

Estudio técnico y económico de sistema de paneles termo-acústicos aplicados en estructuras de cubiertas en residencias habitacionales

Technical and economic study of system of thermo-acoustic panels applied in roof structures in residential residences

Gino Flor Chávez ^{1,*}, Alan Suárez Quimí^{1,†}, Erick Cedeño Matute ^{1,‡},
Leticia Montoya Figueroa ^{1,⊗}, Carlos Vera Castro ^{1,⊕} y Wendy Cadena Gonzalez ^{1,⊖}.

¹Universidad de Guayaquil, Ecuador.

ginoflorch@ug.edu.ec, alan.suarezq@ug.edu.ec, erimatute@hotmail.com
, lilibethmontoya94@gmail.com, carlosvera96@outlook.com, wendy.cadenag@ug.edu.ec

Fecha de recepción: 31 de mayo de 2018 — **Fecha de aceptación:** 1 de octubre de 2018

Cómo citar: Flor Chávez, G., Suárez Quimí, A., Cedeño Maute, E., Montoya Figueroa, L., & Vera Castro, C. (2018). Estudio técnico y económico de sistema de paneles termo-acústicos aplicados en estructuras de cubiertas en residencias habitacionales. *Journal of Science and Research: Revista Ciencia e Investigación*, 3(ICCE), 81-87. <https://doi.org/10.26910/issn.2528-8083vol3issICCE2018.2018pp99-107p>

Resumen—El análisis técnico y económico corresponde al uso y a los beneficios que se consigue del empleo de paneles termo-acústicos conformados por laminas metálicas de acero y complementadas con aislantes de bloques de poliuretano, tomando en cuenta las problemáticas como temperatura, ruido ambiental, gastos energéticos, económicos y de mantenimiento. Estos paneles se han estudiado para construcciones habitacionales, sean estas residencias o viviendas ubicadas en sectores que por su geografía presentan bajas o altas temperaturas o se localicen en sectores de alto impacto sonoro ambiental, siendo una alternativa para disminuir y optimizar recursos a largo plazo ayudando a los usuarios a tener un mejor estilo de vida. Se tomará en cuenta los resultados térmicos y acústicos obtenidos de la tabulación de datos recopilado de diferentes proyectos, además de los costos y plazos donde se ha implementado sistemas tradicionales de paneles de cubiertas y el sistema termo-acústico.

Palabras Clave—Ambiental, Paneles, Termo-Acústicos, Temperatura, Ruido.

Abstract—The technical and economic analysis corresponds to the use and benefits that are obtained from the thermoelectric panels formed by metal sheets of steel and insulating polyurethane blocks, taking into account the problems such as temperature, environmental noise, energy costs, economic and maintenance. These panels have been studied for housing constructions, these homes or houses located in sectors that due to their geography have low or high temperatures or are located in sectors of high environmental sound impact, are an alternative to reduce and optimize long-term resources users to have a better lifestyle. The thermal and acoustic results obtained from the tabulation of data collected from different projects were taken into account, as well as the costs and timing of the traditional systems of panels and roofs and the thermo-acoustic system.

Keywords—Environmental, Panels, Thermo-Acoustics, Temperature, Noise.

INTRODUCCIÓN

El presente análisis describe la utilización de paneles termo-acústico empleados en residencias habitacionales dentro del territorio ecuatoriano, teniendo en cuenta la necesidad humana de reducir gastos energéticos, y disminución de costos tanto en instalación como en mantenimientos a largo plazo.

Dentro del estado ecuatoriano, se presentan climas tanto fríos como calurosos, lo que hace casi imprescindible la utilización aparatos que climaticen el ambiente, como calefactores, acondicionadores de aire, ventiladores, entre otros, generando gastos excesivos en energía eléctrica, además que con el constante avance de la tecnología se genera una cantidad

excesiva de decibeles poniendo en riesgo la conformidad y la salud de los seres humanos.

Con el objeto de generar confort y tomando en cuenta la necesidad humana, y como una ayuda al medio ambiente, se implementa un sistema conformado con placas metálicas y poliuretano que se complementan de tal manera que en conjunto se muestran como un material capaz de lograr un mejor ambiente interno sin producir cambios bruscos de temperatura en las residencias, galpones, oficinas e industrias y reducir los niveles de sonido, además de presentar baja permeabilidad.

Las características y capacidades del poliuretano es la conducción del calor a través de su masa, presentando baja permeabilidad, y ayudando al ahorro de energía eléctrica ya que reduce el alto consumo por los métodos de enfriamiento en la costa y el uso de calefacción en la sierra, además de disminuir la proliferación de ruidos ambientales.

En base a los datos de la Empresa OMS GROUP la energía

*Magíster en Ingeniería Vial

†Ingeniero Civil

‡Estudiante de Ingeniería Civil

⊗Estudiante de Ingeniería Civil

⊕Estudiante de Ingeniería Civil

⊖Estudiante de Ingeniería Civil

consumida en el sector residencial de Europa se aproxima al 70% por calefacción, por ello el sistema termo - acústico es implementado con la finalidad de reducir el consumo de energía eléctrica entre un 40% y 60%.

Este sistema está compuesto por espuma de poliuretano la cual puede ser inyectada o llevado en planchas de acuerdo a la longitud requerida en el proyecto, planchas metálicas, y clip los cuales ayudaran a fijar la cubierta a la estructura metálica y unir las planchas las cuales luego serán cocidas por una máquina, para que la cubierta quede completamente sellada e impida la infiltración del agua.

Todos los conceptos a tratarse serán relativos a las viviendas y se tendrán muy en cuenta estándares globales de calidad.

METODOLOGÍA

En el presente documento se presentan dos propuestas de paneles termo-acústicos para cubiertas, en el cual se presentará la forma de elaboración que provean aislamiento térmico y a su vez aislamiento acústico en las residencias, con la finalidad de que el sistema se emplee con mayor frecuencia dentro del país.

Uno de los materiales usados es el poliuretano quién atenúa la propagación de ondas sonoras de un lugar a otro, que son originadas por edificaciones, industria, tráfico vial, tráfico aéreo y otras actividades de los habitantes del inmueble o en funcionamiento de equipos o instalaciones propios de las viviendas, también aísla y reduce la temperatura externa que existe en el interior de las residencias, los mismos que se pueden clasificar de acuerdo a su uso o aplicación de acuerdo a lo indicado (González and Rivada, 2016).

La espuma utilizada maneja valores de densidad de 30 a 40 kg/m^3 , una resistencia a la presión de 100 a 200Kpa, y valores de conductividad térmica promedio de 0,023 ($W.m-1.°C-1$) / ($kcal.h-1.m-1.°C-1$), posee una baja permeabilidad al tener más del 90% de sus moléculas cerradas, ofreciendo resistencia a los disolventes y productos químico, resistente también a ataques biológicos (Suárez, 2018).

Otros de los materiales son los paneles de acero, quienes deben cumplir con los requisitos establecidos (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2221) (INEN, 2014).

Tabla 1. Paneles de acero

Tipo	Descripción	Norma ASTM	Recubrimiento
A	Alucinc o galvalume	A792/ A792M	Aleación de aluminio y Zinc
G	Galvanizado	A653/ 1653M	Zinc
P	Prepintado	A755/ 1755M	Pintura sobre un recubrimiento tipo A o G

Fuente: (Suárez, 2018).

En este análisis se describen dos tipos de paneles, un Panel Mixto de Acero y Poliuretano, este caracterizándose por su fácil instalación y la capacidad de cubrir grandes longitudes (Suárez, 2018).



Figura 1. Prueba a pequeña llama
Fuente: AENOR (2011).

Un segundo panel utilizado es de Inyectado por Poliuretano, conformado por dos capas de láminas de acero unidas al núcleo de espuma rígida de poliuretano que en conjunto establecen las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para el diseño de cubiertas que aíslan la temperatura y el sonido del ambiente en el que se ubiquen (Suárez, 2018).



Figura 2. Paneles mixtos
Fuente: (Suárez, 2018).

La resistencia está directamente relacionado al diseño del panel y a su base metálica sin incluir su recubrimiento, el fabricante recomendará la distancia entre los apoyos. La Figura 4 explica que una carga mínima puntual de 80 kg aplicada en los valles y distribuida de 60 kg/m2 considerando los estados de cargas más desfavorables (Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2221) (INEN, 2014).



Figura 3. Paneles inyectados
Fuente: (Suárez, 2018).

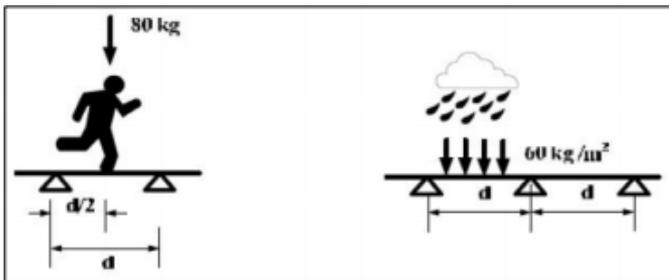


Figura 4. Resistencia estructural
Fuente: (Suárez, 2018).

-A. Procesos de conformación de paneles

Como primer proceso se conocerá la conformación de los paneles termo acústicos los cuales tienen como materia prima el acero y poliuretano vistos de manera general, para su fabricación se obtiene la materia prima del acero que es una aleación metalúrgica fabricada bajo norma internacional ASTM A-792, esta especificación cubre láminas de acero con recubrimiento de aluminio con aleación de zinc conocido como galvalume mediante proceso de inmersión en caliente, cuya composición de la aleación de aluminio-zinc en relación nominal al peso (Suárez, 2018).

El resto de propiedades son consideraciones de cada fabricante y se encuentran dentro de los valores ya establecidos y valores referenciales. Cabe recalcar que el poliuretano PUR está formulado especialmente con retardante de llama o ignífugos.

El proceso de producción del panel inyectado continúa en la planta de inyección la cual tiene la capacidad de inyectar poliuretano en 2 paneles más 2 en preparación, la productividad por turno de 8 horas es de 40 paneles de 12 metros que son aproximadamente 480 m², los espesores estarán dados de acuerdo a las necesidades del cliente o a cada proyecto (Suárez, 2018).

El proceso de sistema de inyectado visto anteriormente se diferencia del sistema termo acústico mixto en el cual en el sitio de la obra se combina el panel de lámina metálica



Figura 5. Proceso de fabricación de panel inyectado
Fuente: (Suárez, 2018).

forjado en planta con el aislamiento que en este caso sería un bloque del poliuretano puesto entre ambas láminas, se aplican las mismas normas de los materiales vistos con anterioridad y su principal diferencia es que el sistema de inyectado ya viene producido desde la fábrica y el sistema mixto se lo termina de conformar en la obra, puesto que se instala el panel inferior luego se introduce el bloque de poliuretano y se termina colocando el panel superior (Suárez, 2018).

-B. Paneles Mixtos de Acero-Poliuretano

Poseen sus bandejas inferior y superior de acero que a su vez permite su utilización en bajas pendientes, y al no tener que traslapar los paneles por lo que se convierte en una lámina metálica totalmente hermética, de fácil instalación con una capacidad de cubrir grandes longitudes siendo su fabricación a la medida (Suárez, 2018).

-C. Paneles con Inyectado de Poliuretano

Está conformado con dos capas de láminas de acero unidas al núcleo de espuma rígida de poliuretano que en conjunto establecen las propiedades físicas y mecánicas adecuadas para el diseño de cubiertas que aíslan la temperatura y el sonido del ambiente en el que se ubiquen (Suárez, 2018).

-D. Inicio del Proyecto

La primera parte del proyecto es establecer un análisis de los planos arquitectónicos y/o estructurales de cada una de las viviendas, se realiza esto para poder conocer que opción de cubierta es la ideal, ya que de cada residencia se propondrá un sistema tradicional y como segunda opción se analizará el sistema termo-acústico inyectado o mixto.

-E. Ejecución de Trabajos

Una vez calculada las cantidades de obra se establecerán los rubros de instalación de cubiertas, estructuras de soportes y mantenimiento para cada uno de los sistemas ofertados es decir se realizará un análisis de precios unitarios para el sistema tradicional y otro para el sistema termo-acústico teniendo en cuenta el rendimiento de instalación y optimizando (Suárez, 2018).

Se procede instalando los flashings de arranque es decir las limatesas, ya que sobre estas descansará la bandeja inferior del panel mixto, este flashing irá instalado a la estructura con pernos coinco 3/4" y luego se colocará la bandeja inferior fijada con clip simple y perno coinco para luego colocar los clip mixtos fijados con pernos sustituto A 7/8" colocando a continuación los bloques de poliuretano sobre el panel inferior, una vez realizado esto se colocara la bandeja superior y se coserá las crestas para que el sistema mixto quede totalmente conformado, hermético y fijo (Suárez, 2018).

Terminada de instalar el sistema mixto se complementará con las hermetizaciones con lámina asfáltica, instalación de cunbreros, tapas para el poliuretano, aleros y culatas siendo todos estos flashings fijados con pernos sustituto A 7/8" y en zonas de traslape de aleros y culatas con tornillos LH en el caso de existir flashings que rematen hacia la pared o mampostería se utilizará tornillos tripa de pato con taco fisher para su instalación, todos estos detalles darán el acabado final de la cubierta termo-acústica a beneficio de sus propietarios (Suárez, 2018).



Figura 6. Colocación y cosido
Fuente: (Suárez, 2018).

-F. Monitoreo y Control

. Posteriormente iniciado el proyecto y hasta el final del mismo se debe mantener una supervisión de que efectivamente se cumpla no solo con las características de los materiales requeridos sino también mantener un respaldo cuantitativo de la reducción ya sea de sonido y de temperatura, en el caso del ruido que cumpla con las normativas vigentes y con respecto a la temperatura.

Además conocer hasta qué grado es efectivo la implementar estos sistemas, para lo cual se emplearán los siguientes equipos de medición de datos y temperatura, que son el sonómetro el cual mide el ruido ambiental en el sector donde se ubica

el proyecto para compararlo con el rango permitido por la normativa según la obra, y el termómetro digital que nos indica la temperatura de las superficies con una precisión de 1,5° el cual lo usamos en las cubiertas instaladas en el sistema tradicional y el sistema termo acústico.

-G. Mediciones de Ruido y Temperatura

La medición del ruido se debe medir a 1,50m aproximadamente de las residencias, y alrededor de 1,20m de la fuente de emisión (Presidencia, 2015), en el caso de las cubiertas de viviendas o edificaciones se deberá medir a 1,20 m de altura con respecto al nivel de la parte más alta de la cubierta.

Los decibeles en el exterior de la vivienda residencial se midieron a una altura aproximada de 1,20 m sobre las planchas termo-acústicas, además se midieron en los alrededores. En el interior de las residencias se realizaron mediciones debajo del cielo raso. Los valores variaran de acuerdo a la zona donde se realice el proyecto.



Figura 7. Medición de los niveles de ruido
Fuente: (Suárez, 2018).

La medición de la temperatura se hizo sobre todos los tipos de cubiertas, en el interior de la vivienda al igual que la medición del ruido se tomó bajo el nivel del cielo raso, notándose una disminución entre el 23 % y 24 % como se observa en la Tabla 6.

RESULTADOS

El análisis se realizó a seis viviendas en diferentes condiciones tanto geográficas, climáticas y sonoras.

La primera vivienda analizada fue la Residencia Inmoya, ubicada en la Isla Mocolí, tiene una cubierta de seis aguas con una pendiente de 20°, para la cual se propuso utilizar un sistema tradicional compuesto de teja metálica y correas cada 0,90m, como opción alternativa se presentó el sistema mixto termo-acústico con correas cada 1,40 m (Suárez, 2018).

La segunda vivienda analizada fue la Residencia Karibao en Playas, conformada por cuatro cubiertas de 4 aguas con pendiente de 20°, que para el sistema tradicional se emplearía



Figura 8. Medición de la temperatura

Fuente: (Suárez, 2018).

paneles pre-pintados y para además se propondría el sistema de paneles mixtos termo-acústicos con correas cada 1,20 m, para resistir los ambientes salinos (Suárez, 2018).

La tercera vivienda analizada es la residencia Morán ubicada dentro de las urbanización La Ensenada en la Isla Mocolí, por lo que de acuerdo a lo solicitado por el propietario requería paneles de gran estética que mantengan un ambiente interno agradable por lo que según lo analizado en planos se observó que la cubierta es de 13 aguas con una pendiente de 17° para todas las caídas teniendo gran cantidad de remates y hermetizaciones debido a su geometría compuesta, de ahí que se sugirió como alternativas paneles de fibrocemento como sistema de cubierta tradicional cuyos soportes que son las correas estarán a una separación de 1,05m. Esto según la ficha técnica del fabricante y la segunda opción serán considerados como panel mixto termo-acústico cuya separación de correas se sugiere a 1,20 m (Suárez, 2018).

La cuarta vivienda analizada es la residencia Mosquera, en Cuenca, que tiene una cubierta de seis caídas con pendiente de 15°, a petición del propietario solicitaba panel de zinc, pero dado a los factores climáticos de constante frío se sugirió un sistema de panel inyectado con correas de hasta dos metros de separación (Suárez, 2018).

La quinta vivienda a analizar es la residencia Plaza, ubicada en Olon – Santa Elena, en este proyecto un favor importante es la cercanía al mar, por lo que se debe tener en cuenta que los paneles de cubierta deben ser capaces de soportar la corrosión debido a ambientes salinos, esta residencia está conformada por 3 cubiertas de una sola caída con pendiente de 4° y 2 cubiertas de 11°, se considera entonces paneles repintados con correas cada 1,00 m de separación, también se propuso paneles mixtos con correas localizadas a 1,50 m (Suárez, 2018).

Por último, se analiza la Residencia Puerto Azul en el Km 7 vía a la Costa. Elena, en esta vivienda requerirá de paneles repintados para contrarrestar la corrosión y así mismo como segunda opción los paneles de inyectado proporcionaran de igual manera protección a la corrosión, pero con el plus de mantener el confort interno tanto en cuestiones de sonido como

en temperatura (Suárez, 2018).

Se realizó el cálculo de cantidades de obra para los diferentes casos aplicados para conocer las superficies de cubierta, detallado en la Tabla 2 y Tabla 3. Ingresando los valores de cada uno obtenemos el resultado diferencial de desperdicios presentado en la Tabla 4 y de las diferentes resultantes entre el sistema termo-acústico como el sistema tradicional que se verán más adelante tanto en tiempo, dinero, temperatura y contaminación por acústica.

Tabla 2. Área requerida para paneles termo-acústicos

Residencia	Paneles Termo-acústicos			
	Área bruta m ²	Área neta m ²	Desperdicio %	Peso de correas Kg
Inmoya	373,62	360,75	3,44	957,31
Karibao	600,94	572,32	4,76	1555,63
Morán	388,31	369,63	4,81	917,42
Mosquera	303,47	294,63	2,91	678,10
Plaza	217,39	213,00	2,02	518,54
Puerto Azul	783,83	699,70	10,73	1296,36

Fuente: (Suárez, 2018).

Tabla 3. Área requerida para paneles convencionales

Residencia	Paneles Termo-acústicos			
	Área bruta m ²	Área neta m ²	Desperdicio %	Peso de correas Kg
Inmoya	415,80	360,75	13,24	1416,02
Karibao	686,98	572,32	16,67	1894,68
Morán	426,98	369,63	13,43	1236,53
Mosquera	297,58	294,63	0,99	1276,42
Plaza	230,44	213,00	7,57	757,87
Puerto Azul	783,83	699,70	10,73	2273,62

Fuente: (Suárez, 2018).

Después de ver las tablas de las áreas brutas y netas con la diferencia de desperdicios se hace una comparación entre ellas también agregando el peso de los paneles y correas.

Tabla 4. Comparación

Sistema	% Promedio desperdicio de paneles	Promedio peso de correas requeridas Kg	Promedio de kg/m ² en correas	kg/m ² de panel
Termo-acústico	4,78 %	987,23	2,41	9,66
Tradicional	10,44 %	1475,86	3,62	6,84
Diferencia	5,66 %	488,63	1,21	-2,88

Fuente: Elaboración propia.

Se realizará los análisis de precios unitarios en base a los equipos, materiales y personal requeridos para cada obra tanto en el sistema tradicional como en el sistema termo-acústico y serán dados por los rubros de instalación de paneles, provisión de correas y mantenimiento, este último rubro constará en el presupuesto general ya que al ser como unidad global representará el primer año como mantenimiento preventivo y a largo plazo variará cada año como lo previsto de mantenimiento anual para que prevalezcan las óptimas condiciones del panel instalado.

Tabla 5. Precios de los proyectos

Sistema	% Promedio desperdicio de paneles	Promedio peso de correas requeridas Kg	Promedio de kg/m ² en correas	kg/m ² de panel
Termo-acústico	4,78 %	987,23	2,41	9,66
Tradicional	10,44 %	1475,86	3,62	6,84
Diferencia	5,66 %	488,63	1,21	-2,88

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 5 se puede observar la diferencia de costos del proyecto de instalación de cubiertas residenciales, para el sistema tradicional como termo-acústicos.

Tabla 6. Porcentaje de reducción

Panel	Espesor mm	% de Reducción promedio	
		Temperatura	Ruido
Inyectado	40	24	11
Mixto	40	23	8

Fuente: Elaboración propia.

Los sonidos dependerán de la ubicación geográfica de la zona donde se plantea el proyecto igual se consideran posibilidades genéricas a considerar con diferentes diseños de poliuretano en cubierta mixta o inyectada. En la Tabla 6 observamos valores tomados con los equipos, para obtener el porcentaje de reducción de ruido y temperatura de los paneles termo-acústicos.

Tabla 7. Comparación de costos

Descripción	Área m ² climatizada (15 %-20 %)	Costo \$/m ² -día	Costo \$/día	Costo mes
Residencia Inmoya	72,15	\$ 0,021	\$ 1,52	\$ 45,45
Residencia Karibao	85,845		\$ 1,80	\$ 54,0
Residencia Moran	73,926		\$ 1,55	\$ 46,57
Residencia Mosquera	58,926		\$ 1,24	\$ 37,12
Residencia Plaza Ortiz	42,60		\$ 0,89	\$ 26,4
Residencia Puerto Azul	104,955		\$ 2,20	\$ 66,12
Promedio				\$ 46,03

Fuente: (Suárez, 2018).

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos se analizan los datos técnicos y la comparación económica de lo que se logró indicado en el análisis anterior el sistema tradicional tiene un porcentaje de desperdicio mayor en el área de los paneles del 5,66 % frente al sistema termo-acústico debido a la diferencia que existe entre los anchos útiles de los paneles tradicionales y los termo-acústicos desde su fabricación, necesita menos correas en el sistema termo-acústico debido a la separación entre sus perfiles y su disminución del a su vez representa una disminución del 1,21kg/m² vs el sistema tradicional en perfilaría.

Pero al ser un sistema compuesto (panel metálico y poliuretano), se tiene que es relativamente más pesado (2,82 kg/m²) siendo poco perceptible ya que en nuestra norma NEC-2015 establece una carga para cálculo de cubiertas de 70

kg/m² para cubiertas que frente a los 9,66 kg/m² del sistema propuesto y 6,84 kg/m² del sistema tradicional representando poca diferencia en cuanto lo que es el cálculo estructural.

Se presenta un ahorro del 15 % del tiempo empleado en sistemas termo-acústicos prefabricados vs la instalación de los sistemas tradicionales haciendo más eficaz el proyecto y ahorrando tiempo que puede ser implementado en algo más necesario (Suárez, 2018).

El método termo acústico tiende un mayor gasto inicial pero considerando el rubro de mantenimiento preventivo y posteriormente anual de los paneles de cubierta se podrá ver la inversión inicial vs la inversión en una determinada cantidad de años, el sistema tradicional en la misma cantidad de años sería más caro en comparación que el sistema propuesto debido a constantes de mantenimiento que demandan cada tipo de paneles lo cual hace que el cliente o contratista visualice su inversión a futuro viendo los beneficios, que no se vea solo como un gasto inicial o de forma innecesaria por la diferencia de los valores establecidos (el sistema termo-acústico es 28 % más caro que el tradicional) y luego de establecido tiempo (años) de amortización el cual continua aumentando con el paso de los años.

El sistema termo-acústico varía en función muchos parámetros con los resultados son suficientes para los beneficios generales de su aplicación en la reducción de temperatura del panel desde el exterior al interior de la vivienda estará en un rango del 23 % al 24 % lo cual traerá más comodidad y mejor ambiente para los habitantes de la temperatura interna. Reduce el sonido en diferentes variables en un rango de 8 % al 11 % en cuartos relativamente abiertos o cerrados como la lluvia contra el panel el sonido no se percibirá como lo haría un sistema tradicional si no que ayudara a disminuir la cantidad de ruido echo por el mismo siendo absorbido por el vacío y poliuretano.

En los costos de energía debido a equipos de climatización se obtiene un ahorro de 26 % mensual comparado con la diferencia de valores existentes en los presupuestos iniciales sin el panel termo-acústico, esto se amortiza con un valor aproximado anual de \$ 284.00 (Suárez, 2018).

En la finalización de la instalación de los paneles termo-acústicos se muestra un resultado más vistoso y de mejor acabado que las planchas metálicas y de fibrocemento que existe en la actualidad para el sistema tradicional, brindando la ventaja de no incluir un acabado de tumbado falso o cielo raso, además de que los paneles termo-acústicos no tienen efectos adversos con el medio ambiente, se los puede utilizar como material reciclable.

Para aprovechar las ventajas de este moderno material de techado y fomentar el aumento de la demanda de los sistemas, se deberá capacitar a maestros instaladores en las nuevas tecnologías de materiales de cubiertas.

RECOMENDACIONES

Al momento de que se usen los paneles tratar de que tengamos el mínimo de desperdicio, ayudando al ambiente y teniendo un ahorro en el presupuesto para usar los mismos. Tomar en cuenta que a los paneles termo- acústicos se les debe dar mantenimiento para que su duración y efectividad sean mayores lo recomendable es revisar su estado anualmente.

Al momento de las instalaciones ver que se cumplan con los requerimientos y procedimientos necesarios antes mencionados, que ningún panel tenga abolladuras o algún tipo de orificios que puedan afectar su misma integridad.

Se debe garantizar una separación mínima de 5 cm entre el cielo raso y la teja Termo-acústica y evite tapar con mortero u otros materiales con el fin de permitir el flujo y recirculación constante de aire.

Capacitar a maestros instaladores en las nuevas tecnologías de materiales de cubiertas, hará que el conocimiento de instalación se expanda y por ende sea más conocido en cualquier estrato social (Suárez, 2018).

Aumentar la demanda de los sistemas propuestos haciendo que los costos de la materia prima tiendan a bajar en el mercado, siendo más asequibles los sistemas termo-acústicos al público en general (Suárez, 2018).

Tener equipos para su debida instalación que se encuentren en buen estado, debe constar con los equipos de protección personal. La misma empresa puede recomendar o sugerir un instalador capacitado o aprobado por ellos de no ser así buscar un trabajador que lo este.

Si es viable en la proyección del proyecto se recomienda mandar que los paneles sean la medida para anular los desperdicios de manera casi nula.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AENOR (2011). Une-en, iso 11925-2. Asociación Española de Normalización y Certificación.
- González, M. and Rivada, M. L. (2016). Caracterización de la espuma rígida de poliuretano expandido como impermeabilizante de cubiertas. *Revista Arquitectura e Ingeniería*, 10(2):1.
- INEN (2014). *Norma NTE INEN 2221 Paneles de acero*. Quito, Ecuador: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Presidencia, d. l. R. (2015). *Límites Permisibles de Niveles de ruido. Ambiente Para Fuentes Fijas Y Fuentes Móviles, y Para Vibraciones*. Quito, Ecuador: Presidencia de la República.
- Suárez, S. A. (2018). Estudio técnico y económico de sistema de paneles termo-acústico aplicados en estructuras de cubiertas en residencias habitacionales, proyectos de 6 viviendas ubicados en sectores de costa y sierra. B.S. thesis, mmm.