



Mayo 2019 - ISSN: 2254-7630

ANÁLISIS TÉRMICO DEL SUPERADOBE UBICADO EN LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO EN LA CIUDAD DE RIOBAMBA

Marco Javier Palacios Carvajal

Universidad Nacional de Chimborazo, ECUADOR

Máster en Gestión Ambiental, Diplomado en Desechos Sólidos, Ingeniero Civil. Coordinador del Plan de Contingencia CONESUP – UNACH, Director de la Escuela de Ingeniería Civil, Docente en la Escuela de Ingeniería Civil, Miembro del directorio de la Cámara de Construcción de Riobamba, Planificación Estratégica en la Gestión Pública, Instituto Nacional de Administración Pública (República Dominicana). Consultor en varias Instituciones.
jpalacios@unach.edu.ec

Carmen Edith Donoso León

Universidad Nacional de Chimborazo, ECUADOR

Master en Gestión Académica Universitaria, Maestría en Ciencias de la Educación Aprendizaje de la Física, Diplomado en Docencia Universitaria y Dra. En Física, Docente de la carrera de Ingeniería Civil Facultad de Ingeniería Universidad Nacional de Chimborazo.
edonoso@unach.edu.ec

Para citar este artículo puede utilizar el siguiente formato:

Marco Javier Palacios Carvajal y Carmen Edith Donoso León (2019): "Análisis térmico del Superadobe ubicado en la provincia de Chimborazo en la ciudad de Riobamba", Revista Caribeña de Ciencias Sociales (mayo 2019). En línea

<https://www.eumed.net/rev/caribe/2019/05/analisis-termico-superadobe.html>

RESUMEN

El lado ecológico de este mundo, se representa de muchas maneras, siempre hay alguna alternativa para respetar el planeta y conseguir lo que necesitamos sin poner en peligro su eficacia. El superadobe fue creado por Nader Khalili, un iraní de nacimiento, adoptado en California de profesión arquitecto y a la edad de 38 años, se decidió recorrer los desiertos de Irán, en donde fue aprendiendo las técnicas de construcción innovadora y sostenible. (Evans, 2001)

Este tipo de construcciones presenta muchas ventajas entre ellas el bajo costo de construcción, mano de obra y materiales no costosos; sin embargo, existe varias ventajas que no se han mencionado como el aislamiento acústico y térmico. (Filippin, 2005)

En Ecuador se han realizado varias de estas construcciones más sin embargo no se ha estudiado el tema acústico y térmico de estas estructuras para verificar si estas presentan condiciones idóneas de uso y confortabilidad al usuario. (Miranda, 2016)

En la presente investigación se realizó un seguimiento de estos aspectos con toma de lecturas en dos puntos definidos con termómetro, estas lecturas fueron tomadas por un intervalo de tres meses, para su posterior tabulación y análisis.

Palabras claves: Superadobe, térmico, construcción, análisis y temperatura.

ABSTRACT

The ecological side of this world, is represented in many ways, there is always an alternative to respect the planet and get what is necessary. The superadobe was created by Nader Khalili, an Iranian by birth, adopted in California, in the profession of architect and at the age of 38 years, rounds the deserts of Iran, where he learned the techniques of innovative and sustainable construction. (Evans, 2001)

This type of construction presents many advantages, among them the low cost of construction, labor and inexpensive materials; However, there are several advantages that have not been mentioned such as acoustic and thermal insulation. (Filippin, 2005)

In Ecuador, several of these constructions have been carried out, however, the acoustic and thermal theme of these structures has not been studied to verify these ideal conditions of use and comfort for the user. (Miranda, 2016)

In the present investigation, these aspects were followed up by taking readings in two points with a thermometer, these readings were in an interval of three months, for later tabulation and analysis.

Keywords: Superadobe, thermal, construction, analysis and temperature.

1. INTRODUCCIÓN.

Más de una cuarta parte de la población mundial vive en malas condiciones en nuestro tiempo. La construcción local, con tierra, podría ser una respuesta a las necesidades de construcción de la población mundial. La tierra es un material disponible en muchos lugares del planeta, un material que no requiere de ningún proceso intermedio, está listo para construir, favorece el desarrollo local poniendo en valor la cultura y los saberes locales. (Canadell, 2016)

El superadobe es una técnica de construcción muy versátil capaz de replicarse en cualquier parte del mundo sin importar las condiciones, características o topografía de su alrededor, provocando el menor impacto ambiental posible, dado que su composición está dada por sacos de tierra en filas enganchadas entre sí por alambre de púas para ser apiladas unas sobre otras. (Khalili, 2008)

Explorar hasta donde llega el alcance de esta tecnología, en este caso, en el campo de la térmica y acústica, considerando, de que las construcciones en tierra tienen mejor comportamiento en climas cálidos que fríos, y profundizar así sobre el comportamiento de este, en particular en climas fríos para poder determinar así sus límites, y las variaciones posibles. (Gómez, 2015)

Se trata básicamente de pensar en las futuras posibilidades de la arquitectura en tierra y contribuir a que se generen poco a poco, gracias a gente interesada en la investigación y en el tema, bases científicas y técnicas para la construcción en tierra, sobre todo en aquellas tecnologías que aún carecen de suficientes estudios necesarios como es el Superadobe. (Harke, 2010)

Para realizar esta investigación del comportamiento térmico de la tipología constructiva de domos de sacos de tierra estabilizada, "Superadobe", patentada por el iraní Nader Khalili, (1998), se hará una lectura de toda la información existente en cuanto al comportamiento térmico y acústico de las construcciones en tierra y la toma de datos se la realiza diariamente.

2. DESARROLLO

El refugio es un derecho del ser humano, sin embargo, hoy en día, el incremento exponencial de la población mundial en los últimos años, y la desigual distribución de las riquezas, ha producido que un gran porcentaje de la población se encuentre sin vivienda o viviendo en situaciones precarias. Según la ONU Hábitat en el año 2050 más de tres millones de personas carecerán de vivienda digna, tanto en países pobres como ricos. (Harke, 2010)

En América Latina, el problema del déficit habitacional es principalmente económico. El elevado precio de las viviendas, de los materiales de construcción y de los servicios profesionales, la dificultad de utilizar maquinaria para construcción, y la falta de recursos, son los factores que determinan la necesidad de una gran parte de la población de autoconstruirse su vivienda con sus propios medios y al menor precio posible. (Hunter, 2004)

Sin embargo la autoconstrucción sin dirección puede ser un mal peor; salvo en casos particulares en los cuales aún se conservan las técnicas constructivas heredadas de sus

antepasados, y que por lo general son viviendas intuitivamente construidas con técnicas pasivas de acondicionamiento térmico y con materiales extraídos del lugar, la mayoría de los casos actuales de autoconstrucción, buscan imitar las construcciones tradicionales en hormigón y bloque, y la alternativa económica de una cubierta de zinc. (Kovářová, 2013).

Estos motivos, hacen considerar la posibilidad de que uno de los caminos para combatir la escasez de vivienda en el mundo, sería el entrenamiento de las comunidades para que puedan proveerse de vivienda ellos mismos, de una vivienda digna resistente y confortable. (Kennedy, 2004)

En Ecuador, las ventajas del autoconstrucción van más allá de un tema meramente económico, la gente empieza a olvidar sus propias tradiciones, aquellas que les permitían vivir dignamente, han empezado a sentirse dependientes de viviendas con nuevas tecnologías, no adaptadas a su medio y a sus costumbres, el hormigón se ha convertido en un símbolo de prosperidad, cuando, sin ser un material negativo, posiblemente no es la mejor solución para la mayoría de casos. El autoconstrucción es una necesidad principalmente social. (Martínez 2013)



Figura 1 Superadobe de la Unach, estado actual
Fuente: Los Autores.

Una de las razones por las que la tradición de construcción en tierra no ha desaparecido a pesar del apoderamiento de los nuevos materiales y tecnologías en el sector de la construcción, es por la permanente demanda de vivienda de bajo coste, y también por la necesidad actual de minimizar el impacto ambiental del sector de la construcción. (Gómez, 2015)

En este sentido, la Tierra reúne características que casi ningún otro material de construcción reúne: es un tipo de construcción que utiliza el material que existe en el terreno, es decir que además de tener un ahorro de material en sí, existe un ahorro del transporte, lo que reduce la producción de CO₂ tanto en la producción del material como en su transporte. Es, por lo tanto, un material de construcción que conjuga perfectamente con los requerimientos actuales del mundo, económicos, ambientales, culturales y sociológicos. (Zhao, 2015)

En cuanto al comportamiento térmico de las construcciones en tierra, mucho se ha dicho, y a la construcción en tierra se le han atribuido propiedades térmicas que en muchos casos no

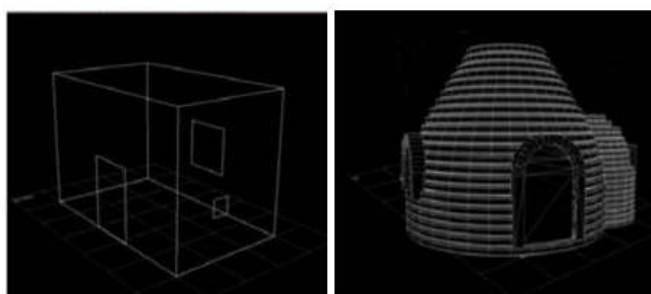
las tienen, en general y dependiendo de la técnica constructiva aplicada, tienen una excelente inercia térmica, pero su resistencia al paso del calor es muy baja comparada con otros materiales. (Andino, 2014)

Como hemos mencionado ya, la Tierra es probablemente el material de construcción más antiguo, y que aún hoy en día se mantiene como un material atractivo como alternativa a la construcción convencional en hormigón y acero. Sobre todo, gracias a su bajo impacto ambiental en la construcción, a su bajo costo de construcción y también gracias a sus propiedades térmicas en la mayoría de casos grosores de muro importantes entre 40 y 60 cm, por lo cual resultan edificaciones con gran masa térmica, que tienen buenos resultados a la hora de regular las temperaturas interiores de los locales. (Evans, 2001)

La transferencia de energía térmica por medio de la envolvente, se produce por la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior. Si la temperatura exterior es más baja como es el caso de los climas fríos, el flujo se produce de interior a exterior. Existen tres fenómenos asociados a la transmisión del calor: la convección, la radiación y la conducción. (Canadell, 2016)

De acuerdo a las características de los materiales de los cuales esté compuesta dicha envolvente, variara el tiempo en que se produce esta transferencia de calor; la resistencia térmica de la envolvente será la que defina qué tan rápido se produce esta pérdida de calor, y como se conoce, esta resistencia térmica depende de dos valores: la conductividad térmica de los materiales de los cuales está compuesta, y de su espesor. (Hunter, 2004)

Un factor importante de mencionar, es que, en la mayoría de sistemas de construcción en tierra, como el superadobe, los muros pueden gozar de una excelente masa térmica, sin embargo, la cubierta es un elemento aparte, generalmente construido en madera. Esto provoca que la cubierta tenga una masa térmica muy inferior a la de los muros y puede menguar los efectos, ya que la recibe mucha lo cual podría captar para liberarlo por la (Khalili, 2008)



cubierta
radiación por
este calor
noche.

Figura 2 Modelos de construcción, y resultados para un estudio de termicidad para su posterior comparación.

Este estudio fue realizado en Atenas-Grecia, los resultados demostraron que el modelo de construcción en tierra requería 23% menos de energía para acondicionamiento térmico que el modelo convencionalmente aislado. Estudios de esta técnica constructiva en climas más fríos

Es difícil describir con precisión la composición exacta de un muro de Superadobe, justamente porque es un tipo de construcción que promueve el uso de la misma tierra ya existente en el terreno, que puede tener un sinfín de composiciones distintas. (Gómez, 2015)

3. MATERIALES Y MÉTODOS

[illegible]

El sistema constructivo de este domo fue rellenar sacos continuos de polipropileno con tierra y mezclado con un porcentaje de cemento que tiene la función de estabilizante de la mezcla entretejida; formando anillos y con una entrada. Entre hilada e hilada se coloca alambra de púas que actúa como integrador y funciona como tensor de la pared.



Figura 4 Construcción del domo
Fuente: Autores

Una vez terminada la superposición de las hiladas se procede a la dar los revestimientos y los impermeabilizantes, tanto en el interior como el exterior. Finalmente se procedió a la puesta de ventanas y puerta de ingreso, también se colocó un techado de zinc para proteger la estructura; en el cielo raso interior se instaló gypsum, en el piso un entablado y algunos arreglos estéticos hacerlo más funcional.



para



Figura 5 Acabados en el domo
Fuente: Autores

Las mediciones térmicas se realizaron diariamente en tres horarios; 09:00, 13:00 y 18:00; tomando registro. La medición empezó el día 02 de mayo de 2016 y concluyó el día 29 de julio

de 2016. Las mediciones se realizaron en dos puntos específicos como muestra la figura 6. El objetivo fue monitorear simultáneamente la fluctuación de la temperatura exterior con relación a la interior.



Figura 6 Ubicación de los puntos de toma de temperaturas en el domo.
Fuente: Autores

4. RESULTADOS

Los datos de las muestras de temperatura se expresan separadas en semanas por cada mes evaluado.

4.1. Datos del mes de mayo

Tabla 1 Toma de temperaturas del domo correspondiente a la primera semana de mayo.

Semana 1		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencias
			Externa	Interna	
02/05/2016	9:00	1	28.5	22.2	6.3
	13:00	2	26.3	19.9	6.4
	18:00	3	16.3	19.0	(2.7)
03/05/2016	9:00	4	13.1	16.1	(3.0)
	13:00	5	21.5	20.9	0.6
	18:00	6	14.5	16.8	(2.3)
04/05/2016	9:00	7	20.1	17.3	2.8
	13:00	8	23.2	20.2	3.0
	18:00	9	17.3	18.9	(1.6)
05/05/2016	9:00	10	25.9	19.4	6.5
	13:00	11	31.7	21.2	10.5
	18:00	12	16.8	18.6	(1.8)
06/05/2016	9:00	13	17.8	17.4	0.4
	13:00	14	20.2	19.9	0.3
	18:00	15	17.3	19.4	(2.1)

Fuente: Los autores



Figura 7 Representación de temperaturas
Fuente: Los autores

Tabla 2 Toma de temperaturas de la segunda semana de mayo

Semana 2		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencias
			Externa	Interna	
09/05/2016	9:00	1	15.5	16.9	(1.4)
	13:00	2	21.8	19.5	2.3
	18:00	3	17.1	18.8	(1.7)
10/05/2016	9:00	4	15.9	16.5	(0.6)
	13:00	5	23.1	21.0	2.1
	18:00	6	15.2	17.3	(2.1)
11/05/2016	9:00	7	26.1	20.2	5.9
	13:00	8	21.3	20.3	1.0
	18:00	9	18.8	19.1	(0.3)
12/05/2016	9:00	10	21.3	19.4	1.9
	13:00	11	29.0	20.5	8.5
	18:00	12	17.7	19.1	(1.4)
14/05/2016	10:00	13	21.1	19.5	1.6
	14:00	14	22.8	19.9	2.9
	19:00	15	14.3	17.1	(2.8)

Fuente: Los autores

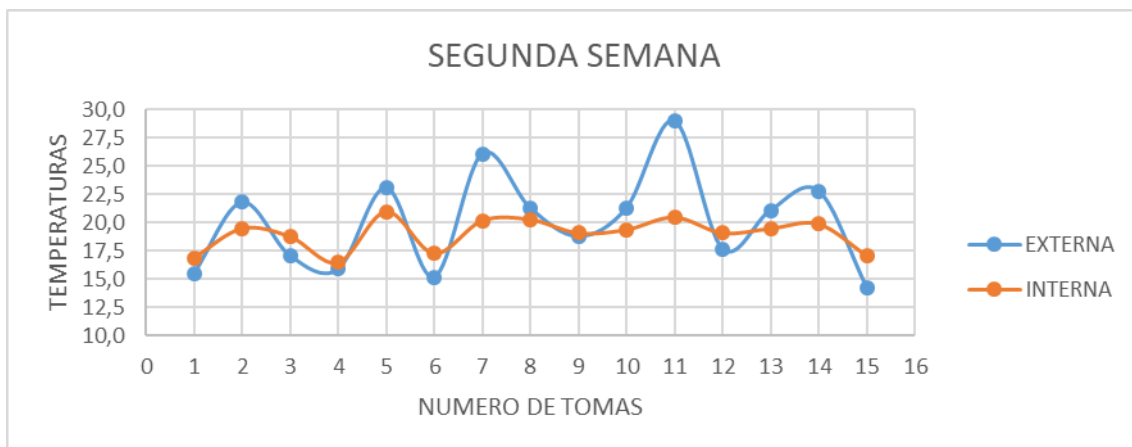


Figura 8 Grafico de la fluctuación de las temperaturas
Fuente: Los autores

Tabla 3 Temperaturas de la tercera semana del mes

Semana 3		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencias
			Externa	Interna	
16/05/2016	9:00	1	18.8	20.1	(1.3)
	13:00	2	28.5	20.6	7.9
	18:00	3	24.2	20.4	3.8
17/05/2016	9:00	4	17.1	18.0	(0.9)
	13:00	5	16.5	19.0	(2.5)
	18:00	6	17.1	19.3	(2.2)
18/05/2016	9:00	7	23.5	18.8	4.7
	13:00	8	26.1	20.2	5.9
	18:00	9	19.3	19.1	0.2
19/05/2016	9:00	10	22.8	19.5	3.3
	13:00	11	28.2	19.9	8.3
	18:00	12	18.9	18.1	0.8
20/05/2016	9:00	13	15.9	17.9	(2.0)
	13:00	14	30.1	20.6	9.5
	18:00	15	17.1	18.5	(1.4)

Fuente: Los autores

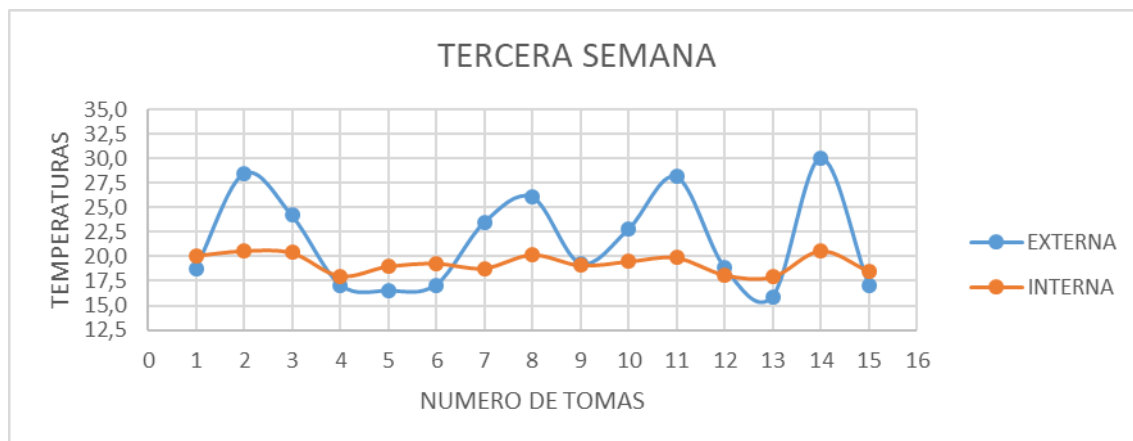


Figura 9 Grafico de temperaturas de tercera semana
Fuente: Los autores

La temperatura varia en la parte exterior ya que sube y baja las temperaturas de acuerdo al clima del día, por otra parte, no es el caso de la parte interna que como se ve en las gráficas su temperatura se mantiene en un intervalo, pero si oscila con una temperatura promedio y su variación es mínima con el pasar de los días.

4.2. Mes de Junio

Tabla 4 Toma de datos correspondiente a la primera semana del mes.

Semana 1		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencia
			Externa	Interna	
01/06/2016	9:00	1	20.2	18.8	1.4
	13:00	2	26.1	21.3	4.8
	18:00	3	17.9	19.1	(1.2)
02/06/2016	9:00	4	15.2	17.5	(2.3)
	13:00	5	17.1	19.0	(1.9)
	18:00	6	15.5	16.9	(1.4)
03/06/2016	9:00	7	15.1	17.1	(2.0)
	13:00	8	21.1	19.1	2.0
	18:00	9	14.9	18.5	(3.6)
07/06/2016	9:00	10	18.9	21.7	(2.8)
	13:00	11	18.5	19.3	(0.8)
	18:00	12	18.4	17.2	1.2

Fuente: Los autores



Figura 10 Grafica de variación de temperaturas
Fuente: Los autores

Tabla 5 Temperaturas tomadas en la segunda semana del mes

Semana 2		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencia
			Externa	Interna	
10/06/2016	9:00	1	18.2	21.6	(3.4)
	13:00	2	26.0	19.9	6.1
	18:00	3	15.1	17.2	(2.1)
11/06/2016	9:00	4	28.5	20.1	8.4
	13:00	5	21.5	20.8	0.7
	18:00	6	14.5	16.1	(1.6)
13/06/2016	9:00	7	16.5	17.2	(0.7)
	13:00	8	25.5	20.2	5.3
	18:00	9	17.3	17.5	(0.2)
14/06/2016	9:00	10	14.4	17.5	(3.1)
	13:00	11	24.5	20.2	4.3
	18:00	12	14.3	17.1	(2.8)
15/06/2016	9:00	13	20.5	17.9	2.6
	13:00	14	23.6	20.1	3.5
	18:00	15	15.2	16.0	(0.8)

Fuente: Los autores



Figura 11 Oscilación de temperaturas durante la segunda semana

Fuente: Los autores

Tabla 6 Temperaturas de la tercera semana del mes

Semana 3		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencia
			Externa	Interna	
17/06/2016	9:00	1	17.1	17.2	(0.1)
	13:00	2	19.8	18.1	1.7
	18:00	3	13.0	16.1	(3.1)
18/06/2016	9:00	4	16.2	15.3	0.9
	13:00	5	19.8	18.2	1.6
	18:00	6	18.9	16.8	2.1
21/06/2016	9:00	7	13.9	15.6	(1.7)
	13:00	8	17.3	17.5	(0.2)
	18:00	9	11.9	14.5	(2.6)
22/06/2016	9:00	10	15.1	15.5	(0.4)
	13:00	11	19.3	17.6	1.7
	18:00	12	15.2	16.5	(1.3)
23/06/2016	9:00	13	17.4	15.9	1.5
	13:00	14	34.1	19.1	15.0
	18:00	15	15.7	18.0	(2.3)

Fuente: Los autores



Figura 12 Grafico de variación de temperaturas externa e interna del domo.

Fuente: Los autores

Tabla 7 Cuarta semana de toma de datos del mes

Semana 4		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencia
			Externa	Interna	
24/06/2016	9:00	1	17.2	16.3	0.9
	13:00	2	26.5	19.4	7.1
	18:00	3	13.2	16.1	(2.9)
27/06/2016	9:00	4	13.9	15.1	(1.2)
	13:00	5	20.4	21.7	(1.3)
	18:00	6	19.0	20.8	(1.8)
28/06/2016	9:00	7	15.8	17.0	(1.2)
	13:00	8	20.5	20.2	0.3
	18:00	9	14.7	15.1	(0.4)
29/06/2016	9:00	10	23.8	20.8	3.0
	13:00	11	27.5	21.7	5.8
	18:00	12	14.6	16.7	(2.1)
30/06/2016	9:00	13	14.7	15.9	(1.2)
	13:00	14	26.6	18.7	7.9
	18:00	15	15.0	18.0	(3.0)

Fuente: Los autores



Figura 13 Grafica de datos correspondiente a la última semana del mes
Fuente: Los autores

Bien, durante este mes se observa cierta variación de la temperatura externa oscilando desde los 34 °C hasta la más baja de 13 °C, esto se debe al cambio de estación en el país; sin embargo, las lecturas internas tienen un rango de variación que no oscila mucho y se mantiene temperaturas promedio de 20 °C obteniendo un clima agradable dentro del domo.

4.3. Mes de julio

Tabla 8 Temperaturas tomadas en la primera semana del mes de julio.

Semana 1		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencia
			Externa	Interna	
01/07/2016	9:00	1	17.8	17.4	0.4
	13:00	2	22.6	22.1	0.5
	18:00	3	12.2	15.5	(3.3)
05/07/2016	9:00	4	21.9	17.3	4.6
	13:00	5	22.9	21.5	1.4
	18:00	6	14.9	18.0	(3.1)
06/07/2016	9:00	7	22.4	18.8	3.6
	13:00	8	23.3	24.4	(1.1)
	18:00	9	17.9	19.7	(1.8)
07/07/2016	9:00	10	15.9	17.3	(1.4)
	13:00	11	19.1	18.8	0.3
	18:00	12	16.8	18.0	(1.2)
08/07/2019	9:00	13	21.4	18.5	2.9
	13:00	14	27.3	22.3	5.0
	18:00	15	16.4	19.4	(3.0)

Fuente: Los autores



Figura 14 Grafica de fluctuación de temperaturas
Fuente: Los autores

Tabla 9 Datos de temperaturas de la segunda semana del mes

Semana 2		Número de tomas	Temperaturas °C		Diferencia
			Externa	Interna	
11/07/2016	9:00	1	16.4	18.2	(1.8)
	13:00	2	27.5	24.1	3.4
	18:00	3	15.7	19.1	(3.4)
12/07/2016	9:00	4	17.2	19.8	(2.6)
	13:00	5	24.3	21.4	2.9
	18:00	6	15.6	17.1	(1.5)
13/07/2016	9:00	7	17.5	16.3	1.2
	13:00	8	19.3	21.2	(1.9)
	18:00	9	16.8	18.9	(2.1)
14/07/2016	9:00	10	21.7	18.1	3.6
	13:00	11	18.9	19.2	(0.3)
	18:00	12	17.4	18.5	(1.1)
15/07/2019	9:00	13	22.7	18.2	4.5
	13:00	14	26.8	21.4	5.4
	18:00	15	17.6	18.4	(0.8)

Fuente: Los autores



Figura 15 Grafica de valores de temperaturas

Fuente: Los autores

Tabla 10 Lecturas de temperaturas de la tercera semana

Semana 3		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencia
			Externa	Interna	
18/07/2016	9:00	1	20.2	17.8	2.4
	13:00	2	24.6	21.8	2.8
	18:00	3	16.6	19.1	(2.5)
19/07/2016	9:00	4	15.4	17.3	(1.9)
	13:00	5	16.3	18.2	(1.9)
	18:00	6	14.6	17.1	(2.5)
20/07/2016	9:00	7	13.9	15.5	(1.6)
	13:00	8	18.7	19.4	(0.7)
	18:00	9	13.2	15.9	(2.7)
21/07/2016	9:00	10	13.8	15.5	(1.7)
	13:00	11	18.5	20.1	(1.6)
	18:00	12	11.9	14.5	(2.6)
22/07/2019	9:00	13	14.5	15.3	(0.8)
	13:00	14	17.8	18.1	(0.3)
	18:00	15	13.3	15.1	(1.8)

Fuente: Los autores



Figura 16 Grafico de temperaturas de la tercera semana

Fuente: Los autores

Tabla 11 Datos de temperatura de la semana

Semana 4		Número de tomas	Temperatura °C		Diferencia
			Externa	Interna	
25/07/2016	9:00	1	20.8	21.1	(0.3)
	13:00	2	21.5	23.9	(2.4)
	18:00	3	21.0	22.5	(1.5)
26/07/2016	9:00	4	18.8	18.6	0.2
	13:00	5	28.8	22.1	6.7
	18:00	6	14.3	17.2	(2.9)
27/07/2016	9:00	7	22.9	20.5	2.4
	13:00	8	25.2	21.1	4.1
	18:00	9	14.3	19.5	(5.2)
28/07/2016	9:00	10	24.1	15.8	8.3
	13:00	11	20.9	19.7	1.2
	18:00	12	17.5	18.1	(0.6)
29/07/2019	9:00	13	16.4	15.5	0.9
	13:00	14	23.0	18.7	4.3
	18:00	15	15.0	16.5	(1.5)

Fuente: Los autores



Figura 17 Grafica de lecturas correspondientes a la cuarta semana del mes
Fuente: Los autores

En este mes se tomaron las lecturas durante las cuatro semanas del mes, es notable que la diversificación de temperatura externa es muy variable, pero la interna se mantiene en un intervalo muy delimitado que permite que la estancia dentro del domo es muy afable para el usuario.

5. CONCLUSIONES

El Superadobe ha llamado la atención como motivo de investigación, ya que es una técnica nueva que recupera el valor de la tierra como un bien ilimitado; como es sabido que las construcciones en tierra presentan ciertas deficiencias térmicas mas no existe un estudio preliminar que lo confirme.

Durante el tiempo de toma de lecturas de temperaturas se logró una ligera relación entre las variaciones de la temperatura interna y externa del domo, sin embargo, sin importar el rango de oscilación de la temperatura externa la temperatura interna oscila dentro de un rango moderado y limitado que permite una condición confortable de uso del domo.

El espesor del muro del domo es una peculiar característica en favor de la aislación térmica del domo, si bien el que este sea un solo cuerpo permite que si el clima exterior varia demasiado durante el día sin embargo la temperatura interna se mantiene estable.

El techado se instaló con la finalidad de atraer radiación solar para aumentar la temperatura debido a la diferencia de masa térmica que existe entre este techado y el muro del domo, sin embargo, la compensación de estas dos masas hace que la temperatura interna fluctué dentro de un intervalo delimitado aun cuando la estructura se encuentra ubicada en un lugar de clima frio.

6. BIBLIOGRAFIA

Canadell, S., Blanco, A., & Cavalaro, S. H. (2016). Comprehensive design method for earthbag and superadobe structures. *Materials & Design*, 96, 270-282.

Zhao, Z., Lu, Q., & Jiang, X. (2015). An Energy Efficient Building System Using Natural Resources--Superadobe System Research. *Procedia Engineering*, 121, 1179-1185.

Miranda, M. (2016). Elaboración de una dosificación para fabricación de superadobe, con ensacados de yute, cabuya y análisis comparativo de resistencia a compresión con mampuesto de ladrillo del cantón chambo, provincia de Chimborazo. *Universidad Nacional de Chimborazo. Facultad de Ingeniería. Carrera de Ingeniería Civil. Tesis de pregrado. Riobamba, Ecuador.*

Gómez Caballero, M. (2015). *Domos de superadobe* (Bachelor's thesis).

Khalili, N., & Vittore, P. (1998, September). Earth architecture and ceramics, the sandbag/superadobe/superblock construction system, Call-Earth Institute. In *International Conference of Building Officials, Building Standards.*

Kovářová, B. (2013). Buildings built by superadobe technology and other possibilities use of clay plaster. In *Advanced Materials Research* (Vol. 649, pp. 227-230). Trans Tech Publications.

Khalili, N., & Outram, I. (2008). *Emergency Sandbag Shelter and Eco-village: Manual--how to Build Your Own with Superadobe/earthbag*. Cal-Earth Press.

Harke, W. (2010). *Domótica para viviendas y edificios*. Marcombo.

MARTÍNEZ ESCOBAR, D. 2013. Earth Architecture, Building with rammed earth in a cold climate. S.l.: Chalmers University of Technology.

Evans, J. M., & de Schiller, S. (2001). Evaluador Energético: método de verificación del comportamiento energético y ambiental de viviendas. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, ISSN, 0329-5184.

Filippín, C., & Flores Larsen, S. (2005). Comportamiento térmico de invierno de una vivienda convencional en condiciones reales de uso. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 9(5), 67-72.

Andino Maldonado, C. (2014). *Evaluación del comportamiento térmico de los domos de Superadobe en climas fríos* (Master's thesis, Barcelona/Universidad Politécnica de Cataluña/2014).

Hunter, K. and Kiffmeyer, D. 2004. Earthbag building: the tools, tricks and techniques. Gabriola Island, BC: Canada: New Society Publishers. ISBN 9780865715073.

Kennedy, J.F. 2004. Building Without Borders. Sustainable Construction for the Goba Village. Gabriola Island, BC: Canada: s.n. ISBN 0-86571-481-9.