



ESCUELA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES Y DOMÓTICA

DISEÑO Y PROPUESTA DE UN SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO
EN PAREDES RESIDENCIALES A BASE DE LANA DE OVEJA

AUTOR

Lenin Geovanny Ortiz Villegas

AÑO

2018



ESCUELA DE TECNOLOGÍA EN CONSTRUCCIONES Y DOMÓTICA

**DISEÑO Y PROPUESTA DE UN SISTEMA DE AISLAMIENTO TÉRMICO EN
PAREDES RESIDENCIALES A BASE DE LANA DE OVEJA**

Trabajo de Titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de
Tecnólogo en Construcción y Domótica

Profesor Guía:

MSc. José Gabriel Vásquez Zurita

Autor:

Lenin Geovanny Ortiz Villegas

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

José Gabriel Vásquez Zurita

Máster en Ingeniería Acústica de la Edificación y Medio Ambiente

CI: 1804090437

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro(amos) haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

André Jacobo Hernández Mena
Master en Ambiente, Energía y Desarrollo
CI: 1716589740

DECLARACIÓN DE LA AUTORIA DEL ESTUDIANTE

Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se ha citado de fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen de los derechos de autor vigentes.

Lenin Geovanny Ortiz Villegas

CI: 1716803224

AGRADECIMIENTOS

Gracias Dios por ayudarme en todo momento y darme la fortaleza necesaria para cumplir mis objetivos, gracias por aprender de mis errores y guiarme en todo momento, gracias a mi familia por estar siempre apoyándome incondicionalmente y a mis principales guías en este trabajo, mi tutor Ing. José Vásquez y mi corrector Ing. André Hernández, quienes me supieron ayudar para la elaboración de este proyecto.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico a una persona incondicional, quien siempre ha estado ahí, en todo momento, en todo lugar, quien con sus sabios consejos supo forjarme y guiarme para ser una persona de bien, para tí querida Madre.

RESUMEN

En el presente proyecto se propone un aislante térmico utilizando un producto natural como es la lana de oveja, este material tendrá el propósito de mejorar la temperatura en el interior de una vivienda y de esta manera hacer más confortable la estancia de sus habitantes, también se podrá combatir las temperaturas bajas en la región sierra principalmente en Machachi, cabecera cantonal del Cantón Mejía donde se enfoca este trabajo.

El objetivo de este proyecto, en base a las consideraciones mencionadas, es aportar al bienestar de las personas que habitan en esta zona, contrarrestando el clima frío que a veces envuelve la zona, con el aislante térmico a base de un producto natural.

En el Ecuador existen algunos productos que se usan como aislante térmico, entre los más conocidos están: poliestireno expandido y lana de roca.

Estos dos materiales se caracterizan por sus propiedades térmicas, la primera a base de granos de plástico y la segunda a base de roca volcánica, las cuales son de uso más común pero poseen riesgos para la salud debido a sus pequeñas partículas que pueden ser inhaladas o pueden salpicar a los ojos o la piel al momento de realizar cortes o cuando se está instalando, además necesitan pasar por un horneado a altas temperaturas mientras que la lana natural de oveja no requiere de este procedimiento y tampoco posee riesgos para la salud ya que es cien por ciento natural y libre de partículas que puedan afectar la salud de las personas resaltando también que es un producto renovable.

ABSTRACT

In the present project a thermal insulator is proposed using a natural product such as sheep wool, this material will have the purpose of improving the temperature inside a house and in this way making the stay of its inhabitants more comfortable, also it will be able to fight the low temperatures in the mountain region mainly in the one in Machachi, cantonal head of the Canton Mejía where this work is focused.

The objective of this project, based on the aforementioned considerations, is to contribute to the well-being of the people living in this area, counteracting the cold climate that sometimes surrounds the area, with thermal insulation based on a natural product.

In Ecuador there are some products that are used as thermal insulation, among the best known are: expanded polystyrene and rock wool.

These two materials are characterized by their thermal properties, the first based on plastic grains and the second based on volcanic rock, which are more common use but have health risks due to their small particles that can be inhaled or can splash to the eyes or skin when making cuts or when installing, also need to go through a bake at high temperatures while natural sheep wool does not require this procedure and does not pose health risks as it is one hundred percent natural and free of particles that can affect the health of people also highlighting that it is a renewable product.

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	Antecedentes	1
1.2.	Formulación del Problema.....	1
1.3.	Objetivos	3
1.3.1.	Objetivo General	3
1.3.1.1.	Objetivos Específicos.....	3
1.4.	Alcance.....	3
2.	MARCO TEÓRICO	5
2.1.	Confort térmico	5
2.2.	Aislante térmico	5
2.3.	Temperatura	5
2.3.1.	Temperatura radiante.....	5
2.3.2.	Temperatura media radiante	5
2.4.	Equilibrio térmico.....	6
2.5.	Transmisión del calor	6
2.5.1.	Radiación	6
2.5.2.	Convección	6
2.5.3.	Conducción	6
2.6.	Acciones del sol y del viento.....	7
2.7.	Tipos de climas	7
2.8.	Sector de la construcción	9
2.9.	Lana de oveja.....	11
2.10.	Características de la lana de oveja	12
2.11.	Propiedades físicas de la lana de oveja	13
2.11.1.	Resistencia	13
2.11.2.	Elasticidad	13
2.11.3.	Higroscopicidad	13

2.11.4.	Flexibilidad.....	14
2.12.	Propiedades biológicas de la lana	14
2.13.	Lana natural de oveja como “aislante térmico”	15
2.13.1.	Ventajas.....	15
2.13.2.	Desventajas	16
2.14.	Proceso para la obtención de la lana de oveja	17
2.14.1.	Esquilar.....	17
2.14.2.	Criollo o maneado.....	18
2.14.3.	Demaneado, tally hi o australiano	18
2.15.	Calidad de la lana.....	19
2.16.	Lavado de la lana	19
3.	METODOLOGÍA	22
3.1.	Componentes para el aislante térmico	22
3.2.	Tratamiento de la lana.....	24
3.3.	Compactación de la lana	24
3.4.	Propiedades ambientales	25
3.5.	Resistencia a los insectos, polillas y hongos	26
3.6.	Productos más comunes usados como aislantes térmicos..	26
3.6.1.	Lana de roca	26
3.6.2.	Poliestireno expandido	28
3.7.	Comparación entre lana de roca, poliestireno expandido y lana de oveja.....	29
3.8.	Resistencia térmica.....	30
3.9.	Proceso de elaboración de cada material.....	33
3.9.1.	Elaboración de lana de roca.....	33
3.9.2.	Elaboración de Poliestireno expandido	34
3.9.3.	Elaboración lana de oveja	35
3.10.	Proceso de instalación de la lana de oveja en paredes.....	36
3.10.1.	Proceso de instalación de aislante térmico con lana de oveja.....	40

3.11.	Evaluación de resultados.....	43
4.	NORMATIVAS Y REGLAMENTACIONES	49
4.1.	Normativas Ecuatorianas.....	49
4.2.	Normativas Internacionales.....	49
5.	RESULTADOS FINALES.....	51
6.	PROYECCIONES.....	52
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
7.1.	Conclusiones.....	53
7.2.	Recomendaciones	54
	REFERENCIAS	55
	ANEXOS	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Formulación del problema de investigación	2
Figura 2 Climograma de la ciudad de Machachi - CLIMATE-DATA.ORG.....	8
Figura 3 Diagrama Temperatura de Machachi - CLIMATE-DATA.ORG	9
Figura 4 Emisiones globales de CO ₂ . Tomado de Global Carbon Project	10
Figura 5 Estructura de lana de oveja.....	14
Figura 6 Lana natural de oveja.....	15
Figura 7 Esquilado Criollo.	18
Figura 8 Esquilado Demaneado.	19
Figura 9 Lana sucia de oveja.	20
Figura 10 Lavado a mano de la lana.	20
Figura 11 Lavado de la lana en agua caliente.....	21
Figura 12 Oveja raza Merino.....	22
Figura 13 Lavado con jabón neutro.....	23
Figura 14 Sal de bórax.....	24
Figura 15 Lana compactada e=5c.....	25
Figura 16 Lana de roca	28
Figura 17 Poliestireno expandido.....	28
Figura 18 Elaboración lana de roca.....	34
Figura 19 Elaboración poliestireno expandido.....	35
Figura 20 Elaboración de lana de oveja	36
Figura 21 Gypsum	37
Figura 22 Modelo proyecto para aislante térmico.....	37
Figura 23 Construcción de proyecto.....	38
Figura 24 Compactadora artesanal de lana	39
Figura 25 Compactar con agua caliente.....	39
Figura 26 Compactación	39
Figura 27 Proceso de instalación lana de oveja	40
Figura 28 Instalación lana de oveja: vista lateral.	41
Figura 29 Lana de oveja en esquinas	41
Figura 30 Pared con aislante y recubrimiento de gypsum	42

Figura 31 Pared con aislante, gypsum, estuco y pintura	42
Figura 32 Resultado de construcción final para proyecto.	43
Figura 33 Toma de temperatura sin aislante térmico.....	44
Figura 34 Toma de medidas de temperatura con aislante térmico instalado. ...	45
Figura 35 Toma de medidas de temperatura con pinza amperimétrica.	46
Figura 36 Temperatura interior con y sin lana de oveja.	46
Figura 37 Comparativo de temperatura exterior e interior con aislante térmico.	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos y características de Lana	11
Tabla 2 Densidad Lana de Roca.....	27
Tabla 3 Conductividad térmica Poliestireno expandido	29
Tabla 4 Comparación materiales.....	30
Tabla 5 Resistencia térmica Lana de oveja.....	31
Tabla 6 Resistencia Poliestireno expandido.....	31
Tabla 7 Resistencia Lana de roca	32
Tabla 8 Cuadro comparativo resistencia térmica.....	32
Tabla 9 Medidas de temperatura exterior e interior con lana de oveja.	47

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En la sierra ecuatoriana, provincia de Pichincha se encuentra el Cantón Mejía con su cabecera cantonal Machachi, una zona fría debido a que se encuentra rodeada de varios volcanes y montañas, como por ejemplo el volcán Pasochoa, Rumiñahui, Cotopaxi, el Corazón, los Illinizas y otros, dando lugar al problema de temperaturas bajas que afectan negativamente al confort de los habitantes en el interior de las viviendas.

A pesar de ser un extenso valle ubicado a cerca de 2900 metros sobre el nivel del mar, está afectado por esta zona montañosa la cual hace de este lugar un sitio con una temperatura baja en relación a los sitios cercanos como los valles de Cumbaya y los chillos, es decir que la temperatura promedio oscila entre los 15°C a lo que se considera una zona templada.

1.2. Formulación del Problema

Debido a los aspectos que se mencionaron en los antecedentes la zona del Cantón Mejía, ubicada en la Sierra ecuatoriana, es una zona mayormente templada que oscila entre 1,5°C hasta los 21,5°C con un promedio de 15°C de temperatura y además llegan vientos de entre 3 a 12 m/s.

El viento que proviene de los volcanes y montañas que se encuentran con sus cumbres llenas de hielo como el volcán Cotopaxi que, a pesar de su distancia, son los causantes de que la temperatura de esta zona sea templada, así como el nevado Corazón entre otros, emanan sus corrientes frías las cuales envuelven este lugar.

Es así como las paredes de viviendas al recibir el impacto de estos vientos fríos hacen que el interior se vea afectado con un descenso de temperatura,

transformando el ambiente interior y disminuyendo el confort térmico para sus habitantes sobretodo en la mañana y al atardecer, las personas que habitan en este Cantón ya están habituadas a este clima y también al cambio repentino de temperatura pero existen muchos casos de resfríos continuos en la población sobre todo en niños y personas de la tercera edad.

Por esta causa las personas que ya tienen una avanzada edad también sufren de molestias causadas por el clima y por este motivo varias de estas personas prefieren vender sus residencias y radicarse en lugares más calientes.

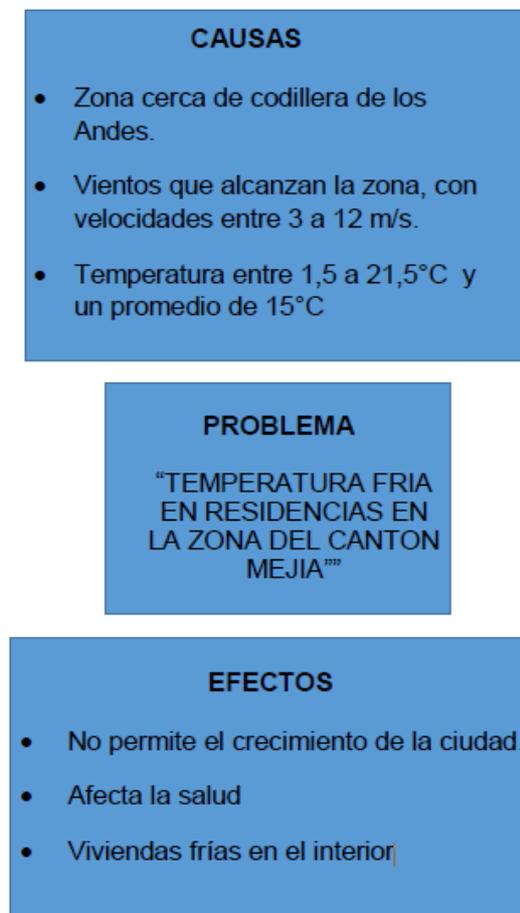


Figura 1 Formulación del problema de investigación

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Elaborar y evaluar un sistema de un aislamiento térmico en paredes de viviendas a base de lana de oveja.

1.3.1.1. Objetivos Específicos

- Definir componentes para realizar una propuesta de aislante térmico en la pared de una vivienda la cual cumpla con las necesidades requeridas.
- Definir las especificaciones técnicas adecuadas del material que se usara para realizar el aislante térmico.
- Crear una muestra de material a base de una placa de lana de oveja compactada, según las especificaciones estudiadas.
- Definir un proceso de instalación del material que se usara como aislante térmico en paredes con el fin de lograr un óptimo funcionamiento.
- Evaluar los resultados mediante cálculos numéricos de la eficacia de la lana de oveja como aislante térmico.

1.4. Alcance

Con la ayuda de lana de oveja, se busca aislar térmicamente las paredes en residencias de tal manera que en el interior de una vivienda se pueda mantener una temperatura agradable para sus habitantes.

Para frenar este problema, se propone instalar un sistema térmico en paredes interiores, utilizando para esto lana de oveja, la cual se puede encontrar en la misma zona.

Al ser un producto natural y sobretodo eficaz, que ha sido incluso utilizado durante siglos por los nómadas mongoles en las paredes de sus yurtas (nota: Yurta es una vivienda utilizada por los nómadas en las estepas de Asia Central, distintos pueblos han usado este tipo de vivienda desde la Edad Media.) como aislante térmico, este producto cuenta con lo necesario para poder conservar una temperatura adecuada en tiempos fríos, permitiendo un mejor confort térmico a los habitantes de esta región.

La lana de oveja es un termorregulador natural porque cuenta con propiedades higroscópicas (nota: Higroscópica es la capacidad de algunas sustancias o materiales de absorber humedad del medio circundante.) , también es transpirable lo cual permite que la vivienda respire ayudando a crear ambientes secos y de esta manera evita daños en materiales interiores y asegurando una temperatura adecuada en la vivienda, este aislante natural es muy duradero, es reciclable y no pone en peligro la salud de las personas ya que su toxicidad es muy baja, tampoco presenta ningún riesgo para la piel, los ojos ni las vías respiratorias, lo que no sucede con otros materiales como por ejemplo la lana de roca y el polistireno expandido ya que estos son considerados como tóxicos debido a que no son naturales.

Lo que se propone con este aislante es conseguir una mejora de la temperatura interior la cual, en las condiciones actuales, sin aislamiento térmico, incomoda a las personas de esa zona.

Este trabajo se concentrará únicamente en paredes de fachadas las cuales son las más afectadas al recibir el impacto directo de los vientos, lo cual ayudará a mantener la temperatura interior más controlada y de esta manera las personas en el interior estarán más cómodas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Confort térmico

El confort térmico se puede definir como la sensación que una persona percibe con respecto a la temperatura dentro de un espacio, para comprender de mejor manera se define los conceptos de aislante térmico, temperatura y transmisión de calor.

2.2. Aislante térmico

Un aislante térmico es un producto o material que se usa en la industria y en el sector de la construcción, el mismo que debe poseer una alta resistencia térmica, permitiendo una mejor ambientación con respecto a la temperatura.

2.3. Temperatura

La temperatura es una propiedad física que representa la cantidad de calor en un objeto, un cuerpo o un ambiente, que se relaciona con el descenso de la temperatura, es decir el frío y con el calor cuando existe mayor temperatura.

2.3.1. Temperatura radiante

Es la temperatura que existe en un lugar o espacio cerrado interno, esta se emite por la radiación de los elementos del entorno.

2.3.2. Temperatura media radiante

Es la que se obtiene con la suma total de las temperaturas de las paredes, el suelo y el techo teniendo en cuenta el ángulo sólido que forman cada una de ellas desde el punto de medición.

2.4. Equilibrio térmico

Es un estado donde se igualan las temperaturas de dos cuerpos con distinta temperatura puesto que los cuerpos no disponen de un calor natural sino de energía, es esta que se traslada de un cuerpo a otro siendo la de mayor que se trasladara a la de menor temperatura.

2.5. Transmisión del calor

Existen tres maneras por las que el calor se transmite de un lugar caliente a un lugar frio, por radiación, por convección y por conducción.

2.5.1. Radiación

Es el paso electromagnético de energía a través del espacio por medio de ondas electromagnéticas invisibles para el ojo humano.

2.5.2. Convección

Es otra manera de transferir el calor, se caracteriza porque se transmite por medio de un gas, liquido o plasma que transporta el calor entre zonas con diferentes temperaturas pero esta se produce únicamente por medio de materiales, la evaporación del agua o fluidos (nota: Fluido es un tipo de medio continuo formado por alguna sustancia entre cuyas moléculas sólo hay una fuerza de atracción débil).

2.5.3. Conducción

Es la transmisión de calor de un cuerpo caliente hacia otro cuerpo con temperatura más baja, lo cual hace que este último aumente su temperatura y pueda alcanzar el equilibrio térmico es decir que ambos objetos tengan la misma temperatura.

2.6. Acciones del sol y del viento

El viento, junto con los rayos solares pueden actuar como agentes transformadores del clima, es así que una vez que los rayos del sol penetran la tierra, empiezan a calentarla, y, en donde el sol recae libremente, el ambiente se torna caliente a diferencia de donde existe la sombra que es donde estará más fresco.

De esta manera el viento al impactar los muros de una edificación va a incidir plenamente en el descenso de la temperatura en el interior de un inmueble.

2.7. Tipos de climas

Un aislante térmico puede ser usado en lugares con diferentes temperaturas y este puede ayudar a mantener una temperatura adecuada, en Ecuador el clima es muy variado, al encontrarse en una zona tórrida y atravesada por la cordillera de los Andes, existen lugares donde el clima es cálido seco, es decir las temperaturas son altas en el día pero disminuyen en la noche, otro tipo de clima es el cálido húmedo, donde la temperatura es moderada y constante pero existen más precipitaciones de lluvia y nubosidad más alta, se encuentra también el clima frío templado, donde a causa de la cordillera de los andes las temperaturas son bajas.

Esta propuesta se enfoca al Cantón Mejía pero puede servir prácticamente a toda la región Sierra, debido al clima que esta región posee, el aislante térmico a base de lana de oveja puede solucionar problemas de confort térmico.

En la figura 2, se indica el climograma de la ciudad de Machachi, donde se observa las precipitaciones durante el año.

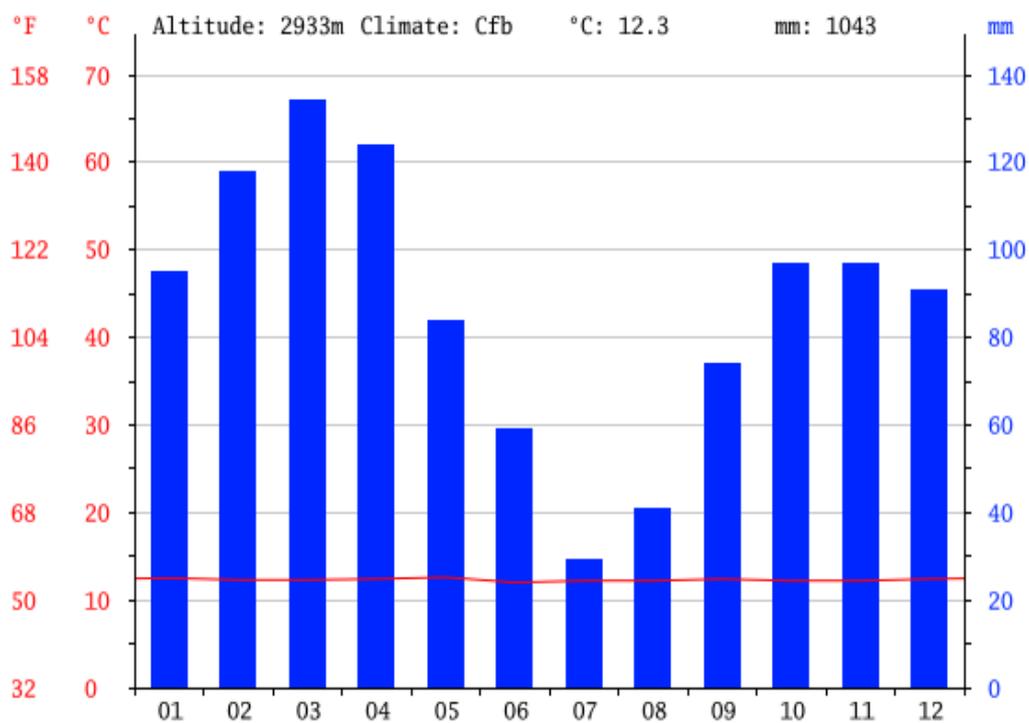


Figura 2 Climograma de la ciudad de Machachi - CLIMATE-DATA.ORG

De lo mostrado en la figura 2, se puede apreciar que la precipitación más baja es en el mes de julio con un promedio de 29 mm y la mayor es en marzo con un promedio de 134 mm. En la figura 3, se indica la temperatura de la misma ciudad.

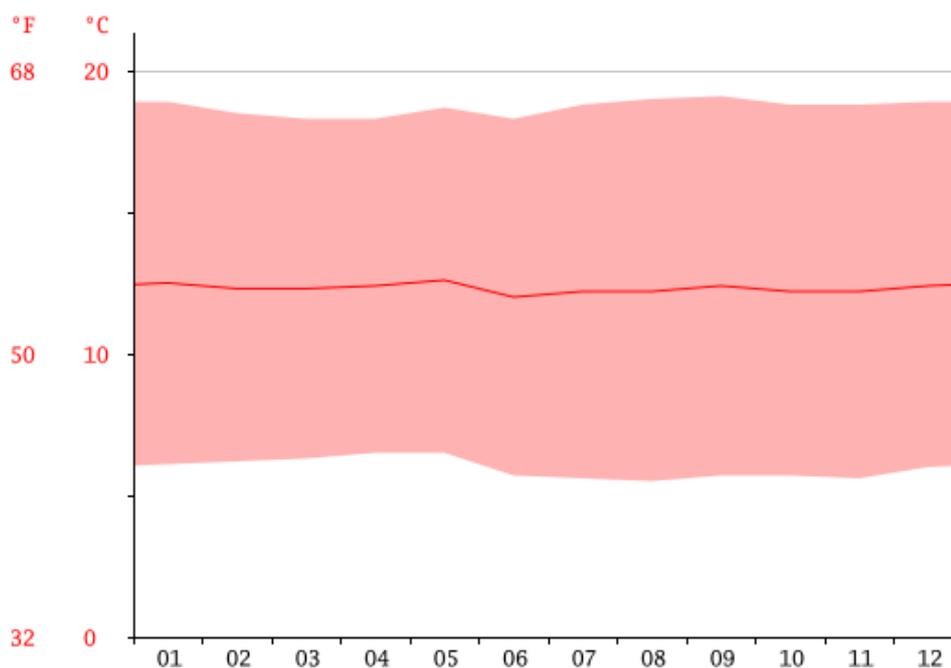


Figura 3 Diagrama Temperatura de Machachi - CLIMATE-DATA.ORG

La información contenida en la figura 3, indica un promedio de la temperatura de la zona que oscila entre los 6 a 19°C, lo que la convierte en una zona templada.

2.8. Sector de la construcción

En este medio existe un impacto ambiental causado por la emisión de CO₂ el cual proviene de industrias que elaboran productos como cerámicas, hierro, madera para puertas, closets y más, así mismo por el consumo energético que esta área requiere para la elaboración de los productos mencionados.

Los gases como el dióxido de carbono que tienen efecto invernadero aumentan la temperatura de la Tierra produciendo impactos negativos, los cuales según datos de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), están batiendo records históricos de contaminación, lo cual afecta el clima de forma global.

Es importante mencionar que el aumento de CO₂ en el planeta crece cada año y justamente dentro del campo de la construcción se puede aportar a la solución

de este problema mediante el uso de nuevos materiales amigables con el medio ambiente y de esta manera aportar al mejoramiento del problema mundial de contaminación. En la figura 4, se puede observar el aumento de CO₂ a nivel mundial desde 1990 hasta el año 2000, donde cada año en promedio se manifiesta un incremento del 1% (giga toneladas). A partir de ese año hasta 2015 se presenta un crecimiento promedio del 3.2% anuales, estos resultados permiten comprender el problema, y conducen a asimilar la necesidad de plantear soluciones dentro de cada actividad humana responsable para de esta manera aportar a la reducción de estas emisiones.

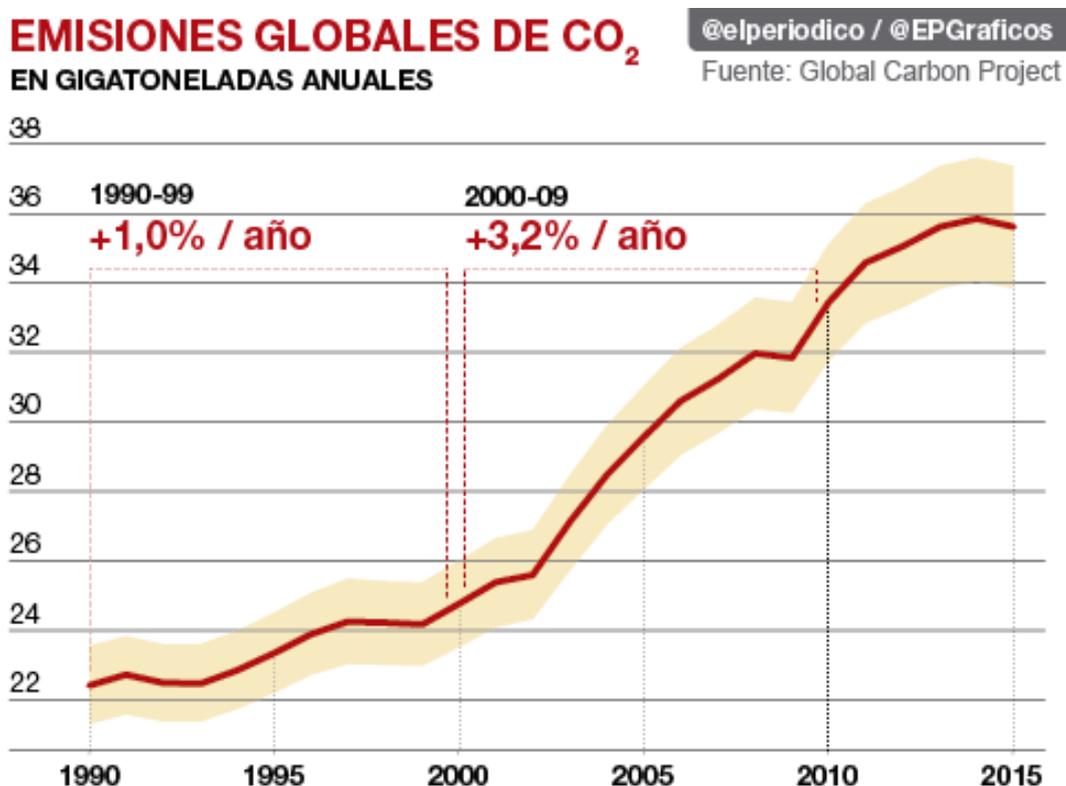


Figura 4 Emisiones globales de CO₂. Tomado de Global Carbon Project

El aumento de CO₂ en el planeta es producido en gran parte por el sector de la construcción (ConTART09, 2009, pág. 1). “El 50% de las emisiones de CO₂ emitidas a la atmósfera tienen su origen en la construcción y uso de los edificios”.

2.9. Lana de oveja

Es una fibra 100% natural que se obtiene tras el proceso de esquilarse un animal, se utiliza para la elaboración de varios productos como guantes, ropa, entre otros productos textiles, este material posee propiedades que hacen que se conserve el calor debido a la propia naturaleza de la fibra de este material.

Existen varios tipos de lana, cada una con características diferentes como se indica en la tabla 1.

Tabla 1 Tipos y características de Lana

Características	L. Finas	L. Entrefinas	L. Bastas
Finura	18-20 micras	28-30 micras	35-40 micras
Longitud	6-8 cm	7-8 cm	8-12 cm
Ondulación	10 cm	4-6 cm	escasa
Rendimiento de lavado	38-42%	42-48%	46-50%

Por otro lado, varios materiales han sido investigados como posibles productos que sirvan como aislantes térmicos en edificaciones, con la finalidad de encontrar nuevos productos que mejoren la eficiencia en una edificación y no sean nocivos con el medio ambiente.

En la actualidad se busca diseñar inmuebles ecológicos, para lo que se recomienda aplicar el ecodiseño (nota: el ecodiseño es diseñar con productos sostenibles que consuman más racionalmente los recursos para ayudar al medio ambiente), lo que está en relación con la salud humana, con esto se busca una producción más sostenible y un consumo más racional de recursos.

Con la aplicación del ecodiseño se pretende reducir el consumo de energía, integrando el medio ambiente con la ayuda de un diseño inteligente, es decir dedicar un mayor tiempo al prediseño de un inmueble y mejorar estrategias de construcción y ampliar el uso de productos amigables con la naturaleza, con el

objetivo de reducir el consumo de agua y de energía, usando a la vez productos locales, renovables y reciclables, como la paja, fibras, piedras y la lana de oveja que, en este caso, se propone como aislante térmico, el mismo que se encuentra en la región.

Debido a que la contaminación ha aumentado a gran escala, en el sector de la construcción la demanda de materiales verdes, sobretodo de productos renovables aislantes está en crecimiento. Por esta razón la lana de oveja es un producto que se está empezando a conocer en la construcción por sus diversas propiedades térmicas, ya no se lo usa solamente en el ámbito textil donde ha demostrado todas sus características al elaborarse prendas a base de este producto, ahora se lo usa también como un excelente aislante térmico en la construcción.

La lana de oveja es muy reconocida por sus propiedades similares a productos como la lana mineral y poliestireno extruido, que son materiales usados en la construcción como aislantes térmicos, sin embargo el uso de estos materiales están vinculados a problemas de salud y ambientales, esto se debe a la manera de fabricación de estos productos, la cual produce vapores tóxicos.

2.10. Características de la lana de oveja

La lana de oveja puede tener un diámetro que varía entre 12 y 120 micras (μm), su longitud puede ser de entre 20 y 350 mm dependiendo su raza y la frecuencia con la que el animal es trasquilado, posee varias propiedades físicas que la hacen adecuada como producto térmico.

2.11. Propiedades físicas de la lana de oveja

2.11.1. Resistencia

Esta propiedad permite a la lana estirarse para que de esta manera la misma se someta a tensiones sin perjudicar sus propiedades térmicas, por ejemplo una fibra de lana de 30 micrones tiene una resistencia a la tracción de 16 gramos

2.11.2. Elasticidad

Gracias a la estructura helicoidal de sus moléculas, las fibras de lana una vez que se estiran pueden regresar a su largo natural.

2.11.3. Higroscopicidad

La lana es una fibra natural que absorbe humedad de la atmosfera en mayor cantidad que el resto de fibras sintéticas. Su estructura se aprecia en la figura 7. Esta puede absorber el vapor de agua en la atmosfera húmeda, pero la pierde en una atmosfera seca. Puede prácticamente absorber hasta un 50% de su peso en agua.

Gracias a esta propiedad este producto es un termorregulador natural gracias a sus propiedades higroscópicas. Cuando aumenta la temperatura exterior, las fibras se calientan, liberan humedad y se enfrían, refrescando el ambiente. Por el contrario, cuando disminuye la temperatura exterior las fibras se enfrían, absorben humedad y se calientan.

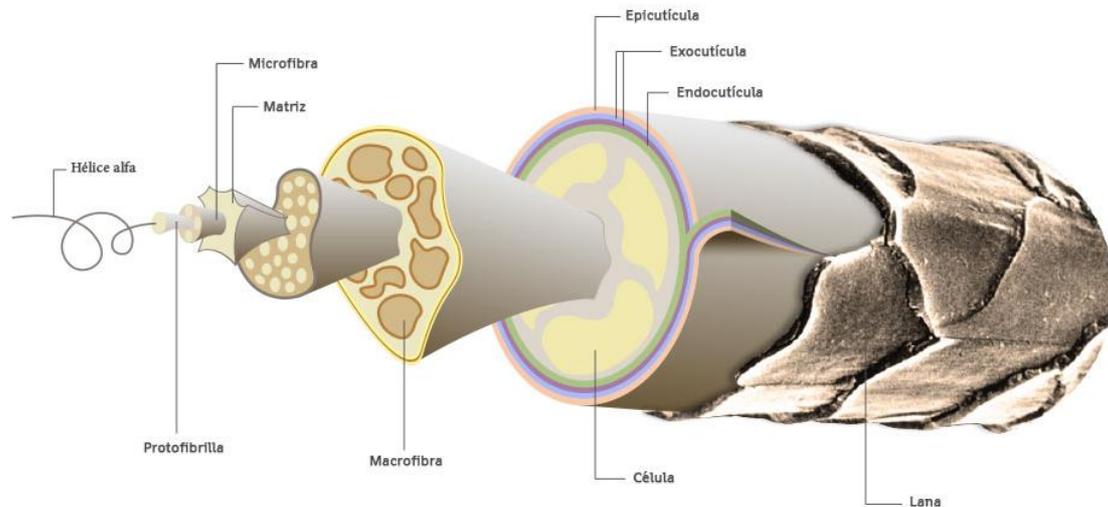


Figura 5 Estructura de lana de oveja.
Tomado de BOINAS LAULHÈRE

2.11.4. Flexibilidad

Esta propiedad permite a la lana doblarse sin riesgo de quebrarse. Gracias a esta propiedad la lana es muy aprovechada en la industria donde se obtienen tejidos muy resistentes.

2.12. Propiedades biológicas de la lana

La lana tiene resistencia a bacterias y también a hongos, pero sobre esta existen manchas negras naturales que es donde los microorganismos pueden atacar si están en una zona húmeda y si se conserva en zonas con humedad y polvo pueden aparecer hongos que podrían destruir la fibra de la lana.

Al ser la lana una proteína, se presenta el riesgo de que pueda convertirse en alimento para ciertos insectos como las larvas de polilla de ropa y los escarabajos de las alfombras los mismos que son los predadores más conocidos de este material.

2.13. Lana natural de oveja como “aislante térmico”

Al ser un producto resistente y un potente regulador natural de la humedad ambiental, es muy útil como aislante térmico a diferencia de la lana de roca o el poliestireno expandido.

Esta es una versión de la lana de roca pero prácticamente 100% natural, ecológica y renovable, que cumple la misma función, pero con mejores resultados.

Por otro lado, la lana natural de oveja (figura 6) no es contaminante y no es perjudicial para la salud de las personas ya que es un producto completamente natural.



Figura 6 Lana natural de oveja.
Tomado de Universo Oveja.

Entre sus principales cualidades posee una densidad que oscila entre 20 a 80 Kg/m³ y un coeficiente de conductividad térmica entre 0,0362 a 0,045 W/m⁰K.

2.13.1. Ventajas

- Es un material resistente.

- Fácil de cortar (uso de tijeras).
- Fácil de instalar ya que se puede colocar en sitios de difícil acceso.
- Muy buena capacidad de regulación higrométrica sin pérdida de sus capacidades aislantes.
- No es irritante como otros materiales, lo cual no produce efectos nocivos para los ojos, la piel y los pulmones.
- Es completamente natural, ecológico y muy estable en el tiempo.
- Es un material elástico y resiliente.
- Es un material totalmente renovable, sostenible y reciclable.
- Posee una resistencia estática, debido a su absorción natural de la humedad del aire.
- Es resistente a la suciedad, debido a que posee baja acumulación de electricidad estática, por lo que no atrae polvo ni pelusas del aire.
- Es un material retardante de fuego.
- Aparte de servir como aislante térmico también posee propiedades acústicas al absorber y reducir los niveles de ruido.

2.13.2. Desventajas

- Puede ser atacado por microorganismos e insectos cuando no se la trata

2.14. Proceso para la obtención de la lana de oveja

Este producto se obtiene de la esquila que una oveja debe tener durante la etapa de su vida, se pueden obtener mantos de diversas medidas, para lo cual la lana debe ser lavada, tratada y posteriormente podrá ser usada como aislante térmico que es lo que se busca en este proyecto.

2.14.1. Esquilar

Se conoce como el proceso de cortar la lana o pelos de algún animal con la ayuda de instrumentos adecuados, también se lo llama trasquilar.

Esta se la puede realizar manualmente con la ayuda de tijeras o mecánicamente con la ayuda de una esquila mecánica la cual puede ser portátil o fija.

Normalmente la oveja debe ser trasquilada por lo menos una vez al año, en otros países debido a que poseen las 4 estaciones, la propia lana del animal empieza por naturaleza a desprenderse en un intento de aclimatarse a la nueva temporada. En Ecuador, al poseer solo 2 estaciones, los animales deben pasar por lo menos una vez cada año por el proceso de esquilamiento.

Si la oveja carga demasiada lana, puede así mismo acumular excrementos, suciedad y partículas que pueden afectar el pelo del animal y atraer a los insectos.

Una vez que se obtiene la lana, está prácticamente sucia, por lo que para obtener un kilo de lana limpia se requiere de 2 kilos de lana sucia o lana no tratada, la lana lavada se puede comprimir para su almacenamiento con una densidad aproximada de 1000 Kg/cm^3 para, de esta manera, ser transportada a donde se requiera.

Las principales técnicas de trasquilado son la criollo o maneado y la estilo australiano o demaneado.

2.14.2. Criollo o maneado

Es el método más usado y tradicional que consiste en atar al animal para proceder al corte de la lana, luego se lo suelta para terminar el proceso de corte en la barriga y hacer el desgarre. (Figura 7)



Figura 7 Esquilado Criollo.
Tomado de Petreraldia.

2.14.3. Demaneado, tally hi o australiano

Esto se lo realiza con el animal suelto, sin sujetarlo para lo que se sienta al animal y la persona que va a cortar se coloca detrás. Para conseguir la lana con seguridad se empieza el corte desde el estómago y se termina en la cabeza del animal. (figura 8)



Figura 8 Esquilado Demaneado.
Tomado de Wikipedia.

2.15. Calidad de la lana

Una oveja produce alrededor de 3 kilos de lana fina o de 2 a 6 kg de lana gruesa cada año dependiendo de su raza, la mejor lana se obtiene de animales de entre 3 a 6 años de edad.

2.16. Lavado de la lana

Una vez que se trasquila la oveja se obtiene una lana por lo general sucia por lo que es indispensable limpiarla, a su vez, de la grasa de la lana se puede extraer la lanolina que es un producto requerido para productos farmacéuticos y cosméticos.



Figura 9 Lana sucia de oveja.

En un proceso de lavado manual, primero se debe colocar la lana en agua caliente para remojarla y de esta manera se desprenda la suciedad del producto, luego se colocará en otro recipiente con agua caliente donde se empieza a lavar con la ayuda de un jabón o detergente biodegradable más sal de bórax para combatir los insectos.



Figura 10 Lavado a mano de la lana.

Hay que tener cuidado con el cambio brusco de temperatura ya que esto podría nuevamente pegar la grasa que va saliendo a la lana. Una vez lavado el material, se escurre y nuevamente se coloca en agua caliente las veces que sean

necesarias hasta obtener el producto limpio y de color más blanco, por último, se lo seca en un lugar limpio y soleado.



Figura 11 Lavado de la lana en agua caliente.

3. METODOLOGÍA

3.1. Componentes para el aislante térmico

Para la elaboración del aislante propuesto, se usó lana de oveja de raza merino, obtenida de la Hacienda Walilowa en Machachi, siendo esta raza una de las más comunes en la región Sierra de nuestro país.



Figura 12 Oveja raza Merino.
Tomado de La Merina Wool 2016.

Una vez trasquilado el animal de la forma criolla, se obtuvo aproximadamente 6 kilos de lana sucia, la cual se sometió a un lavado como se lo explicó anteriormente usando jabón neutro para no dañar la fibra del animal y sal de bórax para protegerlo contra los insectos.



Figura 13 Lavado con jabón neutro

Como resultado del proceso de lavado se obtuvo 3,5 kilos de lana limpia, la cual será compactada para obtener el aislante requerido.

El proceso para el lavado de la lana se lo puede realizar también de forma industrial por medio de una maquina acrílica y por un lavado con detergente biodegradable más agua, esta técnica se la lleva a cabo en países como España, donde este tipo de material es usado para la construcción y existen varias empresas como por ejemplo RMT-NITA, la cual para su lavado industrial indica el consumo que se detalla.

- Energía eléctrica: 1.026 MJ / kg lana "sucia"
- Energía Térmica (Gas Natural): 3,78 MJ / kg lana "sucia"
- Consumo de agua: entre 15 y 20 litros por kg / lana "sucia"
- Consumo de detergente: 0,010 a 0,008 kg / lana "sucia"

Mediante este proceso se optimizaría el lavado a gran escala para volverlo más comercial y rentable.

3.2. Tratamiento de la lana

La lana se compone también de nitrógeno, lo cual la hace resistente al fuego pero en un proceso a gran volumen se debe colocar un tratamiento a base de biosidas que es agua oxigenada en 2% y permetrina en 0,350 ppm/kg o a su vez se puede colocar compuestos minerales como sales de bórax que es un cristal blanco y suave que se puede diluir en el agua y sirve como retardante de fuego.



Figura 14 Sal de bórax

El bórax al ser un material proveniente del ácido bórico, sirve además como quitamanchas natural y veneno para plagas, bacterias e insectos, en este proyecto se usa el bórax mezclado en agua para lavar y dar una protección al producto contra los insectos.

Una vez que se coloca la lana en un gran recipiente con agua caliente se vierte el bórax como un detergente común para poder lavarlo así como se indicó anteriormente en el proceso de lavado de lana.

3.3. Compactación de la lana

Este proceso consiste en compactar la lana obtenida de la oveja una vez tratada para obtener la plancha deseada que servirá como aislante térmico.

Se lo puede realizar con la ayuda de una prensa hidráulica especial para compactar este material y dejarlo a una medida determinada por el fabricante pero en esta propuesta la compactación se realiza de una manera manual, dentro de un molde a base de madera (0,60 x 0,60 x 0,05m), donde se coloca la lana para proceder a esparcir la misma por todo el habitáculo, luego se añade agua caliente y de esta manera el material se sigue compactando mientras se exprime.

Se debe añadir más lana hasta obtener el espesor deseado y por último se coloca un peso hecho a la medida del molde para que mientras se siga exprimiendo también quede compactado y obtener el producto final, que será una plancha de lana con un espesor de aproximadamente 5cm.



Figura 15 Lana compactada $e=5c$.
Tomado de ElAgro 2017.
Nota: e = espesor.

3.4. Propiedades ambientales

La lana es un recurso renovable y demuestra un gran potencial como materia prima para la fabricación de aislamiento térmico, debido a sus propiedades antes mencionadas, es por eso que se lo puede denominar como un bioproducto, además es muy fácil de instalar al ser un material maleable el cual puede ser colocado en lugares de difícil acceso.

3.5. Resistencia a los insectos, polillas y hongos

La lana de oveja está compuesta también por queratina, este compuesto le brinda elasticidad, textura y resistencia al filamento pero también la expone al ataque de insectos por lo que así como se indicó en el apartado 2.11, la lana de oveja presenta queratina en su composición, algo que la vuelve susceptible de ser atacada por insectos que la usan como su alimento.

Para combatir este problema se trata la lana con sal de bórax, que actúa como quitamanchas, además le proporciona una mejor resistencia al fuego y sirve como repelente, manteniendo a los insectos alejados de ella.

3.6. Productos más comunes usados como aislantes térmicos

En Ecuador se encuentran productos como la lana de roca que es de origen mineral y el poliestireno expandido de origen sintético, los cuales se usan como aislantes térmicos en el sector de la construcción, la lana de oveja es natural y podría ser usado como aislante térmico en el campo de la construcción pero como no existe ninguna empresa que elabore y proponga este producto los constructores se inclinan por otros materiales.

A continuación se indica cada uno de estos productos con el fin de hacer una comparación de sus propiedades.

3.6.1. Lana de roca

Es un material fabricado a base de roca volcánica que debido a sus fibras multidireccionales y entrelazadas es principalmente usado como aislante térmico, gracias al aire que guarda entre sus fibras.

Su composición es de 98% de basalto y 2 % de aglutinantes, la piedra que lo compone es sometida a 1600°C para que pueda llegar a su estado líquido, en

este punto se agrega los aditivos necesarios para convertirlo en fibras de donde se fabricaran, paneles, fieltros, mantos etc.

La conductividad térmica se sitúa entre 0,050 y 0,031 W/m⁰K de esta manera sirve como aislante térmico, además es un material resistente al fuego de clase A1 según la clasificación europea la cual indica que es un producto no combustible, sin contribución en grado máximo al fuego, esta indicación se adjunta en el anexo 1.

La siguiente imagen es tomada de la empresa Roycle de España e indica los datos más importantes de su producto, en el anexo 2 se adjunta la ficha completa de lana de roca.

Tabla 2 Densidad Lana de Roca.

Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	m²/paquete	m²/palet
45	1350	600	12,96	207,36
Características Técnicas				
Conductividad (w/m ² K)			0,036	
Resistencia térmica (m ² K/W)			1,25	
Reacción al fuego			A1	

Nota: Tomado de Roycle, 2014

Se deben tomar varias precauciones al momento de instalar este producto debido a que sus componentes pueden afectar a los ojos, la piel y las vías respiratorias.



Figura 16 Lana de roca

La densidad nominal de la lana de roca independientemente del espesor es de 21 Kg/m^3 (ROCKWOOL, 2015), mientras que de la lana de oveja bordea los 15 Kg/m^3 (RMT-NITA, 2016), tomando como muestra la lana en forma de manto.

3.6.2. Poliestireno expandido

Este material es de origen plástico sintético de forma rígida el cual proviene del poliestireno, su composición se basa en una estructura celular rellena de aire y cerrada por lo que se utiliza como aislante acústico y térmico.



Figura 17 Poliestireno expandido.
Tomado de Wikipedia.

Otra de sus características es su resistencia ante la absorción de agua ya que al estar compuesto de una estructura cerrada y llena de aire posee valores de absorción entre 1% a 3% en volumen.

La conductividad térmica es de 0,039 W/m.K, según los estudios realizados por la empresa Roycle de España, quienes producen este tipo de material para su venta dentro y fuera del país. Se adjunta en el anexo 3 la ficha completa de este producto.

Tabla 3 Conductividad térmica Poliestireno expandido

Características Técnicas			
	Espesor (mm)	Valor	Unidad
Conductividad Térmica (λ)	10	0,039	W/mk
	20	0,039	
	30	0,039	
	40	0,039	
	50	0,039	
	60	0,039	
	70	0,039	
	80	0,039	
	90	0,039	
	100	0,039	

Nota: Tomado de Roycle, 2014

La densidad de este material ligero está entre 10 a 30 Kg/m³ (Roycle, S.I, 2015) y es una de sus principales ventajas, el poliestireno expandido se presenta en forma de paneles rígidos a diferencia de la lana de oveja que está en forma de mantos y presenta menos densidad que el material propuesto.

3.7. Comparación entre lana de roca, poliestireno expandido y lana de oveja

Al saber la densidad y conductividad térmica de cada uno de estos materiales, el mejor producto es el que posee valores menores de conductividad, es decir cuanto más bajo sea el valor de λ (conductividad térmica), mejor será el aislamiento térmico del producto y también la densidad debe ser baja para lograr obtener un producto idóneo como aislante térmico.

Tabla 4 Comparación materiales

	Lana de roca	Poliestireno expandido	Lana de oveja
Densidad	21 Kg/m ³	10 a 30 Kg/m ³	20 Kg/m ³
Conductividad Térmica	0,036 W/mk	0,039W/mk	0,036 a 0,045 W/mk

En este estudio es la lana de roca que posee los mejores datos, seguida por el poliestireno expandido y en tercer lugar la lana de oveja, sus valores no varían tanto pero técnicamente es la lana de roca que posee el mejor comportamiento para ser usado como aislante térmico, para poder seguir comparando estos materiales se revisa otros indicadores.

3.8. Resistencia térmica

Este factor se mide de acuerdo al espesor por el coeficiente de conductividad de cada material, al tomar en cuenta que los espesores de estos productos en forma de mantos son similares se toma como base 5 cm de espesor por cada material para una mejor explicación.

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

Ecuación: Resistencia Térmica

R= Resistencia térmica

e= Espesor de la capa

λ = Conductividad térmica del material

Con la ecuación 1 se puede calcular la resistencia de cada material. Como referencia se tomó los datos de la empresa RNT-NITA (2016) donde se indica (tabla 5) el valor de la resistencia térmica de la lana de oveja en un manto de 5 cm.

Tabla 5 Resistencia térmica Lana de oveja

	Plaques Placas		Mantells Mantos		Flocs/ A Granel Flocas / A Granel			
	Gruix Espesor	Nitawool- Kon	Gruix Espesor	Nitawool- Kon	Nitawool-Kon			
Resistencia Térmica	50 mm	1,43 Km/W	50 mm	1,39 Km/W	200 mm	3,50 Km/W	40	0,95
							mm	Km/W
							60	1,42
							mm	Km/W
						80	1,90	
						mm	Km/W	
			100 mm	2,32 Km/W	300 mm	5,26 Km/W	100	2,38
						mm	Km/W	

Nota: Tomado de RM-NITA, 2014

En la tabla 6 se observa el valor de la resistencia térmica de la lana de oveja, en este punto mientras más alto es este valor, el producto será más resistente a los incrementos de temperatura porque la resistencia térmica es la representación de la capacidad de un material al oponerse al flujo del calor, por otro lado se indica el valor de resistencia térmica correspondiente al poliestireno expandido de 5 cm de espesor que es de 1,28 m²K/W según los estudios de la empresa Roycle de España.

Tabla 6 Resistencia Poliestireno expandido

	Esesor (mm)	Valor	Unidad
Resistencia Térmica	10	0,26	m ² K/W
	20	0,51	
	30	0,77	
	40	1,03	
	50	1,28	
	60	1,54	
	70	1,79	
	80	2,05	
	90	2,31	
	100	2,56	

Nota: Tomado de Roycle, 2016

La diferencia que existe entre estos dos materiales es mínima (0,11 m²K/W) y por último el valor de la resistencia de la lana de roca según la empresa Roycle es de 1,25 m²K/W.

Tabla 7 Resistencia Lana de roca

Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	m²/paquete	m²/palet
45	1350	600	12,96	207,36
Características Técnicas				
Conductividad (w/m ² K)			0,036	
Resistencia térmica (m ² K/W)			1,25	
Reacción al fuego			A1	

Nota: Tomado de Roycle, 2016

El producto con mejor resistencia térmica es la lana de oveja, después el poliestireno expandido y por último la lana de roca. La diferencia es poca como se indica en el cuadro.

Tabla 8 Cuadro comparativo resistencia térmica

	Lana de roca	Poliestireno expandido	Lana de oveja
Resistencia Térmica	1,25 m ² K/W	1,28 m ² K/W	1,39 m ² K/W
Diferencia con respecto a la lana de oveja	0,14 m ² K/W	0,11 m ² K/W	Mejor Resistencia Térmica

Por esta razón se debe analizar los aspectos vistos en este proyecto para poder decidir que producto sería el mejor como aislante térmico.

A su vez se puede observar las especificaciones técnicas que un aislante térmico requiere y que la lana de oveja posee, por lo que es un material idóneo para la elaboración de un aislante térmico.

3.9. Proceso de elaboración de cada material

Este es uno de los aspectos a tomar en cuenta ya que no todos los elementos tratados se elaboran de la misma manera, unos contaminan más que otros al momento de ser elaborados y es un punto clave para esta proposición de aislante térmico puesto que la lana de oveja al ser un producto natural no necesita de un tratamiento industrial como los otros productos expuestos y por lo tanto no contamina como los materiales que se analizan.

3.9.1. Elaboración de lana de roca

El proceso para elaborar este material consiste en triturar rocas que luego son vertidas sobre un filtro donde se separan las partículas por su tamaño, luego son procesadas en briquetas y de esta manera se las funde a una temperatura de 1500 °C, lo cual requiere de una considerable cantidad de energía y además este proceso emite CO₂, a continuación se van formando hilos y más tarde mantas que pasan por una aplanadora y nuevamente deben ingresar a un horno para secar el material que se mezcló con agentes aglutinantes para que las fibras comprimidas no pierdan su forma.

Por último, se van cortando las mantas con cuchillas de acero y después con la ayuda de un chorro a base de agua a presión para no generar más polvo, se las divide en mantos más maleables.

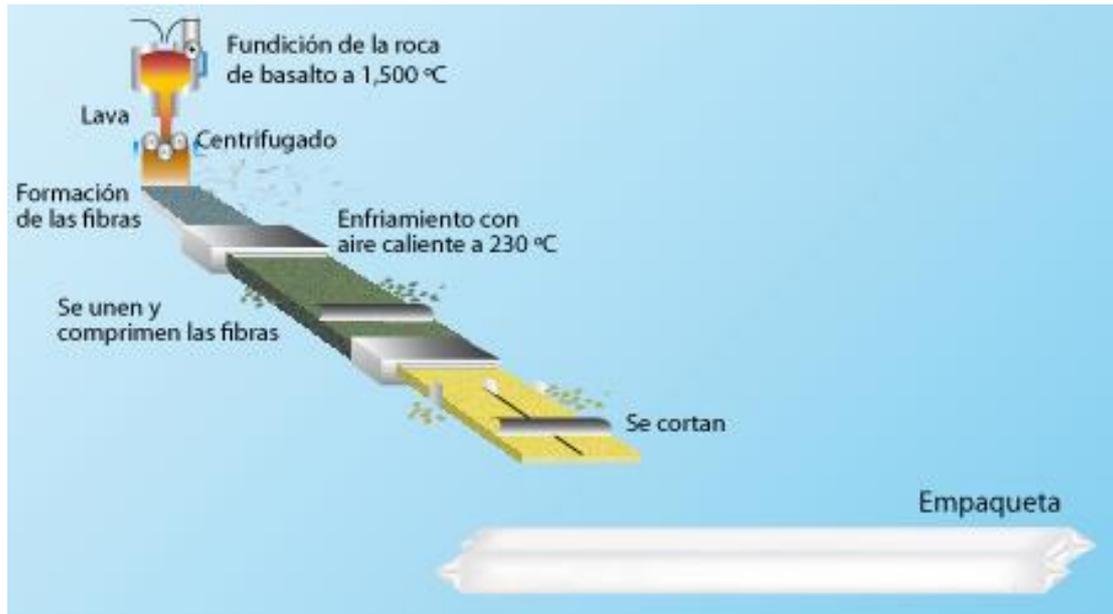


Figura 18 Elaboración lana de roca
Adaptado de HydroEnvironment-México

3.9.2. Elaboración de Poliestireno expandido

Este producto deriva en último término del petróleo, formando una base de plástico en granos que se calienta con vapor de agua en equipos llamados preexpansores a una temperatura promedio de 100 °C, luego el producto se enfría y crea partículas llamadas perlas expandidas con un vacío en su interior, de esta manera estas alcanzan mayor elasticidad.

Por último estas perlas se transportan en moldes para nuevamente ponerlas en contacto con vapor de agua para que se suelden entre sí y de esta manera se obtengan bloques de este material que luego serán transformados en planchas de acuerdo al requerimiento del cliente. Esto requiere de mucha energía y además provocará una nube de vapor, este proceso dura aproximadamente 8 horas y este material no es reciclable.



Figura 19 Elaboración poliestireno expandido.
Tomado de Proceso de fabricación de EPS.

3.9.3. Elaboración lana de oveja

Este producto es natural, no se requiere de tanta energía como los otros productos para llegar a realizar mantos que sean usados como aislantes térmicos, por otro lado, es totalmente reciclable y no es peligroso para la salud de las personas.

La materia prima se extrae de las ovejas que requieren por lo menos de una trasquilada por año por lo que no afecta al ecosistema ni daña los animales, el proceso para obtener mantos con esta lana no contamina demasiado como los productos vistos y ese es un punto favorable para esta proposición de aislante térmico.



Figura 20 Elaboración de lana de oveja

3.10. Proceso de instalación de la lana de oveja en paredes

Una vez que se obtiene la lana de oveja y se la transforma en mantos para su instalación, se procede a colocar en la pared o muro con la seguridad de que la persona quien instala no sufrirá de inhalación lo cual podría afectar sus vías respiratorias, cortes por manipulación o que el producto afecte sus ojos, este material es fácil de instalar y cortar por ser muy maleable.

Para esta proposición se recomienda un recubrimiento con gypsum, el cual es un material muy usado en nuestro país por ser fácil de instalar, resistente y además decorativo.

El gypsum es un material que para la construcción se encuentra en forma de planchas y que está compuesto de yeso, fibras minerales y de vidrio, está tratado a cierta temperatura para que se endurezca, luego es sometido a una compactación y recubierto en sus dos caras por celulosa y otros elementos.



Figura 21 Gypsum

Para su correcta instalación se deben colocar canales de hierro galvanizado donde las planchas de gypsum podrán fijarse con la ayuda de tornillos, una vez instaladas se procede a colocar cinta de papel en las uniones para proceder con la colocación de empaste, luego hay que lijarlo para obtener un acabado de alta calidad y por último se lo pinta.

Para este proyecto se realizó una construcción real con fundición tradicional y bloques de 10 X 40 X 20, con una losa de 8 cm. de espesor para probar la eficacia de la lana de oveja usada como aislante térmico, basada en la Figura 22.



Figura 22 Modelo proyecto para aislante térmico.

Los pasos para realizar la construcción del modelo del proyecto son:

- Elaboración de contrapiso y fundición con hormigón de resistencia convencional de vivienda tipo: 210 Kg/cm²
- Fundición de columnas R= 210 Kg/cm²
- Armado de losa y fundición R= 210 Kg/cm²
- Elaboración de mampostería con mortero y creación de vanos para ventana y puerta.

La construcción se la realizó a una altura de 2,30 metros, en la terraza de una vivienda situada en Machachi, lo cual se indica en la figura 23.



Figura 23 Construcción de proyecto

Una vez que el hormigón este completamente seco y compacto, se procede a la instalación del aislante térmico con lana de oveja.

La lana una vez tratada, se compacta de forma manual en una prensa artesanal (Figura 24) Donde se añade la lana poco a poco, se riega agua caliente y se compacta, nuevamente se añade lana hasta obtener el espesor requerido, se deja compactar y secar, como se indica en la figura 25.

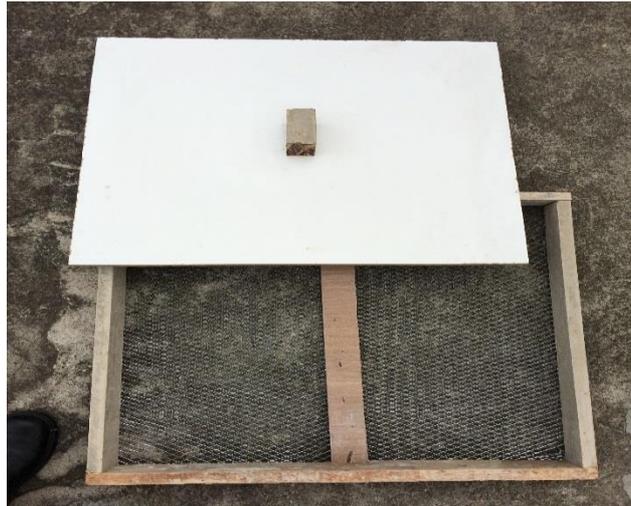


Figura 24 Compactadora artesanal de lana



Figura 25 Compactar con agua caliente



Figura 26 Compactación

Una vez que la lana esta seca y lista para ser usada como aislante térmico, se procede a la instalación de la misma siguiendo un debido proceso. (Figura 26)

3.10.1. Proceso de instalación de aislante térmico con lana de oveja

- Fijar los perfiles metálicos al muro.
- Instalación del aislante en mantos con ayuda de grapas de fijación a la pared.
- Una vez instalada la lana, se verifica que no queden puntos vacíos
- Fijar planchas de gypsum a los perfiles para cubrir el aislante.
- Colocar malla en uniones de gypsum y proceder a estucar.
- Finalmente pintar pared.

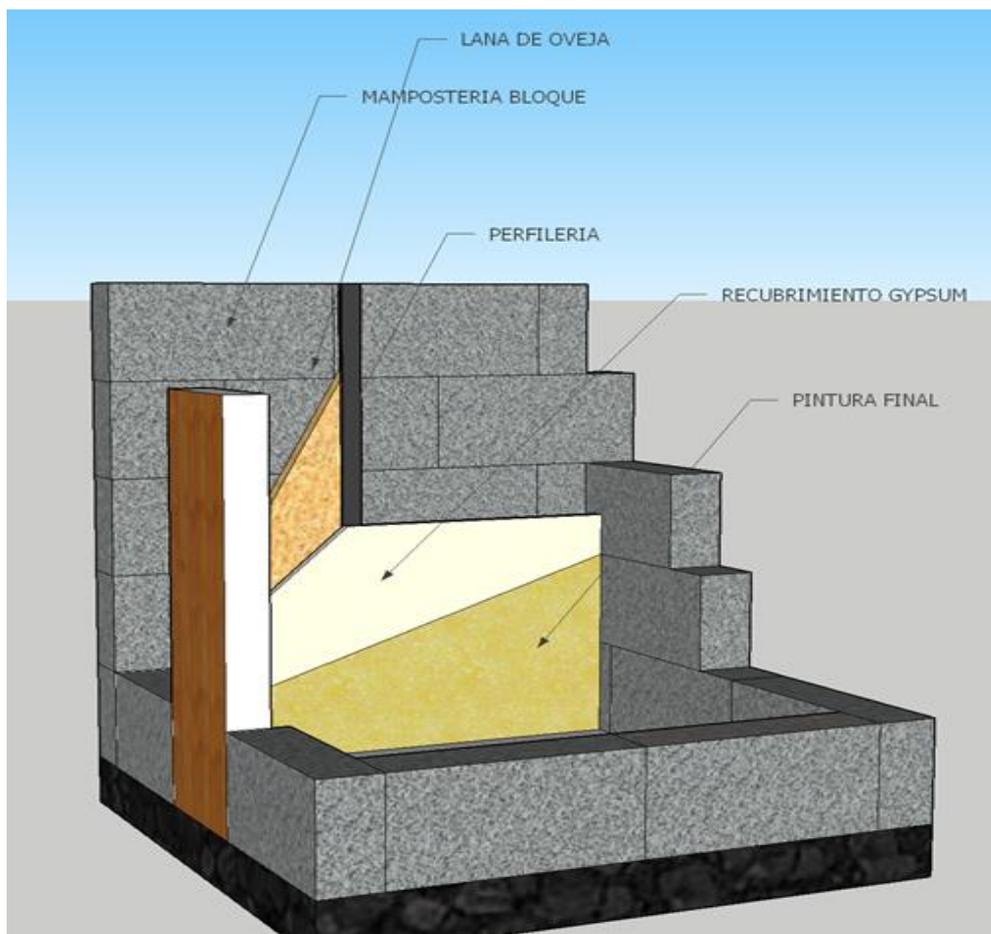


Figura 27 Proceso de instalación lana de oveja



Figura 28 Instalación lana de oveja: vista lateral.

En la construcción real se aprecia en la Figura 29 que la lana se coloca en extremos de difícil acceso con gran facilidad y manualmente.



Figura 29 Lana de oveja en esquinas

De esta manera se instala el aislante térmico evitando dejar puntos vacíos sin lana y se procede a colocar el recubrimiento de gypsum, estuco y pintura final para un mejor aspecto visual interior. (Figura 30)



Figura 30 Pared con aislante y recubrimiento de gypsum



Figura 31 Pared con aislante, gypsum, estuco y pintura

Finalmente en la imagen anterior (Figura 31), se observa las paredes recubiertas de gypsum, el cual cubre todos los mantos de lana de oveja y no deja notar el aislante. El resultado de la construcción para este proyecto se indica en la Figura 31 y en el anexo 4 se adjunta fotos de la evolución de esta construcción.

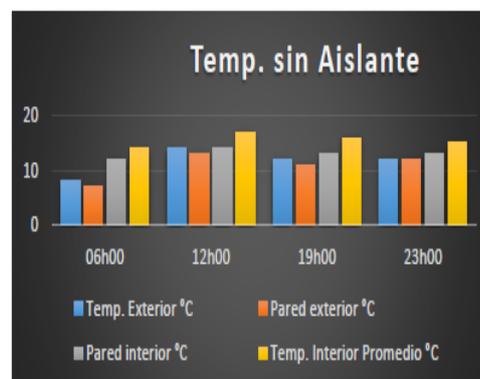


Figura 32 Resultado de construcción final para proyecto.

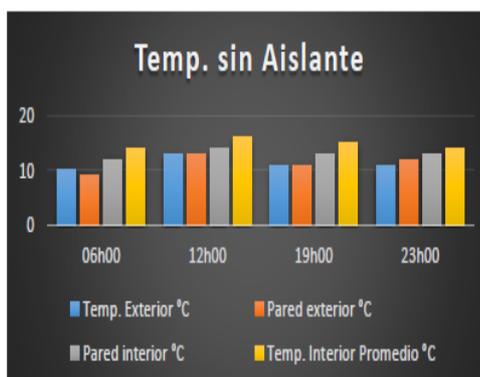
3.11. Evaluación de resultados

Para comprobar la eficacia de este producto, se tomó varias medidas de temperatura sin el aislante y con el aislante instalado, de esta manera se constató la funcionalidad del aislante térmico con lana de oveja, los resultados obtenidos se muestran en los siguientes cuadros.

Día 1				
SIN LANA	Temp. Exterior °C	Pared exterior °C	Pared interior °C	Temp. Interior Promedio °C
06h00	8	7	12	14
12h00	14	13	14	17
19h00	12	11	13	16
23h00	12	12	13	15



Día 2				
SIN LANA	Temp. Exterior °C	Pared exterior °C	Pared interior °C	Temp. Interior Promedio °C
06h00	10	9	12	14
12h00	13	13	14	16
19h00	11	11	13	15
23h00	11	12	13	14



Día 3				
SIN LANA	Temp. Exterior °C	Pared exterior °C	Pared interior °C	Temp. Interior Promedio °C
06h00	10	10	12	14
12h00	16	15	17	18
19h00	12	12	13	15
23h00	12	11	13	14

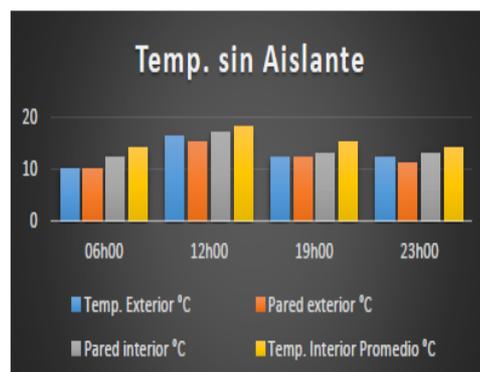
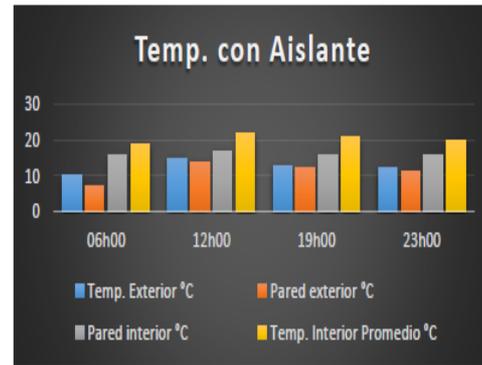
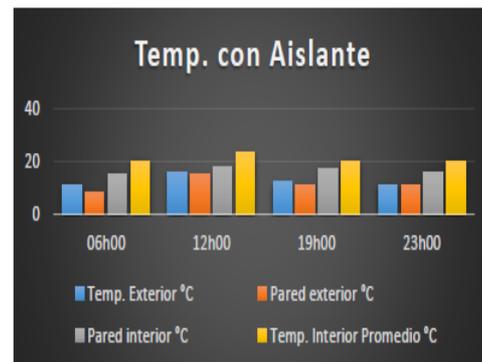


Figura 33 Toma de temperatura sin aislante térmico.

Día 1				
CON LANA	Temp. Exterior °C	Pared exterior °C	Pared interior °C	Temp. Interior Promedio °C
06h00	10	7	16	19
12h00	15	14	17	22
19h00	13	12	16	21
23h00	12	11	16	20



Día 2				
CON LANA	Temp. Exterior °C	Pared exterior °C	Pared interior °C	Temp. Interior Promedio °C
06h00	11	8	15	20
12h00	16	15	18	23
19h00	12	11	17	20
23h00	11	11	16	20



Día 3				
CON LANA	Temp. Exterior °C	Pared exterior °C	Pared interior °C	Temp. Interior Promedio °C
06h00	8	7	15	19
12h00	16	15	18	22
19h00	10	9	16	21
23h00	12	11	16	21

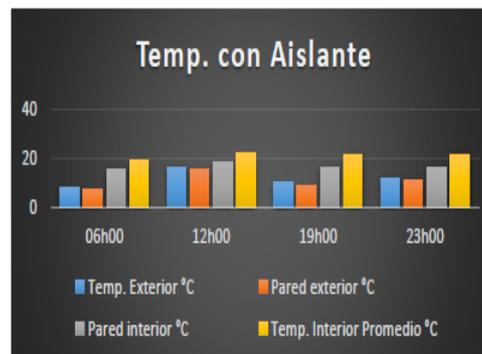


Figura 34 Toma de medidas de temperatura con aislante térmico instalado.

Las medidas fueron tomadas a diversas horas del día, con la ayuda de una pinza amperimétrica que mide también la temperatura como se indica en la Figura 34.



Figura 35 Toma de medidas de temperatura con pinza amperimétrica.

Se constata que sin aislante térmico la temperatura interior promedio es de 15°centígrados, mientras que con el aislante instalado la temperatura promedio es de 20° centígrados, lo que hace de este producto a base de lana de oveja un aislante que sirve para dar un mejor confort térmico en viviendas y a su vez cumple la función que este proyecto propone, como se indica en la figura 36 donde se observa de mejor manera la diferencia de temperatura en el interior de una vivienda con y sin aislante térmico a base del producto propuesto con lana de oveja.

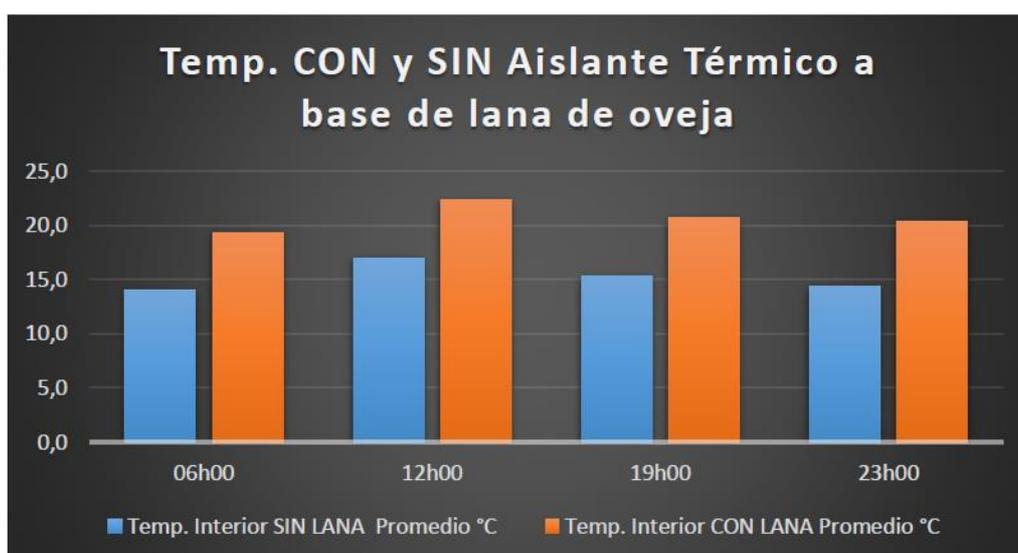


Figura 36 Temperatura interior con y sin lana de oveja.

También se puede observar en la figura 36 la variación que existe de temperatura entre el exterior y el interior con aislante natural de lana de oveja, la temperatura exterior se midió a medio día durante 12 días para constatar que el producto es efectivo y que mantiene una temperatura casi constante en el interior de la vivienda a pesar de la variación de temperatura en el exterior.

Tabla 9 Medidas de temperatura exterior e interior con lana de oveja.

Días medidos (12 pm)	Temp. Exterior promedio °C	Temp. Interior Promedio CON LANA en °C
1	17,0	19,2
2	15,0	18,7
3	18,0	20,1
4	21,0	20,3
5	20,0	20,8
6	20,0	20,6
7	17,0	19,0
8	16,0	19,2
9	16,0	18,9
10	12,0	19,0
11	14,0	20,0
12	15,0	19,8

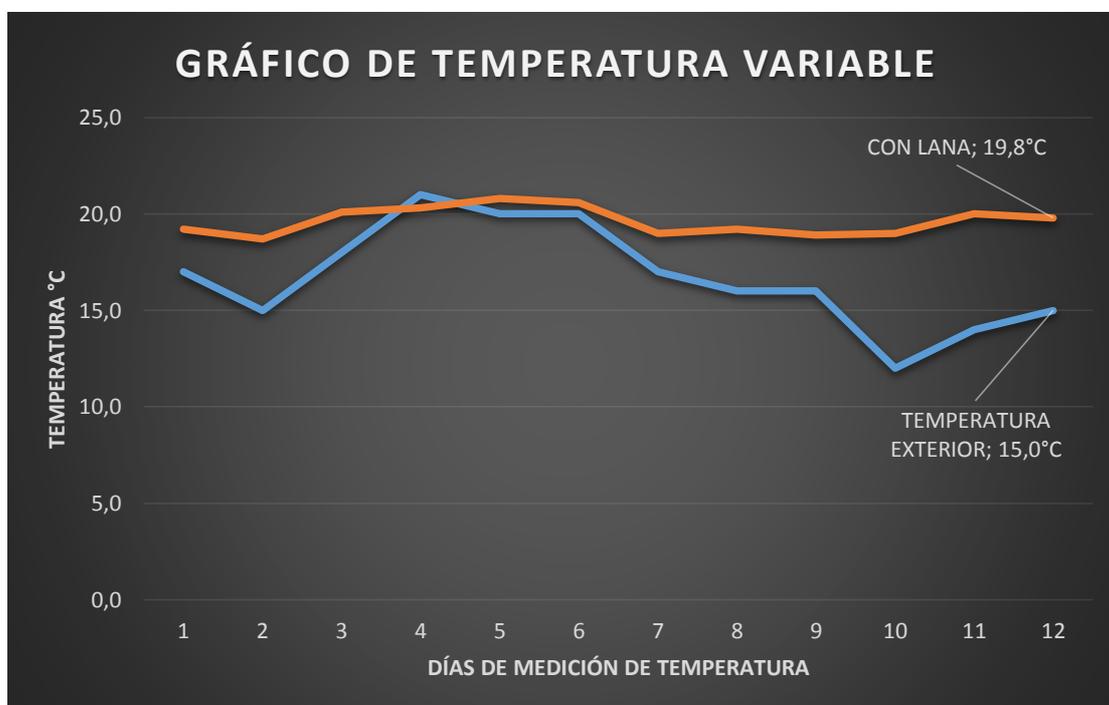


Figura 37 Comparativo de temperatura exterior e interior con aislante térmico.

En la figura 37 señala con una línea anaranjada la temperatura que se mantiene en un rango moderado durante los días medidos, la línea celeste muestra el cambio de temperatura en el exterior pero a pesar de estos cambios, la temperatura en el interior de una vivienda con aislante térmico a base de lana de oveja se mantiene y cumple su función de mantener un confort térmico interior.

4. NORMATIVAS Y REGLAMENTACIONES

4.1. Normativas Ecuatorianas

En las Normas de Arquitectura y Urbanismo de Quito, no existe ninguna normativa sobre aislantes térmicos, solo se menciona algo sobre este tema en el capítulo de cubiertas verdes, "Aislamiento térmico: La cubierta verde es un método adicional de aislamiento térmico". Esto se encuentra en la página 34 de las Normas de Arquitectura en beneficios de las cubiertas verdes y en anexo 5 de este trabajo.

En todo caso para esta proposición de aislante térmico en paredes residenciales no se encontró norma alguna que regule o exija algún tipo de procedimiento a seguir, pero en otros países si existen normas que veremos a continuación.

4.2. Normativas Internacionales

La lana de oveja como aislante térmico es usada en países como España, Chile, Colombia, China y otros, donde si existen varias regulaciones.

En España existe la empresa Wool4Build, quienes después de varios ensayos con lana de oveja, cumple con las siguientes normativas a nivel internacional:

- ISO 10456:2007 Conductividad térmica
- EN 12667:2001 Resistencia térmica
- ISO 3998:1977 Resistencia contra insectos
- EN 13501-1:2007+A1:2009 Clasificación contra el fuego

En el anexo 6, se adjunta la ficha de datos técnicos de esta empresa.

En Chile la aislación térmica esta normada por el Manual de aplicación Reglamentación Térmica, en la Ordenanza general de urbanismo, Artículo 4.1.10 del Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile, donde se indica las alternativas para cumplir las exigencias térmicas en viviendas, se lo adjunta en el anexo 7.

5. RESULTADOS FINALES

Una vez que se analizó la lana de roca, poliestireno expandido y lana de oveja como materiales que sirven como aislantes térmicos, se observa mucha similitud entre sus características, sin embargo se debe recalcar que la lana de oveja tiene una propiedad muy importante la cual es que posee una capacidad mayor de absorción de la humedad (higroscópica), además de ser un producto natural y renovable puesto que las ovejas se encuentran en toda la Sierra ecuatoriana, por esta razón esta propuesta es viable y dependerá que el constructor mire el aspecto ecológico, es decir, opte por usar productos bio como la lana de oveja y así contribuir con el ambiente que cada día se va deteriorando a causa de las emisiones de CO₂.

Se debe tomar en cuenta el proceso de fabricación ya que en este punto es donde se determina la contaminación de cada material, hay materiales que en el proceso de elaboración contaminan más que otros, en el caso de la elaboración del aislante a base de lana de oveja, este se puede realizar artesanalmente es decir, el trasquilado manual, lavado manual de la lana, compactación con ayuda de agua caliente y secado natural o a su vez se puede realizar un proceso industrializado para producción de mayor volumen como las empresas que se mencionó anteriormente que son RM-NITA y Wool4Build, empresas españolas que producen este material para la construcción y no contaminan a gran escala como sus productos similares, por lo que se registra un ahorro en los impactos ambientales al usar un producto natural.

6. PROYECCIONES

Esta propuesta se pone a consideración de los constructores que generalmente no utilizan este material pero que podrían usarlo y a la vez contribuir al cuidado del medio ambiente.

Este material natural resistente al fuego, convertido en placas de color de la misma lana, tratada con sal de bórax para combatir los insectos y en dimensiones similares a las placas de lana de roca (250 cm x 0,60 cm x 0,05 cm) es un material totalmente renovable y sobretodo que se encuentra en este país.

Se puede también diseñar de forma industrial, es decir puede ser acogido como una estrategia de venta al producirse en grandes volúmenes para clientes potenciales interesados en este tipo de aislante natural.

En el desarrollo de esta propuesta se notó una carencia de normas en nuestro país sobre este tipo de aislante, por lo que se debe empezar a desarrollar normas sobre este tema que contribuyan y promuevan el uso de aislantes naturales.

Se proyecta presentar este material a constructores de la sierra ecuatoriana sobre todo en lugares donde el clima requiera del uso de aislantes térmicos para comodidad de las personas, y que el gobierno considere este material para uso en la construcción puesto que es un producto local y natural.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Después de realizar este proyecto y al compararlo con productos similares que sirven como aislantes térmicos, se concluye que la propuesta de aislante natural con lana de oveja es posible ya que posee propiedades únicas además de ser un producto que lo encontramos en la sierra del Ecuador.

Los componentes para la elaboración de este aislante a base de lana de oveja están considerados en los puntos 3.1 y 3.2 donde se los define y de esta manera es posible la elaboración de este producto.

Las especificaciones más importantes se las define en los puntos 3.7 y 3.8 donde se compara sus propiedades con materiales similares que sirven como aislantes térmicos y además en el punto 3.9 se considera su elaboración, que es donde este producto se diferencia debido a que no produce contaminación como sus productos similares, por ser natural y además renovable que son puntos muy importantes a considerar.

Se creó una muestra de lana compactada para este proyecto la cual se instaló en la construcción realizada como se indica en la figura 27, la misma que es muy fácil de instalar incluso en lugares de difícil acceso o esquinas como muestra la figura 26. El proceso para compactar la lana de forma manual se lo indica en el punto 3.3 y en el punto 3.10 se puede observar imágenes de la compactadora manual que se usó para llegar a este objetivo.

La definición para un proceso de instalación del material se lo indica en el punto 3.10.1 donde se observa la colocación de este material en un modelo de proyecto realizado a base de una construcción tradicional para obtener resultados con mayor precisión y de esta manera dar a conocer que este producto si es apto para ser usado como aislante térmico.

La eficacia de la lana de oveja como aislante térmico en paredes se demuestra en el punto 3.11 donde se realizaron mediciones durante varios días para constatar su eficiencia, el gráfico 4 indica de mejor manera la variación que existe de temperatura interior dentro de una vivienda sin el aislante de lana de oveja y con el aislante instalado y de esta manera queda comprobada su eficacia.

7.2. Recomendaciones

En este proyecto se recomienda para la compactación de la lana, usar materiales más pesados y que no absorban el agua, ya que al usar madera como en este trabajo se presentó problemas al compactar la lana, esto debido al proceso artesanal que se hizo pero en un proceso industrial se debe usar una prensa que facilitara todo el trabajo de compactación.

Se debe tomar en cuenta el espesor que se requiere para el manto de aislante porque en este trabajo se realizó un manto de aproximadamente 5 centímetros y al momento de realizar la compactación con ayuda de agua caliente tomo mucho tiempo en que el producto se seque y llegue a compactarse, para esto se deben tomar medidas para ahorrar tiempo de secado del producto.

En otros países ya se usa este producto y se promueve su aplicación, en nuestro país estamos evolucionando y por ende, se espera que los constructores opten por este nuevo aislante natural que como se ha demostrado puede reemplazar a los aislantes convencionales debido a sus características eco amigables y su fácil instalación las cuales hacen la diferencia frente a los otros productos.

REFERENCIAS

- AENOR. (1 de septiembre de 2008). *Aislamiento Térmico para construcciones*. Recuperado el 5 de junio de 2017, de https://www.aenor.es:https://www.aenor.es/documentos/certificacion/folletos/w_348_aislamiento_termico.pdf
- ConTART09. (14 de febrero de 2009). *Sostenibilidad y Medio Ambiente*. Recuperado el 4 de junio de 2017, de <https://upcommons.upc.edu:https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/11004/ponencia-marco-sostenibilidad.pdf>
- Diamant, R. (1967). *Aislamiento Térmico y Acústico de Edificios* (1a ed.). Madrid, España: Blume.
- Discovery. (19 de enero de 2013). *Así se hace la roca de Lana aislante*. Recuperado el 3 de junio de 2017, de <https://www.youtube.com:https://www.youtube.com/watch?v=N3AgixGuK-U>
- EPS. (1 de junio de 2010). *Proceso de fabricación del EPS (Poliestireno expandido)*. Recuperado el 4 de junio de 2017, de <https://www.youtube.com:https://www.youtube.com/watch?v=KxppxOsk6C8>
- Fernández, J. (2011). *Eficiencia energética en los Edificios* (1a ed.). Madrid, España: Editor Antonio Madrid Vicente.
- Jutglar, L., & Galan, M. (2014). *Termotecnia* (1a ed.). México, México: Alfaomega.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (19 de agosto de 2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción*. Recuperado el 25 de junio de 2017, de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec:http://www.habitatyvivienda.gob.ec/norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- Ministerio de Vivienda. (17 de marzo de 2006). *Código Técnico de Edificación*. Recuperado el 25 de junio de 2017, de http://www.cepcos.es:http://www.cepcos.es/noticia.asp?id_rep=1836&t=13

- Ministerio del Ambiente. (31 de marzo de 2003). *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente*. Recuperado el 25 de junio de 2017, de <http://www.ambiente.gob.ec>: <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/06/Texto-Unificado-de-Legislacion-Secundaria-del-Ministerio-del-Ambiente.pdf>
- RMT-NITA. (15 de enero de 2016). *Recuperación de Materiales Textiles*. Recuperado el 5 de junio de 2017, de <https://rmt-nita.es/>: <https://rmt-nita.es/>
- Rougeron, C. (1977). *Aislamiento acústico y térmico en la construcción* (1a ed.). Barcelona, España: Técnicos Asociados.
- Roycle, S.I. (30 de marzo de 2015). *Aislamientos*. Recuperado el 5 de junio de 2017, de <https://www.roycle.com>: <https://www.roycle.com/construccion/aislamientos>
- Villasante, E. (1995). *Mampostería y Construcción* (1a ed.). México, México: Trillas S.A.
- Wool4build. (31 de enero de 2016). *Aislante natural de lana de oveja*. Recuperado el 5 de junio de 2017, de <http://www.wool4build.com/>: <http://www.wool4build.com/>

ANEXOS

Anexo 1 Clasificación de productos constructivos frente al fuego



COLEGIO OFICIAL DE ARQUITECTOS DE CANARIAS
Demarcación de Tenerife, La Gomera y El Hierro

Clasificación de materiales según reacción y resistencia al fuego

CLASIFICACIÓN DE LOS PRODUCTOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DE LOS ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS EN FUNCIÓN DE SUS PROPIEDADES DE REACCIÓN Y DE RESISTENCIA FRENTE AL FUEGO

NBE-CPI/96 UNE 23.727:1990 1R

M0, M1, M2, M3, M4

CTE R.D. 312/2005

A1, A2, B, C, D, E, F

+

SUBÍNDICES: s (smoke), d (drop)

+

SUBÍNDICES APLICACIÓN FINAL

(paredes y techos sin subíndice, suelos FL (floor), productos lineales para aislamientos de tuberías L (line))



CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN SEGÚN SU REACCIÓN AL FUEGO SEGÚN
R.D. 312/2005 Y LA UNE-EN 13501-1:2002

CTE R.D. 312/2005			
Clasifica los productos de la construcción y los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia al fuego, según R.D. 312/2005, transposición en España de la Directiva 89/106/CEE sobre Productos de la Construcción, que se concreta en las siguientes normas:			
- UNE-EN 13501-1: 2002 "Clasificación de la reacción al fuego de los materiales de construcción" para los materiales.			
- UNE-EN 13501-2: 2002 "Clasificación de resistencia al fuego de elementos de construcción, excepto cubiertas y sistemas y servicios de ventilación" para los elementos y productos de la construcción.			
Clasificación	DEFINICIÓN	Clasificaciones adicionales de carácter obligatorio en la mayoría de clases:	
		opacidad de los humos, "s" (*) (smoke)	caída de gotas o partículas inflamadas, "d" (drop)
A1	No Combustible. Sin contribución en grado máximo al fuego	s1: baja	d0: nula
A2	No Combustible. Sin contribución en grado menor al fuego		
B	Combustible. Contribución muy limitada al fuego		
C	Combustible. Contribución limitada al fuego	s2: media	d1: media
D	Combustible. Contribución media al fuego		
E	Combustible. Contribución alta al fuego	s3: alta opacidad de humos	d2: alta caída de gotas o partículas inflamadas.
F	Sin clasificar		

(*) (incorpora los conceptos de velocidad de propagación y producción total de humos).

Anexo 2 Ficha técnica de lana de roca, empresa Roycle – España



P.I. Polysol c/Polysol Cuatro 7 CIF: B41286212
Alcalá de Guadaíra CP: 41500
Tfn: 954 10 04 61 Fax: 954 10 04 62 roycle@roycle.com

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO
URSA TERRA (LANA DE ROCA)

Roycle S.L. B41286212
P.I. Polysol c/Polysol Cuatro 7
Alcalá de Guadaíra CP: 41500
Tfn: 954 10 04 61 Fax: 954 10 04 62
roycle@roycle.com

Espesor (mm)	Largo (mm)	Ancho (mm)	m ² /paquete	m ² /palet
45	1350	600	12,96	207,36

Características técnicas	
Conductividad (w/m ² K)	0,036
Resistencia térmica (m ² K/W)	1,25
Reacción al fuego	A1



CIF: B-41286212
P.I. POLYSOL C/ POLYSOL CUATRO, 7
41500 ALCALÁ DE GUADAÍRA (Sevilla)
TELF: 954 10 04 61 FAX: 954 10 04 62

Alcalá de Guadaira a 2 de Enero de 2015

Anexo 3 Ficha técnica de panel de Poliestireno expandido.

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO PANEL AISLANTE DE POLIESTIRENO EXPANDIDO D15

Roycle S.L. B41286212 P.I. Polysol c/Polysol Cuatro 7 Alcalá de Guadaíra CP: 41500 Tfn: 954 10 04 61 Fax: 954 10 04 62 roycle@roycle.com	
--	--

Dimensiones			
Largo	Ancho	Espesor	uds/pq
2000	1000 1200	10	60
		20	30
		30	20
		40	15
		50	12
		60	10
		70	8
		80	7
		90	7
		100	6



Placa de Poliestireno Expandido (EPS)
para aplicación como aislante Térmico

Características Técnicas

Conductividad Térmica (λ)	Espesor (mm)	Valor	Unidad
		10	0,039
	20	0,039	
	30	0,039	
	40	0,039	
	50	0,039	
	60	0,039	
	70	0,039	
	80	0,039	
	90	0,039	
	100	0,039	

Resistencia Térmica	Espesor (mm)	Valor	Unidad
		10	0,26
	20	0,51	
	30	0,77	
	40	1,03	
	50	1,28	
	60	1,54	
	70	1,79	
	80	2,05	
	90	2,31	
	100	2,56	

Código de tolerancias dimensionales	T1-L1-W1-S1-P3	EPS-EN13163
Estabilidad dimensional	DS(N)5, DS(70,90)	EPS-EN13163
Reaccion al Fuego	E	Euroclases



CIF: B-41286212
 P.I. POLYSOL. C/ POLYSOL CUATRO, 7
 41500 ALCALÁ DE GUADAÍRA (Sevilla)
 TELF: 954 10 04 61 FAX: 954 10 04 62

Alcalá de Guadaíra a 2 de Enero de 2014

Anexo 4 Construcción tradicional para proyecto.



Anexo 5 Normativa ecuatoriana – Aislante térmico

 <p>Your complimentary use period has ended. Thank you for using PDF Complete.</p> <p>Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features</p>	ANEXO 2 DEL LIBRO INNUMERADO "DEL RÉGIMEN DEL SUELO EN EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO"	CODIGO RT - AU ANEXO 2
	METROPOLITANO	REGLAS TÉCNICAS DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

al desgaste físico, químico y biológico a los que están sometidos. Las variaciones de temperatura, la radiación UV y la incidencia del ozono son parte de estas presiones, que resultan en fatiga del material, encogimientos, resquebrajamiento y filtraciones. Las cubiertas verdes proveen impermeabilización y reducen la variación de la temperatura a través de la capa vegetal.

- o Barrera contra ruidos: La reflexión del sonido se reduce hasta en 3dB y mejora el aislamiento sónico en hasta 8dB, lo que puede marcar una gran diferencia para la población asentada cerca de aeropuertos, discotecas o parques industriales. Además, las ondas electromagnéticas pueden ser interceptadas efectivamente por la capa vegetal.
- o **Aislamiento térmico:** La cubierta verde es un método adicional de aislamiento térmico. Reduce el consumo de energía para climatizar el interior de los edificios de 1 a 2 lt/m² de petróleo, según sea el sistema principal de aislamiento utilizado, optimizando la climatización interna de un edificio hasta en un 26% tanto en el verano como en el invierno.
- o Protección del calor: En periodos de calor, las cubiertas verdes pueden reducir la temperatura interior a través de la transpiración. El microclima de un apartamento techado con cubierta verde es similar al de uno ubicado en planta baja.
- o Optimización de uso del espacio: Las cubiertas verdes ofrecen amplias posibilidades de uso del espacio: hábitat para plantas e insectos, jardines ornamentales, cubiertas cafés y áreas deportivas. Si los requerimientos técnicos y constructivos del edificio lo permiten, las posibilidades para el paisajismo son prácticamente ilimitadas. La perspectiva, aire fresco y privacidad que ofrecen estas cubiertas incrementan la plusvalía del inmueble.
- o Son componentes claves para lograr la autosustentabilidad de un edificio.

• Tipos de cubiertas verdes.-

Dos opciones de uso de las cubiertas vegetadas son: los jardines de diseño paisajista para la recreación de los habitantes de un edificio y la creación de un hábitat no perturbado para flora y fauna en zonas urbanas. Ambas proveen una amplia gama de beneficios públicos y privados. La decisión sobre el tipo de cubierta que se instalará debe ser parte de un estudio muy temprano de la planificación. Por lo demás, la capacidad de carga, el mantenimiento, la selección de plantas, sustratos y presupuesto de inversión corresponden al tipo elegido.

- Las cubiertas verdes, según su tipo pueden ser:

Elaborado por	Revisado por:	Fecha:
Dirección Metropolitana de Gestión del Suelo y el Espacio Público	Arq. Cristián Córdova Cordero Secretario de Territorio, Hábitat y Vivienda	Septiembre, 2011

Anexo 6 Datos técnicos lana de oveja – Wool4Build - España



WOOL4BUILD®

EL AISLANTE TÉRMICO Y ACÚSTICO DE LANA DE OVEJA

Gracias a las propiedades de la lana natural, WOOL4BUILD® es un excelente aislante térmico capaz de favorecer y mejorar el confort y el bienestar térmico en nuestros hogares.

WOOL4BUILD® tiene un excelente comportamiento como aislante acústico y es especialmente eficaz para soluciones en reformas y aislamiento por el interior.

WOOL4BUILD® es un material completamente reciclable y un óptimo regulador de la humedad ambiental gracias a la capacidad higroscópica de la lana natural.

Los productos WOOL4BUILD® están preparados para preservarlos de los ataques de insectos como la *Tineola bisselliella*.

WOOL4BUILD®, es un material fabricado con lana reciclada y que puede ser a su vez recuperada en los procesos de demolición o rehabilitación de los edificios. Además, para la fabricación de los productos WOOL4BUILD® se utiliza un 75% menos de la energía utilizada para otros materiales de origen mineral y se reducen en un 85 % las emisiones de CO₂.

DATOS TÉCNICOS		COMFORT	PREMIUM
DENSIDAD		20 Kg/m ³	30 Kg/m ³
ESPESOR		40 mm	50 mm
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	ISO 10456:2007	0.0362 (W/m·K)	0.0330 (W/m·K)
RESISTENCIA TÉRMICA	EN 12667:2001	1.10 (m ² ·K/W)	1.50 (m ² ·K/W)
COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA MEDIA	ISO 354:2003	0.75 α _{medio} (DB-HR)	0.88 α _{medio} (DB-HR)
COEFICIENTE DE ABSORCIÓN ACÚSTICA PONDERADO	ISO 11654:1998	0.65 α _w	0.75 α _w
RESISTENCIA ESPECÍFICA AL FLUJO DE AIRE	ISO 9053:1991	> 5 kPa·s/m ²	> 5 kPa·s/m ²
RESISTENCIA CONTRA LOS INSECTOS	ISO 3998:1977	1	1
CLASIFICACIÓN CONTRA EL FUEGO	EN 13501-1:2007+A1:2009	E	E
DATOS AMBIENTALES		COMFORT	PREMIUM
POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL (GWP)	KgCO ₂ eq/Kg	0.764	0.624
DEMANDA DE ENERGÍA PRIMARIA	MJ/Kg	15.40	11.99

WOOL4BUILD® se comercializa en placas de 1,35m x 0,6m en embalaje 8,9m² para la calidad COMFORT y en embalaje de 8,1m² para la calidad PREMIUM.

Para otras medidas contactar directamente con el departamento comercial.

Atención: El material no puede ser instalado en contacto con agua

WOOL4BUILD - LEDERVAL GROUP - Ctra. Montesa s/n, 46650 Canals (Valencia)

Tel: +34 96 224 12 00 Mail: info@wool4build.com

www.wool4build.com

Texto Reglamentación Térmica

MODIFICACION A DECRETO SUPREMO N°47, DE VIVIENDA Y URBANISMO, DE 1992, ORDENANZA GENERAL DE URBANISMO Y CONSTRUCCIONES

Publicada en el Diario Oficial el día miércoles 4 de enero de 2006.

Decreto N°192.- que modifica Decreto N°47, de 1992, Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.

Santiago, 11 de noviembre de 2005, decreto N° 192.

Entra en vigencia el 4 de enero de 2007.

Artículo 4.1.10.

Todas las viviendas deberán cumplir con las exigencias de acondicionamiento térmico que se señalan a continuación:

1. COMPLEJOS DE TECHUMBRE, MUROS PERIMETRALES Y PISOS VENTILADOS:

A. Exigencias:

Los complejos de techumbres, muros perimetrales y pisos inferiores ventilados, entendidos como elementos que constituyen la envolvente de la vivienda, deberán tener una transmitancia térmica "U" igual o menor, o una resistencia térmica total "Rt" igual o superior, a la señalada para la zona que le corresponda al proyecto de arquitectura, de acuerdo con los planos de zonificación térmica aprobados por resoluciones del Ministro de Vivienda y Urbanismo y a la siguiente tabla:

TABLA 1

ZONA	TECHUMBRE		MUROS		PISOS VENTILADOS	
	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W	U W/m ² K	Rt m ² K/W
1	0,84	1,19	4,0	0,25	3,60	0,28
2	0,60	1,67	3,0	0,33	0,87	1,15
3	0,47	2,13	1,9	0,53	0,70	1,43
4	0,38	2,63	1,7	0,59	0,60	1,67
5	0,33	3,03	1,6	0,63	0,50	2,00
6	0,28	3,57	1,1	0,91	0,39	2,56
7	0,25	4,00	0,6	1,67	0,32	3,13

1. Techumbres:

Para efectos del presente artículo se considerará complejo de techumbre al conjunto de elementos constructivos que lo conforman, tales como cielo, cubierta, aislación térmica, cadenas y vigas.

Las exigencias de acondicionamiento térmico para la techumbre serán las siguientes:

- En el caso de mansardas o paramentos inclinados, se considerará complejo de techumbre todo elemento cuyo cielo tenga una inclinación de 60° sexagesimales, o menos, medidos desde la horizontal.
- Para minimizar la ocurrencia de puentes térmicos, los materiales aislantes térmicos o soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, sólo podrán estar interrumpidos por elementos estructurales de la techumbre, tales como cerchas, vigas y/o por tuberías, ductos o cañerías de las instalaciones domiciliarias.
- Los materiales aislantes térmicos o las soluciones constructivas especificadas en el proyecto de arquitectura, deberán cubrir el máximo de la superficie de la parte superior de los muros en su encuentro con el complejo de techumbre, tales como cadenas, vigas o soleras, conformando un elemento continuo por todo el contorno de los muros perimetrales.
- Para obtener una continuidad en el aislamiento térmico de la techumbre, todo muro o tabique que sea parte de ésta, tal como lucarna, antepecho, dintel, u otro elemento que interrumpa el acondicionamiento térmico de la techumbre y delimite un local habitable o no habitable, deberá cumplir con la misma exigencia que le corresponda al complejo de techumbre, de acuerdo a lo señalado en la Tabla 1 del presente artículo.
- Para toda ventana que forme parte del complejo techumbre de una vivienda emplazada entre la zona 3 y 7, ambas inclusive, cuyo plano tenga una inclinación de 60° sexagesimales, o menos, medidos desde la horizontal, se deberá especificar una solución de doble vidrioado hermético, cuya transmitancia térmica debe ser igual o menor a 3,6W/m²K.

