.0446082	-2.6210439	-3.9968035	-0.0333722	-0.0399680
-2.3431692	-4.4938869	-0.0298342	-0.0449389	-2.6115112	-4.0116205	-0.0332508	-0.0401162
-2.3837752	-4.5290499	-0.0303512	-0.0452905	-2.6344390	-4.0261412	-0.0335427	-0.0402614
-2.4158473	-4.5642238	-0.0307595	-0.0456422	-2.6357925	-4.0426159	-0.0335600	-0.0404262
-2.4300508	-4.5990596	-0.0309404	-0.0459906	-2.6445842	-4.0587368	-0.0336719	-0.0405874
-2.4821844	-4.6344357	-0.0316042	-0.0463444	-2.6557992	-4.0752439	-0.0338147	-0.0407524
-2.5122647	-4.6712332	-0.0319871	-0.0467123	-2.6723166	-4.0946708	-0.0340250	-0.0409467
-2.5545397	-4.7071962	-0.0325254	-0.0470720	-2.6812468	-4.1136270	-0.0341387	-0.0411363
-2.5953443	-4.7426147	-0.0330449	-0.0474261	-2.7034595	-4.1328893	-0.0344215	-0.0413289
-2.6441879	-4.7786055	-0.0336668	-0.0477861	-2.7382762	-4.1520796	-0.0348648	-0.0415208
-2.6790056	-4.8140550	-0.0341102	-0.0481406	-2.7552290	-4.1728177	-0.0350807	-0.0417282
-2.6961408	-4.8491569	-0.0343283	-0.0484916	-2.7955797	-4.1956496	-0.0355944	-0.0419565
-2.7040923	-4.8870521	-0.0344296	-0.0488705	-2.8271518	-4.2172542	-0.0359964	-0.0421725
-2.6982760	-4.9224491	-0.0343555	-0.0492245	-2.8500462	-4.2398272	-0.0362879	-0.0423983
-2.7207787	-4.9613032	-0.0346420	-0.0496130	-2.8542795	-4.2621469	-0.0363418	-0.0426215
-2.7422812	-4.9981251	-0.0349158	-0.0499813	-2.8500974	-4.2855625	-0.0362886	-0.0428556
-2.7646971	-5.0371909	-0.0352012	-0.0503719	-2.8728726	-4.3086243	-0.0365786	-0.0430862
-2.7865882	-5.0789304	-0.0354799	-0.0507893	-2.8992574	-4.3328829	-0.0369145	-0.0433288
-2.8007076	-5.1174641	-0.0356597	-0.0511746	-2.9389470	-4.3567886	-0.0374198	-0.0435679
-2.8198264	-5.1589561	-0.0359031	-0.0515896	-2.9546397	-4.3827143	-0.0376196	-0.0438271
-2.8137443	-5.1996770	-0.0358257	-0.0519968	-2.9823871	-4.4067545	-0.0379729	-0.0440675
-2.7299485	-5.2428355	-0.0347588	-0.0524284	-3.0055361	-4.4309793	-0.0382677	-0.0443098
				-3.0417919	-4.4575458	-0.0387293	-0.0445755
				-3.0491276	-4.4834709	-0.0388227	-0.0448347
				-3.0694695	-4.5112643	-0.0390817	-0.0451126
				-3.0999568	-4.5379910	-0.0394699	-0.0453799
				-3.1244347	-4.5651898	-0.0397815	-0.0456519
				-3.1489272	-4.5918097	-0.0400934	-0.0459181
				-3.1826417	-4.6192279	-0.0405227	-0.0461923
				-3.2134898	-4.6462226	-0.0409154	-0.0464622
				-3.2421715	-4.6765165	-0.0412806	-0.0467652

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M3				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M4			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-3.2726557	-4.7075939	-0.0416687	-0.0470759
				-3.2773893	-4.7357473	-0.0417290	-0.0473575
				-3.3022699	-4.7641759	-0.0420458	-0.0476418
				-3.3212090	-4.7939777	-0.0422869	-0.0479398
				-3.3574300	-4.8218012	-0.0427481	-0.0482180
				-3.3910687	-4.8531423	-0.0431764	-0.0485314
				-3.4047620	-4.8845439	-0.0433508	-0.0488454
				-3.4209092	-4.9149747	-0.0435564	-0.0491497
				-3.4229257	-4.9475961	-0.0435820	-0.0494760
				-3.4091728	-4.9799509	-0.0434069	-0.0497995
				-3.4114401	-5.0149951	-0.0434358	-0.0501500
				-3.4126368	-5.0512257	-0.0434510	-0.0505123
				-3.4106674	-5.0889039	-0.0434260	-0.0508890
				-3.4060900	-5.1286592	-0.0433677	-0.0512866
				-3.4001987	-5.1703238	-0.0432927	-0.0517032
				-3.4028451	-5.2104425	-0.0433264	-0.0521044

Apéndice J: Resultados de variabilidad de masa según pérdida de humedad para muestras**M5 y M6**

VARIABILIDAD DE MASA MUESTRAS M5 Y M6						
Día	M5	Diferencia g	Diferencia %	M6	Diferencia g	Diferencia %
1	1589			1588.9		
2	1552.8	36.2	2.28	1554.7	34.2	2.15
3	1532.9	19.9	1.28	1530.2	24.5	1.58
4	1514.3	18.6	1.21	1508.7	21.5	1.41
5	1498.2	16.1	1.06	1489.8	18.9	1.25
6	1478.25	19.95	1.33	1476.95	12.85	0.86
7	1458.3	19.95	1.35	1464.1	12.85	0.87
8	1438.9	19.4	1.33	1444	20.1	1.37
9	1422.6	16.3	1.13	1427.8	16.2	1.12
10	1412.1	10.5	0.74	1417.3	10.5	0.74
11	1404.3	7.8	0.55	1409.5	7.8	0.55
12	1398.9	5.4	0.38	1404.3	5.2	0.37
13	1395.7	3.2	0.23	1401.2	3.1	0.22
14	1392.5	3.2	0.23	1398	3.2	0.23
15	1390.7	1.8	0.13	1396.4	1.6	0.11
16	1388.4	2.3	0.17	1394	2.4	0.17
17	1385.7	2.7	0.19	1391.4	2.6	0.19
18	1383.9	1.8	0.13	1389.9	1.5	0.11
19	1383.8	0.1	0.01	1389.7	0.2	0.01
20	1383.8	0	0.00	1389.7	0	0.00
21	1383.8	0	0.00	1389.7	0	0.00
Desviación	64.44581			61.33112		

Apéndice K: Resultados de compresión para las muestras M5 y M6 en el día 21

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-0.0074357	-0.0003936	-0.0000947	-0.0000039	0.0048996	-0.0004111	0.0000624	-0.0000041
-0.0094828	-0.0003883	-0.0001207	-0.0000039	0.0113207	-0.0009566	0.0001441	-0.0000096
-0.0028528	-0.0007883	-0.0000363	-0.0000079	0.0117143	-0.0006299	0.0001492	-0.0000063
-0.0075822	-0.0012485	-0.0000965	-0.0000125	0.0197642	0.0000604	0.0002516	0.0000006
0.0041881	-0.0005031	0.0000533	-0.0000050	0.0141989	-0.0006500	0.0001808	-0.0000065
-0.0098864	-0.0008131	-0.0001259	-0.0000081	0.0133903	-0.0001384	0.0001705	-0.0000014
0.0074699	-0.0004484	0.0000951	-0.0000045	0.0081886	-0.0002830	0.0001043	-0.0000028
0.0005551	-0.0019055	0.0000071	-0.0000191	0.0131711	-0.0008502	0.0001677	-0.0000085
-0.0063508	-0.0018725	-0.0000809	-0.0000187	-0.0002518	-0.0007275	-0.0000032	-0.0000073
-0.0131168	-0.0017145	-0.0001670	-0.0000171	0.0114118	-0.0001621	0.0001453	-0.0000016
-0.0078495	-0.0012561	-0.0000999	-0.0000126	0.0098157	-0.0010224	0.0001250	-0.0000102
0.0035744	-0.0018905	0.0000455	-0.0000189	0.0201658	-0.0011925	0.0002568	-0.0000119
-0.0033814	-0.0025964	-0.0000431	-0.0000260	0.0060893	-0.0007345	0.0000775	-0.0000073
-0.0002637	-0.0035651	-0.0000034	-0.0000357	0.0047152	-0.0006818	0.0000600	-0.0000068
-0.0000872	-0.0038972	-0.0000011	-0.0000390	0.0160265	-0.0016469	0.0002041	-0.0000165
-0.0076446	-0.0051810	-0.0000973	-0.0000518	0.0187211	-0.0006728	0.0002384	-0.0000067
-0.0011058	-0.0073748	-0.0000141	-0.0000737	0.0115727	-0.0004305	0.0001473	-0.0000043
-0.0052338	-0.0089896	-0.0000666	-0.0000899	0.0091732	0.0002858	0.0001168	0.0000029
-0.0060701	-0.0113463	-0.0000773	-0.0001135	0.0034992	0.0000701	0.0000446	0.0000007
-0.0019356	-0.0124124	-0.0000246	-0.0001241	0.0080637	0.0000772	0.0001027	0.0000008
-0.0080237	-0.0136278	-0.0001022	-0.0001363	0.0259107	0.0000686	0.0003299	0.0000007
0.0052415	-0.0177699	0.0000667	-0.0001777	0.0056014	0.0008991	0.0000713	0.0000090
0.0002068	-0.0218890	0.0000026	-0.0002189	0.0212960	0.0011057	0.0002711	0.0000111
-0.0097450	-0.0240799	-0.0001241	-0.0002408	0.0110287	0.0009891	0.0001404	0.0000099
-0.0077532	-0.0266412	-0.0000987	-0.0002664	0.0047767	0.0001588	0.0000608	0.0000016
-0.0067093	-0.0325326	-0.0000854	-0.0003253	0.0137560	0.0016319	0.0001751	0.0000163
-0.0095555	-0.0371881	-0.0001217	-0.0003719	0.0087357	-0.0003779	0.0001112	-0.0000038
-0.0029296	-0.0424712	-0.0000373	-0.0004247	0.0036139	0.0015477	0.0000460	0.0000155
-0.0015986	-0.0479016	-0.0000204	-0.0004790	0.0111701	0.0018532	0.0001422	0.0000185
-0.0155890	-0.0537314	-0.0001985	-0.0005373	0.0147746	0.0026253	0.0001881	0.0000263
-0.0091621	-0.0604170	-0.0001167	-0.0006042	0.0017072	0.0019864	0.0000217	0.0000199
-0.0044991	-0.0683224	-0.0000573	-0.0006832	0.0060995	0.0020280	0.0000777	0.0000203
-0.0097727	-0.0779157	-0.0001244	-0.0007792	0.0107060	0.0021540	0.0001363	0.0000215
0.0001412	-0.0859085	0.0000018	-0.0008591	0.0056926	0.0029804	0.0000725	0.0000298
-0.0155983	-0.0960311	-0.0001986	-0.0009603	0.0069959	0.0023194	0.0000891	0.0000232
-0.0131055	-0.1072642	-0.0001669	-0.0010726	0.0162457	0.0029214	0.0002068	0.0000292

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-0.0125646	-0.1203793	-0.0001600	-0.0012038	0.0101589	0.0024909	0.0001293	0.0000249
-0.0210184	-0.1349077	-0.0002676	-0.0013491	-0.0033255	0.0021479	-0.0000423	0.0000215
-0.0133701	-0.1495136	-0.0001702	-0.0014951	0.0038014	0.0032815	0.0000484	0.0000328
-0.0065823	-0.1647374	-0.0000838	-0.0016474	0.0078905	0.0031280	0.0001005	0.0000313
-0.0073660	-0.1817705	-0.0000938	-0.0018177	0.0017389	0.0029612	0.0000221	0.0000296
-0.0094244	-0.1984395	-0.0001200	-0.0019844	0.0138185	0.0028833	0.0001759	0.0000288
-0.0038362	-0.2182106	-0.0000488	-0.0021821	0.0032295	0.0043226	0.0000411	0.0000432
-0.0059981	-0.2391174	-0.0000764	-0.0023912	0.0027757	0.0047847	0.0000353	0.0000478
-0.0160687	-0.2600874	-0.0002046	-0.0026009	0.0069898	0.0047362	0.0000890	0.0000474
-0.0171506	-0.2847632	-0.0002184	-0.0028476	0.0070953	0.0057204	0.0000903	0.0000572
-0.0145093	-0.3098046	-0.0001847	-0.0030980	0.0078782	0.0050429	0.0001003	0.0000504
-0.0082532	-0.3377188	-0.0001051	-0.0033772	0.0065657	0.0057767	0.0000836	0.0000578
-0.0059694	-0.3650282	-0.0000760	-0.0036503	0.0039530	0.0058343	0.0000503	0.0000583
-0.0128719	-0.3944582	-0.0001639	-0.0039446	0.0133534	0.0064314	0.0001700	0.0000643
-0.0081118	-0.4262432	-0.0001033	-0.0042624	0.0110113	0.0071330	0.0001402	0.0000713
-0.0195163	-0.4598332	-0.0002485	-0.0045983	0.0055696	0.0061667	0.0000709	0.0000617
-0.0089132	-0.4947453	-0.0001135	-0.0049475	0.0069007	0.0063179	0.0000879	0.0000632
-0.0193001	-0.5303873	-0.0002457	-0.0053039	0.0098762	0.0070080	0.0001257	0.0000701
-0.0067503	-0.5694100	-0.0000859	-0.0056941	0.0098291	0.0066622	0.0001251	0.0000666
-0.0084222	-0.6102853	-0.0001072	-0.0061029	0.0115952	0.0066960	0.0001476	0.0000670
-0.0237970	-0.6535049	-0.0003030	-0.0065350	0.0058270	0.0069474	0.0000742	0.0000695
-0.0232233	-0.6993365	-0.0002957	-0.0069934	0.0106753	0.0070357	0.0001359	0.0000704
-0.0223307	-0.7477529	-0.0002843	-0.0074775	0.0097051	0.0077388	0.0001236	0.0000774
-0.0249928	-0.7976971	-0.0003182	-0.0079770	0.0042286	0.0062396	0.0000538	0.0000624
-0.0400684	-0.8506145	-0.0005102	-0.0085061	0.0013281	0.0065867	0.0000169	0.0000659
-0.0406595	-0.9067969	-0.0005177	-0.0090680	0.0092848	0.0077705	0.0001182	0.0000777
-0.0643290	-0.9656234	-0.0008191	-0.0096562	0.0012503	0.0074298	0.0000159	0.0000743
-0.0788781	-1.0276322	-0.0010043	-0.0102763	-0.0000848	0.0061535	-0.0000011	0.0000615
-0.0977588	-1.0876917	-0.0012447	-0.0108769	0.0054170	0.0053253	0.0000690	0.0000533
-0.1156304	-1.1533163	-0.0014723	-0.0115332	0.0062255	0.0045608	0.0000793	0.0000456
-0.1358769	-1.2201803	-0.0017300	-0.0122018	0.0130502	0.0042532	0.0001662	0.0000425
-0.1510294	-1.2848667	-0.0019230	-0.0128487	0.0065359	0.0012327	0.0000832	0.0000123
-0.1742207	-1.3500054	-0.0022182	-0.0135001	0.0010259	-0.0007677	0.0000131	-0.0000077
-0.2190673	-1.4186507	-0.0027893	-0.0141865	0.0122521	-0.0022258	0.0001560	-0.0000223
-0.2397769	-1.4891108	-0.0030529	-0.0148911	0.0105421	-0.0047100	0.0001342	-0.0000471
-0.2785469	-1.5587864	-0.0035466	-0.0155879	0.0141210	-0.0077120	0.0001798	-0.0000771
-0.3144929	-1.6327791	-0.0040042	-0.0163278	0.0007982	-0.0104261	0.0000102	-0.0001043
-0.3411390	-1.7024145	-0.0043435	-0.0170241	0.0113995	-0.0145172	0.0001451	-0.0001452
-0.3886238	-1.7766176	-0.0049481	-0.0177662	0.0086906	-0.0175919	0.0001107	-0.0001759
-0.4280709	-1.8504293	-0.0054504	-0.0185043	0.0099264	-0.0213589	0.0001264	-0.0002136
-0.4737237	-1.9275486	-0.0060316	-0.0192755	0.0070226	-0.0262867	0.0000894	-0.0002629
-0.5068830	-2.0065911	-0.0064538	-0.0200659	-0.0010530	-0.0310475	-0.0000134	-0.0003105
-0.5650840	-2.0818279	-0.0071949	-0.0208183	0.0066609	-0.0358633	0.0000848	-0.0003586
-0.6145914	-2.1582756	-0.0078252	-0.0215828	0.0111383	-0.0404188	0.0001418	-0.0004042

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-0.6736609	-2.2358103	-0.0085773	-0.0223581	0.0062122	-0.0460615	0.0000791	-0.0004606
-0.7311999	-2.3151271	-0.0093099	-0.0231513	0.0043311	-0.0523118	0.0000551	-0.0005231
-0.7904080	-2.3976862	-0.0100638	-0.0239769	-0.0058879	-0.0594816	-0.0000750	-0.0005948
-0.8447216	-2.4785383	-0.0107553	-0.0247854	0.0010976	-0.0672456	0.0000140	-0.0006725
-0.9217787	-2.5572572	-0.0117365	-0.0255726	-0.0016996	-0.0747941	-0.0000216	-0.0007479
-1.0157095	-2.6374805	-0.0129324	-0.0263748	0.0028648	-0.0836515	0.0000365	-0.0008365
-1.0765373	-2.7184842	-0.0137069	-0.0271848	0.0086538	-0.0917772	0.0001102	-0.0009178
-1.1415395	-2.8014717	-0.0145345	-0.0280147	-0.0025417	-0.1007573	-0.0000324	-0.0010076
-1.2159858	-2.8845599	-0.0154824	-0.0288456	0.0050236	-0.1100406	0.0000640	-0.0011004
-1.3143888	-2.9661651	-0.0167353	-0.0296617	-0.0017140	-0.1188765	-0.0000218	-0.0011888
-1.3964283	-3.0478721	-0.0177799	-0.0304787	0.0074469	-0.1288239	0.0000948	-0.0012882
-1.4469962	-3.1308782	-0.0184237	-0.0313088	0.0000084	-0.1393360	0.0000001	-0.0013934
-1.5329465	-3.2115047	-0.0195181	-0.0321150	0.0069631	-0.1505635	0.0000887	-0.0015056
-1.6506289	-3.2934508	-0.0210165	-0.0329345	0.0062962	-0.1623346	0.0000802	-0.0016233
-1.7918880	-3.3750472	-0.0228150	-0.0337505	0.0030216	-0.1728590	0.0000385	-0.0017286
-2.0224240	-3.4529717	-0.0257503	-0.0345297	-0.0089443	-0.1857727	-0.0001139	-0.0018577
-2.2543647	-3.5297573	-0.0287035	-0.0352976	0.0034336	-0.1972084	0.0000437	-0.0019721
-2.4706652	-3.5965385	-0.0314575	-0.0359654	-0.0007026	-0.2102163	-0.0000089	-0.0021022
-2.6786096	-3.6558015	-0.0341051	-0.0365580	-0.0093646	-0.2245968	-0.0001192	-0.0022460
-2.8741860	-3.7106657	-0.0365953	-0.0371067	-0.0016300	-0.2364460	-0.0000208	-0.0023645
-3.0536258	-3.7600243	-0.0388800	-0.0376002	-0.0041063	-0.2497620	-0.0000523	-0.0024976
-3.2210164	-3.8027444	-0.0410113	-0.0380274	-0.0067354	-0.2636910	-0.0000858	-0.0026369
-3.3650162	-3.8382678	-0.0428447	-0.0383827	-0.0076533	-0.2787308	-0.0000974	-0.0027873
-3.3118722	-3.8723216	-0.0421681	-0.0387232	-0.0120446	-0.2933391	-0.0001534	-0.0029334
-3.4305415	-3.9062922	-0.0436790	-0.0390629	-0.0107855	-0.3093256	-0.0001373	-0.0030933
-3.5569382	-3.9392195	-0.0452883	-0.0393922	0.0035330	-0.3261135	0.0000450	-0.0032611
-3.5720146	-3.9704227	-0.0454803	-0.0397042	-0.0169863	-0.3438321	-0.0002163	-0.0034383
-3.6808240	-3.9989448	-0.0468657	-0.0399894	0.0011898	-0.3612320	0.0000151	-0.0036123
-3.7773626	-4.0238695	-0.0480949	-0.0402387	-0.0164400	-0.3794727	-0.0002093	-0.0037947
-3.8553162	-4.0487456	-0.0490874	-0.0404875	-0.0050939	-0.3979372	-0.0000649	-0.0039794
-3.9519393	-4.0702410	-0.0503177	-0.0407024	-0.0140989	-0.4163792	-0.0001795	-0.0041638
-4.0058322	-4.0900788	-0.0510038	-0.0409008	-0.0147486	-0.4366670	-0.0001878	-0.0043667
-4.0666189	-4.1067042	-0.0517778	-0.0410670	-0.0135037	-0.4558697	-0.0001719	-0.0045587
-4.1229181	-4.1227875	-0.0524946	-0.0412279	-0.0176891	-0.4761879	-0.0002252	-0.0047619
-4.1792164	-4.1372228	-0.0532114	-0.0413722	-0.0051492	-0.4995247	-0.0000656	-0.0049952
-4.2489839	-4.1513395	-0.0540997	-0.0415134	-0.0075518	-0.5188789	-0.0000962	-0.0051888
-4.2767763	-4.1647840	-0.0544536	-0.0416478	-0.0121268	-0.5429148	-0.0001544	-0.0054291
-4.3302355	-4.1764302	-0.0551343	-0.0417643	-0.0064690	-0.5658388	-0.0000824	-0.0056584
-4.3647504	-4.1884069	-0.0555737	-0.0418841	-0.0155590	-0.5891661	-0.0001981	-0.0058917
-4.3949790	-4.2001686	-0.0559586	-0.0420017	-0.0113029	-0.6136491	-0.0001439	-0.0061365
-4.4552989	-4.2122951	-0.0567266	-0.0421230	-0.0135088	-0.6403877	-0.0001720	-0.0064039
-4.4840798	-4.2238636	-0.0570931	-0.0422386	-0.0201470	-0.6667262	-0.0002565	-0.0066673
-4.5063634	-4.2347088	-0.0573768	-0.0423471	-0.0134473	-0.6947270	-0.0001712	-0.0069473
-4.5473475	-4.2453570	-0.0578986	-0.0424536	-0.0080210	-0.7229585	-0.0001021	-0.0072296

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
-4.5887003	-4.2556996	-0.0584251	-0.0425570	-0.0183837	-0.7529137	-0.0002341	-0.0075291
-4.6350365	-4.2677422	-0.0590151	-0.0426774	-0.0162064	-0.7859705	-0.0002063	-0.0078597
-4.6579113	-4.2783155	-0.0593064	-0.0427832	-0.0224963	-0.8173350	-0.0002864	-0.0081733
-4.7003121	-4.2889695	-0.0598462	-0.0428897	-0.0125776	-0.8499440	-0.0001601	-0.0084994
-4.7308064	-4.2991395	-0.0602345	-0.0429914	-0.0205107	-0.8843967	-0.0002612	-0.0088440
-4.7695775	-4.3110790	-0.0607281	-0.0431108	-0.0207125	-0.9195558	-0.0002637	-0.0091956
-4.8047013	-4.3220425	-0.0611754	-0.0432204	-0.0148521	-0.9580039	-0.0001891	-0.0095800
-4.8432975	-4.3340116	-0.0616668	-0.0433401	-0.0139606	-0.9968036	-0.0001778	-0.0099680
-4.8738461	-4.3446198	-0.0620557	-0.0434462	-0.0101647	-1.0379466	-0.0001294	-0.0103795
-4.9132590	-4.3559613	-0.0625576	-0.0435596	-0.0229379	-1.0789453	-0.0002921	-0.0107895
-4.9544973	-4.3676510	-0.0630826	-0.0436765	-0.0304123	-1.1208634	-0.0003872	-0.0112086
-4.9841728	-4.3794141	-0.0634605	-0.0437941	-0.0330095	-1.1673756	-0.0004203	-0.0116738
-5.0312581	-4.3910832	-0.0640600	-0.0439108	-0.0363372	-1.2138073	-0.0004627	-0.0121381
-5.0644422	-4.4025974	-0.0644825	-0.0440260	-0.0359305	-1.2598184	-0.0004575	-0.0125982
-5.0960798	-4.4135399	-0.0648853	-0.0441354	-0.0450973	-1.3064045	-0.0005742	-0.0130640
-5.1296020	-4.4262538	-0.0653121	-0.0442625	-0.0475809	-1.3543957	-0.0006058	-0.0135440
-5.2091947	-4.4404097	-0.0663255	-0.0444041	-0.0656072	-1.4046123	-0.0008353	-0.0140461
-5.2410641	-4.4531817	-0.0667313	-0.0445318	-0.0755026	-1.4551367	-0.0009613	-0.0145514
-5.2866588	-4.4667621	-0.0673118	-0.0446676	-0.0843365	-1.5075792	-0.0010738	-0.0150758
-5.3068814	-4.4811144	-0.0675693	-0.0448111	-0.1016406	-1.5599725	-0.0012941	-0.0155997
-5.3333740	-4.4958234	-0.0679066	-0.0449582	-0.1206647	-1.6137567	-0.0015364	-0.0161376
-5.3594556	-4.5123973	-0.0682387	-0.0451240	-0.1396768	-1.6664376	-0.0017784	-0.0166644
-5.3777165	-4.5291624	-0.0684712	-0.0452916	-0.1644346	-1.7189435	-0.0020936	-0.0171894
-5.3846540	-4.5468082	-0.0685595	-0.0454681	-0.2036643	-1.7746555	-0.0025931	-0.0177466
-5.3960700	-4.5669594	-0.0687049	-0.0456696	-0.2464250	-1.8280896	-0.0031376	-0.0182809
-5.3939834	-4.5890427	-0.0686783	-0.0458904	-0.2930982	-1.8837453	-0.0037318	-0.0188375
-5.3851542	-4.6145577	-0.0685659	-0.0461456	-0.3380095	-1.9408542	-0.0043037	-0.0194085
-5.3558202	-4.6439123	-0.0681924	-0.0464391	-0.4016612	-1.9984915	-0.0051141	-0.0199849
-5.3417683	-4.6792445	-0.0680135	-0.0467924	-0.4635413	-2.0531838	-0.0059020	-0.0205318
-5.3171840	-4.7184186	-0.0677005	-0.0471842	-0.5289118	-2.1078517	-0.0067343	-0.0210785
				-0.5903698	-2.1610587	-0.0075168	-0.0216106
				-0.6586925	-2.2167761	-0.0083867	-0.0221678
				-0.6990740	-2.2705133	-0.0089009	-0.0227051
				-0.7715145	-2.3251276	-0.0098232	-0.0232513
				-0.8500274	-2.3804960	-0.0108229	-0.0238050
				-0.9161073	-2.4343433	-0.0116642	-0.0243434
				-1.0312138	-2.4844475	-0.0131298	-0.0248445
				-1.1045069	-2.5324724	-0.0140630	-0.0253247
				-1.2210529	-2.5795708	-0.0155469	-0.0257957
				-1.3367764	-2.6224716	-0.0170204	-0.0262247
				-1.3853737	-2.6632502	-0.0176391	-0.0266325
				-1.4188198	-2.7021396	-0.0180650	-0.0270214
				-1.4412419	-2.7412474	-0.0183505	-0.0274125
				-1.5409522	-2.7773590	-0.0196200	-0.0277736

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-1.6403584	-2.8122220	-0.0208857	-0.0281222
				-1.7221161	-2.8412392	-0.0219267	-0.0284124
				-1.8199720	-2.8679638	-0.0231726	-0.0286796
				-1.8754516	-2.8898222	-0.0238790	-0.0288982
				-1.9506143	-2.9088082	-0.0248360	-0.0290881
				-1.9967970	-2.9246516	-0.0254240	-0.0292465
				-2.0346088	-2.9381871	-0.0259054	-0.0293819
				-2.0906508	-2.9503207	-0.0266190	-0.0295032
				-2.1171012	-2.9607251	-0.0269558	-0.0296073
				-2.1527636	-2.9713128	-0.0274098	-0.0297131
				-2.1857178	-2.9800365	-0.0278294	-0.0298004
				-2.1977484	-2.9873879	-0.0279826	-0.0298739
				-2.2213585	-2.9930332	-0.0282832	-0.0299303
				-2.2351751	-2.9975724	-0.0284591	-0.0299757
				-2.2417567	-3.0022721	-0.0285429	-0.0300227
				-2.2507200	-3.0054905	-0.0286571	-0.0300549
				-2.2373412	-3.0092235	-0.0284867	-0.0300922
				-2.2533438	-3.0119290	-0.0286905	-0.0301193
				-2.2411358	-3.0133750	-0.0285350	-0.0301338
				-2.2315266	-3.0131161	-0.0284127	-0.0301312
				-2.2327971	-3.0127397	-0.0284289	-0.0301274
				-2.2173178	-3.0138860	-0.0282318	-0.0301389
				-2.1950302	-3.0137520	-0.0279480	-0.0301375
				-2.1959686	-3.0140791	-0.0279599	-0.0301408
				-2.1701546	-3.0133777	-0.0276313	-0.0301338
				-2.1737630	-3.0131567	-0.0276772	-0.0301316
				-2.1665113	-3.0139861	-0.0275849	-0.0301399
				-2.1649599	-3.0129824	-0.0275651	-0.0301298
				-2.1583352	-3.0131130	-0.0274808	-0.0301311
				-2.1513896	-3.0139699	-0.0273923	-0.0301397
				-2.1458416	-3.0135870	-0.0273217	-0.0301359
				-2.1362894	-3.0134015	-0.0272001	-0.0301340
				-2.1372075	-3.0134459	-0.0272118	-0.0301345
				-2.1335149	-3.0135865	-0.0271648	-0.0301359
				-2.1322968	-3.0132551	-0.0271492	-0.0301326
				-2.1283920	-3.0134435	-0.0270995	-0.0301344
				-2.1262190	-3.0130587	-0.0270719	-0.0301306
				-2.1289299	-3.0135434	-0.0271064	-0.0301354
				-2.1220920	-3.0130591	-0.0270193	-0.0301306
				-2.1126127	-3.0134015	-0.0268986	-0.0301340
				-2.1213992	-3.0140145	-0.0270105	-0.0301401
				-2.1091740	-3.0137296	-0.0268548	-0.0301373
				-2.1236103	-3.0135338	-0.0270386	-0.0301353
				-2.1192949	-3.0141702	-0.0269837	-0.0301417

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-2.1168420	-3.0149493	-0.0269525	-0.0301495
				-2.1215241	-3.0149717	-0.0270121	-0.0301497
				-2.1304228	-3.0171041	-0.0271254	-0.0301710
				-2.1291676	-3.0163310	-0.0271094	-0.0301633
				-2.1472492	-3.0175004	-0.0273396	-0.0301750
				-2.1390772	-3.0180399	-0.0272356	-0.0301804
				-2.1388149	-3.0189941	-0.0272322	-0.0301899
				-2.1500781	-3.0196404	-0.0273756	-0.0301964
				-2.1602306	-3.0213027	-0.0275049	-0.0302130
				-2.1654108	-3.0210395	-0.0275709	-0.0302104
				-2.1669610	-3.0221426	-0.0275906	-0.0302214
				-2.1848633	-3.0244124	-0.0278185	-0.0302441
				-2.1882682	-3.0244224	-0.0278619	-0.0302442
				-2.1895754	-3.0255990	-0.0278785	-0.0302560
				-2.1952915	-3.0275242	-0.0279513	-0.0302752
				-2.2163587	-3.0279794	-0.0282196	-0.0302798
				-2.2065301	-3.0293980	-0.0280944	-0.0302940
				-2.2173998	-3.0295444	-0.0282328	-0.0302954
				-2.2338841	-3.0310328	-0.0284427	-0.0303103
				-2.2305071	-3.0323274	-0.0283997	-0.0303233
				-2.2296782	-3.0332332	-0.0283891	-0.0303323
				-2.2498591	-3.0357525	-0.0286461	-0.0303575
				-2.2469237	-3.0359073	-0.0286087	-0.0303591
				-2.2450457	-3.0380926	-0.0285848	-0.0303809
				-2.2530365	-3.0381792	-0.0286866	-0.0303818
				-2.2652340	-3.0397921	-0.0288419	-0.0303979
				-2.2717726	-3.0410912	-0.0289251	-0.0304109
				-2.2756948	-3.0423384	-0.0289750	-0.0304234
				-2.2956514	-3.0449073	-0.0292291	-0.0304491
				-2.3039885	-3.0467203	-0.0293353	-0.0304672
				-2.3164051	-3.0483561	-0.0294934	-0.0304836
				-2.3233774	-3.0494232	-0.0295822	-0.0304942
				-2.3407397	-3.0533288	-0.0298032	-0.0305333
				-2.3529415	-3.0545881	-0.0299586	-0.0305459
				-2.3567958	-3.0571618	-0.0300077	-0.0305716
				-2.3637662	-3.0586939	-0.0300964	-0.0305869
				-2.3785455	-3.0602396	-0.0302846	-0.0306024
				-2.3934991	-3.0626473	-0.0304750	-0.0306265
				-2.4028013	-3.0657530	-0.0305934	-0.0306575
				-2.4168398	-3.0691469	-0.0307722	-0.0306915
				-2.4281085	-3.0709951	-0.0309156	-0.0307100
				-2.4543526	-3.0739076	-0.0312498	-0.0307391
				-2.4533856	-3.0772860	-0.0312375	-0.0307729
				-2.4908552	-3.0809703	-0.0317146	-0.0308097

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-2.4953244	-3.0847003	-0.0317715	-0.0308470
				-2.5207481	-3.0880764	-0.0320952	-0.0308808
				-2.5238492	-3.0924778	-0.0321346	-0.0309248
				-2.5418859	-3.0954297	-0.0323643	-0.0309543
				-2.5661860	-3.0996091	-0.0326737	-0.0309961
				-2.5823178	-3.1024635	-0.0328791	-0.0310246
				-2.6026247	-3.1061788	-0.0331376	-0.0310618
				-2.6249247	-3.1104624	-0.0334216	-0.0311046
				-2.6422327	-3.1141179	-0.0336420	-0.0311412
				-2.6591873	-3.1194718	-0.0338578	-0.0311947
				-2.6887944	-3.1235964	-0.0342348	-0.0312360
				-2.7059722	-3.1295416	-0.0344535	-0.0312954
				-2.7221127	-3.1329763	-0.0346590	-0.0313298
				-2.7468929	-3.1372538	-0.0349745	-0.0313725
				-2.7696013	-3.1423435	-0.0352637	-0.0314234
				-2.7881594	-3.1471591	-0.0354999	-0.0314716
				-2.8084788	-3.1512225	-0.0357587	-0.0315122
				-2.8390081	-3.1558697	-0.0361474	-0.0315587
				-2.8644359	-3.1613996	-0.0364711	-0.0316140
				-2.8677011	-3.1663213	-0.0365127	-0.0316632
				-2.8910789	-3.1713574	-0.0368104	-0.0317136
				-2.9214759	-3.1767852	-0.0371974	-0.0317679
				-2.9531219	-3.1806827	-0.0376003	-0.0318068
				-2.9554498	-3.1860783	-0.0376300	-0.0318608
				-2.9991262	-3.1906660	-0.0381861	-0.0319067
				-3.0151446	-3.1963737	-0.0383900	-0.0319637
				-3.0397925	-3.2009506	-0.0387038	-0.0320095
				-3.0698423	-3.2065570	-0.0390864	-0.0320656
				-3.0966849	-3.2122145	-0.0394282	-0.0321221
				-3.1141787	-3.2173738	-0.0396510	-0.0321737
				-3.1466389	-3.2216263	-0.0400643	-0.0322163
				-3.1612506	-3.2272708	-0.0402503	-0.0322727
				-3.1802049	-3.2327459	-0.0404916	-0.0323275
				-3.2039721	-3.2367384	-0.0407942	-0.0323674
				-3.2297852	-3.2428207	-0.0411229	-0.0324282
				-3.2597775	-3.2485468	-0.0415048	-0.0324855
				-3.2824912	-3.2533028	-0.0417940	-0.0325330
				-3.3081219	-3.2581708	-0.0421203	-0.0325817
				-3.3220510	-3.2633085	-0.0422977	-0.0326331
				-3.3537483	-3.2697933	-0.0427012	-0.0326979
				-3.3738813	-3.2747221	-0.0429576	-0.0327472
				-3.3973296	-3.2797062	-0.0432561	-0.0327971
				-3.4209921	-3.2853394	-0.0435574	-0.0328534
				-3.4581523	-3.2902412	-0.0440306	-0.0329024

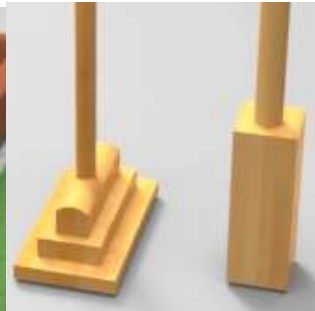
RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-3.4798505	-3.2954667	-0.0443068	-0.0329547
				-3.5077436	-3.3018293	-0.0446620	-0.0330183
				-3.5262852	-3.3073595	-0.0448981	-0.0330736
				-3.5569949	-3.3128812	-0.0452891	-0.0331288
				-3.5776963	-3.3186278	-0.0455526	-0.0331863
				-3.5986991	-3.3248918	-0.0458201	-0.0332489
				-3.6238308	-3.3293004	-0.0461400	-0.0332930
				-3.6471345	-3.3354456	-0.0464368	-0.0333545
				-3.6762173	-3.3413274	-0.0468071	-0.0334133
				-3.7079072	-3.3471835	-0.0472105	-0.0334718
				-3.7306938	-3.3519878	-0.0475007	-0.0335199
				-3.7439415	-3.3581221	-0.0476693	-0.0335812
				-3.7883742	-3.3641498	-0.0482351	-0.0336415
				-3.8010788	-3.3696899	-0.0483968	-0.0336969
				-3.8277209	-3.3754792	-0.0487361	-0.0337548
				-3.8526242	-3.3812897	-0.0490531	-0.0338129
				-3.8742323	-3.3870196	-0.0493283	-0.0338702
				-3.8968682	-3.3942790	-0.0496165	-0.0339428
				-3.9245214	-3.4004459	-0.0499686	-0.0340045
				-3.9518313	-3.4053273	-0.0503163	-0.0340533
				-3.9871964	-3.4117525	-0.0507666	-0.0341175
				-4.0026398	-3.4180410	-0.0509632	-0.0341804
				-4.0300822	-3.4249322	-0.0513126	-0.0342493
				-4.0540938	-3.4305315	-0.0516183	-0.0343053
				-4.0761142	-3.4374256	-0.0518987	-0.0343743
				-4.1058626	-3.4437408	-0.0522775	-0.0344374
				-4.1475763	-3.4493227	-0.0528086	-0.0344932
				-4.1656127	-3.4563057	-0.0530382	-0.0345631
				-4.1929474	-3.4625740	-0.0533863	-0.0346257
				-4.2191281	-3.4695592	-0.0537196	-0.0346956
				-4.2561450	-3.4779193	-0.0541909	-0.0347792
				-4.2766795	-3.4839141	-0.0544524	-0.0348391
				-4.3108788	-3.4909306	-0.0548878	-0.0349093
				-4.3613214	-3.4978426	-0.0555301	-0.0349784
				-4.3593163	-3.5044973	-0.0555045	-0.0350450
				-4.3923640	-3.5127540	-0.0559253	-0.0351275
				-4.4154611	-3.5189781	-0.0562194	-0.0351898
				-4.4489532	-3.5272579	-0.0566458	-0.0352726
				-4.4782181	-3.5348890	-0.0570184	-0.0353489
				-4.5008364	-3.5418618	-0.0573064	-0.0354186
				-4.5313802	-3.5497074	-0.0576953	-0.0354971
				-4.5596337	-3.5562143	-0.0580551	-0.0355621
				-4.5737400	-3.5637608	-0.0582347	-0.0356376
				-4.5893011	-3.5707161	-0.0584328	-0.0357072

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-4.6169891	-3.5785728	-0.0587853	-0.0357857
				-4.6440368	-3.5852737	-0.0591297	-0.0358527
				-4.6720424	-3.5927820	-0.0594863	-0.0359278
				-4.6981311	-3.5982761	-0.0598185	-0.0359828
				-4.7153368	-3.6055911	-0.0600375	-0.0360559
				-4.7399931	-3.6130199	-0.0603515	-0.0361302
				-4.7635093	-3.6192853	-0.0606509	-0.0361929
				-4.7822080	-3.6247075	-0.0608890	-0.0362471
				-4.8083630	-3.6322968	-0.0612220	-0.0363230
				-4.8419318	-3.6397483	-0.0616494	-0.0363975
				-4.8572769	-3.6469998	-0.0618448	-0.0364700
				-4.8778524	-3.6551483	-0.0621067	-0.0365515
				-4.9137025	-3.6634161	-0.0625632	-0.0366342
				-4.9401035	-3.6706636	-0.0628994	-0.0367066
				-4.9630733	-3.6800885	-0.0631918	-0.0368009
				-4.9967031	-3.6880727	-0.0636200	-0.0368807
				-5.0173850	-3.6962509	-0.0638833	-0.0369625
				-5.0393395	-3.7044921	-0.0641629	-0.0370449
				-5.0692973	-3.7133045	-0.0645443	-0.0371330
				-5.0863070	-3.7212825	-0.0647609	-0.0372128
				-5.1188841	-3.7320316	-0.0651757	-0.0373203
				-5.1480384	-3.7412779	-0.0655469	-0.0374128
				-5.1631479	-3.7501254	-0.0657392	-0.0375013
				-5.1984658	-3.7595139	-0.0661889	-0.0375951
				-5.2233324	-3.7679749	-0.0665055	-0.0376797
				-5.2614374	-3.7773829	-0.0669907	-0.0377738
				-5.2771316	-3.7866507	-0.0671905	-0.0378665
				-5.3102169	-3.7957819	-0.0676118	-0.0379578
				-5.3371286	-3.8061779	-0.0679544	-0.0380618
				-5.3560433	-3.8153956	-0.0681953	-0.0381540
				-5.3781505	-3.8267887	-0.0684767	-0.0382679
				-5.3922362	-3.8365893	-0.0686561	-0.0383659
				-5.4123259	-3.8472850	-0.0689119	-0.0384729
				-5.4337449	-3.8594689	-0.0691846	-0.0385947
				-5.4518266	-3.8720853	-0.0694148	-0.0387209
				-5.4747257	-3.8851609	-0.0697064	-0.0388516
				-5.4807081	-3.8983984	-0.0697825	-0.0389840
				-5.4970040	-3.9125988	-0.0699900	-0.0391260
				-5.5056381	-3.9280653	-0.0701000	-0.0392807
				-5.5225763	-3.9425511	-0.0703156	-0.0394255
				-5.5180354	-3.9579775	-0.0702578	-0.0395798
				-5.5353160	-3.9743607	-0.0704778	-0.0397436
				-5.5284953	-3.9951921	-0.0703910	-0.0399519
				-5.5351148	-4.0140123	-0.0704753	-0.0401401

RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M5				RESULTADOS DE COMPRESIÓN MUESTRA M6			
Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria	Axial Force	Axial Displacement	Esfuerzo	Defor. Unitaria
kN	mm	Mpa	m/m	kN	mm	Mpa	m/m
				-5.5243263	-4.0343070	-0.0703379	-0.0403431
				-5.4970665	-4.0574841	-0.0699908	-0.0405748
				-5.4725690	-4.0818748	-0.0696789	-0.0408187

Apéndice L: Manual de construcción

MANUAL DE CONSTRUCCIÓN EN TÉCNICA DE TAPIA PISADA CON
CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA PRIMA



Este manual es el resultado de la investigación teórica y de observación, realizada para el trabajo de grado “elaboración de manual de construcción caracterizando la materia prima enfocado en la técnica tapia pisada para la preservación del método como material sostenible”, para optar al título de ingeniero civil.

Autor: Lida Magnolia Gómez Pimiento

Director de proyecto: MSc. Ludwing Pérez Bustos

Ilustraciones: Max Giovanni Aguinda Rincón

Introducción

De las capacidades del ser humano la que más lo reconoce como ser racional es la capacidad de comunicarse a través del tiempo, donde el conocimiento adquirido por un individuo puede ser tomado por generaciones futuras, con la comunicación escrita la humanidad ha evolucionado aprendiendo y experimentando con las ideas que otros dejaron registros y así dar continuidad a las investigaciones.

La técnica constructiva de tapia pisada ha sido utilizada en el mundo entero durante cientos de años, de los cuales se pueden observar muchas evidencias aún erigidas, sin embargo es una técnica que está quedando en el olvido dado que su único medio es la tradición oral. Al estudiar la técnica constructiva se debe ir directamente a una fuente empírica, por lo que es un momento de grata historia escuchar diversas experiencias de tantas personas con las que se puede sacar un proceso a groso modo estándar haciéndolo ejemplificado con el conjunto de ensayos de una muestra específica, realizando algunos cuestionamientos como cuál sería el nivel adecuado de humedad para una correcta compactación o como es el comportamiento ante carga axial, todo esto con la finalidad de hacer que la técnica de tapia pisada no solo sea una tradición, sino también un proceso que se puede establecer en cualquier momento e incluso podría ser estandarizada.

Si bien es cierto que no es una técnica actualmente llamativa y no tiene gran oportunidad de competir ante la industria reluciente del concreto y el acero, además de todas las tecnologías de vanguardias, se debe recordar la necesidad de aportar soluciones ante el inexorable deterioro ecológico y ante esa verdad la utilización de tierra armada brinda tal cantidad de beneficios que

se puede llegar a pensar en una coexistencia sostenible entre el hombre y el medio ambiente, por ello es imperativo el uso de la para proyectar la investigación de procesos constructivos con tierra estableciendo procesos metódicos y su distribución a la sociedad.

Herramientas



Pisón: elemento de madera utilizado para compactar la tierra suelta por impulso vertical, usualmente la punta es redondeada, sin embargo también existen de punta plana y algunos tienen la punta estrecha especial para la compactación en bordes.

Tapial: encofrado de madera que se utiliza para formar las secciones de muros de tierra compactada, puede ser de secciones de tablonos o una sola pieza de madera, también puede usarse metálico, pero éste es más complejo para desplazar dado su peso



Mezclon: hay variantes regionales pero sus componentes principales son una mezcla de tierra fina (mayor parte de arena y limo) mezclada con bosta vacuna para formar una masa semejante al mortero utilizado para sellar fisuras y dar un acabado a los muros de tapia

Proceso constructivo en técnica tapia pisada

Para iniciar la construcción se debe asegurar que la tierra se encuentre dentro del marco de clasificación de suelo con la humedad necesaria para su compactación. Debe ser un terreno firme y estable con el debido proceso de limpieza y nivelado para iniciar la obra

Caracterización de la muestra

Es prioritario que se realicen ensayos de laboratorio a la tierra que será utilizada para la ejecución de los muros, es necesario que tener resultados de granulometría del suelo para conocer su clasificación y definir si ésta encaja en el rango de granulometría óptima para la creación de tapias las cuales contienen gravas 0 – 15%, arena 40 – 50%, limos 20 – 35% y arcilla 15 – 25% teniendo en cuenta que un material con un porcentaje elevado de arcilla provocaría agrietamientos excesivos durante el proceso de retracción por secado natural y en material con porcentajes elevados de gravas evitaría distribución de los otro componentes de la tierra, resultando en un muro frágil con posibilidades que se desmorone. También es importante realizar ensayo de proctor para conocer la humedad óptima de la materia prima y lograr una adecuada compactación, ya que el exceso de humedad resulta en el aglutinamiento del material en las paredes del tapial y al retirarlo se quita parte del material y una cantidad baja de humedad impide la apropiada compactación del muro. Aunque se utilicen pruebas de campo como prueba del olor, mordedura y sedimentación para verificar ciertas características de la tierra, éstas no tienen un grado de veracidad superior ya que los resultados son subjetivos.

Muros



Colocación del encofrado. Debe ubicarse con una distancia mínima de 40 a 60 cm, esto dependiendo de la altura del muro a la cual se desea llegar, el encofrado debe ser resistente dado que será quien resista la compactación y debe estar nivelado de manera tal que al retirarlo sea firme y ortogonal.

Antes de iniciar el relleno de tierra se debe colocar una primera capa sólida para proporcionar mayor estabilidad, ésta puede ser de roca dura, trabada entre ellas con diferentes tamaños o de ladrillo cocido, la altura de esta capa puede variar pero se recomienda no menos de 40 - 50 cm.



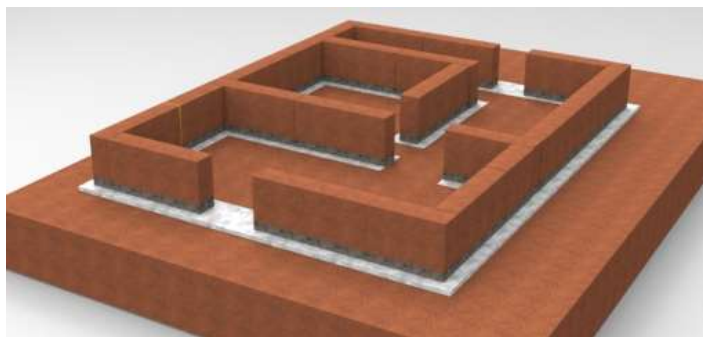
Se inicia el llenado de la formaleta con tierra de la manera más homogénea posible en capas de 10 a 15 cm y se procede a compactarlas con el pisón; cada golpe debe ser firme y a una altura de por lo menos 50 cm de alto, se debe tener en cuenta apisonar bien los bordes del encofrado para tener muros con bordes firmes





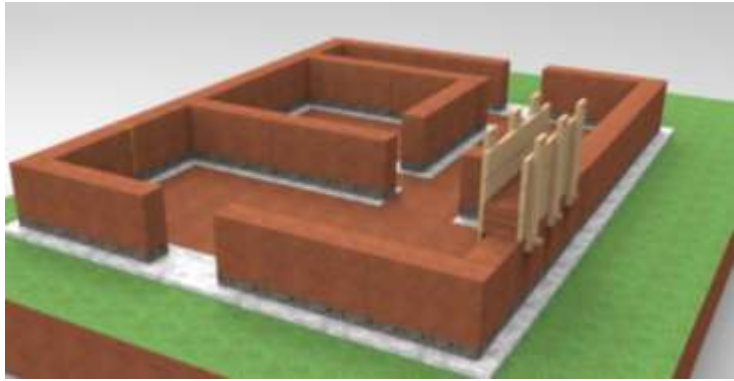
Además del llenado sucesivo de la formaleta se van insertando varas de madera para agregar flexibilidad a la estructura y que trabajen como entramado para asegurar una sección de la siguiente, éstas se pondrán de manera horizontal dentro del muro de tierra en los bordes permitiendo una conexión tipo machihembrado.

Antes de completar la altura del tapial, se colocan estacones de madera a unos 15 cm antes del borde, para éstos sostengan el nivel superior de tapial. Los estacones serán retirados después de ser usados y el vacío se llena con mezclón



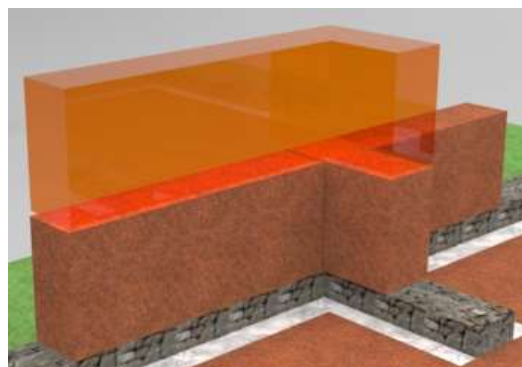
Los muros de tapia, se deben realizar de manera perimetral, es decir se van construyendo primero en avance horizontal.

Al terminar el llenado y la compactación se procede a retirar cuidadosamente el encofrado, de manera tal que se puede ubicar en la siguiente sección vertical, teniendo en cuenta que se debe trabajar por sección perimetral



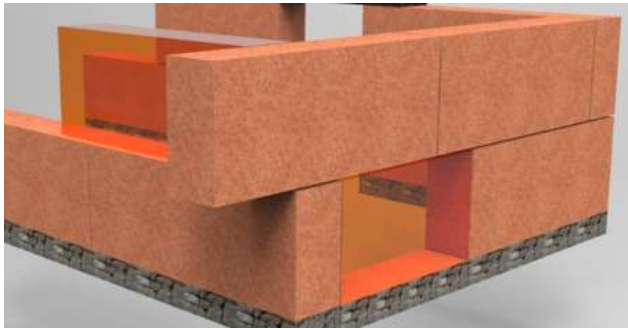
Dado que la humedad en la sección inferior será menor a la que se va a compactar, antes de iniciar se humedece la base inferior superficialmente para mejorar la unión del material en las secciones

Para muros con longitudes largas es necesario hacer una “columna de entabado” se realiza una sección C o L alternando la sección adicional.



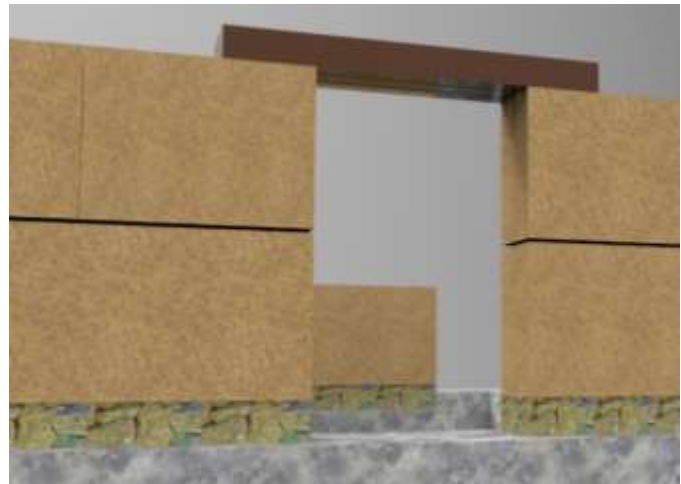


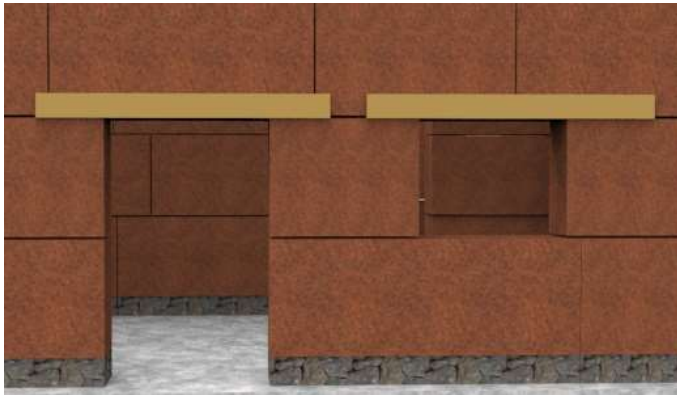
Los vértices tienen una gran importancia en estas estructuras, por lo tanto se debe tener especial cuidado, primero al elegir su geometría; puede ser de ángulo recto, pero según minke (2005) es aconsejable utilizar un ángulo de por lo menos 135° o en X



Es importante tomar en cuenta que cada sección del encofrado de segunda línea debe posicionarse de manera intercalada con la inferior tal como si fuera un muro de ladrillos convencional

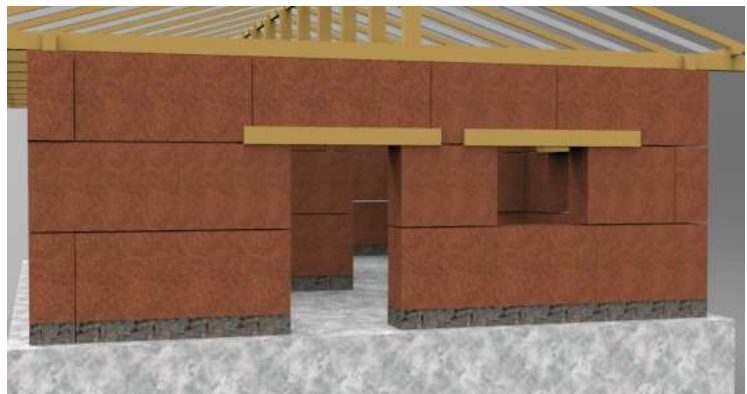
La localización de las ventanas y puertas debe considerarse desde el inicio del proyecto y con un espacio considerable entre estos para que el vacío sea respetado durante la construcción del muro, de manera tal que a medida que se va compactando la tierra en secciones, el resultado será un espacio en U recto





Para cerrar el vacío de puertas y ventanas se instala un listón de madera con una longitud mucho mayor al del vacío; de por lo menos 35 a 45 cm de cada lado, pero del mismo espesor del muro.

Dependiendo de la longitud vertical de la ventana, puede o no llegar hasta el límite con la cubierta, en el caso que no sea así, se puede continuar el compactado de tierra sobre el listón.



Cubierta

Asegurarse de tener todos los dinteles sobre puertas y ventanas debidamente instalados

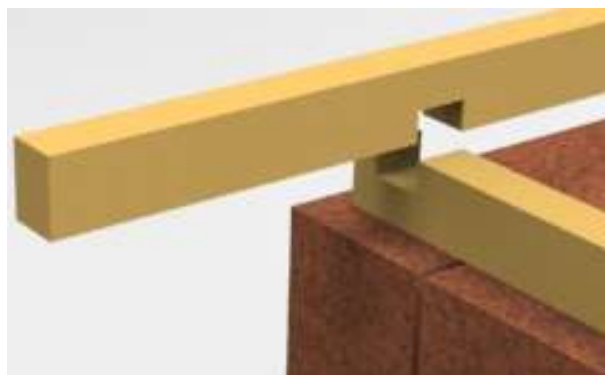


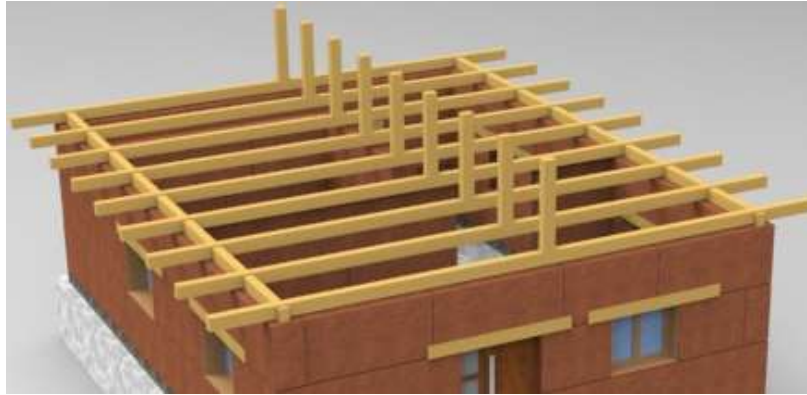
Instalar sobre los muros perimetrales de mayor longitud la viga solera, ésta debe tener perforación tipo caja para entrabar posteriormente con las siguientes vigas tirantes.



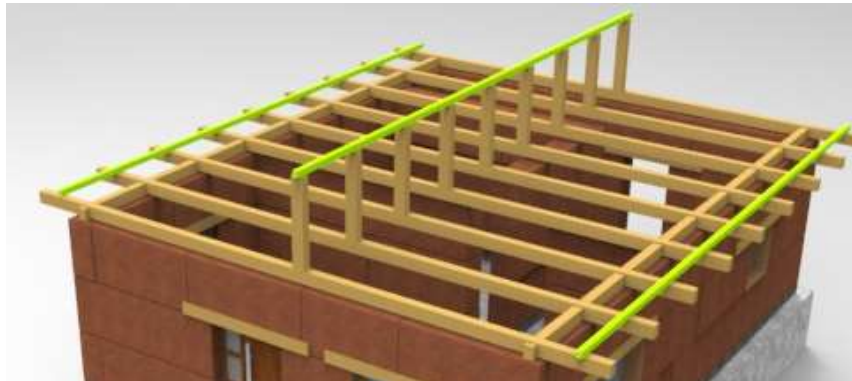
Instalar las vigas tirantes espaciadas entre 1.50 – 2.50 m, dependiendo del tamaño de la cubierta y del tipo de teja; de barro o lámina de fibrocemento.

Éstas van perpendicularmente, conectando las vigas soleras con corte tipo caja para entrabar.

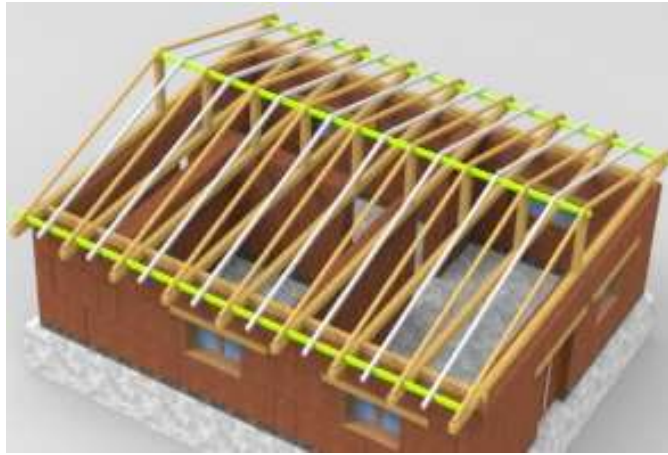




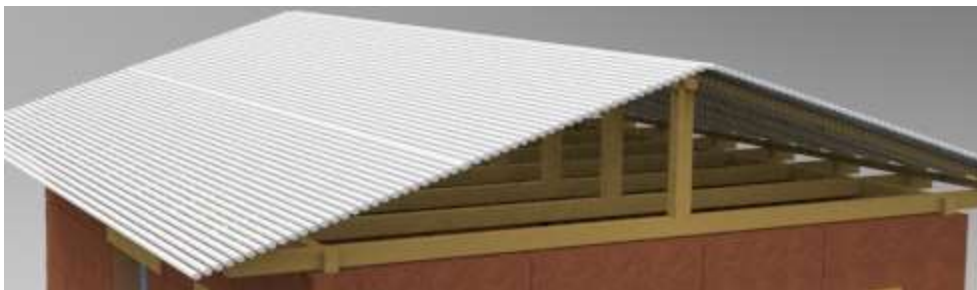
Ubicar los parales en un ángulo recto de 90° alineados en medio de las vigas tirantes y asegurándolos con clavos. La longitud de los parales depende del tipo de teja a utilizar, se recomiendan longitudes entre 50 – 100 cm



Situar viga cumbreira sobre los parales. Ésta puede ser de un diámetro menor al del paral.



Poner las varas asegurándose que deben tener una longitud mayor para dejar espacio de corredor y protección del muro contra la lluvia

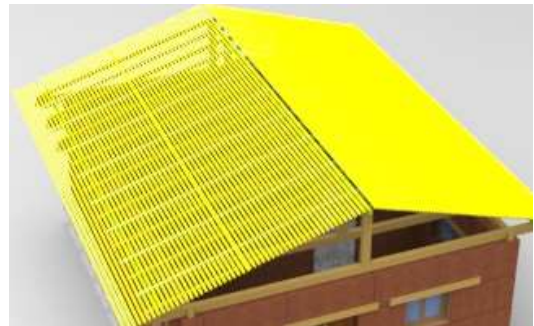


El espacio de corredor se crea solo con la posición de las varas, sin embargo es gusto personal que el corredor tenga una longitud más amplia, se puede lograr con una viga tirante de mayor longitud.



La ejecución del manto de caña o guadua se realiza a parte, ya sea tejiendo secciones continuas en el caso de la caña o creando una estera por medio de cortes longitudinales en el caso de la guadua.

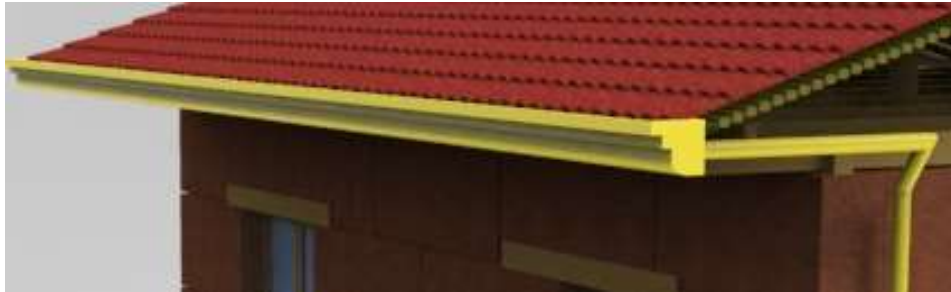
Posicionar el manto o estera perpendicular a las varas, sujetándolas con clavos o amarrado a la vara. En el caso que la cubierta sea con láminas de fibrocemento, no es necesario la ejecución del manto, solo será necesario ubicar las láminas sobre las varas y asegurarlo con clavos para que quede fijo.



Hacer una capa de fumigado en ambas caras del manto; superior e inferior, para evitar la contaminación y desgaste prematuro por insectos



Poner el tejado en hiladas sobre mezcla de barro o mortero para fijar la teja



Para disminuir el salpicado de agua en tiempo de lluvia se recomienda poner canaletas

Servicios Básicos

Desde el inicio de la construcción ubicar la tubería y conexiones para el servicio de alcantarillado es lo que se ubicará desde el inicio de la construcción. La instalación de servicios como electricidad, agua potable y gas, se hace con regatas en las paredes ya hechas y terminadas, de manera tal que después serán parchados con mezcla.

Acabados

Teniendo en cuenta que durante el proceso de armado de los muros es normal la aparición de grietas por unión de encofrado y diferencia en el tiempo de retracción por humedad, estas grietas pueden ser parchadas con mezcla de bosta vacuna





Se pueden utilizar también sellantes industriales algunos tipos de cera para impermeabilizar el muro y dejarlo al descubierto, aunque tiene una fachada más llamativa aún no se presentan suficientes resultados de durabilidad de este tipo en Colombia.

Es claro que uno de los interrogantes inmediatos frente a esta técnica constructiva es si es o no durable y resistente es un latente cuestionamiento dado el conocimiento en general de casa y construcciones que han sucumbido ante el tiempo sin embargo es impropio tildar la técnica como arcaica o inadecuada ya que está siendo olvidada, si bien es cierto que hay registros de construcciones que han tenido fallas y se han deteriorado hasta su desplome no podría tacharse precipitadamente, es una técnica que solo se conoce por tradición oral y no tiene ningún régimen estándar al cual ceñirse lo cual podría sugerir en la mayoría de los casos errores de tipo constructivo por desconocimiento de factores analíticos como configuración general de la estructura o mezclado de tierra con sus otros componentes. De manera opuesta hay también registro de grandes construcciones que han perdurado a través del tiempo soportando los cambios ambientales con poco o nada de daños. A través de este documento se busca educar al lector proporcionándole herramientas para que pueda llevar a cabo un proyecto de construcción

en tierra usando la técnica de tapia pisada, evitando posibles errores en su ejecución basado solo en conocimiento de praxis.

“nuestro objetivo era salvar el planeta y alterar la conciencia humana. Eso llevará mucho tiempo. Si llegara a pasar.” allen ginsberg