



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN
CARRERA: ING. CIVIL**

TEMA:

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO
TÉRMICO Y ACÚSTICO ENTRE UNA TEJA CONVENCIONAL
Y UNA TEJA A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y PET**

AUTOR:

LÓPEZ OTOYA VÍCTOR DANIEL

TUTOR/A:

ARQ. MARÍA EUGENIA DUEÑAS

GUAYAQUIL 2022

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: ANALISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO TERMICO Y ACUSTICO ENTRE UNA TEJA CONVENCIONAL Y UNA TEJA A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y PET	
AUTOR/ES: López Otoya Víctor Daniel	REVISORES O TUTORES: Arq. María Eugenia Dueñas
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Tercer Nivel
FACULTAD: Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción	CARRERA: Ingeniería Civil
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2022	N. DE PAGS: 147
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción .	
PALABRAS CLAVE: Arroz, Plástico, Análisis, Tejado, Normas, Parametros	

RESUMEN:

A lo largo de los años se ha generado diferentes tipos de cubiertas el cual han ido desarrollando para proyectarse a un desarrollo moderno y rentable para satisfacer las necesidades que surgen con el crecimiento de la pandemia. De tal manera que sea necesario plantear la idea de cambiar los tipos de tejados convencionales que se han utilizado en muchos años y optar por mejoras con productos renovables y rentables.

La importancia de usar productos con iniciativa ecológica con materiales termo acústicos que se han fabricado en los últimos años para las cubiertas y paredes a base de productos químicos e industriales como el Polietileno, Poliuretano, Corcho, Fibra de vidrio, Fibras Sintéticas, Fibrocemento, entre otros.

En el presente proyecto de titulación se desarrollará un análisis del comportamiento térmico y acústico entre diferentes tipos de tejas como son el convencional y una teja a base de cascarilla de arroz y PET.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: López Otoyá Víctor Daniel	Teléfono: 0987425513	E-mail: victordaniellopezotoya@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Mgtr. Milton Andrade Laborde Teléfono: 042 2596500 Ext. 241 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE SIMILITUD

[Visualizador de documentos](#)

Turnitin Informe de Originalidad

- Procesado el: 15-ene.-2022 17:11 -05
- Identificador: 1742238206
- Número de palabras: 11028
- Entregado: 1

TESIS Por Víctor - Carlos - López - Arboleda

Índice de similitud

6%

Similitud según fuente

Internet Sources:
6%

Publicaciones:
1%

Trabajos del estudiante:
1%



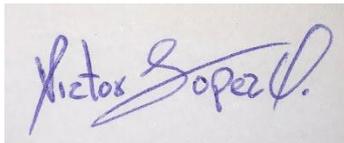
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El estudiante egresado LOPEZ OTOYA VICTOR DANIEL, declara bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, ANALISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO TERMICO Y ACUSTICO ENTRE UNA TEJA CONVENCIONAL Y UNA TEJA A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y PET, corresponde totalmente a los suscritos y me responsabilizo con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)

Firma:



LOPEZ OTOYA VICTOR DANIEL

C.I.0921783403

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación ANALISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO TERMICO Y ACUSTICO ENTRE UNA TEJA CONVENCIONAL Y UNA TEJA A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y PET, designado por el Consejo Directivo de la Facultad de INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: ANALISIS COMPARATIVO DEL COMPORTAMIENTO TERMICO Y ACUSTICO ENTRE UNA TEJA CONVENCIONAL Y UNA TEJA A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ Y PET, presentado por el estudiante LOPEZ OTOYA VICTOR DANIEL como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL encontrándose apto para su sustentación.

Firma:



ARQ. Maria Eugenia Dueñas Barberán

C.C. 1303722365

AGRADECIMIENTO

Al haber culminado ya este trabajo quiero primero agradecer a Dios, a mis padres el Ing. Víctor López Arana y la Lcda. Mónica Otoya Velásquez por el apoyo que me han brindado en cada etapa de mi vida, por los buenos consejos, por los mensajes de aliento que me brindan y por ser mis mayores ejemplos de superación constante en la vida ya que esto me ha ayudado a formarme como persona y como profesional, cabe recalcar que son la base fundamental de mi vida. A mis hermanos que han sabido comprenderme y ayudarme durante todo este proceso de formación.

A mis abuelitos que sé que siempre estuve en sus oraciones y que siempre me daban ánimos para seguir en pie de lucha por lo que más quiero, a mis tíos en especial al Dir. Justo Arana Conga y la Lcda. Margarita López Arana que de alguna manera siempre están apoyándome para que pueda lograr mi meta trazada.

A mi compañera de vida Sra. Margarita González León, por comprenderme cuando tenía que dejar de pasar tiempo con ella por dedicarme a mis estudios y proyectos, a la Lcda. Zehyde León, Arq. Elisabeth Dicintonio, Sra. Mercedes Dicintonio, Sra. Mirella Dicintonio, Sr. Pablo Jaime por brindarme su ayuda incondicional.

A mis compañeros de aula que fueron importantes dentro de la formación universitaria, a Carlos Arboleda, Derian Zúñiga, Josué Toapanta, Carlos Pozo, Mary Carmen Robayo, Samantha Arana, Stivalys Mancero, Melany Vélez, Galo Arguello, Erika Peñafiel y a todos los demás compañeros que compartieron aula conmigo, quienes formaron parte de los grupos de estudio y que de una u otra forma nos apoyaos hasta llegar a culminar nuestra carrera universitaria.

A los docentes de la facultad de Ingeniería Civil que fueron quienes nos transmitieron sus conocimientos a lo largo de este proceso de formación quienes aparte de ser maestros fueron amigos, Ing. D.sc. Alex Salvatierra, Ing. Max Almeida, Ing. Alexis Valle. A mi tutora Arq. María Eugenia Dueñas quien nos ha tenido paciencia y ha ayudado a culminar este proyecto.

Finalmente quiero Agradecerle al Ing. Henry Sánchez, Ing. Jim Coronel, Ing. José Arturo Ormazábal, por darme la oportunidad de trabajar con ellos y formarme desde el ámbito laboral.

Víctor Daniel López Otoya.

DEDICATORIA

El presente trabajo lo dedico a mis padres por darme las fuerzas para seguir cada día, por aconsejarme a ser mejor persona, por estar pendiente de todo el proceso de mi vida, por alentarme en días de tristeza y compartir en los días de alegría, pero lo más esencial por brindarme su amor y mantenernos unidos como una gran familia.

A mi abuelita Francisca Arana que, aunque ya no está en este mundo terrenal sé que me cuida y me acompaña desde lo espiritual y sé que estará contenta y orgullosa al saber que uno de sus mayores anhelos era verme graduado y se ha cumplido.

A mi Hija que es mi mayor inspiración y por la que me esfuerzo a diario para brindarle lo mejor. A mi Esposa por estar siempre presente durante mi desarrollo como profesional y por animarme a luchar por lo que quiero

Víctor Daniel López Otoy.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

1.1	Tema	3
1.2	Planteamiento del problema.....	3
1.3	Formulación del problema	4
1.4	Sistematización del problema	4
1.5	Objetivos de la Investigación.....	4
1.5.1	Objetivo General.....	4
1.5.2	Objetivos Específicos	4
1.6	Justificación de la investigación	5
1.7	Delimitación o alcance de la investigación.....	6
1.8	Hipótesis de la investigación o idea a defender.	6
1.9	Línea de investigación de la carrera.....	6
2.1	Marco Teórico Referencial	7
2.2	Marco Conceptual.....	10
2.2.1	Cubiertas:.....	10
2.2.1.1	Tipos de cubiertas:	10
2.2.2	Teja.....	14
2.2.2.1	Clasificación de tejas.....	14
2.2.2.2	Dimensiones de Tejas.	17
2.2.3	Sonido.....	18
2.2.3.1	Medida de los Sonidos.....	18
2.2.3.2	Atenuación del Sonido.....	19
2.2.3.3	Instrumentos de medición auditiva.	23
2.2.4	Acústico:.....	24
2.2.4.1	Contaminación acústica:.....	24

2.2.4.2	Exigencias acústicas para edificaciones	25
2.2.5	Temperatura.....	27
2.2.5.1	Instrumentos de medición de Temperatura.....	27
2.2.6	Térmico:.....	29
2.2.6.1	Conductividad térmica.....	29
2.2.6.2	Factor de ganancia de calor solar de la cubierta	30
2.2.7	Confort Térmico	32
2.3	Marco Legal	34
2.3.1	Normas Nacionales (Constitución de la República del Ecuador)-2008	34
2.3.2	Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 717-1.....	36
2.3.3	Normas Internacionales	37
3.1	Metodología	42
3.2	Tipo de investigación.....	42
3.2.1	Investigación Descriptiva.....	42
3.2.2	Investigación Analítica.....	42
3.2.3	Investigación Documental.....	43
3.2.4	Investigación Cualitativa.....	43
3.3	Enfoque de la Investigación.....	43
3.4	Técnicas de la Investigación	43
3.4.1	Entrevista.....	44
3.4.2	Tipos de Entrevista.....	44
3.4.3	Etapas de una Entrevista.....	45
3.5	Población y Muestra	46
4.1	Elaboración de Prototipos.....	47
4.1.1	Equipos utilizados	47

4.1.2	Prototipo Teja de Fibro Cemento	48
4.1.3	Prototipo Teja de Arcilla	49
4.1.4	Prototipo Teja Micro Concreto	50
4.1.5	Prototipo Teja a base de cascarilla de arroz y PET.	52
4.2	Análisis del Comportamiento Térmico	54
4.3	Análisis del Comportamiento Acústico	55
4.4	Conclusiones	57
4.5	Recomendaciones	58
	Referencias Bibliográficas	59
	ANEXOS	65

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Plantilla de la Entrevista	65
Anexo 2.	Monitoreo de ruido Laboral.....	73
Anexo 3.	Fotos de las mediciones Acusticas	91
Anexo 4.	Procesamiento De Resultados De Mediciones Acusticas	93
Anexo 5.	Certificados De Calibración De Equipos Para Pruebas Acusticas	102
Anexo 6.	Monitoreo de Estrés Termico	112
Anexo 7.	Fotos De Mediciones Termicas	125
Anexo 8.	Procesamiento De Resultados De Las Mediciones Termicas	127
Anexo 9.	Certificados De Calibración De Equipos Para Las Pruebas Termicas	132

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Cubiertas	10
Ilustración 2: Cubierta Plana.....	11
Ilustración 3: Cubierta Inclínada.....	11
Ilustración 4: Cubierta a un agua	12
Ilustración 5: Cubierta de 2 aguas.....	12
Ilustración 6: Cubierta de 3 aguas.....	13
Ilustración 7: Cubierta de 4 aguas.....	13
Ilustración 8: Factores que afectan a un tejado	14
Ilustración 9: Teja de Arcilla Redonda	16
Ilustración 10: Teja de Fibrocemento	16
Ilustración 11: Teja Metálica	17
Ilustración 12: Dimensión de una Teja Metálica	17
Ilustración 13: Dimensión de Tejas de Cerámica	18
Ilustración 14: Nivel de Presión Sonora	19
Ilustración 15: Ley Cuadrática Inversa	20
Ilustración 16: Atenuación Atmosférica	21
Ilustración 17: Curva efecto del Suelo.....	22
Ilustración 18: Efecto de los obstáculos en la propagación de ondas	22
Ilustración 19: Sonómetros	23
Ilustración 20: Registrador de Audio	23
Ilustración 21: Osciloscopio	24
Ilustración 22: Unidades de temperatura	27
Ilustración 23: Termómetro láser.....	28
Ilustración 24: Cámara Termográfica	28
Ilustración 25: Conductividad térmica de un cuerpo	29
Ilustración 26: Incidencias que afectan al confort térmico	32
Ilustración 27: Zonas Climáticas del Ecuador	33
Ilustración 28. Ensayos realizados en prototipo con teja de fibro cemento.....	49
Ilustración 29. Ensayos realizados en prototipo con teja de arcilla	50

Ilustración 30. Ensayos realizados en prototipo con teja de micro concreto	52
Ilustración 31. Ensayos realizados en prototipo con teja a base de arroz y PET	53
Ilustración 32: Gráfica de Temperatura Globo vs Temperatura de Bulbo Seco	54
Ilustración 33: Gráfica de Temperatura Globo Húmedo vs Temperatura de Bulbo Húmedo	55
Ilustración 34: Gráfica de Nivel de presión Sonora vs Frecuencia.....	56
Ilustración 35:Entrevista realizada al Sr. Kevin Segarra- Comercial “9 de Octubre”	66
Ilustración 36: Entrevista realizada al Sr. Daniel Quishpe- Comercial “DECOARTE”	67
Ilustración 37: Entrevista realizada a la Sra. Jacinta Suarez- Comercial “Karla Paredes”	68
Ilustración 38: Entrevista realizada al Arq. Iván Gutiérrez- Comercial “DCONSTRUCCIÓN”. 70	
Ilustración 39: Entrevista realizada a la Sra. Yolanda Vega- Comercial “Vega”	71

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 1: Línea de Investigación	6
Tabla 2: Tejas según su forma	15
Tabla 3: Dimensiones de Tejas	17
Tabla 4: Niveles Máximos de Ruido Según su uso de suelo	25
Tabla 5: Niveles Permitidos de Confort Acústico	25
Tabla 6: Aislamiento Acústico entre Recintos.....	26
Tabla 7: Aislamiento a Ruido Aéreo de Fachadas, Cubiertas y Suelos	27
Tabla 8: Coeficiente de transmisión de calor de diferentes materiales	30
Tabla 9: Coeficiente de absorción de la radiación solar de la superficie de la cubierta	31
Tabla 10: Conductividad térmica de diferentes tipos de tejas	31
Tabla 11: Referencia de Zonificación Climática del Ecuador	32
Tabla 12: Caracterización Térmica.....	33
Tabla 13: Normas Internacionales y local para el confort térmico	34
Tabla 14. Especificaciones del equipo de medida de estrés térmico	47

Tabla 15. Especificaciones del equipo de medida de Ruido Laboral	47
Tabla 16. Resultados de las medidas del prototipo de Fibro cemento.....	48
Tabla 17. Mediciones realizadas en la teja de fibro cemento	48
Tabla 18. Resultados del prototipo de arcilla.....	49
Tabla 19. Mediciones realizadas en la teja de arcilla.....	50
Tabla 20. Resultados del prototipo de Micro concreto	51
Tabla 21. Mediciones de la teja de micro concreto	51
Tabla 22. Resultados del prototipo a base de cascarilla de arroz y PET	52
Tabla 23. Mediciones de la teja de cascarilla de arroz y PET	53
Tabla 24. Comportamiento térmico de los distintos tipos de tejas	54
Tabla 25. Comportamiento acústico de los distintos tipos de teja.....	55
Tabla 26. Frecuencia sonora medida en Hz	56

INTRODUCCIÓN

En la actualidad debido a la pandemia por el COVID-19, en el Ecuador se ha visto afectado en muchos sectores como es el de la construcción, economía, trabajo, salud entre otros sectores. Debido a esto las personas han tenido que optar por aislarse en sus hogares, lo que provocó que las personas crearan nuevos hábitos.

Esto en el ámbito laboral tuvieron que aplicar el método de teletrabajo el cual generó cambios en el ámbito hogareño en el que se genera un desarrollo del tejado para poder realizar un mejor trabajo y estudio en óptimas condiciones climáticas y auditivas para lograr un resultado deseado.

A lo largo de los años se ha generado diferentes tipos de cubiertas el cual han ido desarrollando para proyectarse a un desarrollo moderno y rentable para satisfacer las necesidades que surgen con el crecimiento de la pandemia. De tal manera que sea necesario plantear la idea de cambiar los tipos de tejados convencionales que se han utilizado en muchos años y optar por mejoras con productos renovables y rentables.

La importancia de usar productos con iniciativa ecológica con materiales termoacústicos que se han fabricado en los últimos años para las cubiertas y paredes a base de productos químicos e industriales como el Polietileno, Poliuretano, Corcho, Fibra de vidrio, Fibras Sintéticas, Fibrocemento, entre otros.

En el presente proyecto de titulación se desarrollará un análisis del comportamiento térmico y acústico entre diferentes tipos de tejas como son el convencional y una teja a base de cascarilla de arroz y PET.

En el Capítulo I se brindará la problemática a desarrollar en el cual se dará a conocer con detalle las consecuencias de usar el tejado convencional que se maneja, los objetivos tanto generales como específico, alcance de problema, justificación e importancia del proyecto con debidas limitaciones.

En el Capítulo II se presentará los debidos antecedentes del estudio, el marco teórico, así como la importancia de usar un tejado a base de cascarilla de arroz que es un nuevo desarrollo el cual sería factible comenzar a usar en las viviendas ecuatorianas ayudando al emprendimiento de este nuevo tejado.

En el Capítulo III se presentará la propuesta implementaría del proyecto, especificando el análisis del comportamiento térmico y acústico de las tejas convencionales y la que es a base de arroz, explicando metodología a usar en el proyecto, beneficios a los usuarios de este nuevo tejado para usar de manera sostenible.

En el Capítulo IV se presentará los resultados, los criterios de aceptación del proyecto por parte del usuario, se define conclusiones y recomendaciones necesarias para futuros trabajos investigativos.

CAPITULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

“Análisis comparativo del comportamiento térmico y acústico entre una teja convencional y una teja a base de cascarilla de arroz y PET.”

1.2 Planteamiento del problema

En Ecuador, como en otros países se vieron afectados por la pandemia del COVID 19 y tuvieron que adaptarse a una nueva modalidad como el teletrabajo y clases virtuales. Cerca del 70% de ecuatorianos se acogieron a esta medida, donde la contaminación acústica y térmica se hizo presente en muchos hogares, causando molestias en la población por falta de aislaciones en las cubiertas convencionales.

En la actualidad, en el sector de la construcción existe una gran variedad de cubiertas que se encargan de proteger a la edificación y proveer cobertura internamente, pero al mismo tiempo existe una problemática en algunos tipos de cubiertas como el más utilizado el Zinc, donde la contaminación auditiva radica en el impacto de la temporada de invierno donde la lluvia y las láminas de zinc generan una vibración que generan ruido provocando efectos negativos en la salud.

En el Ecuador, la temperatura varía de acuerdo a sus regiones, en la Costa oscila entre los 22°C a 26°C, en la Sierra entre los 6°C a 22°C y en la Amazonía entre los 22°C a 26°C, el nivel de calor en la región Costa y de la Amazonía afectan las actividades cotidianas a causa del calor, otro factor importante es la termicidad producida por altos grados de calor que transfieren a los materiales que absorben este tipo de energía térmica como el zinc reteniendo por horas el efecto de sofocación y aflige en las noches a la población. En el enfoque de confort habitacional como de ahorro energético, el aislamiento térmico de las edificaciones toma un papel fundamental, por lo tanto, es relevante el comportamiento de los materiales para la cubierta, siendo un foco de pérdida de calor muy importante.

La falta de aporte en una iniciativa ecológica con materiales termoacústicos que se han fabricado en los últimos años para las cubiertas y paredes a base de productos químicos e industriales como el Polietileno, Poliuretano, Corcho, Fibra de vidrio, Fibras Sintéticas, Fibrocemento, entre otros. La manipulación indebida de estos elementos puede resultar

peligrosa para la salud, debido a que al cortar o transformar estos materiales generan un polvo fino y al inhalarlo en altas concentraciones y durante un tiempo prolongado, puede ocasionar enfermedades respiratorias.

Hoy en día gran parte de los países en el mundo se ven en la necesidad de ir mejorando las diversas formas de trabajo, por ello es que están en la obligación de seguir con la innovación de materiales de construcción al utilizar productos reciclados, con este trabajo de investigación se procura explicar que un producto elaborado con materiales reciclados pueda tener las características y propiedades similares o mejores que los tradicionales del comercio y que sea más económico y sostenible.

1.3 Formulación del problema

¿Cuál será el análisis del comportamiento térmico y acústico de la teja elaborada con cascarilla de arroz y el plástico PET reciclados y las tejas tradicionales del mercado?

1.4 Sistematización del problema

- ¿Cuáles serán los niveles de Repercusión acústica en diferentes tipos de tejas?
- ¿Cuál será la resistencia óptima en el comportamiento térmico y acústico de una teja ecológica fabricada a base de cascarilla de arroz y PET?
- ¿Cuáles serán niveles de ruido y termicidad en tejas ecológicas y convencionales?
- ¿Cuáles serán los beneficios que se obtendrán al realizar el análisis comparativo de las tejas?

1.5 Objetivos de la Investigación

1.5.1 Objetivo General

Analizar el comportamiento térmico y acústico de una teja convencional y una teja a base de cascarilla de arroz y PET para el sector de la construcción.

1.5.2 Objetivos Específicos

- Investigar las diferentes tipologías de tejas que existen.
- Replicar la teja de cascarilla de arroz y plástico PET reciclados
- Definir las propiedades térmicas y acústicas de la nueva teja.
- Elaborar un análisis del comportamiento térmico y acústico de las tejas propuestas.

1.6 Justificación de la investigación

La presente investigación es un análisis de diferentes tipologías de tejas, entre las tejas tradicionales de venta en el mercado y las tejas elaboradas de cascarilla de arroz y plástico PET reciclados, que determinará cuál es el comportamiento térmico y acústico de estos materiales en una teja y las tejas que normalmente se utilizan en las diferentes construcciones, para poder contribuir un poco en la descontaminación del ruido si se llegara a utilizar esta teja en futuras construcciones.

Este proyecto va dirigido al sector de la construcción, que hoy en día utilizan productos ecológicos haciendo reutilización de materiales que son considerados desechos y que se presentan como alternativas novedosas con beneficios que se asemejan o son mejores que las tejas que se encuentran a la venta, las mismas que proporcionarán beneficios a todo aquel que las pueda utilizar, pensando en el confort que puedan brindar una vez que se haya hecho el análisis.

Este proyecto de investigación tiene mucha importancia por cuanto se está tratando de estudiar las características sobre todo termo acústicas ya que los materiales utilizados en su elaboración han sido reciclados para conseguir nuevas alternativas en el área de la construcción que favorezcan de cierta manera al cuidado ambiental presentándolo como nueva opción comercial que también hará conciencia en las personas para el consumo de productos que ayuden a la no contaminación del medio ambiente.

Teniendo en cuenta la contaminación auditiva generada por otros tipos de cubiertas y las necesidades que sufren las personas de bajos recursos, se plantea analizar la teja elaborada a base de cascarilla de arroz y el plástico PET para demostrar sus propiedades acústicas y térmicas con el fin de generar una disminución del ruido en las viviendas y a su vez producir un ambiente más confortable dentro de la misma, de esta forma también ayudamos al medio ambiente por el uso de un material reciclable.

Con el análisis comparativo del comportamiento térmico y acústico entre una teja convencional y una teja a base de cascarilla de arroz y PET, se determinará si se logrará cumplir las funciones básicas de las tejas como: proporcionar hermeticidad frente a la climatología externa, cubriendo las edificaciones, escurriendo el agua de la lluvia, aislándolos térmica y acústicamente con el efecto de hacer un material resistente a las heladas, al fuego y al aire, obteniendo a la vez una buena ventilación en el interior. Lo que se pretende demostrar en este

proyecto es la utilización de la teja ecológica fabricada a base de cascarilla de arroz y PET, son las propiedades que tiene esta teja como una nueva alternativa en el sector de la construcción.

1.7 Delimitación o alcance de la investigación

Campo: Educación Superior. Pregrado.

Área: Ingeniería Civil.

Aspecto: Investigación analítica, documental, descriptiva y cualitativa.

Tema: Análisis comparativo térmico y acústico entre una teja convencional y una teja a base de cascarilla de arroz y PET.

Delimitación espacial: Ecuador

Delimitación temporal: 6 meses

1.8 Hipótesis de la investigación o idea a defender.

Con el análisis térmico y acústico realizado en la teja ecológica a partir de cascarilla de arroz y plástico PET, se determinarán si las propiedades mencionadas son las adecuadas para el sector de la construcción.

1.9 Línea de investigación de la carrera

Tabla 1: Línea de Investigación

ULVR	FIIC	Sub-línea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de la construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables.	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción.	Materiales de construcción

Fuente: (UCLR Universidad Laica Vicente Rocafuerte,2020)

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Teórico Referencial

En los últimos años el desarrollo de la investigación acústica ha comenzado a centrarse en cubiertas ecológicas por ser una opción natural en ambientes externos, donde éstas proporcionan una protección sonora en áreas urbanas expuestas a altos niveles de ruido. Los beneficios ambientales que proveen las cubiertas ecológicas se caracterizan en sus nuevas propiedades térmicas y acústicas que mejoran la calidad de vida, la calidad ambiental, la escorrentía de agua lluvia y la reducción del efecto del calor. (Martínez, 2015).

(Flor, Suarez, & etc., 2018). Los autores realizaron un estudio técnico y económico de paneles termoacústicos de láminas metálicas de acero aplicadas a cubiertas en residencias habitacionales, donde obtuvieron resultados factibles en la reducción de temperatura en un 24% y un 11% en el sonido, generando confort en el interior de la vivienda, optimizando recursos energéticos y económicos a largo plazo. Demostraron un ahorro del 15% de rapidez en la instalación de sistemas termoacústicos contra los tradicionales.

(Sánchez & etc., 2020). Los autores estudiaron la comparación del rendimiento térmico de tejas recicladas y de arcilla debido a la radiación de calor mediante interferometría holográfica digital (DHI) generando mediciones de desplazamiento de la superficie donde se determinó las propiedades mecánicas y térmicas de los materiales como el módulo de Young, la relación de Poisson y el coeficiente de expansión térmica.

(Huigui & Huamin, 2017). Los autores Investigaron las propiedades mecánicas y características de emisión acústica de la arenisca de un techo grueso mediante las pruebas de compresión uniaxial, tracción indirecta y AE (emisión acústica), donde se mide la liberación de energía en forma de onda elástica y las características de la emisión acústica proporcionan información precursora en el proceso de fracturación de las cubiertas y ayuda a predecir un posible desastre dinámico del techo.

(Dionysia & etc., 2018). En este proyecto se estudió la aplicación de techos y pavimentos fríos en el edificio municipal de la ciudad de Acharnes (Grecia), donde se demostró que la aplicación de tejas da como resultado una reducción de 17% del consumo energético, se obtuvo esta información por medio de las mediciones de las condiciones meteorológicas al aire libre, el confort térmico interior, la temperatura de la superficie y las imágenes térmicas.

(Shimokura, 2016). El autor estudió el comportamiento de la barrera acústica de un techo de tejas Sekisyu (arcilla de alta calidad), donde se midió el nivel de ruido de la lluvia en modelos de tejas Sekisyu, acero y paja. Aplicados en maquetas con prototipos de viviendas típicas, realizó evaluaciones del sonido de la lluvia en el tejado de tejas Sekisyu y se determinó que estaban por debajo de 4dB frente a los tejados de acero, demostró que las tejas de acero emitían una fuente de energía sonora superior a 500 Hz. Como resultado se obtuvo que las tejas Sekisyu crean un ambiente silencioso frente al tejado de acero y paja.

La teja de caucho reciclado fue elaborada a base de la mezcla de materia prima del polvo de caucho reciclado más los componentes que son el cemento, la arena y el agua. Lograron elaborar una teja resistente a la flexión y compresión. Estudiaron la comparación de las propiedades de la teja ecológica con material reciclado y la teja tradicional obteniendo un producto liviano e innovador para el sector de la construcción. (Méndez, 2019)

La teja de caucho reciclado y PEBD (Polietileno de Baja Densidad) fue fabricada a base de caucho reciclado de neumáticos con un 60% y PEBD con un 40%. Las dimensiones de esta teja fueron las siguientes: longitud 40.80cm, ancho 23cm, espesor 1.5cm y un peso de unitario de 1.7 Kg. Elaboraron esta teja demostrando ser resistente al granizo, su gran capacidad de flexión, resultando ser un buen aislante térmico y por sus materiales obtuvo una teja impermeable y duradera. (Moyano & Páez, 2019)

La teja con cáscara de arroz y PET (Tereftalato de Polietileno) fue elaborada con la siguiente dosificación: cáscara de arroz en estado natural en 100 gr, PET (tereftalato de polietileno) en 120 gr, cemento 840 gr, arena en 300 gr, y agua en 500 ml, son los materiales para la mezcla de fabricación de la teja ecológica que demostraron un buen comportamiento de adherencia obteniendo un producto de peso ligero, alta resistencia al impacto y a la flexión soportando 62 Kg. Realizaron una comparación entre la teja a base de cáscara de arroz y PET con una teja de microconcreto, como resultado obtuvieron una teja más económica y de excelente calidad que una tradicional. (López & Muquinche, 2019)

Para la fabricación de la teja de residuo de polietileno tereftalato (PET), se utilizaron los siguientes materiales: cemento gris portland 2.678Kg, arena lavada de río 1.125 Kg, agua 0.912 Kg, fibras de PET 0.680 Kg. Se obtuvo un producto resistente a la flexión, impermeable, durable. Aportando al sector de la construcción y reduciendo la contaminación ambiental. (Agudelo, 2015).

La teja de tusa picada de maíz fue fabricada con las siguientes dimensiones: longitud 29cm, ancho 34.5cm, espesor 1.5cm y un peso unitario de 3.3 Kg. No logró obtener un resultado favorable debido a que no cumplieron las pruebas de flexión y absorción, demostró que esta teja no es adecuada para aplicarla en el sector de la construcción. (Lozano K. , 2019)

La teja con adición de fibra de tallo de banano cuenta con un peso de 2216g convirtiéndola en una teja liviana. Este producto obtuvo mejoras en la trabajabilidad del mortero, alta resistencia al impacto y a la flexión soportando 62 Kg. Esta teja resulta beneficiosa en el sector de la construcción porque reduce la contaminación ambiental y es económica en comparación a una teja tradicional. (Delgado N. , 2019).

La Teja de arcilla cocida con lodo cerámico, se elaboró de la siguiente manera: sustituyendo la materia prima arcillosa mediante lodos cerámicos, la densidad se redujo al aumentar el contenido de lodo haciéndolo una propiedad favorable. La teja con un 20% de lodo se comprobó que redujo la temperatura interior en un 2.8°C, proporcionando un confort mayor que las tejas convencionales, con este porcentaje se lograron mejorar las propiedades mecánicas y térmicas. (Subashi & Mallwattha, 2018).

(Bottarelli & Bortoloni, 2017). Los autores realizaron un estudio sobre la transferencia de calor a través de revestimientos de tejas cerámicas, utilizaron una maqueta de vivienda típica donde analizaron la mejora de permeabilidad al aire de una nueva teja llamada Marseillaise y su efecto sobre la transferencia de calor inducida por la radiación solar, observaron un aumento en el caudal en la teja produciendo una disminución de temperatura y del aire que fluye por medio de esta, encontraron que este tipo de cubierta de tejas frente a una tradicional tienen un beneficio del 14% en estaciones de verano este tipo de revestimiento disipa el exceso de calor.

(Pérez, 2017). Estudió la respuesta térmica de edificaciones con envolventes vegetales de cubiertas y fachadas verdes, donde se presenta una disminución de absorción del calor en el interior de los edificios producto de la vegetación. En temperaturas altas se presentaron diferencias entre rangos de 2°C a 3°C, mientras que en días fríos se reduce de 1°C a 2°C, produciendo una mayor atenuación de valores en la temperatura interna con relación a la externa. Este tipo de cubierta vegetal es factible para climas tropicales porque favorece las condiciones térmicas internas.

(Martínez, 2015) Realizó una propuesta para determinar el aislamiento acústico a ruido aéreo de techos bajo ensayo “in situ” utilizando como instrumento de medición los altavoces adecuándolo a las normas internacionales, elaboraron cuatro tipos de tejas ecológicas, para

realizar este ensayo aislaron acústicamente las paredes, puertas y ventanas, para controlar el ruido exterior. Este método requiere de una plataforma tecnológica que funcione de manera integrada, utilizando equipos de emisión y recepción sonora para la ecualización y monitoreo de la señal acústica.

Una cubierta metálica normal expuesta a lluvia intensa o a granizo, provoca serios problemas de ruido, tanto para las áreas propias, como para los lindantes. Realizaron una prueba de repercusión acústica en diferentes tipos de cubiertas (coverib, fibrocemento, acero, zinc, panel sándwich), demostrando que generan mayor ruido las cubiertas de aluminio + Fieltro (Zinc) tanto en el interior y exterior de una edificación, causando efectos negativos de confort. (Alarcón & Franco, 2020)

2.2 Marco Conceptual

2.2.1 Cubiertas:

Son estructuras que cierran la edificación en la parte superior, cuyo beneficio fundamental es ofrecer protección contra las variaciones climáticas que existen, su característica principal es brindar seguridad, intimidad, aislación acústica y aislación térmica. Existen cubiertas más ligeras de materiales como láminas metálicas en color natural, tejas de arcillas, tejas metálicas con recubrimiento asfáltico y piedrín, laminas asfálticas, como cielos falsos que proveen variedad de texturas como tablas, roca, fibra de vidrio y plycem. (Lozano K. , 2019)



Ilustración 1: Cubiertas

Fuente:(C. de la fuente Instalaciones, decoraciones y reformas, 2019)

2.2.1.1 Tipos de cubiertas:

Principalmente se sabe distinguir entre dos tipos de cubiertas una conocida como cubierta plana y otra como cubierta inclinada.

Cubiertas Planas

Son las que no intervienen en estructuras de cierre inclinadas o curvas, tienen que ser sometidas a una división de cuarteles o secciones de tamaño regular dejando una dilatación entre ellas. Aunque se llamen planas éstas aún poseen un ligero declive para que se produzca un desagüe, este se forma por una especie de embudo por los bordes perimetrales horizontales que forman faldones con poca pendiente. Estas son más comunes en usar en climas secos donde la temporada de lluvia sea periódica, aunque en la actualidad se ha generalizado su uso a otros tipos de climas, en gran parte debido al desarrollo de los materiales de las cubiertas. (Vera & Verduga, 2017).



Ilustración 2: Cubierta Plana

Fuente:(casas-madera-madrid.net, 2012)

Cubiertas Inclinadas

Son usadas principalmente en climas lluviosos para permitir desalojar el agua por simple gravedad, la disposición de dicha cubierta cumple una formación de pendiente, impermeabilización y aislamiento, para ejecutar un aislamiento que no se deteriore en presencia de agua. Los extremos inferiores de las cubiertas sobresalen de la fachada para alejar la caída del agua en la edificación. Son sustituidas por piezas de acabado final impermeables como las escamas de un pez para proteger los faldones de cubiertas para poder acelerar la caída del agua. (Vera & Verduga, 2017)



Ilustración 3: Cubierta Inclinada

Fuente:(CONSTRUIBLE, 2018)

Cubierta a un agua

Esta cubierta dispone únicamente de una vertiente para evacuar el agua lluvia en un solo lado. Su estructura es sencilla, está formada por vigas inclinadas apoyadas sobre una solera que distribuye las cargas sobre los muros en los que se apoya, se aplica en edificaciones rectangulares. (Lirola, 2020).



Ilustración 4: Cubierta a un agua

Fuente: (Lirola, 2020)

Cubierta de 2 aguas

Esta cubierta se compone de dos faldones inclinados descendentes que parten de una cumbre principal que vierten las aguas lluvias en lados opuestos, los faldones deben tener una inclinación mayor al 10% de la manera que conforman un triángulo simétrico. (Arkiplus, 2021).



Ilustración 5: Cubierta de 2 aguas

Fuente: (Arkiplus, 2021)

Cubierta de 3 aguas

Esta cubierta se compone de tres faldones, que vierten las aguas lluvias por sus tres lados de la planta a cubrir, se recomienda para viviendas grandes porque el número de quiebres en la cubierta está sujeto a las necesidades del techo de acuerdo al diseño arquitectónico, este determinara el grado de inclinaciones de la cubierta que necesitara para evacuar el agua lluvia. (Olea, 2021)

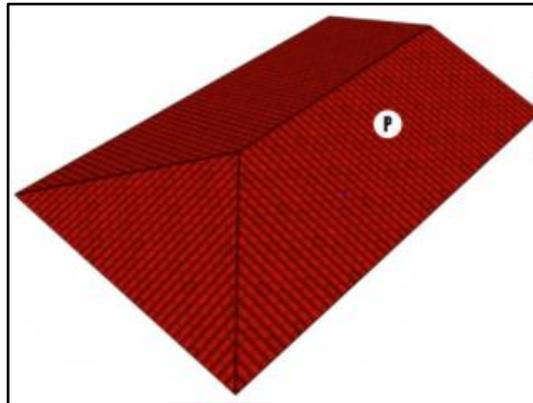


Ilustración 6: Cubierta de 3 aguas

Fuente:(DRYKO IMPERMEABILIZANTES, 2018)

Cubierta de 4 aguas

Esta cubierta se aplica a edificaciones rectangulares, está formado por cuatro planos inclinados que descienden desde la zona central de la cubierta hacia las cuatro fachadas de la edificación. Estas cubiertas vierten el agua por gravedad es empleada en zonas lluviosas. (Homify, 2021).

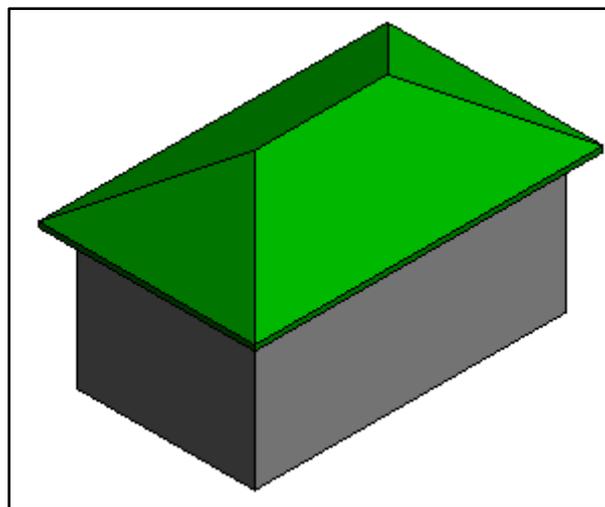


Ilustración 7: Cubierta de 4 agua

Fuente:(Milton Chanes, 2018)

2.2.2 Teja.

Es un elemento con la que se forman cubiertas en edificaciones procurando ser aislantes térmicos, acústicos, impermeabilizantes, fijadores. Existen diversas maneras de crear cubiertas, pero si son realizadas con tejas se las conoce como tejados. (Construir, 2021)

Cumple con la funcionalidad de ser cubierta y terminaciones para las obras en partes superiores como es en tejados, techos, aleros, y columnas. Las tejas son ubicadas de manera inclinadas hacia fuera para su función, estas vienen en formas curvadas, planas, mixtas y entre otros. Logrando una vista agraciada de las estructuras protegiendo a la construcción desviando el agua lluvia, aislando térmicamente para evitar el calor excesivo y proteger del frío intenso y aislando acústicamente de los ruidos exteriores. (Construir, 2021).

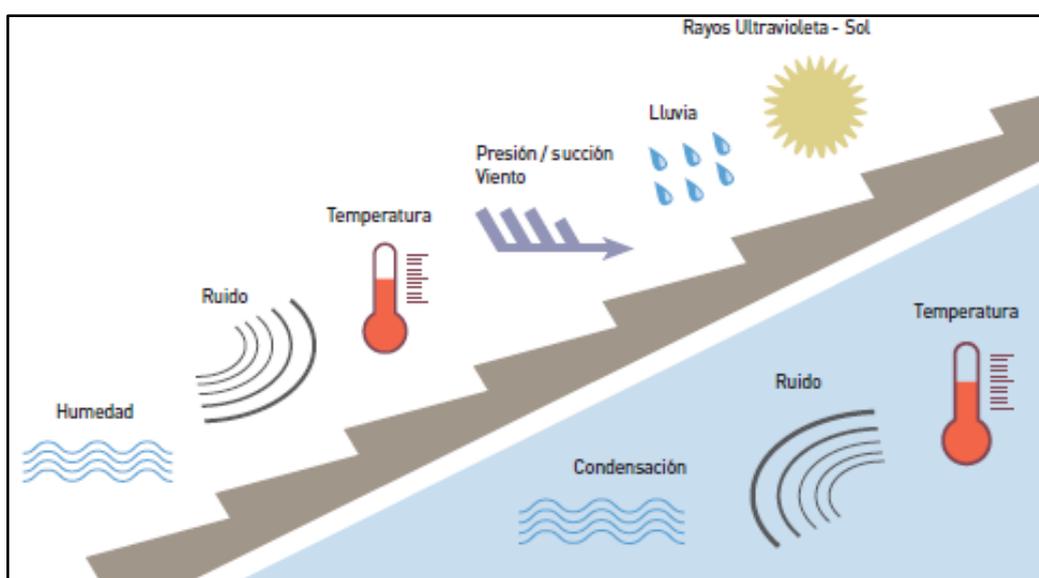


Ilustración 8: Factores que afectan a un tejado

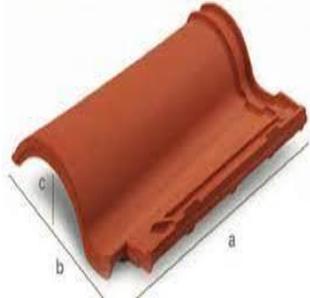
Fuente: (Escandella, 2021)

2.2.2.1 Clasificación de tejas.

Por su Forma:

Los diseños de las tejas han ido evolucionando desde la teja curva y la teja mixta a la plana, donde las líneas rectas se ajustan a los estándares arquitectónicos.

Tabla 2: Tejas según su forma

<p>Planas: Son de forma rectangular o escamada, con superficies lisas planas o con moldurados de poco espesor, presentan en su cara inferior y junto al borde superior dos resaltos de apoyo, sus bordes laterales son estriados para facilitar el ensamble de unas con otras. (Construmática (Arquitectura, 2021))</p>	
<p>Curvas: son elementos de cobertura en forma de canalón, su diseño permite obtener valores variables de solape entre las piezas. Los bordes pueden ser paralelos o convergentes. (Construmática (Arquitectura, 2021))</p>	
<p>Mixtas: Son elementos de cobertura con un perfil curvo que pueden tener un sistema de encaje longitudinal y transversal para encajar la siguiente teja, para el ensamblaje estanco de las piezas contiguas en filas verticales e hiladas horizontales. (Garcia, 2019)</p>	
<p>Plana Alicantina: es una teja plana con ranura en un lado y solapa en otro para ir encajando unas con otras. (Garcia, 2019)</p>	

Elaborado por: López (2021)

Por su Material:

Teja de arcilla

La teja de arcilla está compuesta de tierra en un 80% de arcilla y un 20% de arena son utilizados en las cubiertas de viviendas, este tipo de teja ha sido empleado en construcciones de tipo colonial, cabañas turísticas. Son de bajo impacto al medio ambiente, poseen buen

aislamiento térmico, pero tienen la desventaja de ser frágiles y sensibles a fracturas durante su traslado y manipulación. (Guerra & Jaramillo, 2015).



Ilustración 9: Teja de Arcilla Redonda
Fuente:(DOLMEN, 2022)

Teja de Fibrocemento

Son tejas fabricadas a base de fibras minerales, cemento y aditivos con las proporciones siguientes: cemento 70%-90%, carbonato de calcio 10%-25%, fibras sintéticas: 1%-4%, celulosa 2%-5%. El espesor mínimo es de 5.1mm y un peso de unidad de superficie de 12.6 Kg/m² aproximadamente. Los pesos pueden variar $\pm 10\%$ de acuerdo a la humedad del producto. En la instalación de los productos de fibrocemento puede resultar peligrosa para la salud debido a las fibras que contienen, es por eso que requieren transformar o cortar este producto en lugares abiertos y ventilados. (Eternit, 2020).



Ilustración 10: Teja de Fibrocemento
Fuente:(Eternit, 2020)

Teja Metálica

Este tipo de teja tiene la belleza y la forma de la teja tradicional, con las ventajas del acero reúne beneficios que una cubierta moderna exige: liviana en su peso, impermeable, evita la proliferación de hongos, musgos, helechos. Son tejas termoacústicas debido al aislamiento

de poliuretano PIR produciendo una gran barrera térmica y acústica y generando viviendas de mayor confort interno. (Kubiec, 2021).

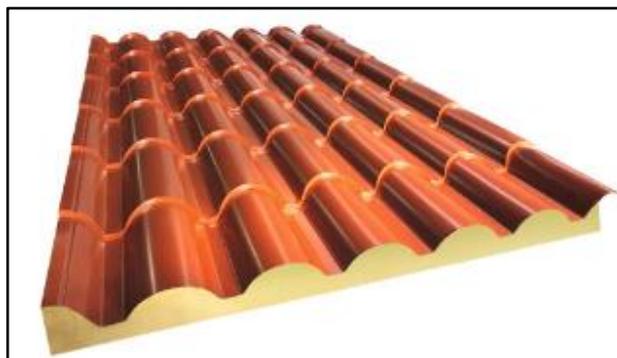


Ilustración 11: Teja Metálica

Fuente:(Kubiec, 2021)

2.2.2.2 Dimensiones de Tejas.

Se presenta en la tabla 3 las dimensiones de las tejas a estudiar para realizar el análisis del comparativo del comportamiento térmico y acústico entre tejas convencionales y una teja a base de cascarilla de arroz y PET.

Tabla 3: Dimensiones de Tejas

MATERIAL	LONGITUD (mm)	ANCHO (mm)	ESPESOR (mm)	PESO (kg)	Peso por unidad de superficie (kg/m²)
Cáscara de arroz y pet	500	250	8	2	24
Arcilla	470	270	15	3.2	35.50
Cerámica	440	220	10	2.5	50
Hormigón	420	330	22	4.20	46
Fibrocemento	500	250	8	2.5	31.2
Metálica	2100	1100	0.40	3.85	9.48

Elaborado por: López (2021)



Ilustración 12: Dimensión de una Teja Metálica

Fuente:(ACESCO, 2022)

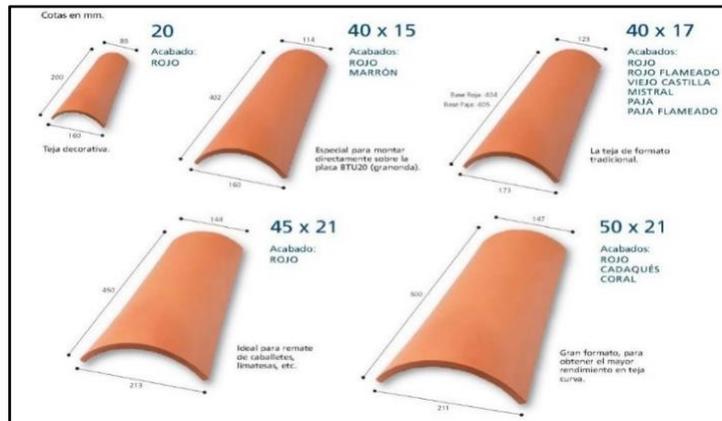


Ilustración 13: Dimensión de Tejas de Cerámica
Fuente:(cemat.es, 2014)

2.2.3 Sonido.

El órgano auditivo es muy sensible para percibir la propagación de las ondas mecánicas originadas por la vibración de un cuerpo a través de un fluido o un medio elástico. Existen sonidos audibles para el oído humano y otras que solo pueden percibir los animales, estas ondas acústicas son producidas por la oscilación de la presión del aire que son receptadas por el oído y transmitidas al cerebro para ser interpretadas. (Raffino, M., 2021).

2.2.3.1 Medida de los Sonidos.

Nivel de Presión Sonora

Es la diferencia entre la presión instantánea debido al sonido y la presión atmosférica, es el producto de la propagación del sonido y se expresa en micropascales (μPa). (Miyara Federico, 2021).

Decibelio

Es una unidad adimensional utilizada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. El decibel es utilizado para describir niveles de presión sonora. El oído es capaz de percibir $20\mu\text{Pa}$ para el límite inferior hasta más allá de los 100 Pa, donde se encuentra su umbral del dolor. (Cepeda & Inca, 2020).

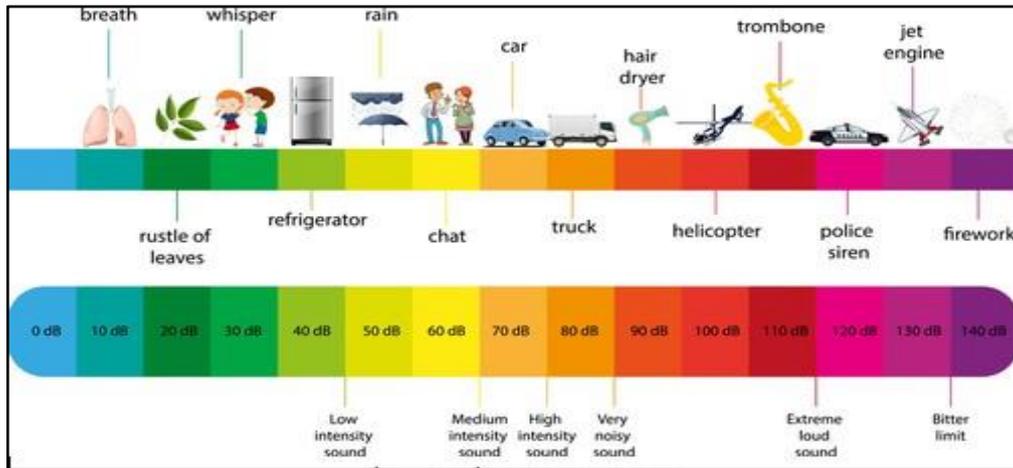


Ilustración 14:Nivel de Presión Sonora

Fuente:(shutterstock, 2019)

En estas ecuaciones desarrollaremos la conversión de la presión sonora a su nivel decibelio .

$$L_p(dB) = 10 \cdot \log \frac{P^2}{P_0^2} \quad (1)$$

$$P(pa) = \sqrt{P_0^2 (10)^{L_p/10}} \quad (2)$$

Donde:

L_p = Nivel de presión sonora en dB

P = Presión Sonora en Pa

P_0 = Umbral de presión igual a $20 \cdot 10^{-6}$ Pa.

2.2.3.2 Atenuación del Sonido

Las ondas sonoras son ondas tridimensionales es decir se desplazan en tres direcciones y sus frentes de ondas son esferas radiales que salen de la fuente sonora en todas las trayectorias. Las ondas se debilitan en su amplitud conforme van alejándose de su punto de origen a esto se le llama atenuación de la onda, donde la amplitud de las ondas disminuye, su longitud y frecuencia permanecen invariables, ya que estas dependen del foco emisor. La ley cuadrática inversa se refiere a fenómenos físicos cuya intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia al centro donde se originan. Estos fenómenos ondulatorios son en particular el sonido, la luz y campos centrales. (Casadevall,D., 2021)

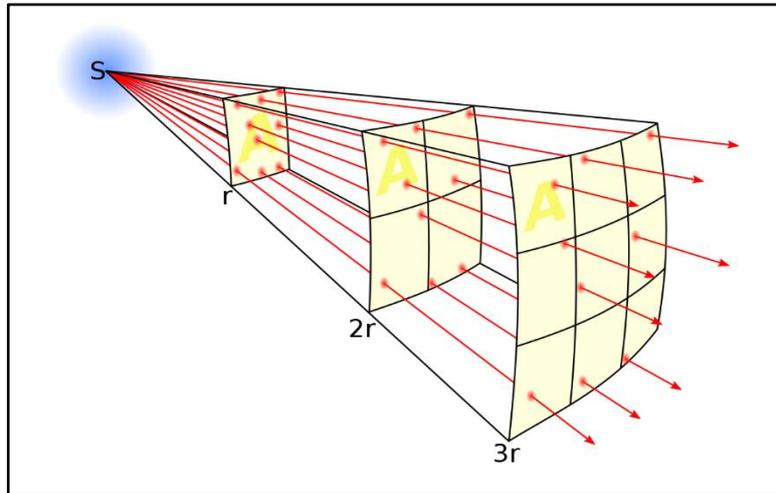


Ilustración 15: Ley Cuadrática Inversa

Fuente:(wikimedia.org, 2020)

El sonido se propaga en el aire como las ondas en el agua, en campo libre al doblar la distancia se escucha el nivel de intensidad disminuye en 6dB por la relación de logaritmos. En escala lineal se reduce a la mitad de su intensidad. Pero en escala logarítmica hace que solo disminuya 6dB. (Casadevall,D., 2021).

$$\Delta dB = 20 \cdot \log\left(\frac{R_2}{R_1}\right) \quad (3)$$

$$\Delta dB = 20 \cdot \log\left(\frac{2 \cdot R_1}{R_1}\right) \quad (4)$$

$$\Delta dB = 6dB/dd \quad (5)$$

Atenuación del Sonido en el Exterior

La atenuación del sonido al aire libre es la suma de las atenuaciones por divergencia geométrica, atmosférica, interacción del suelo, difracción. Al estar presente simultáneamente varios factores se complica el estudio de la propagación del sonido en los espacios exteriores, la atenuación total es el resultado de varios mecanismos como se expresa en la ecuación 6: (Alca, 2021)

$$A_T = A_{div} + A_{Atm} + A_{Suelo} + A_{dif} \quad (6)$$

Donde:

A_{div} =Atenuación por divergencia geométrica

A_{Atm} =Atenuación debido a la atmósfera

A_{Suelo} =Atenuación resultante del Suelo

A_{dif} =Atenuación de barreras y difracción

Atenuación por divergencia geométrica

Es la disminución de la intensidad sonora con el cuadrado de la distancia en el caso de una fuente puntual (esférica) o fuente lineal (cilíndrica). Según la ecuación 7, el nivel sonoro se reduce en 3dB cuando se dobla la distancia para una fuente lineal infinita y 20 dB cada vez que la distancia se multiplica por 10, y disminuye 6dB en el caso de fuentes puntuales. (OYARZÁBAL, 2013)

$$D = 20 \log d + 10.9 \quad (7)$$

Donde:

d= es la distancia entre la fuente puntual y el receptor.

Atenuación debido a la Atmósfera

Es un factor físico que modifica el contenido de frecuencias del sonido que se transmite por medio del aire como se muestra en la ilustración 16. Esta atenuación se debe a la fricción y al intercambio de energías que hay en las moléculas, se propagan a través de la atmosfera, debido a la absorción o dispersión de los componentes atmosféricos. La ecuación 8 define la atenuación debido a la absorción del aire. (OYARZÁBAL, 2013)

$$A_{atm} = \alpha d / 1000 dB \quad (8)$$

Donde:

d= es la distancia de propagación en metros

α = coeficiente de atenuación del aire en dB/km- norma ISO 9613.1

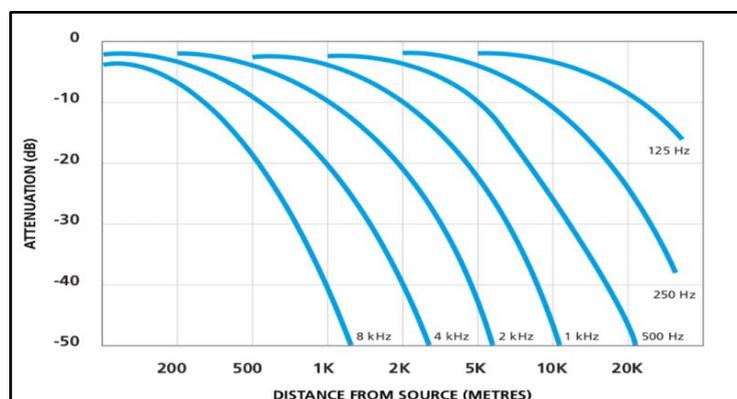


Ilustración 16:Atenuacion Atmosférica

Fuente:(bksv.com, 2021)

Atenuación efecto del suelo

La atenuación del suelo es el resultado de la interferencia del sonido reflejado por el suelo en el sonido directo, por medio de la diferencia de fase que reciben ambas señales por el recorrido que efectúa cada onda. Si la superficie del suelo es grande y tiene características reflectantes predomina el efecto de la reflexión. El suelo actúa como un obstáculo sólido, reflejando una fracción de energía sonora y absorbiendo el resto. El factor de suelo G se aplicará de acuerdo al tipo de suelo entre ellos tenemos: suelo duro ($G=0$), suelo poroso ($G=1$), suelo mixto ($G=0-1$). (Física del Sonido, 2021).

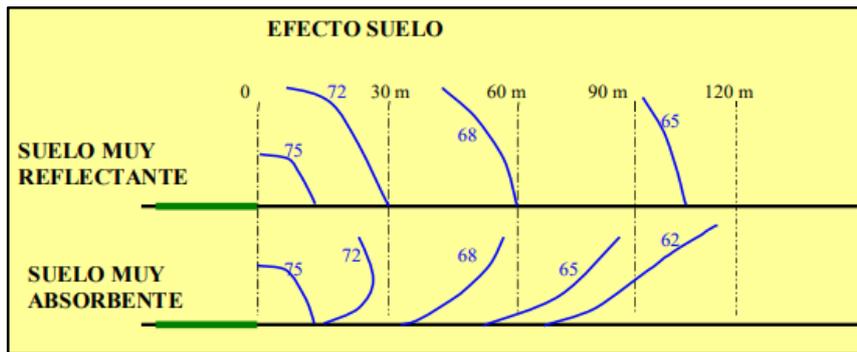


Ilustración 17: Curva efecto del Suelo

Fuente: (Física del Sonido, 2021)

Atenuación efecto de obstáculos

La atenuación por barrera es debida a la presencia de obstáculos naturales o artificiales interrumpiendo la línea recta entre una fuente sonora y un receptor. Tenemos el caso de una onda sonora que se encuentra con un obstáculo, se refleja en esta una parte de su energía y otra parte es absorbida, adentrándose en su interior y transformándose en vibraciones mecánicas que radian nuevas ondas. Si en el trayecto existen varios obstáculos se tratan como una única difracción múltiple, parte de la energía se difracta por los bordes superiores o laterales. (Física del Sonido, 2021).

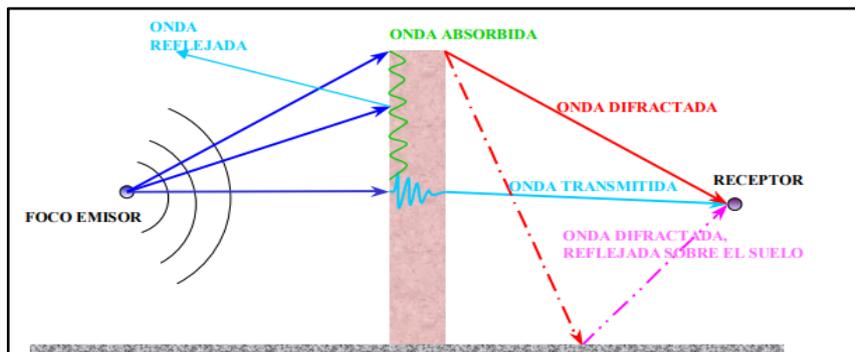


Ilustración 18: Efecto de los obstáculos en la propagación de ondas

Fuente: (Física del Sonido, 2021)

2.2.3.3 Instrumentos de medición auditiva.

Sonómetro

Este instrumento nos ayuda a medir la presión sonora, mide el nivel de ruido que existe en un determinado lugar en un momento dado. La unidad con la que trabaja es el decibelio (dB). Está compuesto de un micrófono, amplificador, filtros de ponderación, ponderaciones de tiempo. (Gordillo & Guaraca, 2015).



Ilustración 19: Sonómetros

Fuente: (elconfidencial, 2020)

Registrador

Este instrumento mide, registra y limita el nivel de presión sonora de un lugar determinado. Este equipo consiste en un atenuador lineal y en un sensor integrador promediador, el atenuador actúa corrigiendo automáticamente hasta 40 dB para que el nivel de presión sonora medido por el sensor no sobrepase el máximo que tenga programado. (EcuDap, 2021).



Ilustración 20: Registrador de Audio

Fuente: (dreamstime, 2019)

Osciloscopio

Es un dispositivo de visualización grafica que muestra señales eléctricas variables en el tiempo. El eje vertical (y) representa el voltaje y el eje horizontal (x) representa el tiempo. Este dispositivo funciona junta al sonómetro donde podremos ver la onda sonora que se registró en ese momento, tiene la ventaja de guardar la información de la señal para estudiarla directamente. (Equipos y Laboratorio de Colombia, 2020).

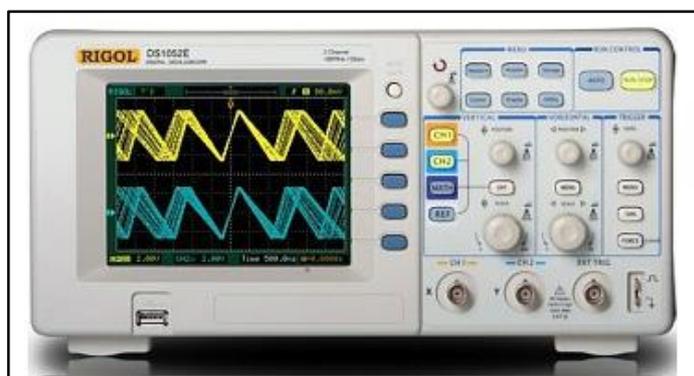


Ilustración 21: Osciloscopio

Fuente: (Tecnología Educativa S.A, 2021)

2.2.4 Acústico:

Se define como sonido a la sensación producida en el oído por los movimientos vibratorios de los cuerpos, transmitido por los medios comunes como el aire y el ruido inarticulado por lo desagradable. Es llamado ruido a todo sonido desagradable no deseado para quien lo escucha y dependerá de la sensibilidad sonora de cada persona. (RAE, 2021).

2.2.4.1 Contaminación acústica:

Actualmente la contaminación acústica es uno de los factores que se observa en sectores urbanos y ha crecido en las últimas décadas lo cual ha efectuado efectos perjudiciales para la salud como trastornos fisiológicos, pérdida progresiva de audición, producen irritación y cansancio los cuales producen efectos de estrés, irritabilidad, disminución de rendimiento y concentración, agresividad, cansancio, dolor de cabeza, problemas de estómago, alteración de la presión arterial, alteración del ritmo cardiaco, depresión del sistema inmunológico, alteración de los niveles de segregación endocrina, vasoconstricción, problemas mentales, estados depresivos, entre otros. (Alarcón & Franco, 2020).

La intensidad del sonido corresponde a la amplitud de la vibración acústica la cual es medible en decibeles, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) considera los

50 dB como el límite nocturno superior deseable y de 60 dB como el límite superior diurno. (Ormaechea, 2016)

Los niveles de ruido de fuente fijas y móviles no podrán transgredir los horarios ni los valores que se fijan en la tabla 4. Esta medición de ruido esta expresada en unidades de decibeles y se han establecido sus valores según las actividades que se desarrollen en esta zona.

Tabla 4: Niveles Máximos de Ruido Según su uso de suelo

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	NIVEL DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	45	35
Zona Residencial	50	40
Zona Residencial mixta	55	45
Zona Comercial	60	50
Zona Comercial mixta	65	55
Zona Industrial	70	65

Fuente: (FUENTES, 2013)

En la tabla 5 se establece una normativa internacional de reglamentación acústica pertinentes a edificaciones de uso habitacional que se deben considerar en su diseño y construcción según la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC).

Tabla 5: Niveles Permitidos de Confort Acústico

OGUC 2005	ESTÁNDAR	ÍNDICE DE REDUCCIÓN ACÚSTICA MÍNIMA DE 45dB (A)
	ESTÁNDAR	NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO NORMALIZADO MÁXIMO DE 75 dB
	MEJOR	NIVEL DE PRESIÓN ACÚSTICA DE IMPACTO NORMALIZADO MÁXIMO DE 65 dB

Fuente: (FUENTES, 2013)

2.2.4.2 Exigencias acústicas para edificaciones

Se establece mediante medidas de verificación in situ del aislamiento acústico y del nivel de ruido transmitido por recintos de instalaciones generales de los edificios que se encuentran al alcance del Código Técnico de la Edificación (CTE).

Aislamiento Acústico entre Recintos

Estable para la transmisión a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, como para la transmisión de ruido de impactos, $L_{nT,w}$, teniendo en cuenta el tipo de recinto y colindancia. (Rozas, Lopez, & etc., 2019).

Tabla 6: Aislamiento Acústico entre Recintos

RECINTO RECEPTOR	RECINTO EMISOR	Aislamiento Acústico a ruido aéreo entre recintos colindantes horizontal o verticalmente	Aislamiento Acústico a ruido de impactos entre recintos colindantes horizontal o verticalmente o que comparten una arista
Recintos Protegidos	Cualquier otro recinto de otra unidad de uso diferente	$D_{nT,A} > 50$ dBA	$L_{nT,w} < 65$ dBA
	Zona Común	$D_{nT,A} > 50$ dBA	$L_{nT,w} < 65$ dBA
	Recinto de Instalaciones o de Actividad	$D_{nT,A} > 50$ dBA	$L_{nT,w} < 60$ dBA
	Ruido Exterior	$D_{2m,mT,Atr} > (30-47)$ dBA	
Recintos Habitables	Cualquier otro recinto habitable	$D_{nT,A} > 45$ dBA	Sin Exigencia
	Zona Común	$D_{nT,A} > 45$ dBA	Sin Exigencia
	Recinto de Instalaciones o de Actividad	$D_{nT,A} > 45$ dBA	$L_{nT,w} < 60$ dBA
Medianerías	Entre recintos protegidos y habitables de edificios distintos colindantes	$D_{2m,mT,Atr} > (30-40)$ dBA	
Tabiquería		$R_A > 33$ dBA	

Fuente: (Muralit, 2019)

Aislamiento a ruido aéreo de fachadas:

Los elementos interiores de separación, así como las fachadas, los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio deben tener en conjunto elementos constructivos adyacentes para poder establecer la función del uso del recinto protegido de la fachada y el nivel de ruido exterior.

Midiendo los requerimientos de aislamiento acústico exigido a la fachada del edificio, se debe tener en cuenta lo siguientes aspectos:

- El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.
- Cuando no se disponga de datos oficiales del valor del índice de ruido día, L_d , se aplicará el valor de 60 dBA para el tipo de área acústica relativo a sectores de territorio con predominio de suelo de uso residencial.

Tabla 7: Aislamiento a Ruido Aéreo de Fachadas, Cubiertas y Suelos

RUIDO EXTERIOR	AISLAMIENTO ACÚSTICO EXIGIDO “IN SITU” ($D_{2m,nT,Atr}$)			
L_d	USO DE LA EDIFICACIÓN			
	RESIDENCIAL Y HOSPITALARIO		CULTURAL, SANITARIO, ADMINISTRATIVO	
	DORMITORIO	ESTANCIA	ESTANCIA	AULA
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

Fuente: (Rozas, Lopez, & etc., 2019)

2.2.5 Temperatura

Es una magnitud física que indica el nivel de energía térmica de un cuerpo, las partículas que poseen los cuerpos se mueven a una determinada velocidad con una energía cinética media, esta energía interna se expresa en términos de calor y frío, que van desde temperatura más alta a temperatura más baja. La temperatura se mide indirectamente a través de las magnitudes termométricas como lo son: grados Celsius ($^{\circ}\text{C}$), grados Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), y grados kelvin (K). (Fernández, 2021).

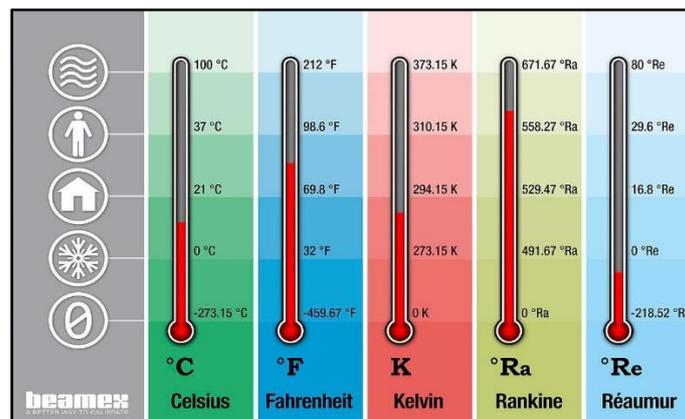


Ilustración 22: Unidades de temperatura

Fuente: (Laurila, 2019)

Instrumentos de medición de Temperatura

Termómetro láser

El termómetro de infrarrojos mide y muestra las lecturas sin contacto hasta 650°C o 1200°F, mide la temperatura desde cualquier superficie, posee un puntero láser incorporado que identifica el área de objetivo y, mejora la puntería. La cantidad de energía IR emitida por un objeto es proporcional a la temperatura y a la capacidad del objeto para emitir energía. (VentDepot.com, 2021).



Ilustración 23: Termómetro láser

Fuente: (VentDepot.com, 2021)

Cámara termográfica

Es un instrumento capaz de percibir la temperatura de un objeto o de un cuerpo sin estar cerca, las cámaras termográficas detectan la energía infrarroja emitida, transmitida o reflejada por todos los materiales siempre y cuando este tenga niveles mayores a 0° Kelvin convirtiendo el factor de energía en una lectura de temperatura o termograma. Un termograma es la imagen térmica del objeto que está captando a través de la tecnología infrarroja, mostrado en la cámara. (Omega, 2021).



Ilustración 24: Cámara Termográfica

Fuente: (efc, 2019)

2.2.6 Térmico:

Es la ciencia respectiva al calor. El hombre tiene constancia de los efectos que produce el calor como lo son la dilatación, fusión, ebullición y acciones inversas del frío. (RAE, 2021).

2.2.6.1 Conductividad térmica

Es una propiedad física de los materiales y representa la capacidad para transferir calor en forma de energía cinética a través de sus moléculas. La conductividad térmica es elevada en metales, baja en polímeros y muy baja en fibra de vidrio. La relación entre el calor se transporta por unidad de tiempo y el gradiente de temperatura, a través de un área el cual fluye perpendicularmente a un ritmo estacionario. (Martinez & Salinas, 2018).

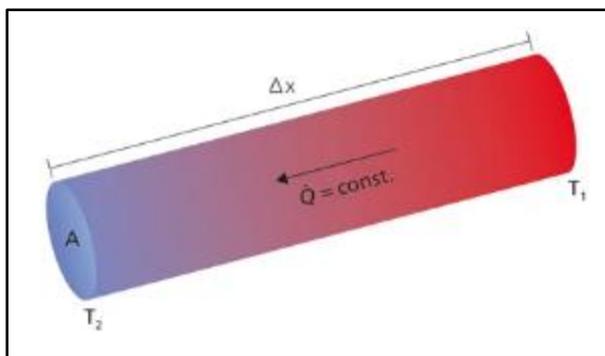


Ilustración 25: Conductividad térmica de un cuerpo

Fuente: (NETZSCH, 2019)

La conductividad térmica se puede expresar de la siguiente forma: K , λ , k , utiliza el sistema internacional de unidades se mide en $W/(m.k)$ equivalente a $J/(m.s.k)$. Se calcula utilizando la ecuación 9:

$$K = \frac{Q \cdot L}{A \cdot \Delta T} \quad (9)$$

Donde:

Q =Flujo de calor (W)

L =Longitud o espesor del material (m)

A =Superficie del material (m^2)

ΔT =Diferencial de temperatura(k)

2.2.6.2 Factor de ganancia de calor solar de la cubierta

Este factor debe ser menor a $1,0 \text{ W/m}^2.\text{C}$, y se calcula con la siguiente ecuación 10:

$$\text{FGCC} = U \cdot \alpha \cdot \text{BR} \quad (10)$$

Donde:

FGCC= Factor de ganancia de calor solar por la cubierta en $\text{W/m}^2.\text{C}$

U=Coeficiente global de transmisión de calor total para el área bruta de las superficies de cubierta en $\text{W/m}^2.\text{C}$

α =Coeficiente de absorción de la radiación solar de la superficie de la cubierta

BR=Factor adimensional de barrera radiante igual a 0.33 si está instalada y 1.0 en caso contrario.

Tabla 8: Coeficiente de transmisión de calor de diferentes materiales

MATERIAL	DENSIDAD	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA λ		CALOR ESPECÍFICO
	$\rho = \text{kg/m}^3$	$\text{kcal}/(\text{m.h.c})$	$\text{J}/(\text{m.s.k})$	$C = \text{kcal}/\text{kg.C}$
hierro	7800,00	45,00	52,00	0,12
aluminio	2800,00	175,00	204,00	0,22
pedra densa	3000,00	3,00	3,50	0,19
pedra	2700,00	2,00	2,33	0,20
ladrillo	1600,00	0,50	0,58	0,22
hormigón armado denso	2500,00	1,60	1,86	0,20
hormigón	2300,00	1,20	1,40	0,21
hormigón ligero	1900,00	0,60-0,80	0,70-0,93	0,22
hormigón ligero	1600,00	0,40-0,60	0,47-0,70	0,22
hormigón ligero	1300,00	0,25-0,40	0,29-0,47	0,22
hormigón ligero	1000,00	0,20-0,30	0,23-0,35	0,22
hormigón ligero	700,00	0,20	0,23	0,25
enlucido cemento	1900,00	0,80	0,93	0,25
enlucido cal	1600,00	0,60	0,70	0,23
balosas	2000,00	1,00	1,16	0,22
vidrio	2500,00	0,70	0,81	0,29
lana mineral	35,00-200,00	0,04	0,04	0,21
madera dura	700,00-800,00	0,15	0,17	0,40
caucho	1500,00	0,15	0,17	0,45
espuma sintética	20,00-100,00	0,03	0,04	0,35
material orgánico	300,00-500,0	0,70-0,10	0,08-0,12	0,40

Fuente: (INEN, 2009)

Tabla 9: Coeficiente de absorción de la radiación solar de la superficie de la cubierta

PINTURAS		TECHOS	
Blanco Mate	0,20	Lámina de Aluminio	0,30
Aluminio Brillante	0,30	Piedra blanca, Láminas aluminio	0,40
Blanco Plano	0,35	Asbesto, cemento blanco	0,50
Dorado	0,40	Teja, decolorada	0,65
Amarillo	0,48	Teja roja, hormigón	0,70
Gris Plata	0,53	Teja marrón	0,87
Aluminio Oscuro	0,63	Teja negra	0,92
Marrón (Ladrillos Cerámicos)	0,70	Hierro galvanizado limpio	0,75
Verde claro, rojo medio	0,75	Hierba	0,80
Verde medio	0,85	Arena gris, asbesto, cemento sucio	0,82
Vegetación	0,90	Fieltro bituminoso	0,89
Verde Oscuro, azul	0,95	Hierro galvanizado sucio	0,90
Negro	0,97	Asfalto	0,95
		Vidrio claro	0,99

Fuente: (INEN, 2009)

Se refiere al incremento de temperatura en un espacio o estructura como efecto de la radiación solar todos los materiales que entran en contacto con la luz solar absorben la radiación de onda corta en forma de luz y la re-irradiación en forma de calor u onda infrarrojas. (Ordoñez, Seiscubos, 2021)

Tabla 10: Conductividad térmica de diferentes tipos de tejas

<i>Propiedades</i>	<i>Dimensiones</i>	<i>Tipos de elementos constructivos de tejas</i>		
		<i>Tejas de Hormigón</i>	<i>Tejas de Cerámica</i>	<i>Tejas de materiales reciclados</i>
Dimensiones	mm	Largo: 420	Largo: 423	Largo: 408
		Ancho: 331	Ancho: 248	Ancho: 230
		Esp. prom.: 20	Esp. prom.: 15	Esp. prom.: 15
Peso	Kg	4,8	2,68	1,29
Conductividad térmica	W/m ² °C	1,2	0,65	0,33
Resistencia al impacto	Satisfactorio	Satisfactorio	No Satisfactorio	Satisfactorio
Resistencia a la helicidad	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio	Satisfactorio

Fuente: (Gaggino, 2016)

2.2.7 Confort Térmico

Se define confort térmico a la sensación que produce bienestar con el ambiente térmico del lugar que se encuentra, dependiendo de factores externos como la temperatura, velocidad del aire, humedad relativa, metabolismo, actividad física desarrollada. Esta percepción se logra equilibrar entre el balance de pérdida y ganancia de calor, permitiendo conservar la temperatura corporal normal de 37°C. (Riofrío, 2019)

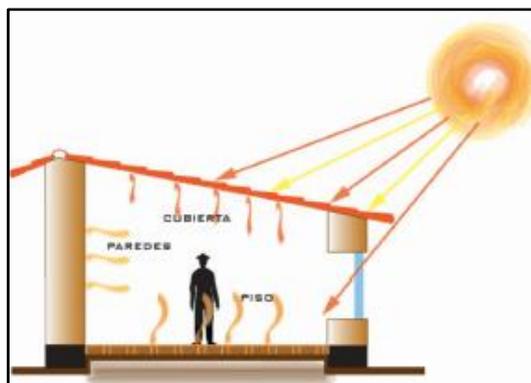


Ilustración 26: Incidencias que afectan al confort térmico

Fuente: (Riofrío, 2019)

En base a la NEC-11 el Ecuador está dividido en 6 zonas en el cual se definirá la zona climática habitacional, a partir de los grados días de calentamiento, grados días de enfriamiento y altura sobre el nivel del mar de la localidad, en base a la tabla 11 y en la ilustración 27 se incluye el mapa del Ecuador donde se puede visualizar las distintas zonas climáticas que existen en el país. (NEC, 2018).

Tabla 11: Referencia de Zonificación Climática del Ecuador

ZONA CLIMÁTICA (ECUADOR)	NOMBRE	CRITERIO TÉRMICO
1	HÚMEDAD MUY CALUROSA	$5000 < CDD10^{\circ}C$
2	HÚMEDAD CALUROSA	$3500 < CDD10^{\circ}C \leq 5000$
3	CONTINENTAL LLUVIOSA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ Y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$
4	CONTINENTAL TEMPLADO	$2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$
5	FRÍA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ Y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $3000 \text{ m} < \text{Altura(m)} \leq 5000$
6	MUY FRÍA	$CDD10^{\circ}C \leq 2500$ Y $HDD18^{\circ}C \leq 2000$ $2000 < HDD18^{\circ}C \leq 3000$ $5000 \text{ m} < \text{Altura(m)}$

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2018)

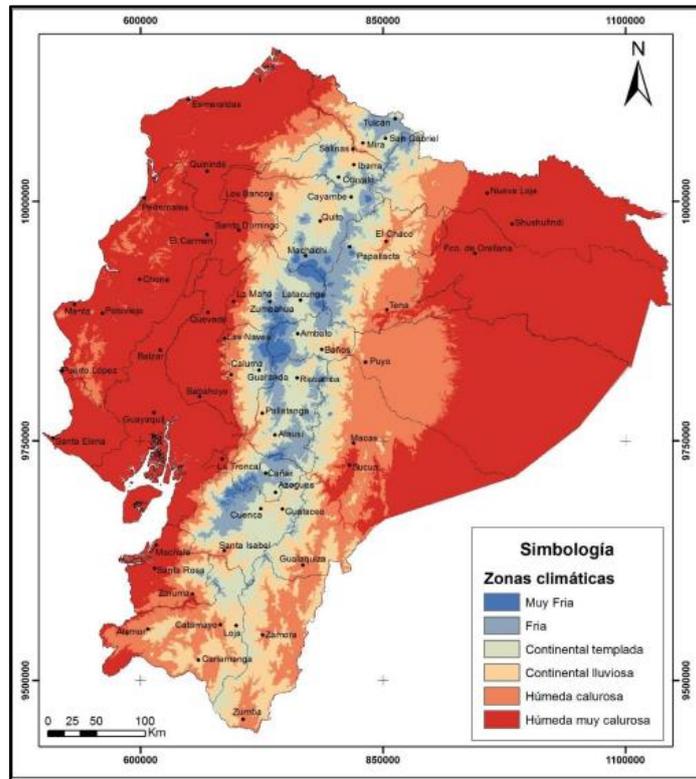


Ilustración 27: Zonas Climáticas del Ecuador

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC, 2018)

Para el desarrollo de esta investigación se ha optado por considerar la temperatura como el principal elemento para el planteamiento de niveles térmicos. Como se puede apreciar en la tabla 12 se evidencia rangos de temperatura agrupadas en 3 clases, identificando las zonas frías, templadas y calurosas del territorio.

Tabla 12: Caracterización Térmica

Temperatura Media Anual	Caracterización Térmica
$T < 12^{\circ} \text{C}$	Frío
$12 - 20^{\circ} \text{C}$	Mesotérmico
$T > 22^{\circ} \text{C}$	Megatérmico

Fuente: (Aguilar & Naranjo, 2018)

Para establecer las condiciones de confort de un lugar es importante tener presente que el cuerpo humano debe mantener una temperatura de aproximadamente 37°C , si se logra conservar esta temperatura se llegaría al estado de confort térmico. En el Ecuador tenemos diferentes variaciones climáticas y esto es un reto para los diseñadores de cubierta, porque

tienen que elaborar productos de acuerdo a la región, para llegar a un punto de confort térmico. (Ordoñez, 2021).

En la presente tabla 13 se muestran los estándares establecidos según las normas internacionales y local para determinar una zona de confort térmico.

Tabla 13: Normas Internacionales y local para el confort térmico

NORMA	CATEGORÍA	VALORES
PPD-PMV ISO 7730	20% PPD	Invierno: Tn=22°C. (± 3,5°C) Verano: Tn=24°C (± 3,5°C)
	10% PPD	Invierno: Tn=22°C. (± 2,5°C) Verano: Tn=24°C (± 2,5°C)
ASHRAE 55 (ADAPTIVA)	20% PPD	Invierno: Tn=22°C. (± 3,5°C) Verano: Tn=17,8°C +0,31 Tm(± 3,5°C)
	10% PPD	Invierno: Tn=22°C. (± 2,5°C) Verano: Tn=17,8°C +0,31 Tm (± 2,5°C)
EN 15251	20% PPD	Tn=18,8°C +0,33 x Tm7(± 3,0°C)
	10% PPD	Tn=18,8°C +0,33 x Tm7(± 2,0°C)
RITE 2007	ESTÁNDAR	Invierno: Tmin=20°C - Tmax=23°C / Verano: Tmin=23°C - Tmax=25°C
NEC 11, 2011	ESTÁNDAR	Tmin=18°C / Tmax=26°C

Fuente: (Bustillos, 2017)

Marco Legal

2.3.1 Normas Nacionales (Constitución de la República del Ecuador)-2008

Título II-(Cap. 2) Derechos del Buen Vivir, Sección Segunda, Ambiente Sano:

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el Buen Vivir, Sumak Kawsay.

Art. 15.- El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria

o los ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional.

Título II-(Cap. 2) Derechos, Derechos del Buen Vivir, Sección Sexta, Hábitat y vivienda:

Art. 30.- las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajo los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de ésta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudad, y en el ejercicio pleno de la ciudadanía.

Título II-(Cap.2) Derechos, Derechos del Buen Vivir, Sección Séptima, Salud:

Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.

Título II-(Cap. 6) Derechos, Derechos de Libertad:

Art. 66 (literal 27).- El derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza.

Título II-(Cap. 9) Derechos, Responsabilidades:

Art. 83 (literal 6).- Respetar los derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.

Título VI-(Cap. 6) Régimen del Desarrollo, Trabajo y Producción, Sección Tercera, Formas de Trabajo Y su Retribución:

Art. 326 (literal 5).- Toda persona tendrá derecho a desarrollar sus labores en un ambiente adecuado y propicio, que garantice su salud, integridad, seguridad, higiene y bienestar.

Título VII-(Cap. 1) Régimen del Buen Vivir, Sección octava, ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales:

Art. 385 (literal 3).- Desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir.

2.3.2 Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 717-1.

Acústica evaluación del aislamiento acústico en los edificios y de los elementos de construcción.

Parte 1: aislamiento a ruido aéreo (ISO 717-1:2013).

Los métodos de medición del aislamiento a ruido aéreo de elementos de construcción y de edificios han sido normalizados, por ejemplo, en las Normas ISO 10140-2, ISO 140-4 e ISO 140-5. El objetivo de esta parte de ISO 717 es normalizar un método por el cual la dependencia frecuencia del aislamiento a ruido aéreo pueda convertirse en un solo número que caracterice las propiedades acústicas (el comportamiento acústico).

Las referencias a normas que proporcionan datos para la evaluación única pretenden ser ejemplos, y, por tanto, no se trata de análisis completos. Esta parte de la Norma ISO 717.

- a) Define magnitudes globales para el aislamiento a ruido aéreo en edificios y de elementos de construcción tales como paredes, suelos, puertas y ventanas;
- b) Toma en consideración los diferentes espectros sonoros de la fuente de ruido tales como ruido interior en los edificios y ruido de tráfico exterior al edificio; y
- c) Proporciona reglas para la determinación de estas magnitudes a partir de los resultados de medición realizados en bandas de tercio de octava o de octava de acuerdo a las Normas ISO 10140-2, ISO 140-4 e ISO 140-5.

Las magnitudes globales conforme a esta parte de la Norma ISO 717 pretenden clasificar el aislamiento acústico y simplificar la formulación de los requisitos acústicos en los códigos de la edificación. Se indica una nueva evaluación única en pasos de 0,1dB para la expresión de la incertidumbre (excepto para términos de adaptación de espectro). Los valores numéricos requeridos de estas magnitudes globales se especifican de acuerdo a las diferentes necesidades. Las magnitudes globales se basan en los resultados de mediciones en bandas de tercio de octava o de octava.

Para las mediciones en laboratorio realizadas de acuerdo a la Norma ISO 10140, las magnitudes globales solamente deberían calcularse en bandas de tercio de octava.

2.3.3 Normas Internacionales

Norma UNE-EN-ISO 140-4

Características de los Equipos de Medida

Los equipos de medida de nivel sonoro serán de clase 0 o 1 de acuerdo con las Normas CEI 60651 y CEI 60804.

El equipo se calibrará antes de cada medición con un calibrador clase 1 según de la Norma CEI 80942. Los filtros deberán cumplir con los requisitos de la Norma CEI 61260. El equipo de medida de tiempo de reverberación deberá cumplir los requisitos de la Norma UNE EN ISO 20354. La fuente sonora debe crear en el recinto emisor un campo sonoro uniforme, estable y uniforme.

Disposición del Ensayo

Mediciones en recintos vacíos de idénticos tamaños y de las mismas dimensiones deberán efectuarse predominantemente con difusores en ambos recintos (mobiliario, tableros de al menos 1m² (3 o 4 unidades en ambos recintos).

Proceso y Evolución del Ensayo

Las mediciones deben realizarse en bandas de frecuencias de 1/3 de octava salvo que se convenga la realización en bandas de 1/1 de octava.

El espectro emisor no debe presentar variaciones de nivel mayores a 6dB entre bandas de frecuencia de 1/3 octava adyacentes.

La potencia sonora de la fuente sonora debe ser alta de forma que el nivel en el recinto receptor se sitúe 10dB por encima del nivel de ruido de fondo en cualquier banda de frecuencia.

La fuente sonora debe situarse de forma que genere un campo sonoro difuso y a una distancia del elemento constructivo separador y lateral de forma que no influya en la transmisión sonora, ni que exista radiación directa de alguno de ellos.

Se pueden utilizar fuentes sonoras omnidireccionales y direccionales (siempre cumpla una serie de requisitos), así como una o varias posiciones de fuente sonora.

Las medidas de nivel de presión sonora deben seguir las siguientes consideraciones:

- Los niveles de presión sonora en las diferentes posiciones de medida deben promediarse de forma energética para todas las posiciones de medida.
- Las posiciones de los micrófonos: 0.7m entre posiciones de micrófono, 0.5m entre cualquier posición de micrófono y los bordes de los recintos o difusores. 1m entre posición de micrófono y fuente sonora. Si es posible se recomienda superar estas distancias.
- Posiciones fijas de micrófonos: un mínimo de 5 distribuidas de forma uniforme.
- Posiciones de micrófono móvil: el radio de barrido debe ser de al menos 0.7m. El plano de la trayectoria debe ser inclinado y no formar ángulos inferiores a 10° con las superficies del recinto. La duración de un periodo no debe ser inferior a 15 seg.
- El número mínimo de medidas utilizando una única fuente sonora es 10 y para un micrófono móvil es de 2. Utilizando una fuente sonora múltiple de forma simultánea y micrófonos fijos son de 5 y con micrófono móvil de una.
- Para cada posición de medida y hasta la banda de frecuencia de 400 Hz el tiempo mínimo de promediado debe ser de 6 seg. Para bandas de frecuencias superiores el tiempo mínimo es de 4 seg.
- Utilizando micrófono móvil el tiempo de promediado debe cubrir un número entero de vueltas y no debe ser inferior a 30 seg.
- El rango de frecuencias de medida va desde 100 Hz hasta 3150 Hz. Siendo posible ampliar a las altas y bajas frecuencias siguiendo una serie de recomendaciones.
- La medida del tiempo de reverberación seguirá las recomendaciones de la Norma UNE EN 20354 y permitirá el cálculo del área de absorción acústica equivalente. Se deberán realizar un mínimo de tres posiciones para una posición de altavoz.
- Se medirá el nivel de ruido de fondo ya que son posibles correcciones por su presencia.

Una vez procesados los datos se pasará al cálculo de los mismos utilizando las expresiones convenientes, así como seguir las recomendaciones para la presentación de los mismos.

Norma UNE-EN-ISO 140-5

Las características de los equipos de medida son iguales a los indicados en la anterior Norma, así como otra serie de situaciones referentes al proceso de ensayo. La variación más significativa se introduce en el método de generación sonora.

Medición con Altavoz

El altavoz se sitúa en el exterior a una distancia d de la fachada y con un ángulo de incidencia igual a $45^\circ \pm 5^\circ$.

La distancia d será mayor a 3.5m, de forma que la distancia al centro de la muestra sea como mínimo de 5m, cuando se requiere la medida de un elemento y de 7m ($d > 5m$) cuando se requiere un global.

Medición con Ruido de Trafico

Se utiliza para la obtención de valores de elementos globales y debe asegurarse un nivel de ruido de tráfico alto de forma que el nivel de ruido transmitido al local receptor se sitúe 10 dB por encima del nivel de ruido de fondo.

La duración de la medición debe incluir 50 pasadas de vehículos como mínimo, recomendándose la medición simultánea en el exterior y en el interior. (García, 2008)

Norma UNE-EN-ISO 140-7

Los requisitos de los equipos de medida y procesos de obtención de datos son iguales o con ligeras variantes a los descritos en las anteriores Normas, con la diferencia que la generación es realizada por una máquina de impactos que debe cumplir una serie de requisitos.

La máquina de impactos debe situarse en cuatro posiciones aleatorias diferentes y al menos a 0.5m de los bordes del recinto. Si existen suelos nervados o con vigas el eje de la línea de martillos se situará a 45° respecto a la dirección de las vigas. (García, 2008)

Legislación Española de Norma Básica de la Edificación sobre Condiciones Acústicas (NBE-CA-88)

Dentro del ámbito internacional y específicamente en España la norma acústica NBE-CA-88; establece el aislamiento acústico exigido para los diferentes constructivos en los edificios, y los procedimientos y métodos de cálculo para la evaluación de sus características acústicas, por ejemplo:

Para fachadas el aislamiento global mínimo de ruido aéreo exigible a estos elementos constructivos en cada espacio de rasoso se fija en 30dB.

El aislamiento mínimo a ruidos aéreos exigibles a los elementos constructivos horizontales y verticales que conforman los espacios donde se alojen los equipos comunitarios se fijan en 55dB.

Para paredes separadoras de zonas comunes interiores el aislamiento mínimo a ruido aéreo exigible a estos elementos constructivos excluidas las puertas está fijado en 45dB.

Para paredes separadoras de propietarios o usuarios distintos el aislamiento a ruido aéreo exigible a estos elementos constructivos se fija en 50dB.

Para particiones interiores el aislamiento a ruido aéreo mínimo excluidas las puertas que separen áreas de usos distintos se fijan en 35dB.

Para particiones interiores el aislamiento a ruido aéreo excluidas las puertas que separen espacios del mismo uso se fija en 30dB.

Legislación Española del Código Técnico de la Edificación (CTE)

Mientras que el CTE que es una normativa internacional también dedicada a la edificación española mediante el documento Básico HR de protección contra el ruido, incrementa las exigencias de aislamiento acústico, es así que plantea las siguientes recomendaciones.

El aislamiento acústico a ruido aéreo entre dos espacios habitables, colindantes vertical u horizontal, ambos pertenecientes a la misma unidad de uso, no será menor que 30dB.

El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y cualquier otro del edificio colindante, vertical u horizontalmente, que pertenezca a distinta unidad de uso, no será menor que 50dB.

El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y otro, colindante vertical u horizontalmente con él, en el que se alojen instalaciones o cualquier otro dispositivo que constituya una fuente de ruido necesaria para el funcionamiento del edificio, no será menor que 55dB.

El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y un recinto común del edificio, colindante vertical u horizontal, no será menor que 50dB.

El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y un recinto de actividad, colindante vertical u horizontalmente, que pertenezca a distinta unidad de uso, no será menor que 60 dB.

El aislamiento acústico a ruido aéreo entre un recinto habitable y el exterior del edificio no será menor que 30 dB, cuando predomine el ruido de tráfico rodado, ni menor que 32 dB, cuando predomine el ruido de aeronaves o de tráfico ferroviario.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Metodología

Se define como Metodología de la investigación al conjunto lógico y racional de procedimientos y técnicas sistemáticas, críticas y empíricas que se aplican al estudio de un problema de manera ordenada. Esta metodología establecerá la forma en que los investigadores aseguren resultados válidos y fiables a los resultados obtenidos del estudio. (Universia mx, 2020).

Este proyecto de investigación se relaciona con el Método Deductivo, puesto que razona y explica los hechos de principios en general a lo particular. Su característica establece conclusiones de deducciones verdaderas, éste considera que se halla dentro las premisas del razonamiento deductivo. Este método no genera un nuevo conocimiento, sino que parte de la verificación de uno previo, para el estudio de esta investigación se analizará el comportamiento de tejas a base de cáscara de arroz y tejas convencionales, donde se evaluarán las propiedades térmicas y acústicas. Mientras que el método inductivo parte de lo particular a lo general, este se basa en la observación de hechos, dónde se analiza la conducta y características de los fenómenos, basado en experimentos y se llega a conclusiones como leyes o teorías. (Arrieta, 2021).

3.2 Tipo de investigación

3.2.1 Investigación Descriptiva

Este tipo de investigación se refiere al estudio de un conjunto de procesos prácticos y lógicos, que se aplican para estudiar un problema a profundidad. Esta investigación detalla las características del estudio en investigación, donde se describe y se observa el comportamiento de un fenómeno de manera adecuada. (Significados, 2021).

3.2.2 Investigación Analítica

Esta investigación parte de hipótesis y busca verificarlas, mediante la aplicación de los conocimientos teóricos en escenarios experimentales controlados, este método permite conocer a profundidad un objeto de estudio, como el análisis comparativo del comportamiento térmico

y acústico entre una teja convencional y una teja a base de cascarilla de arroz y PET. Obteniendo los resultados, se puede explicar y comprender su comportamiento y establecer nuevas variables. En esta investigación, este método es fundamental porque con él se puede adquirir conocimientos y procedimientos nuevos para aplicarlos en el sector de la construcción. (Raffino, 2021)

3.2.3 Investigación Documental

Este tipo de investigación consiste en obtener información por medio de un material existente, para el presente estudio, son las tejas ecológicas a base de cáscara de arroz y PET y las tejas convencionales a estudiar. Este método indaga, recolecta, organiza, analiza e interpreta la información de datos de un determinado estudio. (Rizo, 2015)

3.2.4 Investigación Cualitativa

Esta investigación analiza datos no cuantificables basados en la observación, estos datos se recopilan mediante entrevistas, grupos de enfoques, registros, memorias, entre otros, con el propósito de indagar a profundidad. Para este proyecto de titulación se empleará la técnica de investigación cualitativa de entrevistas, donde se recolectará información directa a los participantes obteniendo información útil y detallada. (Piza, 2019)

3.3 Enfoque de la Investigación

La presente investigación pertenece a un enfoque cualitativo dado que recopila información por medio de actividades de campo, como la realización de entrevistas, observación directa y el análisis comparativo del comportamiento térmico y acústico en las tejas, tiene la finalidad de describir sistemáticamente las características de un fenómeno desde una perspectiva determinada. (Pimienta & etc., 2017)

3.4 Técnicas de la Investigación

La técnica documental es aquella que recopila la información mediante textos, libros, artículos, revistas, notas, observación directa. Esta técnica se centra en organizar y analizar las fuentes de información. (Raffino, M., 2020)

La técnica de campo es la que entra en contacto directo con el objeto de estudio por medio de la observación directa, utiliza técnicas y métodos de recolección de datos como: entrevistas, encuestas, observación, test, experimentos. (Significados, 2020)

3.4.1 Entrevista

Es una técnica en la cual se recopila información a partir de un diálogo entre dos o más personas. La persona quien lleva y hace la entrevista se conoce como entrevistador y quien responden al dialogo dirigido se les conoce como entrevistados. Las funciones básicas que deberá cumplir una entrevista son las siguientes: obtener información, facilitar la recolección de información, influir en los aspectos de la conducta de una persona o grupo. La entrevista es usada como instrumento en el periodismo, en el reclutamiento de personal, la psicología, entre otras áreas. Existen varios tipos de entrevista como la estructurada, la semiestructurada y la no estructurada. (Pimienta & etc., 2017)

3.4.2 Tipos de Entrevista

Entrevista Estructurada

Esta entrevista se desarrolla mediante una planificación previa donde se aborda el tema de interés a tratar, estas preguntas se aplican y se realizan las mismas a todos los entrevistados, siguiendo una guía de orden. Estas preguntan suelen ser son cortas y directas, proporcionan al sujeto las alternativas de respuestas que debe seleccionar, ordenar o expresar sobre el grado de acuerdo o desacuerdo. Este tipo de entrevista es más rígido porque el entrevistador controla el ritmo y el entrevistado responde a lo solicitado. (Escudero & Cortez, 2018)

Entrevista Semiestructurada

Este tipo de entrevista se adapta a la presente investigación, porque el entrevistador tiene preparado un guión temático sobre la información que se quiere obtener, con el objetivo de recopilar datos cualitativos confiables. Las preguntas que se realizan son abiertas, es decir el entrevistado puede expresar con naturalidad su opinión sobre la investigación a estudiar. El investigador debe tener un alto grado de atención en las respuestas del informante para poder enlazar los temas y establecer conexiones. (Ríos, 2019)

Entrevista no Estructurada o Abierta

Es la que se realiza sin guión previo a la entrevista, su conversación es de tipo informal y sus preguntas abiertas. La información que se obtiene es el resultado de una construcción sincronizada a partir de las respuestas del entrevistado de un modo espontáneo y abierto. Esta

entrevista requiere de gran técnica e información al tema a tratar para tener argumentos profundos, esto consiste en realizar preguntas de acuerdo a las respuestas que surgen durante la entrevista. (Schettinni & Cortazzo, 2016)

3.4.3 Etapa de una Entrevista

Planeación

Es el paso inicial en una entrevista, en esta etapa se traza los objetivos que se debe alcanzar al conducir la entrevista. En la planificación se cubre el guión de la entrevista donde se tiene una lista de temas y preguntas que pretende realizar el entrevistador a sus entrevistados, también se procede a elegir el lugar y hora idónea para realizar la entrevista. (Beguería, 2021).

Apertura

Es el saludo inicial formal del entrevistado, donde se conocen por primera vez ambas partes, este es un momento crucial para la buena conducción en la entrevista. El impacto de la imagen es el primer recuerdo que queda en la memoria del entrevistado, que va desde el vestuario, la fuerza con la que se estrechan las manos y la sonrisa. Esta impresión no solo trasciende en el entrevistador sino a la institución que en ese momento se representa. (Contreras, 2019).

Desarrollo

En esta etapa se desarrolla la ejecución de las estrategias trazada en la etapa de planeación, a esto se le conoce como el cuerpo de la entrevista, donde se obtiene la mayor cantidad de información por parte del entrevistado en rondas de preguntas y respuestas con el entrevistador, éste debe de mostrar empatía y escuchar atentamente al entrevistado para enlazar la información hacia los propósitos establecidos. (Significados, 2020)

Cima

En esta etapa el objetivo es obtener información cualitativa, información de fondo y datos de trascendencia que es necesario explorar, dado que en ese momento existe el clima propicio de confianza, espontaneidad y seguridad. Es el momento de realizar preguntas abiertas, exploratorias o de sonda al entrevistado, los datos que surgen tienen una relación con

el autoconcepto, la realización de proyectos y el alcance de metas por parte del entrevistado. (Contreras, 2019)

Cierre

El entrevistador se encarga de resumir lo ponderado y ofrece al entrevistado la oportunidad de expresar lo que considere pertinente y no se haya tomado en cuenta. Se ofrece unas palabras de cierre al entrevistado y agradecerle su colaboración, ya que se debe asegurar la predisposición a futura de esté, en caso de necesitar más información para nuestra investigación. (Contreras, 2019)

3.5 Población y Muestra

En esta investigación no se empleará el uso de población ni de muestra, dado que se está analizando las propiedades acústicas y térmicas de una teja ecológica frente a tejas tradicionales. Para esta investigación de tipo cualitativa se empleará el uso de la herramienta técnica de entrevista, donde se seleccionará a las personas a entrevistar, acorde al propósito de estudio bajo la opinión de los participantes estos forman una parte intrínseca en el diseño y orientación de la investigación.

CAPITULO IV

PROPUESTA

4.1 Elaboración de Prototipos

Se realizo 4 prototipos de cubículos de 1m² con el resultado de demostrar el comportamiento térmico y acústico entre una teja convencional (Fibrocemento, Arcilla, Micro Concreto) y una teja a base de cascarilla de arroz y PET.

4.1.1 Equipos utilizados

Tabla 14. Especificaciones del equipo de medida de estrés térmico

	Medidor de temperatura
Marca:	Quest
Modelo:	Questemp 36
Serie:	TKR070006
Tripode:	TR-40
Procedencia:	EEUU
Calibrado:	2/9/2021
Vigencia:	2/9/2023



Elaborado por: López (2021)

Tabla 15. Especificaciones del equipo de medida de Ruido Laboral

	SONOMETRO	CALIBRADOR	TERMOHIGRÓMETRO
Marca:	Cesva	Cesva	Anemómetro Kestrel
Modelo:	SC-30	CB-5	K5500
Serie:	T215079	039483	--
Tripode:	TR-40	--	--
Antivientos:	PVM-05	--	--
Procedencia:	España	España	--
Calibrado:	11/11/2019	23/6/2021	19/02/2021
Vigencia:	11/11/2021	23/6/2022	19/02/2022



Elaborado por: López (2021)

4.1.2 Prototipo Teja de Fibro Cemento

Tabla 16. Resultados de las medidas del prototipo de Fibro cemento

Med	Hora	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR %	IST	Va m/s	TGBH °C
1	15:46	25.8	28.1	29.0	77.0	32.0	0.0	26.8
2	15:47	26.1	28.5	29.4	77.0	32.0	0.0	27.1
3	15:48	26.5	28.8	29.8	79.0	34.0	0.0	27.5
4	15:49	26.8	29.0	30.0	80.0	34.0	0.0	27.8
5	15:50	26.5	29.1	30.1	80.0	36.0	0.0	27.6
6	15:51	26.7	29.3	30.2	79.0	36.0	0.0	27.8
7	15:52	26.1	29.3	30.3	79.0	35.0	0.0	27.4
8	15:53	26.5	29.5	30.2	80.0	35.0	0.0	27.6
9	15:54	26.3	29.7	30.1	80.0	37.0	0.0	27.4
10	15:55	26.5	29.4	30.1	80.0	37.0	0.0	27.6
PROMEDIO		26.4	29.1	29.9	79.1	34.8	0.0	27.4
MAXIMO		26.8	29.7	30.3	80.0	37.0	0.0	27.8
MINIMO		25.8	28.1	29.0	77.0	32.0	0.0	26.8
Consumo Metabólico Kcal/h				123.0				
Valor límite de referencia TGBHe				29.0				
Minutos de trabajo por cada hora (min)				60.0				
Cargo de trabajo:				bajo				

Elaborado por: López (2021)

Tabla 17. Mediciones realizadas en la teja de fibro cemento

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	4:07:14	70.7	4:12:14	72.2	4:17:14	72.5
2	4:07:24	70.0	4:12:24	71.4	4:17:24	74.5
3	4:07:34	73.1	4:12:34	69.3	4:17:34	70.5
4	4:07:44	72.4	4:12:44	68.1	4:17:44	70.9
5	4:07:54	72.7	4:12:54	68.2	4:17:54	71.7
6	4:08:04	72.6	4:13:04	70.2	4:18:04	72.1
7	4:08:14	72.7	4:13:14	70.2	4:18:14	72.0
8	4:08:24	71.0	4:13:24	70.1	4:18:24	71.7
9	4:08:34	68.9	4:13:34	70.7	4:18:34	72.1
10	4:08:44	70.3	4:13:44	71.6	4:18:44	71.0
11	4:08:54	69.6	4:13:54	70.3	4:18:54	70.9
12	4:09:04	70.0	4:14:04	71.2	4:19:04	70.8
13	4:09:14	70.6	4:14:14	71.3	4:19:14	72.7
14	4:09:24	69.8	4:14:24	66.6	4:19:24	73.3
15	4:09:34	69.6	4:14:34	67.7	4:19:34	72.6
16	4:09:44	70.7	4:14:44	70.7	4:19:44	72.6
17	4:09:54	69.7	4:14:54	69.5	4:19:54	72.2
18	4:10:04	67.2	4:15:04	68.8	4:20:04	73.0
19	4:10:14	69.4	4:15:14	67.3	4:20:14	72.7
20	4:10:24	70.1	4:15:24	66.7	4:20:24	73.1
21	4:10:34	69.1	4:15:34	69.3	4:20:34	73.4
22	4:10:44	69.9	4:15:44	70.9	4:20:44	71.5
23	4:10:54	72.2	4:15:54	71.4	4:20:54	72.7
24	4:11:04	71.0	4:16:04	71.5	4:21:04	71.8
25	4:11:14	70.4	4:16:14	71.3	4:21:14	70.8
26	4:11:24	70.9	4:16:24	71.1	4:21:24	70.0
27	4:11:34	70.0	4:16:34	72.0	4:21:34	70.2
28	4:11:44	70.5	4:16:44	71.1	4:21:44	70.1
29	4:11:54	71.3	4:16:54	68.9	4:21:54	70.8
30	4:12:04	69.8	4:17:04	69.9	4:22:04	69.7
Equivalente NPS dB(A)		70.7		70.2		72.0
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						71.0
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas NPS_{eq,8h}:						71.0
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						74.5
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						66.6
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						102.0
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):						85.0
Tipo de ruido:						Fluctuante

Elaborado por: López (2021)



Ilustración 28. Ensayos realizados en prototipo con teja de fibro cemento

Elaborado por: López (2021)

4.1.3 Prototipo Teja de Arcilla

Tabla 18. Resultados del prototipo de arcilla

Med	Hora	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR %	IST	Va m/s	TGBH °C
1	15:58	25.9	29.5	30.6	73.0	34.0	0.0	27.3
2	15:59	26.2	29.6	30.6	74.0	34.0	0.0	27.5
3	16:00	26.5	29.7	30.6	75.0	35.0	0.0	27.7
4	16:01	26.6	29.8	30.6	74.0	36.0	0.0	27.8
5	16:02	26.7	29.9	30.6	74.0	36.0	0.0	27.9
6	16:03	26.7	30.0	30.6	79.0	36.0	0.0	27.9
7	16:04	26.8	30.1	30.7	79.0	35.0	0.0	28.0
8	16:05	26.8	30.2	30.7	80.0	35.0	0.0	28.0
9	16:06	26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
10	16:07	26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
PROMEDIO		26.6	29.9	30.6	76.8	35.5	0.0	27.8
MAXIMO		26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
MINIMO		25.9	29.5	30.6	73.0	34.0	0.0	27.3
Consumo Metabólico Kcal/h				123.0				
Valor limite de referencia TGBHe				29.0				
Minutos de trabajo por cada hora (min)				60.0				
Cargo de trabajo:				bajo				

Elaborado por: López (2021)

Tabla 19. Mediciones realizadas en la teja de arcilla

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	5:03:32	73.6	5:08:36	81.7	5:13:36	77.8
2	5:03:42	80.4	5:08:46	82.3	5:13:46	80.6
3	5:03:52	83.4	5:08:56	82.7	5:13:56	81.7
4	5:04:02	82.2	5:09:06	79.5	5:14:06	82.2
5	5:04:12	82.0	5:09:16	77.4	5:14:16	81.5
6	5:04:22	83.6	5:09:26	78.0	5:14:26	79.0
7	5:04:32	81.8	5:09:36	80.1	5:14:36	79.6
8	5:04:42	79.6	5:09:46	80.4	5:14:46	80.7
9	5:04:52	81.6	5:09:56	80.1	5:14:56	79.1
10	5:05:02	80.8	5:10:06	81.5	5:15:06	79.3
11	5:05:12	80.4	5:10:16	80.5	5:15:16	78.4
12	5:05:22	81.3	5:10:26	79.9	5:15:26	79.3
13	5:05:32	81.2	5:10:36	81.6	5:15:36	78.6
14	5:05:42	80.1	5:10:46	80.2	5:15:46	77.8
15	5:05:52	80.5	5:10:56	76.1	5:15:56	77.9
16	5:06:02	79.6	5:11:06	76.9	5:16:06	81.0
17	5:06:12	78.7	5:11:16	79.7	5:16:16	82.8
18	5:06:22	79.3	5:11:26	78.9	5:16:26	80.7
19	5:06:32	81.1	5:11:36	77.4	5:16:36	80.9
20	5:06:42	79.0	5:11:46	76.9	5:16:46	81.0
21	5:06:52	79.0	5:11:56	76.6	5:16:56	80.8
22	5:07:02	80.2	5:12:06	79.7	5:17:06	79.7
23	5:07:12	80.4	5:12:16	77.2	5:17:16	80.2
24	5:07:22	81.4	5:12:26	78.4	5:17:26	80.5
25	5:07:32	81.0	5:12:36	78.6	5:17:36	78.5
26	5:07:42	81.9	5:12:46	77.3	5:17:46	81.6
27	5:07:52	81.4	5:12:56	78.7	5:17:56	81.5
28	5:08:02	78.2	5:13:06	79.0	5:18:06	79.9
29	5:08:12	79.8	5:13:16	79.6	5:18:16	78.2
30	5:08:22	81.8	5:13:26	75.1	5:18:26	79.4
Equivalente NPS dB(A)	80.8		79.5		80.2	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:						80.2
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas NPS_{eq,8h}:						80.2
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:						83.6
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:						73.6
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						107.4
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):						85.0
Tipo de ruido:						Fluctuante

Elaborado por: López (2021)



Ilustración 29. Ensayos realizados en prototipo con teja de arcilla

Elaborado por: López (2021)

4.1.4 Prototipo Teja Micro Concreto

Tabla 20. Resultados del prototipo de Micro concreto

Med	Hora	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR %	IST	Va m/s	TGBH °C
1	15:58	25.9	29.5	30.6	73.0	34.0	0.0	27.3
2	16:00	26.2	29.6	30.6	74.0	34.0	0.0	27.5
3	16:02	26.5	29.7	30.6	75.0	35.0	0.0	27.7
4	16:04	26.6	29.8	30.6	74.0	36.0	0.0	27.8
5	16:06	26.7	29.9	30.6	74.0	36.0	0.0	27.9
6	16:29	26.7	29.9	30.8	64.0	34.0	0.0	27.9
7	16:30	26.8	30.0	30.9	67.0	34.0	0.0	28.0
8	16:31	26.8	30.1	30.7	80.0	35.0	0.0	28.0
9	16:32	26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
10	16:33	26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
PROMEDIO		26.6	29.9	30.7	74.1	35.2	0.0	27.8
MÁXIMO		26.9	30.2	30.9	80.0	37.0	0.0	28.0
MÍNIMO		25.9	29.5	30.6	64.0	34.0	0.0	27.3
Consumo Metabólico Kcal/h				123.0				
Valor límite de referencia TGBHe				29.0				
Minutos de trabajo por cada hora (min)				60.0				
Cargo de trabajo:				bajo				

Elaborado por: López (2021)

Tabla 21. Mediciones de la teja de micro concreto

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	4:24:17	73.1	4:29:17	81.1	4:31:40	79.8
2	4:24:27	78.2	4:29:27	83.4	4:34:17	81.0
3	4:24:37	81.6	4:29:37	82.4	4:34:27	79.8
4	4:24:47	83.4	4:29:47	82.3	4:34:37	77.8
5	4:24:57	83.7	4:29:57	84.0	4:34:47	81.6
6	4:25:07	82.6	4:30:07	82.8	4:34:57	81.6
7	4:25:17	84.7	4:30:17	81.5	4:35:07	84.4
8	4:25:27	84.4	4:30:27	83.7	4:35:17	84.4
9	4:25:37	79.6	4:30:37	82.1	4:35:27	84.0
10	4:25:47	82.0	4:30:47	79.1	4:35:37	79.9
11	4:25:57	83.3	4:30:57	81.0	4:35:47	83.3
12	4:26:07	82.6	4:31:07	81.5	4:35:57	83.1
13	4:26:17	82.5	4:31:17	80.6	4:36:07	83.5
14	4:26:27	83.8	4:31:27	81.0	4:36:17	82.3
15	4:26:37	82.1	4:31:37	79.1	4:36:27	84.6
16	4:26:47	81.5	4:31:47	80.8	4:36:37	85.1
17	4:26:57	81.7	4:31:57	80.9	4:36:47	83.1
18	4:27:07	80.6	4:32:07	79.2	4:36:57	79.8
19	4:27:17	79.6	4:32:17	79.2	4:37:07	79.5
20	4:27:27	83.0	4:32:27	78.6	4:37:17	81.2
21	4:27:37	80.5	4:32:37	78.5	4:37:27	82.0
22	4:27:47	81.1	4:32:47	80.1	4:37:37	80.6
23	4:27:57	83.3	4:32:57	81.1	4:37:47	79.4
24	4:28:07	85.5	4:33:07	79.9	4:37:57	80.0
25	4:28:17	82.4	4:33:17	78.6	4:38:07	77.6
26	4:28:27	83.4	4:33:27	78.6	4:38:17	76.4
27	4:28:37	85.2	4:33:37	82.2	4:38:27	76.3
28	4:28:47	83.4	4:33:47	83.2	4:38:37	77.5
29	4:28:57	81.3	4:33:57	82.4	4:38:47	79.3
30	4:29:07	81.0	4:34:07	81.8	4:38:57	76.0
Equivalente NPS dBA)		82.5		81.3		81.6
Nivel de Presión Sonora dBA) Equivalente Total NPS_{eq}:						81.8
Nivel de Presión Sonora dBA) Equivalente 8 Horas NPS_{8h}:						81.8
Nivel de Presión Sonora dBA) Máximo NPS_{MAX}:						85.5
Nivel de Presión Sonora dBA) Mínimo NPS_{MIN}:						73.1
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:						101.3
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):						85.0
Tipo de ruido:						Fluctuante

Elaborado por: López (2021)



Ilustración 30. Ensayos realizados en prototipo con teja de micro concreto
Elaborado por: López (2021)

4.1.5 Prototipo Teja a base de cascarilla de arroz y PET.

Tabla 22. Resultados del prototipo a base de cascarilla de arroz y PET

Med	Hora	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR %	IST	Va m/s	TGBH °C
1	16:18	26.0	29.5	31.0	71.0	34.0	0.0	27.5
2	16:20	26.2	29.6	30.9	70.0	34.0	0.0	27.6
3	16:22	26.3	29.7	30.9	71.0	34.0	0.0	27.7
4	16:24	26.5	29.8	30.8	72.0	35.0	0.0	27.8
5	16:26	26.5	30.0	30.8	70.0	35.0	0.0	27.8
6	16:28	26.6	30.1	30.8	64.0	34.0	0.0	27.9
7	16:30	26.7	30.2	30.9	67.0	34.0	0.0	28.0
8	16:31	26.8	30.2	31.0	80.0	35.0	0.0	28.1
9	16:32	26.9	30.3	31.0	80.0	37.0	0.0	28.1
10	16:33	26.9	30.3	31.0	80.0	37.0	0.0	28.1
PROMEDIO		26.5	30.0	30.9	72.5	34.9	0.0	27.9
MÁXIMO		26.9	30.3	31.0	80.0	37.0	0.0	28.1
MÍNIMO		26.0	29.5	30.8	64.0	34.0	0.0	27.5
Consumo Metabólico Kcal/h				123.0				
Valor límite de referencia TGBHe				29.0				
Minutos de trabajo por cada hora (min)				60.0				
Cargo de trabajo:				bajo				

Elaborado por: López (2021)

Tabla 23. Mediciones de la teja de cascarilla de arroz y PET

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	4:40:55	82.5	4:45:39	78.8	4:50:59	80.0
2	4:41:05	79.8	4:46:09	78.8	4:51:09	77.7
3	4:41:15	76.9	4:46:19	78.0	4:51:19	78.6
4	4:41:25	80.5	4:46:29	77.7	4:51:29	78.6
5	4:41:35	81.0	4:46:39	79.3	4:51:39	79.7
6	4:41:45	79.4	4:46:49	78.3	4:51:49	79.1
7	4:41:55	81.4	4:46:59	78.6	4:51:59	77.6
8	4:42:05	81.2	4:47:09	78.2	4:52:09	79.8
9	4:42:15	80.0	4:47:19	78.0	4:52:19	79.7
10	4:42:25	78.8	4:47:29	77.7	4:52:29	78.9
11	4:42:35	78.3	4:47:39	79.9	4:52:39	77.1
12	4:42:45	79.0	4:47:49	80.2	4:52:49	78.3
13	4:42:55	80.2	4:47:59	77.2	4:52:59	79.6
14	4:43:05	80.9	4:48:09	77.3	4:53:09	79.9
15	4:43:15	81.0	4:48:19	78.4	4:53:19	77.7
16	4:43:25	80.7	4:48:29	80.1	4:53:29	77.3
17	4:43:35	81.0	4:48:39	80.3	4:53:39	76.6
18	4:43:45	79.5	4:48:49	79.7	4:53:49	74.9
19	4:43:55	76.1	4:48:59	78.8	4:53:59	75.0
20	4:44:05	76.6	4:49:09	78.3	4:54:09	75.1
21	4:44:15	78.0	4:49:19	78.4	4:54:19	76.9
22	4:44:25	79.3	4:49:29	79.1	4:54:29	74.4
23	4:44:35	79.0	4:49:39	79.0	4:54:39	74.9
24	4:44:45	79.7	4:49:49	79.8	4:54:49	77.3
25	4:44:55	80.2	4:49:59	79.6	4:54:59	77.1
26	4:45:05	79.5	4:50:09	80.0	4:55:09	78.1
27	4:45:15	80.8	4:50:19	78.3	4:55:19	76.7
28	4:45:25	80.2	4:50:29	76.3	4:55:29	78.8
29	4:45:35	78.2	4:50:39	77.8	4:55:39	80.1
30	4:45:45	76.9	4:50:49	78.4	4:55:49	80.4
Equivalente NPS d(B(A))		79.8			78.8	78.2
Nivel de Presión Sonora d(B(A)) Equivalente Total NPS _{eq}						79.0
Nivel de Presión Sonora d(B(A)) Equivalente 8 Horas NPS _{8h,eq}						79.0
Nivel de Presión Sonora d(B(A)) Máximo NPS _{MAX}						82.5
Nivel de Presión Sonora d(B(A)) Mínimo NPS _{MIN}						74.4
Nivel de Presión Sonora d(B(C)) Pico NPS _{PEAK}						104.5
Límite Máximo Permisible 8 Horas d(B(A))						85.0
Tipo de ruido:						Fluctuante

Elaborado por: López (2021)



Ilustración 31. Ensayos realizados en prototipo con teja a base de arroz y PET

Elaborado por: López (2021)

4.2 Análisis del Comportamiento Térmico

Tabla 24. Comportamiento térmico de los distintos tipos de tejas

ITEM	PUESTO DE TRABAJO	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR * %	Carga Metabólica Kcal/h *	Minutos de trabajo cada/h *	Resultados en °C		TLV TGBH °C *
								TGBH *	U ±	
T1	Teja Fibro Cemento	26.4	29.1	29.9	79.1	123.0	60.0	27.4	0.8	29.0
T2	Teja Arcilla	26.5	29.9	30.8	72.5	123.0	60.0	27.8	0.7	29.0
T3	Teja Micro concreto	26.6	29.9	30.7	74.1	123.0	60.0	27.8	0.8	29.0
T4	Teja Ecológica	26.5	30.0	30.9	72.5	123.0	60.0	27.9	0.8	29.0

Elaborado por: López (2021)

Para la medición de estrés térmico el laboratorio deproinsa comparó con la norma ISO 7243:2017.

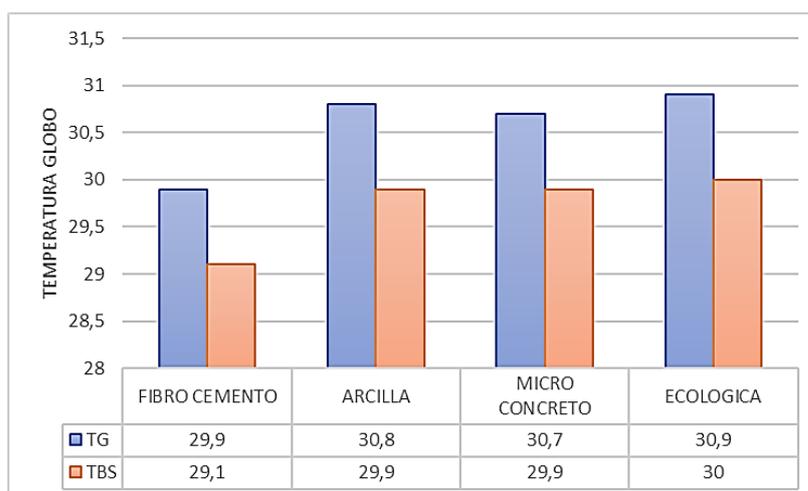


Ilustración 32: Gráfica de Temperatura Globo vs Temperatura de Bulbo Seco

Elaborado por: López (2021)

Como se observa en la ilustración 32 los valores obtenidos para cada punto fueron medidos en cubículos revestidos con diferentes tipos de tejas. Con temperatura de bulbo seco se obtuvo los siguientes resultados: T1 Teja de Fibrocemento 29.1°C, T2 Teja de Arcilla 29.9°C, T3 Teja de Micro Concreto 29.9°C, T4 Teja Ecológica 30°C. Con la temperatura de globo se midió la parte externa con los siguientes resultados: T1 Teja de Fibrocemento 28°C, T2 Teja de Arcilla 28.7°C, T3 Teja de Micro Concreto 29 °C, T4 Teja Ecológica 29.9°C.

Con respecto al análisis térmico Seco se puede determinar que la teja ecológica tiene el mismo comportamiento de la teja de arcilla.

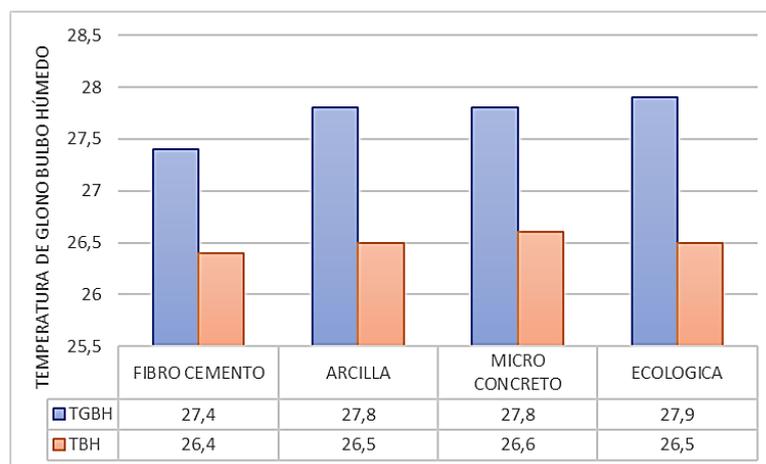


Ilustración 33: Gráfica de Temperatura Globo Húmedo vs Temperatura de Bulbo Húmedo

Elaborado por: López (2021)

Como se observa en la ilustración 33 los valores obtenidos para cada punto fueron medidos en cubículos revestidos con diferentes tipos de tejas. Con temperatura de bulbo húmedo se obtuvo los siguientes resultados: T1 Teja de Fibrocemento 26.4°C, T2 Teja de Arcilla 26.5°C, T3 Teja de Micro Concreto 26.6°C, T4 Teja Ecológica 26.5°C. Con la temperatura de globo Húmedo se tuvo los siguientes resultados: T1 Teja de Fibrocemento 27.4°C, T2 Teja de Arcilla 27.8°C, T3 Teja de Micro Concreto 27.8 °C, T4 Teja Ecológica 27.9°C.

En este análisis arroja como resultado que la teja ecológica es igual de confortable que la teja de arcilla al interior del cubículo, pero en comparación del análisis se demuestra que las tejas de Fibro Cemento y Micro Concreto tienden a presentar un mayor confort térmico.

4.3 Análisis del Comportamiento Acústico

Tabla 25. Comportamiento acústico de los distintos tipos de teja

Punto	Nivel de Presión Sonora dB(A)						Límite Permissible dB(A) *	Tiempo de Exposición *	Dosis *	Ubicación de Punto
	NPS _{eq}	NPS _{eqH}	NPS _{máx}	NPS _{mín}	NPS _{peak}	U ±				
R1	71.0	71.0	74.5	66.6	102.0	2.4	85.0	55.4	0.0	Teja Fibra Cemento.
R2	81.8	81.8	85.5	73.1	101.3	2.4	85.0	12.4	0.5	Teja Microcemento.
R3	79.0	79.0	82.5	74.4	104.5	2.4	85.0	18.4	0.2	Teja Ecológica.
R4	80.2	80.2	83.6	73.6	107.4	2.4	85.0	15.6	0.3	Teja Arcilla.

Elaborado por: López (2021)

Para la medición del ruido el laboratorio deproinsa realizo comparaciones con la norma UNE-EN ISO 9612:2009 Acústica, ISO 4869-2:1994 Protectores Auditivos Y Norma Argentina IRAM 4060-2:2012.

Tabla 26. Frecuencia sonora medida en Hz

Punto	Ubicación del punto	FRECUENCIA EN (Hz)							
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
R1	Teja Fibra Cemento.	65.1	67.4	77.4	65.9	61.0	58.0	56.2	40.5
R2	Teja Microcemento.	71.1	61.6	70.6	71.4	77.0	78.5	73.5	59.1
R3	Teja Ecológica.	71.1	61.6	70.6	71.4	77.0	78.5	73.5	59.1
R4	Teja Arcilla.	68.4	64.2	74.5	67.1	72.0	71.4	69.8	64.9

Elaborado por: López (2021)

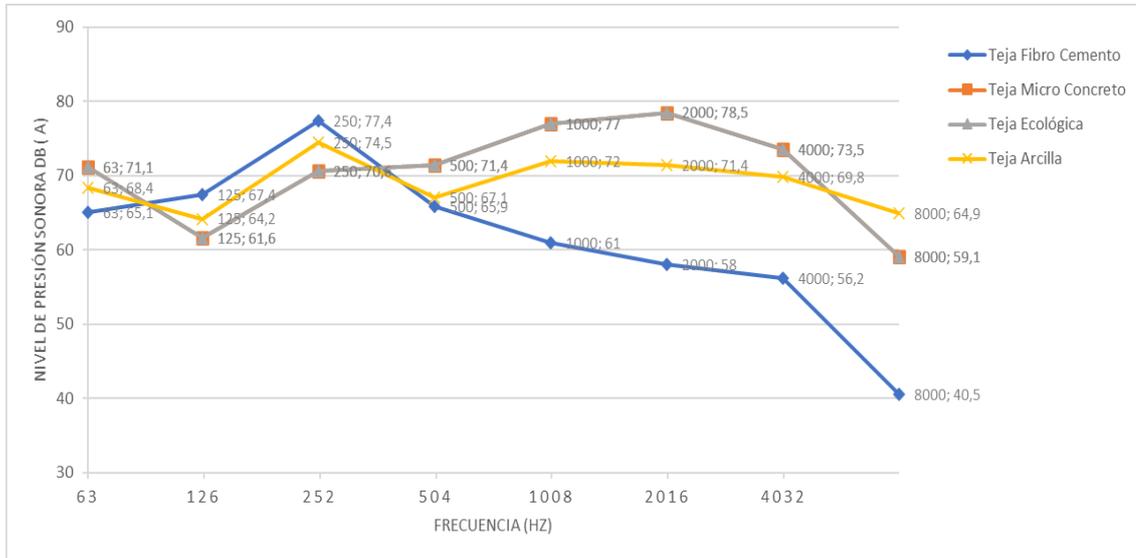


Ilustración 34: Gráfica de Nivel de presión Sonora vs Frecuencia

Elaborado por: López (2021)

Como se observa en la ilustración 34 esta compara los niveles de presión sonora para la posición en que fueron tomado los puntos en bandas a una frecuencia de una octava de 63,125,250,500,1000,2000,4000 y 8000 Hz. Se observa que para 125 y 250 Hz la teja ecológica presentó un buen confort acústico junto a la teja de micro concreto. Pero a medida que la frecuencia aumenta se comprobó que la teja de Fibrocemento obtuvo un mayor comportamiento acústico y esta generaría confort en cualquier zona aplicable.

4.4 Conclusiones

Dentro del mercado actual, existen distintos tipos de tejas, clasificados por sus propiedades, materiales de fabricación, ventajas y costos. Dentro de ellas, centramos la atención en las tejas de fibro cemento, arcilla y micro concreto para una comparación de la teja de tipo ecológica, realizada a base de cascarilla de arroz y PET. Los ensayos pertinentes han permitido la comparación del rendimiento de cada tipo de teja, en función de comportamiento térmico y acústico.

Para realizar los ensayos térmicos y acústicos con las diferentes tipologías de tejas, se realizaron 4 prototipos de cubículos con 1 m² de superficie, todos con paredes de mampostería tradicional, y en las mismas condiciones climáticas. Para evaluar las condiciones de cada situación se utilizaron equipos de medición tecnificados y calibrados para lograr resultados eficientes.

En tejas convencionales de arcilla y fibro cemento son adaptables en condiciones acústicas como térmicas, aún continúan siendo las mejores opciones, y las tejas a base de cascarilla y PET no son factibles, para el confort de los usuarios.

4.5 Recomendaciones

La correcta toma de los datos tiene un efecto esencial para los resultados más eficientes, y esto proviene de un equipo adecuado, bajo los lineamientos de la normativa correspondientes y siguiendo la metodología ideal. Cabe mencionar que la dosificación de los materiales podría afectar las propiedades de las tejas, de modo que pueda competir con los productos convencionales como las tejas de arcilla, o fibro cemento.

Se recomienda implementar la mezcla de materiales ecológicos como la cascara de arroz con arcilla para que así sus propiedades sean 100% ecoamigables y analizar la resistencia en sus propiedades térmicas, físicas y químicas. En esta investigación se comprobó que la teja de arcilla es más sostenible que la teja de cascara de arroz y PET.

Se recomienda realizar más investigaciones sobre este tipo de tejas ecológicas, en la actualidad el diseño arquitectónico gana terreno con los espacios amigable, es por eso que su diseño también es un factor importante en el mercado y no solo por su resistencia, sino por sus propiedades.

Referencias Bibliográficas

- Arkiplus. (9 de 06 de 2021). *Arkiplus*. Obtenido de Arkiplus: <https://www.arkiplus.com/techos-a-dos-aguas-caracteristicas/>
- Agudelo, O. (2015). *Elaboración de Tejas Utilizando Residuos de Polietileno Tereftalato (PET)*. Villavicencio: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Aguilar, j., & Naranjo, L. (2018). *Elaboración de la base de información hidrometeorológica de la cuenca del río Guayas para el procesamiento con el modelo hydraccess ante inundaciones*. Quito: UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR .
- Alarcón, J., & Franco, S. (2020). *Aislamiento Acústico en Cubiertas de Cartón para Viviendas con Cubiertas de Zinc*. Bogotá: Universidad la Gran Colombia.
- Alca, R. (14 de 06 de 2021). *Megafonia y sonorización Raúl Alca*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/megafoniaysonorizacionraulalca/T02-acustica-arquitectonica/2-2-propagacion-del-sonido-en-el-espacio-libre>
- Arrieta, E. (22 de 06 de 2021). *Diferenciador*. Obtenido de <https://www.diferenciador.com/diferencia-entre-metodo-inductivo-y-deductivo/>
- Beguería, S. (29 de 06 de 2021). *Ceupe Magazine*. Obtenido de <https://www.ceupe.com/blog/planificacion-y-preparacion-de-la-entrevista.html>
- Bottarelli, M., & Bortoloni, M. (2017). On the heat transfer through roof tile coverings. *International Journal of Heat and Technology*, 6.
- Bustillos, D. (2017). *"Calidad del Ambiente Interior de las Edificaciones Residenciales Urbanas de la Ciudad de Cuenca: Determinación de Estándares de Comfort"*. Quito: Universidad de Cuenca.
- Casadevall, D. (10 de 06 de 2021). *Acústica Web*. Obtenido de Acústica Web: https://www.arauacustica.com/files/noticias/pdf_esp_126.pdf
- Cepeda, H., & Inca, S. (2020). *Análisis de los rangos de confort urbano en avenidas de alto tráfico vehicular: caso de estudio avenida Pedro Vicente Maldonado, ciudad de Riobamba*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.

- Construir. (02 de 06 de 2021). *Ideas para Construir*. Obtenido de <https://ideasparaconstruir.com/n/5001/uso-de-las-tejas-en-la-construccion.html>
- Construmática (Arquitectura, I. Y. (1 de Junio de 2021). *Construmática*. Obtenido de Construmática: <https://www.construmatica.com/construpedia/>
- Contreras, A. (20 de 08 de 2019). *Conducir entrevistas psicológicas en la empresa*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Obtenido de http://recursosbiblio.url.edu.gt/publicjlg/biblio_sin_paredes/fac_hum/condu_entrev/cap/07.pdf
- Delgado, N. (2019). “*Comportamiento Mecánico de una Teja Tipo Elaborada con Mortero Hidráulico Y Prototipo con Adición de Fibra de Tallo de Banano.*”. Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Dionysia, & etc. (2018). Cool Roofs and Cool Pavements Application in Acharnes, Greece. *Science Direct*, 466-474.
- EcuDap. (28 de 06 de 2021). Obtenido de <https://www.ecudap.eu/productos/registradores-de-sonido>
- Equipos y Laboratorio de Colombia. (2020). *Equipos y Laboratorio de Colombia*. Obtenido de <https://www.equiposylaboratorio.com/portal/articulo-ampliado/definicion-uso-y-tipos-de-osciloscopios>
- Escandella. (2021). Manual de instalación de la gama de tejas Tradicionales y H-Selection de Cerámica La Escandella. *La Escandella*, 134.
- Escudero, C., & Cortez, L. (2018). *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica*. Machala: Universidad Técnica de Machala.
- Eternit. (3 de Enero de 2020). *Eternit*. Obtenido de Eternit: www.eternit.com.ec
- Fernández, J. (12 de 06 de 2021). *FisicaLab*. Obtenido de <https://www.fisicalab.com/apartado/temperatura>
- Física del Sonido. (14 de 06 de 2021). Obtenido de <http://sicaweb.cedex.es/docs/documentacion/Conceptos-Basicos-del-ruido-ambiental.pdf>

- Flor, Suarez, & etc. (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*. ISSN 2528-8083, 7.
- Gaggino, e. (2016). COMPORTAMIENTO TERMICO DE SISTEMA DE CUBIERTA PARA VIVIENDAS CONSTRUIDO CON MATERIALES RECICLADOS. *ResearchGate*, 13.
- García, B. (2008). *Medidas de Aislamiento Acústico*. Madrid: EOI.
- Garcia, N. (2019). *La Teja Cerámica (Orígenes, Análisis y Estudios Constructivos en Euskadi y La comunidad Valenciana)*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.
- Gordillo, J., & Guaraca, I. (2015). *Determinación de Niveles de Presion Sonora (NPS) Generados por las Aeronaves, en el Sector Sur del Aeropuerto Mariscal Lamar de la Ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Guerra, X., & Jaramillo, A. (2015). *Caracterización Física, Mecánica y Térmica de Materiales Vernáculos de la Región Sierra del Ecuador*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Homify. (9 de 06 de 2021). *Homify*. Obtenido de Homify: https://www.homify.es/libros_de_ideas/503806/8-excelentes-virtudes-de-los-tejados-a-cuatro-aguas
- Huigui, L., & Huamin, L. (2017). Mechanical Properties and Acoustic Emission Characteristics of Thick Hard Roof Sandstone in Shendong Coal Field. *Springer Link*, 147-158.
- INEN. (2009). *Eficiencia Energética en Edificaciones.Requisitos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Kubiec. (1 de Junio de 2021). *Kubiec*. Obtenido de <https://kubiec.com/kubiteja-premier/>
- Lirola, C. (4 de 09 de 2020). *Autopromotores*. Obtenido de Autopromotores: <https://www.autopromotores.com/cubiertas-y-tejados/>
- López, V., & Muquinche, L. (2019). *Tejas reutilizando materiales y elaboración de prototipo en base de cáscara de arroz y PET tereftalato de polietileno*. (I. y. Facultad de Ingeniería, Ed.) Guayaquil, Ecuador: ULVR.

- Lozano, K. (2019). " *Elaboración de una Teja a Partir de Tusa Picada de Maíz y Materiales Tradicionales para Viviendas de Interés Social.*". Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.
- Martínez, E. (2015). *Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo en Techos Con Materiales Ecológicos.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Martínez, E. (2015). *Aislamiento Acústico a Ruido Aéreo en Techos con Materiales Ecológicos.* Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Martinez, J., & Salinas, R. (2018). *CARACTERIZACIÓN TÉRMICA Y MECÁNICA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN MÁS USADOS EN ECUADOR. MATERIALES PARA PARED Y TECHO.* Quito: Universidad Internacional SEK.
- Méndez, J. (2019). *Elaboración de Moldes de Tejas, para Techos con Caucho Reciclado para Viviendas de Interés Social.* Guayaquil: Universidad Laica Vicente Rocafuerte.
- Miyara Federico. (09 de 06 de 2021). *Niveles Sonoros.* Obtenido de <https://www.fceia.unr.edu.ar/acustica/biblio/niveles.htm>
- Moyano, I., & Páez, E. (2019). *Estudio de Prefactibilidad Producción de Tejas de Caucho y PEBD Reciclados.* Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo.
- NEC. (2018). *Eficiencia Energética en Edificaciones Residenciales (EE).* Ecuador: Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda(MIDUVI).
- Olea, C. (15 de 06 de 2021). *Tesoros del Patrimonio Cultural de España.* Obtenido de <http://tesoros.mecd.es/tesoros/bienes culturales/1006710.html>
- Omega. (12 de 06 de 2021). Obtenido de <https://es.omega.com/prodinfo/camara-termografica.html>
- Ordoñez, A. (2 de 01 de 2021). *Seiscubos.* Obtenido de <https://www.seiscubos.com/conocimiento/parametros-del-acristalamiento>
- Ordoñez, A. (2 de 01 de 2021). *SeisCubos.* Obtenido de <https://www.seiscubos.com/conocimiento/confort-termico-y-cuerpo-humano>
- Ormaechea, E. (3 de 11 de 2016). *Mapfre.* Obtenido de <https://www.salud.mapfre.es/cuerpo-y-mente/habitos-saludables/ruido-y-salud/>

- OYARZÁBAL, X. (2013). “*IMPACTO ACÚSTICO PRODUCIDO POR LA REALIZACIÓN DE CONCIERTOS MASIVOS Y SUS MEDIDAS DE MITIGACIÓN CASO ESTADIO BICENTENARIO MUNICIPAL DE LA FLORIDA*”. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Pérez, N. (2017). *Respuesta térmica de edificaciones con envolventes vegetales: cubiertas verdes y fachadas verdes*. . São Carlos.: University of São Paulo.
- Pimienta, J., & etc. (2017). *Metodología de la Investigación*. Mexico: Pearson Hispanoamérica.
- Piza, N. y. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Scielo*, 455-459.
- RAE. (9 de 06 de 2021). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/t%C3%A9rmico>
- RAE. (2021). *REAL ACADEMIA ESPAÑOLA*. Obtenido de ASOCIACIÓN DE ACADEMIAS DE LA LENGUA ESPAÑOLA: <https://dle.rae.es/ac%C3%BAstico?m=form>
- Raffino, M. (4 de 08 de 2020). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/tecnicas-de-investigacion/>
- Raffino, M. (10 de 06 de 2021). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/sonido/>
- Raffino, M. (14 de 06 de 2021). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/tipos-de-investigacion/>
- Riofrío, M. (2019). *Análisis del Confort Térmico de Edificaciones Construidas con Tecnologías de Tierra y Estructura de Madera, en Microclimas fríos de la Serranía Ecuatoriana*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Ríos, K. (2019). La entrevista semi-estructurada y las fallas en la estructura. La revisión del método desde una psicología crítica y como una crítica a la psicología. *Caleidoscopio-Revista Semestral De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 65-91.
- Rizo, J. (2015). *Técnicas de Investigación Documental*. Managua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua.
- Rozas, M., Lopez, S., & etc. (2019). *Guía Básica para el Control Acústico en Edificación: Ejecución de Obra y Obra Terminada -V.02*. España: Tecnalía.

- Sánchez, A., & etc. (2020). Thermal performance comparison of recycled and clay roof tiles due heat radiation by digital holographic interferometry. *Scielo*, 65(6), 678-683.
- Schettinni, P., & Cortazzo, I. (2016). *Técnicas y estrategias en la investigación cualitativa*. La Plata: Universidad Nacional de la Plata.
- Shimokura, R. (2016). Noise Barrier Performance of a Sekisyu-Tile Roof. *Modern Environmental Science and Engineering*, 168-172.
- Significados. (28 de 10 de 2020). *Significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/investigacion-de-campo/>
- Significados. (06 de 01 de 2021). *Significados.com*. Obtenido de <https://www.significados.com/investigacion-experimental/>
- Subashi, & Mallwattha. (2018). Strength, durability, thermal and run-off properties of fired clay roof tiles incorporated with ceramic sludge. *Science Direct*, 390-399. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061818312728>
- Universia mx. (23 de 03 de 2020). Obtenido de <https://www.universia.net/mx/actualidad/habilidades/conceptos-fundamentales-metodologia-investigacion-1167677.html>
- VentDepot.com. (12 de 06 de 2021). Obtenido de http://www.ventdepot.net/mexico/fichastecnicas/Termometros_TermoLaser_TML_Ex_tech_VentDepot.pdf
- Vera, D., & Verduga, J. (2017). *Análisis Comparativo desde el Punto de Vista Técnico-Económico de los Tipos de Cubiertas Utilizadas en las Viviendas de la Parroquia Ricaurte del Cantón Chone*. Manabí: Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí.

ANEXOS

Anexo 1. Plantilla de la Entrevista

Plantilla de la Entrevista

Las siguientes preguntas se utilizaron para las entrevistas realizadas en la ciudad de Guayaquil a los Distribuidores y Vendedores de tejas de la calle Sucre y sus alrededores.

1. ¿Cree usted que existen otras alternativas entre sus proveedores de tejas que puedan presentar nuevas características en su composición?
2. ¿Cree usted que sus clientes conocen cuáles son los elementos que contiene una teja?
3. ¿Cuál cree usted que es la característica que el cliente busca en una teja?
4. ¿Ha escuchado sobre algún material reciclado que se esté utilizando en nuevos materiales alternativos?
5. ¿Cuáles son los principales problemas que se han ocasionado en las tejas que usted comercializa?
6. ¿Cree usted que el cliente optaría por comprar una teja económica y de material alternativo?
7. ¿Cree usted que le haga falta alguna otra característica o propiedad a las tejas que usted comercializa?
8. ¿Cree usted que pueda existir alguna opción de comercializar, si dentro de los materiales tradicionales de pronto se suma algún material alternativo o de reciclaje?
9. ¿Cree usted que se podría hacer tejas con materiales reciclados?
10. ¿Conoce usted que tejas se han hecho con materiales que no son los tradicionales?

Entrevista N°1

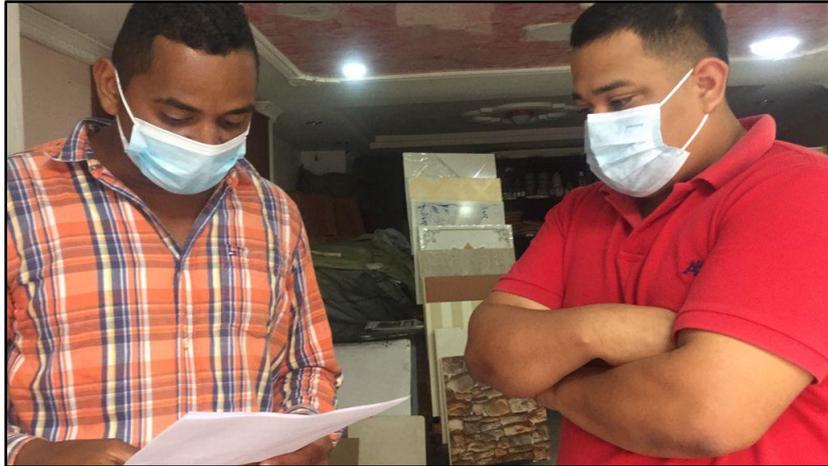


Ilustración 35:Entrevista realizada al Sr. Kevin Segarra- Comercial “9 de Octubre”

Elaborado por: López (2021)

- 1. ¿Cree usted que existen otras alternativas entre sus proveedores de tejas que puedan presentar nuevas características en su composición?**

Si

- 2. ¿Cree usted que sus clientes conocen cuáles son los elementos que contiene una teja?**

Si y se le da información necesaria al cliente.

- 3. ¿Cuál cree usted que es la característica que el cliente busca en una teja?**

Resistencia, Durabilidad y Productos Ecológicos.

- 4. ¿Ha escuchado sobre algún material reciclado que se esté utilizando en nuevos materiales alternativos?**

No

- 5. ¿Cuáles son los principales problemas que se han ocasionado en las tejas que usted comercializa?**

Ninguno

- 6. ¿Cree usted que el cliente optaría por comprar una teja económica y de material alternativo?**

Si

- 7. ¿Cree usted que le haga falta alguna otra característica o propiedad a las tejas que usted comercializa?**

No

8. **¿Cree usted que pueda existir alguna opción de comercializar, si dentro de los materiales tradicionales de pronto se suma algún material alternativo o de reciclaje?**

Si

9. **¿Cree usted que se podría hacer tejas con materiales reciclados?**

Si

10. **¿Conoce usted que tejas se han hecho con materiales que no son los tradicionales?**

No



Ilustración 36: Entrevista realizada al Sr. Daniel Quishpe- Comercial “DECOARTE”

Elaborado por: López (2021)

Entrevista N°2

1. **¿Cree usted que existen otras alternativas entre sus proveedores de tejas que puedan presentar nuevas características en su composición?**

Si

2. **¿Cree usted que sus clientes conocen cuáles son los elementos que contiene una teja?**

No

3. **¿Cuál cree usted que es la característica que el cliente busca en una teja?**

Durabilidad

4. **¿Ha escuchado sobre algún material reciclado que se esté utilizando en nuevos materiales alternativos?**

Si

5. **¿Cuáles son los principales problemas que se han ocasionado en las tejas que usted comercializa?**

Tejas muy frágiles

6. **¿Cree usted que el cliente optaría por comprar una teja económica y de material alternativo?**

Si

7. **¿Cree usted que le haga falta alguna otra característica o propiedad a las tejas que usted comercializa?**

Si

8. **¿Cree usted que pueda existir alguna opción de comercializar, si dentro de los materiales tradicionales de pronto se suma algún material alternativo o de reciclaje?**

Si, hoy en día se fabrican y comercializan tejas libres de plomo

9. **¿Cree usted que se podría hacer tejas con materiales reciclados?**

Si

10. **¿Conoce usted que tejas se han hecho con materiales que no son los tradicionales?**

Si



Ilustración 37: Entrevista realizada a la Sra. Jacinta Suarez- Comercial “Karla Paredes”

Elaborado por: López (2021)

Entrevista N°3

1. **¿Cree usted que existen otras alternativas entre sus proveedores de tejas que puedan presentar nuevas características en su composición?**

Si

2. **¿Cree usted que sus clientes conocen cuáles son los elementos que contiene una teja?**

No, la mayoría de clientes compran más por estética que por calidad.

3. **¿Cuál cree usted que es la característica que el cliente busca en una teja?**

Estética

4. **¿Ha escuchado sobre algún material reciclado que se esté utilizando en nuevos materiales alternativos?**

No

5. **¿Cuáles son los principales problemas que se han ocasionado en las tejas que usted comercializa?**

Tejas muy frágiles

6. **¿Cree usted que el cliente optaría por comprar una teja económica y de material alternativo?**

Si

7. **¿Cree usted que le haga falta alguna otra característica o propiedad a las tejas que usted comercializa?**

Si

8. **¿Cree usted que pueda existir alguna opción de comercializar, si dentro de los materiales tradicionales de pronto se suma algún material alternativo o de reciclaje?**

Si

9. **¿Cree usted que se podría hacer tejas con materiales reciclados?**

Si, siempre y cuando el material aporte mayor resistencia que una tradicional.

10. **¿Conoce usted que tejas se han hecho con materiales que no son los tradicionales?**

No



Ilustración 38: Entrevista realizada al Arq. Iván Gutiérrez- Comercial “DCONSTRUCCIÓN”

Elaborado por: López (2021).

Entrevista N°4

- 1. ¿Cree usted que existen otras alternativas entre sus proveedores de tejas que puedan presentar nuevas características en su composición?**

Si

- 2. ¿Cree usted que sus clientes conocen cuáles son los elementos que contiene una teja?**

No, la mayoría de clientes se fijan en lo estético.

- 3. ¿Cuál cree usted que es la característica que el cliente busca en una teja?**

Durabilidad y Esteticidad

- 4. ¿Ha escuchado sobre algún material reciclado que se esté utilizando en nuevos materiales alternativos?**

Si

- 5. ¿Cuáles son los principales problemas que se han ocasionado en las tejas que usted comercializa?**

Ninguno

- 6. ¿Cree usted que el cliente optaría por comprar una teja económica y de material alternativo?**

Si

- 7. ¿Cree usted que le haga falta alguna otra característica o propiedad a las tejas que usted comercializa?**

Si, les faltan resistencia porque la mayoría de tejas son frágiles.

8. ¿Cree usted que pueda existir alguna opción de comercializar, si dentro de los materiales tradicionales de pronto se suma algún material alternativo o de reciclaje?

Si, hoy en día se está haciendo conciencia sobre el medio ambiente y ver la forma de reducir desechos e implementar en materiales constructivos, es una buena alternativa de aprovecharlos.

9. ¿Cree usted que se podría hacer tejas con materiales reciclados?

Si

10. ¿Conoce usted que tejas se han hecho con materiales que no son los tradicionales?

Si



Ilustración 39: Entrevista realizada a la Sra. Yolanda Vega- Comercial “Vega”

Elaborado por: López (2021)

Entrevista N°5

1. ¿Cree usted que existen otras alternativas entre sus proveedores de tejas que puedan presentar nuevas características en su composición?

Si

2. ¿Cree usted que sus clientes conocen cuáles son los elementos que contiene una teja?

No todos conocen

3. ¿Cuál cree usted que es la característica que el cliente busca en una teja?

Resistencia y de buena calidad

4. ¿Ha escuchado sobre algún material reciclado que se esté utilizando en nuevos materiales alternativos?

No

5. ¿Cuáles son los principales problemas que se han ocasionado en las tejas que usted comercializa?

Ninguno

6. ¿Cree usted que el cliente optaría por comprar una teja económica y de material alternativo?

No, la mayoría de clientes optaran por comprar las más comercializadas.

7. ¿Cree usted que le haga falta alguna otra característica o propiedad a las tejas que usted comercializa?

No

8. ¿Cree usted que pueda existir alguna opción de comercializar, si dentro de los materiales tradicionales de pronto se suma algún material alternativo o de reciclaje?

No

9. ¿Cree usted que se podría hacer tejas con materiales reciclados?

Si

10. ¿Conoce usted que tejas se han hecho con materiales que no son los tradicionales?

No

MONITOREO DE RUIDO LABORAL

VICTOR LOPEZ

Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Samborondón

Samborondón – Guayas

PUNTOS MONITOREADOS: 04 (Día)
FECHA DE MONITOREO: 25/10/2021



REALIZADO POR:

ING. ERICK PEREZ ANDRADE

REVISADO POR:

ING. EUDER JUMBO HIDALGO

REG. PROF. No 7241170400

ING. NELSON JUMBO HIDALGO

REG. PROF. No 1006-12-1175791

OCTUBRE 2021

Guayaquil, 4 de Noviembre del 2021

Señor:

VICTOR LOPEZ

AUTOR DE TESIS

Ciudad.-

De nuestras consideraciones:

El presente informe técnico tiene por objeto presentar los **resultados de la medición de los Niveles de Presión Sonora Interno, realizada el trabajo de proyecto de tesis de VICTOR LOPEZ, ubicada en la planta de Tratamiento de Aguas Servidas del Cantón Samborondón, en la provincia del Guayas.**

Toda información proporcionada por el cliente y que afecta la validez de los resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes la emiten y no representa responsabilidad para DEPROIN S.A.

Los datos proporcionados por el cliente para la realización del Informe, provienen del registro DPR.7.8.01. Los nombres, ubicación y coordenadas de los puntos de medición son designados por el cliente, que son registrados en la hoja de campo del parámetro correspondiente y registro de acuerdo con el cliente DPR.7.1.04.

1. INTRODUCCIÓN

Los ruidos a los que se está sometido en nuestro entorno pueden acabar mermando las facultades de audición. Si son elevados y persistentes, generan hipoacusias o pérdidas precoces de las facultades auditivas en los individuos expuestos. Dichas pérdidas pueden producirse en el ámbito laboral.

La protección de la capacidad auditiva de los trabajadores ha sido siempre una de las principales preocupaciones y ocupaciones del departamento de prevención de riesgo y salud, en el marco de las disposiciones legales que se han promulgado al respecto y su afán de prevenir las enfermedades profesionales producidas por el ruido.

Los lugares en los que no se tiene un control del ruido pueden convertirse en un serio problema, ya que puede generar situaciones desagradables, pues pueden afectar, por ejemplo, en el

rendimiento laboral provocando a su vez una disminución en la productividad o provocar accidentes laborales.

Este documento presenta la evaluación del impacto acústico asociado a las actividades de operación de la empresa, de acuerdo a los procedimientos y límites máximos permisibles de presión sonora establecidos por el Reglamento de Seguridad y Salud de los trabajadores, Capítulo V, Art. 55, Norma del IESS. En función de los resultados obtenidos se evaluó el cumplimiento normativo de las emisiones de ruidos molestos generados por fuentes fijas de la planta. La medición se la realizó bajo la supervisión de la empresa contratante.

2. OBJETIVO

Establecer las condiciones de seguridad e higiene en los puestos de trabajo donde se genere ruido que, por sus características, niveles y tiempo de acción, sea capaz de alterar la salud de los trabajadores; los niveles y los tiempos máximos de exposición por jornada de trabajo, su correlación y la implementación de un programa de conservación de la audición.

Evaluar los Niveles de ruido medidos con respecto al límite diurno establecido por el Reglamento del IESS, durante una jornada de trabajo.

3. CONDICIONES DE OPERACIÓN

Fecha de Medición: Se realizó el día 25 de Octubre del 2021.

Ubicación de la empresa: UTM 641639.00 m E; 9782680.00 m S.

Ponderación usada: La ponderación se puede usar A o C y respuesta “Slow”.

Verificación en terreno: La verificación se la realiza antes y después de cada medición.

4. UBICACIÓN DE LA FUENTE

Tabla 1: DESCRIPCIÓN DE PUNTOS TRABAJADOS

Punto	Ubicación del punto	Tipo de ruido	Temp oC	HR %	Fecha	Hora inicial	Hora final
R1	Teja Fibra Cemento.	Fluctuante	29.4	64.4	25/10/2021	4:07:14	4:22:04
R2	Teja Microcemento.	Fluctuante	30.3	63.7	25/10/2021	4:24:17	4:38:57
R3	Teja Ecológica.	Fluctuante	28.5	66.6	25/10/2021	4:40:55	4:55:49
R4	Teja Arcilla.	Fluctuante	29.6	65.8	25/10/2021	5:03:32	5:18:26

Elaborado por: López Otoyá V. (2021)



Fig.1: Ubicación donde se desarrolló el proyecto

Elaborado por: López Otoy V. (2021)

5. DEFINICIONES DE TÉRMINOS

Emisión: emanación en la atmosfera de un sonido proveniente de una fuente fija o móvil.

Fuente Emisora: es la causa que origina o produce el ruido. Esta puede ser: industrial, tráfico vehicular, tráfico aéreo, transito ferroviario, estampidos sónicos, construcciones de edificios y obras públicas y del interior de los edificios. Otras fuentes son los campos de tiros, lanchas y sirenas de vehículos y otras.

Ruido: es todo sonido indeseable, según su naturaleza, magnitud o duración, puede afectar la salud y/o producir otros efectos adversos para las personas y el ambiente.

Ruido de Fondo: ruido que se encuentra superpuesto o interfiere con la medida de la señal deseada.

Ruido de Impacto: es un sonido de corta duración y de elevada intensidad, por ejemplo, las explosiones, bombas sónicas y fuego de artillería.

Sonido: es una perturbación mecánica que se propaga a través de un medio elástico (aire, líquido o sólido) a una velocidad característica de este.

Ultrasonido: es el sonido cuya frecuencia es mayor de unos 15 kHz, es decir, superior al de la capacidad auditiva normal.

Umbral de Audición: es el valor límite de la frecuencia de un sonido, que no causa trastornos auditivos al ser humano.

Velocidad del Sonido: es la distancia recorrida por las ondas sonoras en una unidad de tiempo y está relacionada con la temperatura del aire (°C).

Zona Industrial: área donde se realizan actividades y procesos industriales y en donde se anticipan niveles mayores de ruidos.

Zona de Tranquilidad: área destinada a actividades que requieran quietud, y los límites establecidos, no sean excedidos en el 10% del periodo de medición (L10). Se incluyen, pero no se limitan, las áreas siguientes: hospitales, clínicas, escuelas, bibliotecas, centro de recreaciones, asilos de ancianos, centros para el cuidado infantil, jardines, zoológicos, etc.

Nivel de Presión Sonora (NPS o SPL): - Es una unidad adimensional usada para expresar el logaritmo de la razón entre una cantidad medida y una cantidad de referencia. De esta manera, el decibel es usado para describir niveles de presión, potencia o intensidad sonora. Se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática:

$$\text{NPS o SPL} = 20 \text{ Log} \left(\frac{P}{P_o} \right)$$

Dónde:

P: valor eficaz de la presión sonora medida.

P_o: valor eficaz de la presión sonora de referencia fijado en 2x10⁻⁵ (N/m²)

Decibel dB(A): Es el nivel de presión sonora medido con el filtro de ponderación A.

Nivel de presión sonora continuo equivalente NPSeq: - Equivale al nivel de presión sonora mantenido constante durante el intervalo de medición (desde el instante de la medición hasta el fin) tiene la misma energía sonora que el suceso sonoro medido. La unidad medida se expresa en decibeles (dB) y se define por la siguiente relación matemática:

$$L_{AeqTm} = NPSeq = 10 * \log \left(\frac{1}{N} \sum_{n=1}^{n=N} 10^{\frac{L_{AeqTm,n}}{10}} \right)$$

Nivel de presión sonora continuo equivalente para 8 horas (NPSeq,8h): Es el nivel de intensidad sonora, expresado en dB(A), que durante 8h de exposición ininterrumpida produciría la misma energía sonora que la verdadera exposición variable y es indicado por la siguiente ecuación:

$$L_{AeqTm\ 8H} = NPSeq_{8H} = NPSeq + 10 \log \left(\frac{\text{Tiempo de Trabajo}}{\text{Jornada 8H}} \right)$$

Nivel de presión sonora máximo NPSMAX: Es el nivel sonoro máximo de toda la medición.

Nivel de presión sonora mínimo NPSMIN: Es el nivel sonoro mínimo de toda la medición.

Respuesta Lenta o Slow:- Es la respuesta del instrumento de medición que evalúa la energía media en un intervalo de 1 segundo. Cuando el instrumento mide el nivel de presión sonora con respuesta lenta, dicho nivel se denomina NPSAPEAK “Nivel de presión Pico Lento”. Si además se emplea el filtro de ponderación A, el nivel obtenido se expresa en dB(A) Lento.

Nivel de presión sonora Peak NPSPEAK:- Nivel de Presión sonora instantánea máxima durante un intervalo de tiempo establecido. No debe confundirse con Nivel de presión sonora máximo, ya que éste es el máximo valor eficaz (no instantáneo).

Ruido Estable: - Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión sonora inferiores o iguales a 5 dB(A) lento, durante un periodo de observación de 1 minuto. Se entenderá que un ruido es de tipo estable cuando la diferencia entre el Nivel de Presión Sonora Máximo NPSMÁX y el Nivel de Presión Sonora Mínimo NPSMÍN obtenidos durante una medición de un minuto, es menor o igual a 5 dB(A).

Ruido Fluctuante: - Es aquel ruido que presenta fluctuaciones del nivel de presión Sonora superiores a 5 dB(A) lento, durante un periodo de observación de 1 minuto. Se entenderá que un ruido es de tipo fluctuante cuando la diferencia entre el Nivel de Presión Sonora Máximo NPSMÁX y el Nivel de Presión Sonora Mínimo NPSMÍN obtenidos durante una medición de un minuto, es mayor a 5 dB(A).

Ruido Impulsivo o Imprevisto: - Es aquel ruido que presenta impulsos de energía acústica de nivel de presión sonora superiores a 5 dB(A) lento, durante un intervalo de medición no mayor a 1 segundo. Se entenderá que un ruido es de tipo impulsivo cuando en el puesto o en el entorno del puesto de trabajo, se produzcan impactos o sonidos muy breves (con una duración menor a 1 segundo) y de gran intensidad, tales como: golpes, caídas de materiales, disparos, entre otros.

Un ruido no perderá la característica de impulsivo si los impulsos o impactos se repiten, siempre y cuando la separación entre dos impactos consecutivos sea mayor a un segundo, teniendo siempre presente que los impactos deben ser generados por acciones propias de la tarea evaluada o del ambiente laboral, descartándose aquellos eventos accidentales no relacionados con la actividad.

Diurno: periodo comprendido entre 7:01 a.m. a 21:00 p.m.

Grado de protección (x): Es el porcentaje de situaciones para las cuales el nivel de presión sonora EFECTIVO “A” es igual o menor que el valor pronosticado, cuando se utiliza el protector auditivo.

Nivel de Presión Sonora Efectivo (L’Ax): Es el nivel efectivo que llega al oído al utilizar el protector auditivo que se analiza en el ambiente ruidoso donde se realizó la medición del nivel de presión sonora, compensado “A” para un grado de protección “x”.

Reducción del Nivel Sonoro Pronosticada (PNRx): Es la diferencia entre el nivel de presión sonora compensado “A” (LA) del ruido medido en el ambiente, y el nivel de presión sonora efectivo compensado “A” (L’Ax) cuando se usa el protector auditivo que se evalúa, para un cierto grado de protección “x”.

Valor de Protección Supuesto (APVfx): Es el valor de protección supuesto de un protector auditivo, en la frecuencia “f” y para un grado de protección “x”.

Bandas de Octava: Es una banda de frecuencia que está entre dos frecuencias con una relación de 2, estas dos frecuencias se eligen de forma que la superior sea doble que la inferior. La frecuencia central de la banda es la media geométrica de las frecuencias inferior y superior.

La gama de frecuencia auditiva generalmente se separa en bandas de octava por conveniencia, en donde cada banda específica se representa por su frecuencia de centro, a

saber: 63 Hz, 125 Hz, 250Hz, 500 Hz, 1KHz, 2 KHz, 4 KHz, 8 KHz, y 16 KHz, que cubre la mayoría de la gama de las frecuencias audibles.

6. METODOLOGÍA

Para hacer la medición de ruido laboral se utiliza el procedimiento específico DP.PEE.MAS.04, cumpliendo la norma UNE-EN ISO 9612:2009 título Acústica, Determinación de la exposición al ruido en el trabajo, Método de Ingeniería, Capítulo

9: Estrategia 1 – Medición basada en la Tarea; la Norma UNE-EN ISO 48692:1996/AC: 2008 título Acústica. Protectores auditivos contra el ruido. Parte 2: Estimación de los niveles efectivos de presión sonora ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos. (ISO 4869-2:1994) y la Norma Argentina IRAM 40602:2012 Segunda Edición 25-06-2012 título Acústica. Protectores auditivos contra el ruido. Parte 2: Estimación de los niveles de presión sonora efectivos compensados con la red de ecualización “A” cuando se utilizan protectores auditivos.

Para los límites permisibles se utiliza el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, según el Decreto No. 2393, Registro Oficial No. 249, Febrero 3/98), Capítulo V, Medio Ambiente y Riesgos Laborales por Factores Físicos, Químicos y Biológicos, Art. 55. Ruidos y Vibraciones.

6.1. Verificación de las Baterías y otras Interferencias.

Las baterías de los instrumentos, calibradores y sonómetros, deberán ser verificadas antes de cada calibración en terreno.

6.2. Verificación en Terreno del Instrumento.

El instrumento de medición siempre deberá ser verificado en terreno antes de iniciar la medición y después de terminarla, según las instrucciones entregadas por el fabricante (manual del usuario del Sonómetro SC-30), ya que condiciones ambientales como temperatura, presión y humedad relativa, pueden afectar parcialmente la respuesta del instrumento. Se debe calibrar el instrumento en áreas donde no esté expuesto a ruido ya que este interfiere en la calibración, preferiblemente hacerlo en oficinas.

Si los resultados de la verificación del equipo antes y después de la medición difieran entre sí, en más de 0.5 dB, se deberá descartar la medición realizada, debiéndose registrar los resultados obtenidos.

6.3. Ubicación del Instrumento.

Las mediciones se deberán efectuar ubicándose el micrófono del instrumento de medición en la posición orientada hacia la fuente sin que se entorpezcan las tareas realizadas por el trabajador, la posición del micrófono debe estar a 1 m de la fuente y a la altura va a depender de la posición del trabajador.

Trabajador de pie: $1,55 \text{ m} \pm 0,075 \text{ m}$ por encima del suelo sobre el que el trabajador está de pie.

Trabajador sentado: $0,80 \text{ m} \pm 0,05 \text{ m}$ por encima de la mitad de la silla, con la silla ajustada a o lo más cerca posible al punto medio de su ajuste horizontal o vertical.

El sonómetro no deberá instalarse sobre mesas o superficies reflectantes, ya que la vibración del medio afecta la medición. Se recomienda montar el equipo en un trípode. En caso de existir materiales, partículas o vientos fuertes se deberá colocar una pantalla protectora (anti vientos) en el micrófono del instrumento.

6.4. De los Parámetros de Medición.

Para la aplicación del Procedimiento de Medición, se considerarán los siguientes parámetros:

Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente (NPSeq), en dB(A).

Nivel de Presión Sonora Máximo (NPSmax), en dB(A).

Nivel de Presión Sonora Mínimo (NPSmin), en dB(A).

Nivel de Presión Sonora Peak (NPSpeak), en dB(C).

Frecuencia en bandas de octavas (31.5, 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k, 16k Hz - Dosis Diaria de Exposición a Ruido).

6.5. Tiempo de Medición.

Las mediciones del ruido industrial, se realizan en respuesta lenta, con el filtro de ponderación A y con tiempo de integración cada 20 segundos. La medición se la realizó durante las horas de producción. El tiempo de medición es de 15 minutos por puesto de trabajo, el mismo que es estadísticamente representativo durante la jornada de trabajo de 8 horas.

7. MARCO LEGAL APLICABLE

7.1. Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, según el Decreto No. 2393, Registro Oficial No. 249, Febrero 3/98), Capítulo V, Medio Ambiente y Riesgos Laborales por Factores Físicos, Químicos y Biológicos, Art. 55. Ruidos y Vibraciones.

“Se fija como límite máximo de presión sonora es de 85 dB(A) medidos donde el trabajador mantiene habitualmente la cabeza, para el caso de ruido continuo de 8 horas de trabajo. No obstante, los puestos de trabajo que demanden fundamentalmente actividad intelectual, o tarea de regulación o de vigilancia, concentración o cálculo, no excederán de 70 decibeles de ruido.”

Tabla 2. Límites Permisibles para Ruido Continuo Interno

Nivel de Presión Sonora NPS dB(A) lento	Tiempo Máximo de Exposición Horas
75	32
80	16
82,1	12
85	8
90	4
95	2
100	1
105	0,5
110	0,25
115	0,125

Elaborado por: López Otoy V. (2021)

Dosimetría: La dosis de ruido diaria (D) no deberá ser mayor que uno o cien, cuando se expresa en porcentaje y se calcula con la siguiente fórmula:

$$D = \frac{Te1}{Tp1} + \frac{Te2}{Tp2} + \dots + \frac{Ten}{Tpn}$$

Dónde:

Te = Tiempo de exposición a un nivel de presión sonora específico

Tp = Tiempo total permitido a ese nivel de presión sonora específico

$$T_p = \frac{8}{2^{(L-85)/15}}$$

En ningún caso se permitirá sobrepasar el nivel de 115 dB(A) cualquiera que sea el tipo de trabajo.

RUIDO DE IMPACTO. - Se considera ruido de impacto a aquel cuya frecuencia de impulso no sobrepasa de un impacto por segundo y aquel cuya frecuencia sea superior, se considera continuo.

Los niveles de presión sonora máxima de exposición por jornada de trabajo de 8 horas dependerán del número total de impactos en dicho período de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 3. Límites Permisibles para Ruido de impactos

<i>Número de impulsos o impacto Nivel de presión por jornada de 8 horas sonora máxima (dB)</i>	<i>Nivel de presión sonora máxima (dB)</i>
100	140
500	135
1000	130
5000	125
10000	120

Elaborado por: López Otoyá V. (2021)

Los trabajadores sometidos a tales condiciones deben ser anualmente objeto de estudio y control audiométrico.

Valor de Protección Supuesto (APV_{fx}): El valor de protección supuesto se obtiene aplicando la siguiente fórmula:

$$APV_{fx} = m_f - (\alpha * S_f)$$

Dónde:

APV: Sigla del término en inglés “Assumed Protection Value”

Subíndice “f”: Frecuencia central de la banda de octava

Subíndice “x”: Grado de protección seleccionado

mf: Valor de atenuación media del protector auditivo

Sf: Desviación estándar de la atenuación

α : Factor obtenido que depende del grado de protección seleccionado.

Método de Estimación de Banda de Octava: Este método requiere que se provean los niveles de presión sonora en bandas de octava del espectro de ruido ($L_{f(x)}$) y los valores de protección auditiva previstos ($APV_{f(x)}$). El cálculo se efectuará para cada situación de ruido en particular, debido a que el método depende de ella. El nivel de presión sonora efectivo “A” cuando se utiliza el protector auditivo, L'_{Ax} se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$L'_{Ax} = 10 \log \sum_{k=1}^8 10^{0.1(L_{f(x)} + A_{f(k)} - APV_{f(k)x})} \quad [\text{dB}]$$

Dónde:

$f(k)$: Frecuencia central de la banda de octava $f(1)$: 63 Hz; $f(2)$: 125 Hz; $f(3)$: 250 Hz; $f(8)$: 8000 Hz

$L_{f(k)}$: Nivel de presión sonora del ruido en la banda de octava correspondiente

$A_{f(k)}$: Compensación en frecuencia “A” a las frecuencias centrales de las bandas de octava.

Combinación de Orejeras y Tapones: En caso de que se requiera doble protección (orejera y tapón), se debe estimar la reducción de ruido global obtenida con una combinación de orejera y tapón con la siguiente fórmula:

$$SNR_{(O+P)} = 33 \text{ Log}(0.4 SNR_O + 0.1 SNR_T)$$

Dónde:

SNRO: Índice de reducción único (o valor SNR) de la orejera

SNRT: Índice de reducción único (o valor SNR) del tapón auditivo

Efecto sobre la comunicación y la audición: Es importante que el tapón auditivo no otorgue una excesiva atenuación, lo que sucede en aquellos casos donde el nivel de presión sonora efectivo ponderado “A”, ($L'A$) está más de 20 dB bajo el nivel de acción. En estos casos, el protector atenuará demasiada atenuación sonora, considerándose como sobreprotección. Esto

podría originar que el trabajador se retire el protector auditivo cuando necesite comunicarse, tenga la sensación de incomodidad, o interfiera con las señales de alarma que debe escuchar. La estimación de la protección auditiva en función del nivel de presión sonora efectivo se presenta en la tabla 4:

Tabla 4. Estimación de la Protección Auditiva en función del Nivel de Presión Sonora Efectivo

Nivel de Presión Sonora Efectivo (L'A)	Calificación de la Atenuación Sonora
L'A > 85 dB(A)*	Insuficiente
65 dB(A) < L'A < 85 dB(A)	Adecuada
L'A < 60 dB(A)	Excesiva

*85 dB(A)= Nivel de Acción

Elaborado por: López Otoy V. (2021)

8. EQUIPO UTILIZADO

Tabla 5: Datos de los equipos Utilizados

	SONOMETRO	CALIBRADOR	TERMOHIGRÓMETRO
Marca:	Cesva	Cesva	Anemómetro Kestrel
Modelo:	SC-30	CB-5	K5500
Serie:	T215079	039483	--
Tripode:	TR-40	--	--
Antivientos:	PVM-05	--	--
Procedencia:	España	España	--
Calibrado:	11/11/2019	23/6/2021	19/02/2021
Vigencia:	11/11/2021	23/6/2022	19/02/2022

Elaborado por: López Otoy V. (2021)

El SC-30 es un sonómetro integrador promediador Tipo 1 según las normas internacionales IEC 60651:79/A1:93/A2:00 y IEC 60804:00 y sus correspondientes comunitarias EN 60651:94/A1:97/A2:01 y EN 60804:01. El SC-30 también es un analizador de espectro en tiempo real por bandas de octava, cubriendo el margen frecuencial de 22 Hz a 22.5 KHz con

filtros de octavas Tipo 1 según IEC 61260:1995/A1:01. El SC-30 puede funcionar como sonómetro o como analizador de espectro.

9. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS

Para hacer la medición de ruido laboral se utiliza el procedimiento específico DP.PEE.MAS.04 y DP.PEE.MAS.12 cumpliendo la norma UNE-EN ISO 9612:2009 título Acústica, Determinación de la exposición al ruido en el trabajo, Método de Ingeniería, Capítulo 9: Estrategia 1 – Medición basada en la Tarea; la Norma UNEEN ISO 4869-2:1996/AC:2008 título Acústica. Protectores auditivos contra el ruido. Parte 2: Estimación de los niveles efectivos de presión sonora ponderados A cuando se utilizan protectores auditivos. (ISO 4869-2:1994) y la Norma Argentina IRAM 4060-2:2012 Segunda Edición 25-06-2012 título Acústica. Protectores auditivos contra el ruido. Parte 2: Estimación de los niveles de presión sonora efectivos compensados con la red de equalización “A” cuando se utilizan protectores auditivos.

10. RESULTADO DE LAS MEDICIONES

10.1 MEDICIONES DE RUIDO

En la tabla No 6 se indica los niveles de presión sonora equivalente total de la emisión de ruido interno producido por las actividades de la empresa, el tiempo de exposición permitido sin protección auditiva en horas y la dosis que está expuesto el trabajador durante una jornada de trabajo de 8 horas continuas. La medición se la realizó durante 15 minutos continuos.

Tabla No 6. Resultados de las mediciones

Punto	Nivel de Presión Sonora dB(A)						Limite Permissible dB(A) *	Tiempo de Exposición *	Dosis †	Ubicación de Punto	Anexo 2 No. Pág.
	NPS _{eq}	NPS _{eqdBH}	NPS _{máx}	NPS _{mín}	NPS _{peak}	U ±					
R1	71.0	71.0	74.5	66.6	102.0	2.4	85.0	55.4	0.0	Teja Fibra Cemento.	1 - 2
R2	81.8	81.8	85.5	73.1	101.3	2.4	85.0	12.4	0.5	Teja Microcemento.	3 - 4
R3	79.0	79.0	82.5	74.4	104.5	2.4	85.0	18.4	0.2	Teja Ecológica.	5 - 6
R4	80.2	80.2	83.6	73.6	107.4	2.4	85.0	15.6	0.3	Teja Arcilla.	7 - 8

Elaborado por: López Otoya V. (2021)

El cliente **NO ACEPTÓ** la declaración de conformidad, según la cotización MAS-1088-2021.

De ser afirmativo se aplica la regla de decisión

NPSeq(1) = NPSeq + incertidumbre (con signo positivo)

Para el cumplimiento se compara el límite permisible con el valor sumado la incertidumbre **NPSeq(1)**

De ser **Negativo** no se aplica la regla de decisión: No se reportara **NPSeq(1)** y el **cumplimiento**

Nota: Tiempo de Exposición en Horas sin Protección Auditiva

Para el cálculo del tiempo de exposición y la dosis se considera el NPSeq8h.

NPSeq= Nivel de Presión Sonora equivalente total

NPSeq8H= Nivel de Presión Sonora equivalente para 8 Horas de trabajo

*Los valores de Límites, Tiempo de exposición, Dosis y Cumplimiento no se encuentran acreditados por el SAE

Tabla No 7. Resultados de las mediciones de Bandas de Octava

Punto	Ubicación del punto	FRECUENCIA EN (Hz)								Anexo 2
		63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	No. Pág.
R1	Teja Fibra Cemento.	65.1	67.4	77.4	65.9	61.0	58.0	56.2	40.5	2
R2	Teja Microcemento.	71.1	61.6	70.6	71.4	77.0	78.5	73.5	59.1	4
R3	Teja Ecologica.	71.1	61.6	70.6	71.4	77.0	78.5	73.5	59.1	6
R4	Teja Arcilla.	68.4	64.2	74.5	67.1	72.0	71.4	69.8	64.9	8

Elaborado por: López Otoy V. (2021)

Regla de decisión

Al resultado NPSeq se sumará el valor de la incertidumbre cuyo resultado final será **NPSeq(1)**, este valor se compara con el límite según el Decreto Ejecutivo 2393.

En caso de que el valor **NPSeq(1)**, no esté dentro del límite permisible se declarará como **"NO CUMPLE"**, caso contrario si el valor **NPSeq(1)** se encuentra dentro del límite se declarara como **"CUMPLE"**.

10.2 MEDICIONES DE BANDAS DE OCTAVA O FRECUENCIAS

En la tabla No 7 se encuentran los resultados del análisis de frecuencias o bandas de octava. La medición se la realizo durante un minuto. Se utilizó el sonómetro tipo I y con la opción del filtro de octavas.

Los valores de Frecuencias NO se encuentran acreditadas por el SAE

10.3 CÁLCULO REQUERIDO DEL EPP Ó PNR

Para el cálculo del Nivel de presión sonora pronosticada ó equipo de protección personal auditivo (EPP), se aplica la siguiente fórmula:

$$PNR = L'_{FX} - L'_{AX}$$

L'_{FX} = Nivel de presión sonora medido con bandas de ctava

L'_{AX} = Nivel de presión sonora efectivo

En la Tabla No 8, se indica los cálculos del equipo de protección auditiva requeridos para cada punto medido.

Tabla No 8. Cálculo de Equipo de Protección Auditiva "EPP"

MARCAS DE TAPONES Y OREJERAS	ATENUACIÓN SNR
Tapón 3M 1270 ó 1271	25
Tapón Ultrafit	32
Orejera PELTOR H9P3E, Optime 98 - Para Casco	25
Orejeras, PELTOR H9A, Optime 98 -Tipo Diadema	25
Orejera PELTOR H10A, Optime 105 - Tipo Diadema	30
Orejera PELTOR H10A, Optime 105 - Para Casco	30
Orejera PELTOR H7A, Optime 101 - Tipo Diadema	27
Orejera PELTOR H540A, Optime 3 - Tipo Diadema	35

Elaborado por: López Otoyá V. (2021)

Nota: L'_{FX} = Nivel de presión sonora medido con bandas de octava.

L'_{AX} = Nivel de presión sonora efectivo.

PNR^* = L'_{FX} - L'_{AX} (Nivel de presión sonora pronosticado utilizando bandas de octava) Excesiva: Se recomienda usar el mismo EPP o de menor atenuación.

Adecuada: Se recomienda usar el mismo EPP.

Los resultados de L'_{FX} , L'_{AX} , PNR y Calificación NO se encuentran acreditados por el SAE

Tabla No 9. Marcas de equipos utilizados en el mercado

Punto	L'_{FX} dB(C)	L'_{AX} dB(A)	Calculo de PNR^*	Calificación de atenuación sonora	EPP utilizado por la empresa	Ubicación del punto
R1	75.3	50.0	25.0	Excesiva	3M 1270/1271	Teja Fibra Cemento.
R2	82.8	55.0	28.0	Excesiva	3M 1270/1271	Teja Microcemento.
R3	82.8	55.0	27.8	Excesiva	3M 1270/1271	Teja Ecológica.
R4	78.1	51.0	27.1	Excesiva	3M 1270/1271	Teja Arcilla.

Elaborado por: López Otoyá V. (2021)

11. CONCLUSIONES

El motivo de la medición se enfocó en determinar cuál casa revestida con tejas de diferentes materiales tendría mejor aislante acústico, debido a que se generó las mismas condiciones de ruido en cada punto medido.

Los resultados obtenidos por cada punto fueron medidos dentro de las casas cerradas donde se pone el sonómetro a una altura de 30 cm por un periodo de 15 minutos.

Los 4 puntos medidos obtuvieron un resultado de NPSeq de: **R1 Teja Fibra Cemento - 71.0 dB (A), R2 Teja Micro cemento -81.8 dB (A), R3 Teja Ecológica -79.0 dB (A) y R4 Teja Arcilla -80.2 dB (A)**

Para el cálculo del EPP se consideró los tapones auditivos 3M 1270/1271, el cual cumple con los diferentes niveles de ruido que se generan en la empresa, en la Tabla No 8 se indica la “Calificación de la atenuación sonora”, cuyo resultado es excesiva lo que significa que puede utilizar el mismo EPP.

12. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso del equipo de protección auditiva para el personal donde los niveles máximos de ruido superan los 85 dB(A).

Se sugiere como medida de control que a las personas que ingresan a laborar por primera vez en la Empresa realizarles una audiometría, sino disponen del examen inicial entonces se debe realizar una audiometría a todo el personal. La Tabla No. 10 es una guía que se utiliza para el seguimiento de las audiometrías.

Tabla 10 Medidas de seguimiento para Audiometrías del personal

NIVEL DE EXPOSICIÓN	ACTUACIONES				
$L_{Aeq,d} > 90$ dBA o Nivel pico >140 dB	Evaluación del puesto anual	Control auditivo inicial	Control auditivo anual	Uso obligatorio de protectores auditivos	Programa de medidas técnicas u organizativas
$L_{Aeq,d} > 85$ dBA	Evaluación del puesto cada 3 años		Control auditivo cada 3 años	Suministro obligatorio de protectores auditivos	
$L_{Aeq,d} > 80$ dBA			Control auditivo cada 5 años	Suministro de protectores auditivos a los que lo soliciten	

(Trabajo, 2019)

Nota: Las Opiniones, Interpretaciones, Conclusiones y Recomendaciones se encuentran FUERA del alcance de acreditación del SAE.

Atentamente



Ing. Euder Jumbo Hidalgo, MSc

REG. PROF. No. 7241170400
GERENTE TÉCNICO



Ing. Nelson Jumbo Hidalgo

REG. PROF. No. 1006-12-1175791
Jefe de Laboratorio de MA&SO

Anexo 3. Fotos de las mediciones Acusticas

FOTOS DE LAS MEDICIONES



Fig. 3. – Teja Fibra Cemento - R1



Fig. 4. – Teja Micro cemento - R2



Fig. 5. – Teja Ecológica - R3



Fig. 6. – Teja Arcilla - R4

**ANEXO 4: PROCESAMIENTO DE RESULTADOS DE MEDICIONES
ACUSTICAS**

PROCESAMIENTO DE

RESULTADOS



MEDICION DEL NIVEL DE PRESION SONORA LABORAL

Medición No: MAS.04-142-2021

Empresa: CARLOS ARBOLEDA - VICTOR LOPEZ
Ubicación: Cantón Samborondón

Área analizada: Proyecto **Instrumento:** Sonómetro tipo I
Fecha de muestreo: 25/10/2021 **Marca:** Cesva **Punto de muestreo R1 Serie:** T215079
Solicitado por: Carlos Arboleda - Victor Lopez **Certific. de Calibración:** CC-4437-001-19 **Punto R1 :**
Teja Fibra Cemento.

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3		
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	
1	4:07:14	70.7	4:12:14	72.2	4:17:14	72.5	
2	4:07:24	70.0	4:12:24	71.4	4:17:24	74.5	
3	4:07:34	73.1	4:12:34	69.3	4:17:34	70.5	
4	4:07:44	72.4	4:12:44	68.1	4:17:44	70.9	
5	4:07:54	72.7	4:12:54	68.2	4:17:54	71.7	
6	4:08:04	72.6	4:13:04	70.2	4:18:04	72.1	
7	4:08:14	72.7	4:13:14	70.2	4:18:14	72.0	
8	4:08:24	71.0	4:13:24	70.1	4:18:24	71.7	
9	4:08:34	68.9	4:13:34	70.7	4:18:34	72.1	
10	4:08:44	70.3	4:13:44	71.6	4:18:44	71.0	
11	4:08:54	69.6	4:13:54	70.3	4:18:54	70.9	
12	4:09:04	70.0	4:14:04	71.2	4:19:04	70.8	
13	4:09:14	70.6	4:14:14	71.3	4:19:14	72.7	
14	4:09:24	69.8	4:14:24	66.6	4:19:24	73.3	
15	4:09:34	69.6	4:14:34	67.7	4:19:34	72.6	
16	4:09:44	70.7	4:14:44	70.7	4:19:44	72.6	
17	4:09:54	69.7	4:14:54	69.5	4:19:54	72.2	
18	4:10:04	67.2	4:15:04	68.8	4:20:04	73.0	
19	4:10:14	69.4	4:15:14	67.3	4:20:14	72.7	
20	4:10:24	70.1	4:15:24	66.7	4:20:24	73.1	
21	4:10:34	69.1	4:15:34	69.3	4:20:34	73.4	
22	4:10:44	69.9	4:15:44	70.9	4:20:44	71.5	
23	4:10:54	72.2	4:15:54	71.4	4:20:54	72.7	
24	4:11:04	71.0	4:16:04	71.5	4:21:04	71.8	
25	4:11:14	70.4	4:16:14	71.3	4:21:14	70.8	
26	4:11:24	70.9	4:16:24	71.1	4:21:24	70.0	
27	4:11:34	70.0	4:16:34	72.0	4:21:34	70.2	
28	4:11:44	70.5	4:16:44	71.1	4:21:44	70.1	
29	4:11:54	71.3	4:16:54	68.9	4:21:54	70.8	
30	4:12:04	69.8	4:17:04	69.9	4:22:04	69.7	
Equivalente NPS dB(A)		70.7		70.2		72.0	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:					71.0		
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas NPS_{eq,8H}:					71.0		
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:					74.5		
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:					66.6		
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}					102.0		
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):					85.0		
Tipo de ruido:					Fluctuante		
DP.F.PEE.MAS.04.02 REV: 04							
Ing. Euder Jumbo Técnico Responsable		Samanes 7, Mz. 2224 Villa 1, Teléf.: 593-4-5120366-0992522235 Casilla Postal: 090607 Email: ejumbo@deproinsa.com.ec				Anexo 2 1 de 8	



MEDICION DEL NIVEL DE PRESION SONORA LABORAL

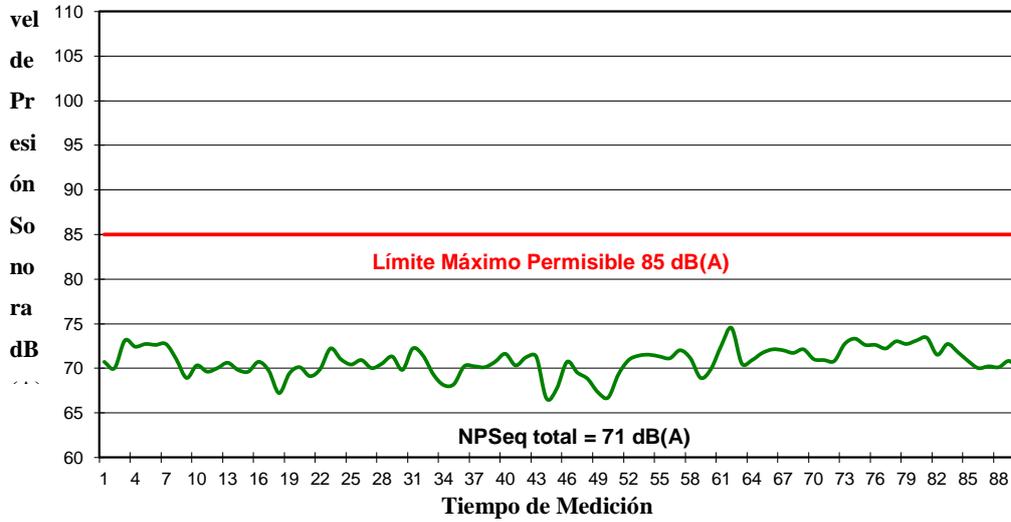
Medición No: MAS.04-142-2021

Empresa: CARLOS ARBOLEDA - VICTOR LOPEZ
Ubicación: Cantón Samborondón

Área analizada: Proyecto **Instrumento:** Sonómetro tipo I
Fecha de muestreo: 25/10/2021 **Marca:** Cesva
Punto de muestreo: R1 **Serie:** T215079

Solicitado por: Carlos Arboleda - Victor Lopez **Certific. de Calibración:** CC-4437-001-19

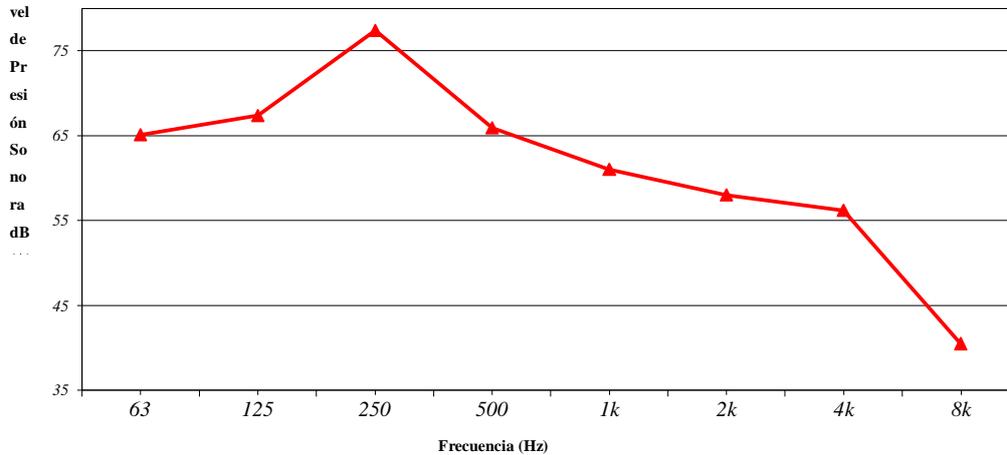
Punto R1 : Teja Fibra Cemento.



ANALISIS DE ESPECTROS "FRECUENCIA"

Fecha y Hora	FRECUENCIA EN (Hz)							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
25/10/2021 4:18:02 PM	65.1	67.4	77.4	65.9	61.0	58.0	56.2	40.5

Punto R1 : Teja Fibra Cemento.



DP.F.PEE.MAS.04.02 REV: 04

Ing. Euder Jumbo Técnico Responsable	Samanes 7, Mz. 2224 Villa 1, Teléf.: 593-4-5120366-0992522235 Casilla Postal: 090607 Email: ejumbo@deproinsa.com.ec	Anexo 2 de 8
---	--	-----------------



MEDICION DEL NIVEL DE PRESION SONORA LABORAL

Medición No: MAS.04-142-2021

Empresa: CARLOS ARBOLEDA - VICTOR LOPEZ

Ubicación: Cantón Samborondón

Área analizada:

Proyecto

Instrumento:

Sonómetro tipo I

Fecha de muestreo: 25/10/2021

Marca:

Cesva

Punto de muestreo R2

Serie:

T215079

Solicitado por: Carlos Arboleda - Victor Lopez

Certific. de Calibración:

CC-4437-001-19 *Punto*

R2 : Teja Microcemento.

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3		
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	
1	4:24:17	73.1	4:29:17	81.1	4:31:40	79.8	
2	4:24:27	78.2	4:29:27	83.4	4:34:17	81.0	
3	4:24:37	81.6	4:29:37	82.4	4:34:27	79.8	
4	4:24:47	83.4	4:29:47	82.3	4:34:37	77.8	
5	4:24:57	83.7	4:29:57	84.0	4:34:47	81.6	
6	4:25:07	82.6	4:30:07	82.8	4:34:57	81.6	
7	4:25:17	84.7	4:30:17	81.5	4:35:07	84.4	
8	4:25:27	84.4	4:30:27	83.7	4:35:17	84.4	
9	4:25:37	79.6	4:30:37	82.1	4:35:27	84.0	
10	4:25:47	82.0	4:30:47	79.1	4:35:37	79.9	
11	4:25:57	83.3	4:30:57	81.0	4:35:47	83.3	
12	4:26:07	82.6	4:31:07	81.5	4:35:57	83.1	
13	4:26:17	82.5	4:31:17	80.6	4:36:07	83.5	
14	4:26:27	83.8	4:31:27	81.0	4:36:17	82.3	
15	4:26:37	82.1	4:31:37	79.1	4:36:27	84.6	
16	4:26:47	81.5	4:31:47	80.8	4:36:37	85.1	
17	4:26:57	81.7	4:31:57	80.9	4:36:47	83.1	
18	4:27:07	80.6	4:32:07	79.2	4:36:57	79.8	
19	4:27:17	79.6	4:32:17	79.2	4:37:07	79.5	
20	4:27:27	83.0	4:32:27	78.6	4:37:17	81.2	
21	4:27:37	80.5	4:32:37	78.5	4:37:27	82.0	
22	4:27:47	81.1	4:32:47	80.1	4:37:37	80.6	
23	4:27:57	83.3	4:32:57	81.1	4:37:47	79.4	
24	4:28:07	85.5	4:33:07	79.9	4:37:57	80.0	
25	4:28:17	82.4	4:33:17	78.6	4:38:07	77.6	
26	4:28:27	83.4	4:33:27	78.6	4:38:17	76.4	
27	4:28:37	85.2	4:33:37	82.2	4:38:27	76.3	
28	4:28:47	83.4	4:33:47	83.2	4:38:37	77.5	
29	4:28:57	81.3	4:33:57	82.4	4:38:47	79.3	
30	4:29:07	81.0	4:34:07	81.8	4:38:57	76.0	
Equivalente NPS dB(A)		82.5		81.3		81.6	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:					81.8		
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas NPS_{eq,8H}:					81.8		
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:					85.5		
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:					73.1		
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:					101.3		
Límite Máximo Permisible 8 Horas dB(A):					85.0		
Tipo de ruido:					<i>Fluctuante</i>		
DP.F.PEE.MAS.04.02 REV: 04							
<i>Ing. Euder Jumbo Técnico Responsable</i>		<i>Samanes 7, Mz. 2224 Villa 1, Teléf.: 593-4-5120366-0992522235</i>				<i>Anexo 2</i>	
		<i>Casilla Postal: 090607 Email: ejumbo@deproinsa.com.ec</i>				<i>3 de 8</i>	

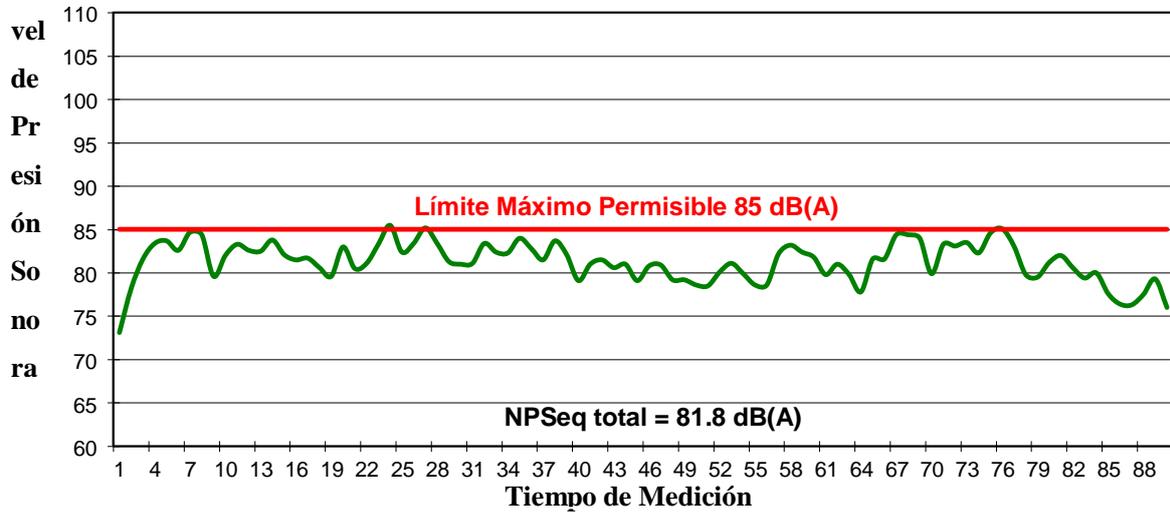


MEDICION DEL NIVEL DE PRESION SONORA LABORAL

Medición No: MAS.04-142-2021

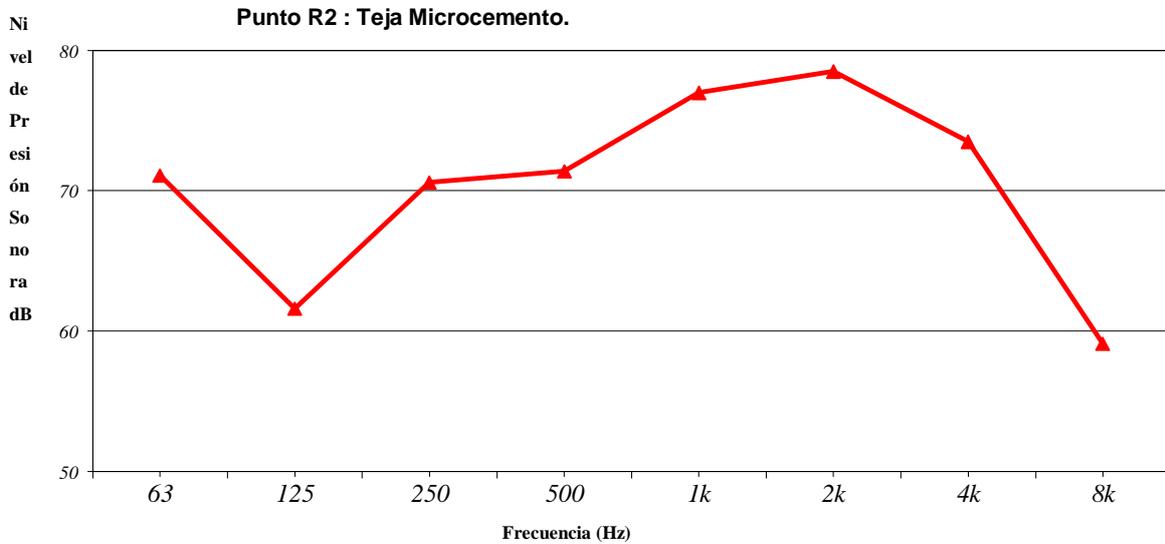
Empresa: CARLOS ARBOLEDA - VICTOR LOPEZ
 Ubicación: Cantón Samborondón

Área analizada: Proyecto Instrumento: Sonómetro tipo I
 Fecha de muestreo: 25/10/2021 Marca: Cesva
 Punto de muestreo: R2 Serie: T215079
 Solicitado por: Carlos Arboleda - Victor Lopez Certific. de Calibración: CC-4437-001-19
 Punto R2 : Teja Microcemento.



ANALISIS DE ESPECTROS "FRECUENCIA"

Fecha y Hora	FRECUENCIA EN (Hz)							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
25/10/2021 4:35:48 PM	71.1	61.6	70.6	71.4	77.0	78.5	73.5	59.1





MEDICION DEL NIVEL DE PRESION SONORA LABORAL

Medición No: MAS.04-142-2021

Empresa: CARLOS ARBOLEDA - VICTOR LOPEZ Ubicación: Cantón Samborondón

Área analizada: Proyecto Instrumento: Sonómetro tipo I
 Fecha de muestreo: 25/10/2021 Marca: Cesva
 Punto de muestreo R3 Teja Ecologica Serie: T215079
 Solicitado por: Carlos Arboleda - Victor Lopez Certific. de Calibración: CC-4437-001-19

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	4:40:55	82.5	4:45:59	78.8	4:50:59	80.0
3	4:41:05	79.8	4:46:09	78.8	4:51:09	77.7
4	4:41:15	76.9	4:46:19	78.0	4:51:19	78.6
5	4:41:25	80.5	4:46:29	77.7	4:51:29	78.6
7	4:41:35	81.0	4:46:39	79.3	4:51:39	79.7
8	4:41:45	79.4	4:46:49	78.3	4:51:49	79.1
9	4:41:55	81.4	4:46:59	78.6	4:51:59	77.6
10	4:42:05	81.2	4:47:09	78.2	4:52:09	79.8
11	4:42:15	80.0	4:47:19	78.0	4:52:19	79.7
12	4:42:25	78.8	4:47:29	77.7	4:52:29	78.9
13	4:42:35	78.3	4:47:39	79.9	4:52:39	77.1
14	4:42:45	79.0	4:47:49	80.2	4:52:49	78.3
15	4:42:55	80.2	4:47:59	77.2	4:52:59	79.6
16	4:43:05	80.9	4:48:09	77.3	4:53:09	79.9
17	4:43:15	81.0	4:48:19	78.4	4:53:19	77.7
18	4:43:25	80.7	4:48:29	80.1	4:53:29	77.3
19	4:43:35	81.0	4:48:39	80.3	4:53:39	76.6
20	4:43:45	79.5	4:48:49	79.7	4:53:49	74.9
21	4:43:55	76.1	4:48:59	78.8	4:53:59	75.0
22	4:44:05	76.6	4:49:09	78.3	4:54:09	75.1
23	4:44:15	78.0	4:49:19	78.4	4:54:19	76.9
24	4:44:25	79.3	4:49:29	79.1	4:54:29	74.4
25	4:44:35	79.0	4:49:39	79.0	4:54:39	74.9
26	4:44:45	79.7	4:49:49	79.8	4:54:49	77.3
27	4:44:55	80.2	4:49:59	79.6	4:54:59	77.1
28	4:45:05	79.5	4:50:09	80.0	4:55:09	78.1
29	4:45:15	80.8	4:50:19	78.3	4:55:19	76.7
30	4:45:25	80.2	4:50:29	76.3	4:55:29	78.8
	4:45:35	78.2	4:50:39	77.8	4:55:39	80.1
	4:45:45	76.9	4:50:49	78.4	4:55:49	80.4
Equivalente NPS dB(A)		79.8		78.8		78.2
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS _{eq} :					79.0	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas NPS _{eq,8H} :					79.0	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS _{MAX} :					82.5	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS _{MIN} :					74.4	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS _{PEAK} :					104.5	
Límite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):					85.0	
Tipo de ruido:					Fluctuante	
DP.F.PEE.MAS.04.02 REV: 04						
Ing. Euder Jumbo Técnico Responsable		Samanes 7, Mz. 2224 Villa 1, Teléf.: 593-4-5120366-0992522235 Casilla Postal: 090607 Email: ejumbo@deproinsa.com.ec			Anexo 2 5 de 8	



MEDICION DEL NIVEL DE PRESION SONORA LABORAL

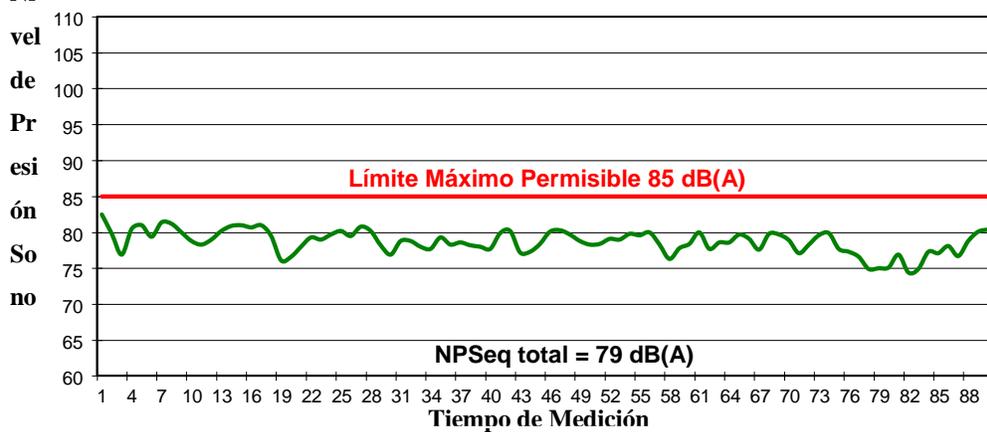
Medición No: MAS.04-142-2021

Empresa: CARLOS ARBOLEDA - VICTOR LOPEZ **Ubicación:** Cantón Samborondón

Área analizada: Proyecto **Instrumento:** Sonómetro tipo I
Fecha de muestreo: 25/10/2021 **Marca:** Cesva
Punto de muestreo: R3 **Serie:** T215079
Solicitado por: Carlos Arboleda - Victor Lopez **Certific. de Calibración:** CC-4437-001-19

Solicitado por: Carlos Arboleda - Victor Lopez **Certific. de Calibración:** CC-4437-001-19

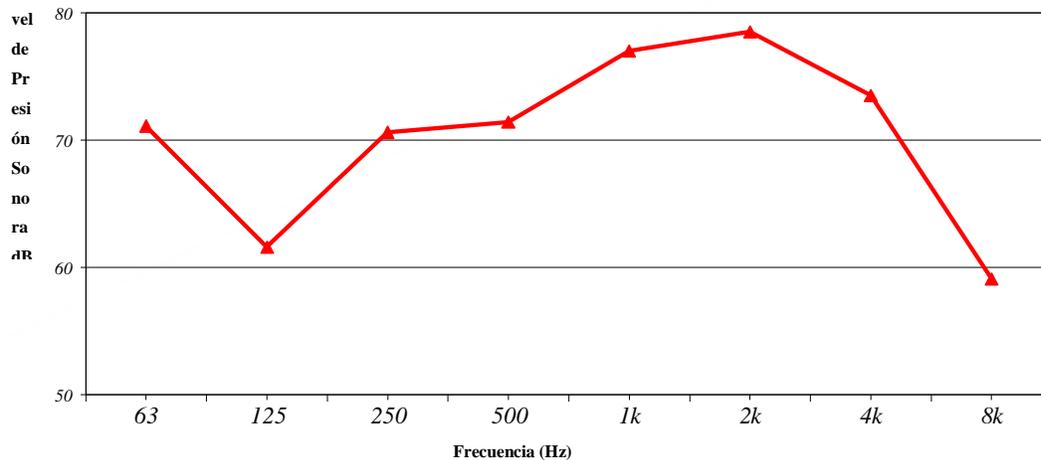
Punto R3 : Teja Ecologica.



ANALISIS DE ESPECTROS "FRECUENCIA"

Fecha y Hora	FRECUENCIA EN (Hz)							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
10/25/2021 4:35:48 PM	71.1	61.6	70.6	71.4	77.0	78.5	73.5	59.1

Punto R3 : Teja Ecologica.





MEDICION DEL NIVEL DE PRESION SONORA LABORAL

Medición No: MAS.04-142-2021

Empresa: CARLOS ARBOLEDA - VICTOR LOPEZ Ubicación: Cantón Samborondón

Área analizada: Proyecto Instrumento: Sonómetro
tipo I

Fecha de muestreo: 25/10/2021 Marca: Cesva
Punto de muestreo R4 Serie: T215079
Solicitado por: Carlos Arboleda - Victor Lopez Certific. de Calibración: CC-4437-001-19

Punto R4 : Teja Arcilla.

No	Medición No 1		Medición No 2		Medición No 3	
	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente	Hora	Equivalente
1	5:03:32	73.6	5:08:36	81.7	5:13:36	77.8
2	5:03:42	80.4	5:08:46	82.3	5:13:46	80.6
3	5:03:52	83.4	5:08:56	82.7	5:13:56	81.7
4	5:04:02	82.2	5:09:06	79.5	5:14:06	82.2
5	5:04:12	82.0	5:09:16	77.4	5:14:16	81.5
6	5:04:22	83.6	5:09:26	78.0	5:14:26	79.0
7	5:04:32	81.8	5:09:36	80.1	5:14:36	79.6
8	5:04:42	79.6	5:09:46	80.4	5:14:46	80.7
9	5:04:52	81.6	5:09:56	80.1	5:14:56	79.1
10	5:05:02	80.8	5:10:06	81.5	5:15:06	79.3
11	5:05:12	80.4	5:10:16	80.5	5:15:16	78.4
12	5:05:22	81.3	5:10:26	79.9	5:15:26	79.3
13	5:05:32	81.2	5:10:36	81.6	5:15:36	78.6
14	5:05:42	80.1	5:10:46	80.2	5:15:46	77.8
15	5:05:52	80.5	5:10:56	76.1	5:15:56	77.9
16	5:06:02	79.6	5:11:06	76.9	5:16:06	81.0
17	5:06:12	78.7	5:11:16	79.7	5:16:16	82.8
18	5:06:22	79.3	5:11:26	78.9	5:16:26	80.7
19	5:06:32	81.1	5:11:36	77.4	5:16:36	80.9
20	5:06:42	79.0	5:11:46	76.9	5:16:46	81.0
21	5:06:52	79.0	5:11:56	76.6	5:16:56	80.8
22	5:07:02	80.2	5:12:06	79.7	5:17:06	79.7
23	5:07:12	80.4	5:12:16	77.2	5:17:16	80.2
24	5:07:22	81.4	5:12:26	78.4	5:17:26	80.5
25	5:07:32	81.0	5:12:36	78.6	5:17:36	78.5
26	5:07:42	81.9	5:12:46	77.3	5:17:46	81.6
27	5:07:52	81.4	5:12:56	78.7	5:17:56	81.5
28	5:08:02	78.2	5:13:06	79.0	5:18:06	79.9
29	5:08:12	79.8	5:13:16	79.6	5:18:16	78.2
30	5:08:22	81.8	5:13:26	75.1	5:18:26	79.4
Equivalente NPS dB(A)		80.8		79.5		80.2
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente Total NPS_{eq}:					80.2	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Equivalente 8 Horas NPS_{eq,8H}:					80.2	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Máximo NPS_{MAX}:					83.6	
Nivel de Presión Sonora dB(A) Mínimo NPS_{MIN}:					73.6	
Nivel de Presión Sonora dB(C) Pico NPS_{PEAK}:					107.4	
Límite Máximo Permissible 8 Horas dB(A):					85.0	
Tipo de ruido:					Fluctuante	
DP.F.PEE.MAS.04.02 REV: 04						
Ing. Euder Jumbo Técnico Responsable		Samanes 7, Mz. 2224 Villa 1, Teléf.: 593-4-5120366-0992522235			Anexo 2	
		Casilla Postal: 090607 Email: ejumbo@deproinsa.com.ec			7 de 8	



MEDICION DEL NIVEL DE PRESION SONORA LABORAL

Medición No: MAS.04-142-2021

Empresa: CARLOS ARBOLEDA - VICTOR LOPEZ Ubicación: Cantón Samborondón

Área analizada: Proyecto Instrumento: Sonómetro
tipo I

Fecha de muestreo: 25/10/2021

Marca: Cesva

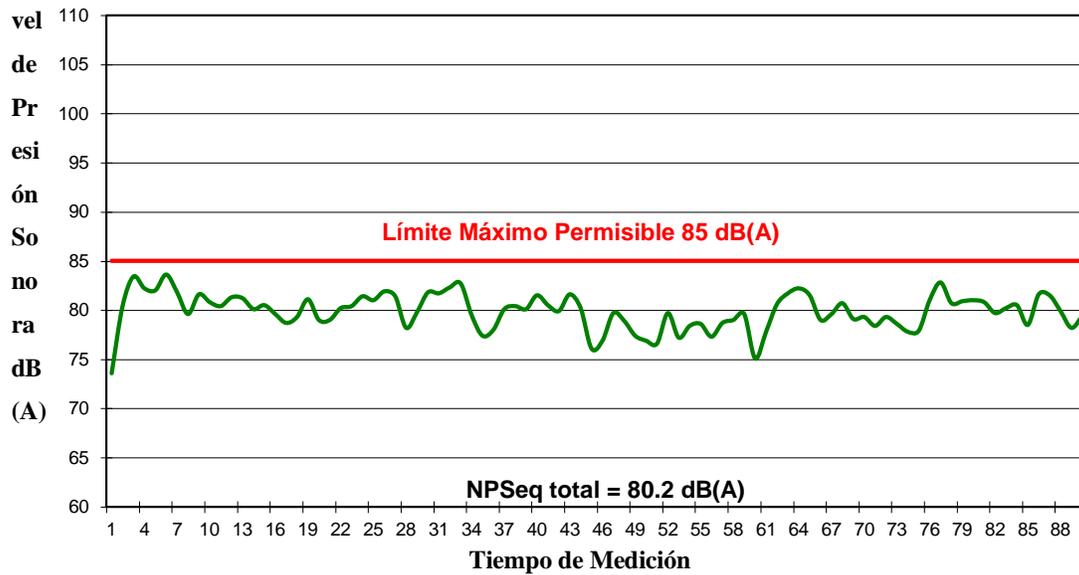
Punto de muestreo R4

Serie: T215079

Solicitado por: Carlos Arboleda - Victor Lopez

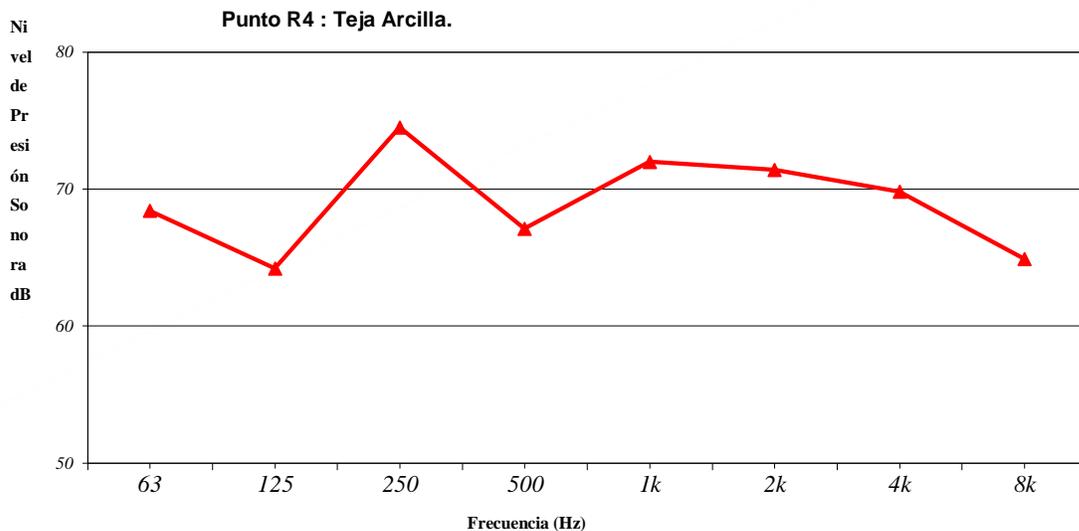
Certific. de Calibración: CC-4437-001-19

Punto R4 : Teja Arcilla.



ANALISIS DE ESPECTROS "FRECUENCIA"

Fecha y Hora	FRECUENCIA EN (Hz)							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
10/25/2021 5:04:43 PM	68.4	64.2	74.5	67.1	72.0	71.4	69.8	64.9



**ANEXO 5: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS PARA
PRUEBAS ACUSTICAS**

CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

EMPRESA: DEPROIN SA
 DIRECCIÓN: SAMANES 7 AV. FRANCISCO DE ORELLANA VILLA 1 Y CALL DR ELEODORO ALVARADO OLEA
 TELÉFONO: 45120366

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

EQUIPO: SONÓMETRO CLASE: 1 MODELO DE PRE-AMPLIFICADOR: PA13
 MARCA: CESVA UNIDAD DE MEDIDA: dB SERIE DE PRE-AMPLIFICADOR: 5149
 MODELO: SC-30 RESOLUCIÓN: 0,1
 SERIE: T215079 RANGO: (23 a 137) dB
 CÓDIGO CLIENTE: DPE.MAS.01 MODELO MICRÓFONO: C-130
 UBICACIÓN: NO ESPECIFICA SERIE MICRÓFONO: 15461

PATRONES UTILIZADOS

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	PRÓX. CAL
EL.PC.055	CALIBRADOR MULTIFUNCION ACUSTICO	BRUEL AND KJ/ER	4226	3166190	2018-04-30	2020-04-30
EL.PT.256	CALIBRADOR MULTIFUNCION	TRANSMILLE	3041A	L1233A13	2018-10-30	2020-10-30
EL.PT.597	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2019-05-17	2020-05-17
EL.PT.365	TERMOHIGRÓMETRO	CENTER	342	140103655	2019-04-02	2020-04-02

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA CON CALIBRADOR MULTIFUNCION Y CALIBRADOR ACUSTICO PATRÓN
 PROCEDIMIENTO: PEC.EL.51
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LAB. DE ELÉCTRICA Y ÓPTICA (ELICROM)

CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ACÚSTICAS

CONDICIONES AMBIENTALES EN PRUEBAS ELÉCTRICAS

TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA (°C):	23,5	TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA (°C):	23,9
HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%HR)	53,5	HUMEDAD RELATIVA MEDIA (%HR)	57,8
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (hPa)	1010	PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA (hPa)	1009

PRUEBAS ACÚSTICAS

FRECUENCIA DE REFERENCIA

PONDERACIÓN A

Frecuencia	Patrón	Equipo	Error	Tolerancia	Incertidumbre
Hz	dB	dB	dB	dB	dB
1000	94	94,2	0,2	±1,4	0,13
	104	104,2	0,2	±1,4	0,13
	114	114,2	0,2	±1,4	0,13

PONDERACIÓN C

Frecuencia	Patrón	Equipo	Error	Tolerancia	Incertidumbre
Hz	dB	dB	dB	dB	dB
1000	94	94,2	0,2	±1,4	0,13
	104	104,2	0,2	±1,4	0,13
	114	114,2	0,2	±1,4	0,13

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto



RESPUESTA DE FRECUENCIA A BANDA DE OCTAVA

PONDERACIÓN A

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
31,5	54,6	55,2	0,6	±3,5	0,22
63	67,8	68,1	0,3	±2,5	0,20
125	77,9	78,2	0,3	±2,0	0,20
250	85,4	85,6	0,2	±1,9	0,15
500	90,8	90,9	0,1	±1,9	0,15
1000	94,0	94,2	0,2	±1,4	0,13
2000	95,2	95,3	0,1	±2,6	0,20
4000	95,0	95,2	0,2	±3,6	0,20
8000	92,9	92,4	-0,5	±5,6	0,28
12500	89,7	86,9	-2,8	+ 3,0 ; -6,0	0,52
16000	87,4	82,1	-5,3	+ 3,5 ; -17,0	0,51

PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
31,5	91,0	91,5	0,5	±3,5	0,34
63	93,2	93,4	0,2	±2,5	0,20
125	93,8	94,1	0,3	±2,0	0,20
250	94,0	94,2	0,2	±1,9	0,15
500	94,0	94,2	0,2	±1,9	0,15
1000	94,0	94,2	0,2	±1,4	0,13
2000	93,8	94,0	0,2	±2,6	0,20
4000	93,2	93,5	0,3	±3,6	0,20
8000	91,0	90,6	-0,4	±5,6	0,28
12500	87,8	85,1	-2,7	+ 3,0 ; -6,0	0,52
16000	85,5	81,3	-4,2	+ 3,5 ; -17,0	0,55

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto

PONDERACIÓN A

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
1000	94	94,2	0,2	±1,4	0,13
1000	104	104,2	0,2	±1,4	0,13
1000	114	114,2	0,2	±1,4	0,13

PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
1000	94	94,2	0,2	±1,4	0,13
1000	104	104,2	0,2	±1,4	0,13
1000	114	114,2	0,2	±1,4	0,13

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto



RESPUESTA DE PONDERACIÓN TEMPORAL

Ponderación Temporal	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
FAST	93,0	92,8	-0,2	±2,6	0,23
SLOW	89,9	89,8	-0,1	±2,6	0,22

Nota: Promedio de 10 mediciones por cada punto

PRUEBAS ELÉCTRICAS

RESULTADOS DE PONDERACIÓN FRECUENCIAL

PONDERACIÓN A					
Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
1000	94,0	94,0	0,0	±1,4	0,078
31,5	54,6	54,4	-0,2	±3,5	0,078
40	59,4	59,7	0,3	±3,5	0,078
50	63,8	63,8	0,0	±3,5	0,078
63	67,8	67,9	0,1	±2,5	0,078
80	71,5	71,7	0,2	±2,5	0,078
100	74,9	74,9	0,0	±2,5	0,078
125	77,9	77,8	-0,1	±2,0	0,078
160	80,6	80,8	0,2	±2,0	0,078
200	83,1	83,2	0,1	±2,0	0,078
250	85,4	85,3	-0,1	±1,9	0,078
315	87,4	87,3	-0,1	±1,9	0,078
400	89,2	89,2	0,0	±1,9	0,078
500	90,8	90,7	-0,1	±1,9	0,078
630	92,1	92,1	0,0	±1,9	0,078
800	93,2	93,2	0,0	±1,9	0,078
1250	94,6	94,5	-0,1	±1,4	0,078
1600	95,0	95,0	0,0	±1,4	0,078
2000	95,2	95,2	0,0	±2,6	0,078
2500	95,3	95,3	0,0	±2,6	0,078
3150	95,2	95,2	0,0	±2,6	0,078
4000	95,0	95,0	0,0	±3,6	0,078
5000	94,5	94,6	0,1	±3,6	0,078
6300	93,9	93,9	0,0	±3,6	0,078
8000	92,9	92,7	-0,2	±5,6	0,078
10000	91,5	90,9	-0,6	±5,6	0,078
12500	89,7	87,9	-1,8	±5,6	0,078
16000	87,4	81,9	-5,5	+ 6,0 ; - ∞	0,078



PONDERACIÓN C

Frecuencia Hz	Patrón dB	Equipo dB	Error dB	Tolerancia dB	Incertidumbre dB
1000	94,0	94,0	0,0	±1,4	0,078
31,5	91,0	91,0	0,0	±3,5	0,078
40	92,0	92,1	0,1	±3,5	0,078
50	92,7	92,8	0,1	±3,5	0,078
63	93,2	93,3	0,1	±2,5	0,078
80	93,5	93,6	0,1	±2,5	0,078
100	93,7	93,7	0,0	±2,5	0,078
125	93,8	93,9	0,1	±2,0	0,078
160	93,9	93,9	0,0	±2,0	0,078
200	94,0	94,0	0,0	±2,0	0,078
250	94,0	94,0	0,0	±1,9	0,078
315	94,0	94,0	0,0	±1,9	0,078
400	94,0	94,0	0,0	±1,9	0,078
500	94,0	94,0	0,0	±1,9	0,078
630	94,0	94,0	0,0	±1,9	0,078
800	94,0	94,0	0,0	±1,9	0,078
1250	94,0	93,9	-0,1	±1,4	0,078
1600	93,9	93,9	0,0	±1,4	0,078
2000	93,8	93,8	0,0	±2,6	0,078
2500	93,7	93,7	0,0	±2,6	0,078
3150	93,5	93,5	0,0	±2,6	0,078
4000	93,2	93,2	0,0	±3,6	0,078
5000	92,7	92,8	0,1	±3,6	0,078
6300	92,0	92,1	0,1	±3,6	0,078
8000	91,0	90,8	-0,2	±5,6	0,078
10000	89,6	89,0	-0,6	±5,6	0,078
12500	87,8	86,0	-1,8	±5,6	0,078
16000	85,5	80,0	-5,5	+ 6,0 ; - ∞	0,078

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto



RESULTADOS DE LINEALIDAD

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Tolerancia Linealidad de Nivel	Incertidumbre
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed		
	dB	dB		dB	dB		
94	-	-	94,0	-	-	±1,4	0,078
30	30,0	-	29,7	-0,3	-	±1,4	0,078
31	31,0	30,7	30,7	-0,3	0,0	±1,4	0,078
32	32,0	31,7	31,7	-0,3	0,0	±1,4	0,078
33	33,0	32,7	32,8	-0,2	0,1	±1,4	0,078
34	34,0	33,8	33,8	-0,2	0,0	±1,4	0,078
35	35,0	34,8	35,0	0,0	0,2	±1,4	0,078
45	45,0	45,0	45,1	0,1	0,1	±1,4	0,078
55	55,0	55,1	55,1	0,1	0,0	±1,4	0,078
65	65,0	65,1	65,2	0,2	0,1	±1,4	0,078
75	75,0	75,2	75,2	0,2	0,0	±1,4	0,078
85	85,0	85,2	85,3	0,3	0,1	±1,4	0,078
95	95,0	95,3	95,3	0,3	0,0	±1,4	0,078
105	105,0	105,3	105,3	0,3	0,0	±1,4	0,078
115	115,0	115,3	115,2	0,2	-0,1	±1,4	0,078
125	125,0	125,2	125,2	0,2	0,0	±1,4	0,078
126	126,0	126,2	126,2	0,2	0,0	±1,4	0,078
127	127,0	127,2	127,1	0,1	-0,1	±1,4	0,078
128	128,0	128,1	128,1	0,1	0,0	±1,4	0,078
129	129,0	129,1	129,1	0,1	0,0	±1,4	0,078
130	130,0	130,1	130,1	0,1	0,0	±1,4	0,078

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Tolerancia Linealidad de Nivel	Incertidumbre
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed		
	dB	dB		dB	dB		
94	-	-	95,0	-	-	±1,4	0,078
30	30,0	-	31,3	1,3	-	±1,4	0,078
31	31,0	32,3	32,3	1,3	0,0	±1,4	0,078
32	32,0	33,3	33,3	1,3	0,0	±1,4	0,078
33	33,0	34,3	34,3	1,3	0,0	±1,4	0,078
34	34,0	35,3	35,2	1,2	-0,1	±1,4	0,078
35	35,0	36,2	36,2	1,2	0,0	±1,4	0,078
45	45,0	46,2	46,2	1,2	0,0	±1,4	0,078
55	55,0	56,2	56,2	1,2	0,0	±1,4	0,078
65	65,0	66,2	66,2	1,2	0,0	±1,4	0,078
75	75,0	76,2	76,3	1,3	0,1	±1,4	0,078
85	85,0	86,3	86,3	1,3	0,0	±1,4	0,078
95	95,0	96,3	96,3	1,3	0,0	±1,4	0,078
105	105,0	106,3	106,3	1,3	0,0	±1,4	0,078
115	115,0	116,3	116,2	1,2	-0,1	±1,4	0,078
125	125,0	126,2	126,2	1,2	0,0	±1,4	0,078
126	126,0	127,2	127,2	1,2	0,0	±1,4	0,078
127	127,0	128,2	128,5	1,5	0,3	±1,4	0,078
128	128,0	129,5	129,1	1,1	-0,4	±1,4	0,078
129	129,0	130,1	130,1	1,1	0,0	±1,4	0,078
130	130,0	131,1	131,1	1,1	0,0	±1,4	0,078



FRECUENCIA DE PRUEBA DE 8000Hz

Nivel de Señal Aplicada	Nivel Esperado		Nivel Leído	Desviación		Tolerancia Linealidad de Nivel ±	Incertidumbre
	Relativa Er	Diferencial Ed		Relativa Er	Diferencial Ed		
dB	dB	dB	dB	dB	dB		dB
94			92,7	-		±1,4	0,078
30	30,0	-	28,6	-1,4	-	±1,4	0,078
31	31,0	29,6	29,7	-1,3	0,1	±1,4	0,078
32	32,0	30,7	30,7	-1,3	0,0	±1,4	0,078
33	33,0	31,7	31,7	-1,3	0,0	±1,4	0,078
34	34,0	32,7	32,8	-1,2	0,1	±1,4	0,078
35	35,0	33,8	33,8	-1,2	0,0	±1,4	0,078
45	45,0	43,8	43,9	-1,1	0,1	±1,4	0,078
55	55,0	53,9	53,9	-1,1	0,0	±1,4	0,078
65	65,0	63,9	63,9	-1,1	0,0	±1,4	0,078
75	75,0	73,9	74,0	-1,0	0,1	±1,4	0,078
85	85,0	84,0	84,0	-1,0	0,0	±1,4	0,078
95	95,0	94,0	94,0	-1,0	0,0	±1,4	0,078
105	105,0	104,0	104,1	-0,9	0,1	±1,4	0,078
115	115,0	114,1	114,1	-0,9	0,0	±1,4	0,078
125	125,0	124,1	124,1	-0,9	0,0	±1,4	0,078
126	126,0	125,1	125,1	-0,9	0,0	±1,4	0,078
127	127,0	126,1	126,2	-0,8	0,1	±1,4	0,078
128	128,0	127,2	127,2	-0,8	0,0	±1,4	0,078
129	129,0	128,2	128,2	-0,8	0,0	±1,4	0,078
130	130,0	129,2	129,2	-0,8	0,0	±1,4	0,078

RESULTADOS DE INDICACIÓN DE SOBRECARGA

Frecuencia	Nivel de entrada	Lectura Esperada	Equipo	Error	Tolerancia	Incertidumbre
Hz	dB	dB	dB	dB	dB	dB
1000	132,0	132,0	132,5	0,5	±1,4	0,078
800	132,8	132,5	132,7	0,2	±1,9	0,078
630	133,9	132,5	133,1	0,6	±1,9	0,078
500	135,2	132,5	133,2	0,7	±1,9	0,078
400	136,8	132,5	133,2	0,7	±1,9	0,078
315	138,6	132,5	133,2	0,7	±1,9	0,078

Nota: Promedio de 3 mediciones por cada punto

OBSERVACIONES

La estimación de la incertidumbre expandida se realizó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura $k=2,00$, que para una distribución t (de Student) con $\nu_{eff} = \infty$ (grados efectivos de libertad) corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom Calibración. El presente certificado se refiere solamente al equipo arriba descrito al momento de la calibración.

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Alex Bajaría
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2019-11-11

Autorizado y firmado electrónicamente por:



Autenticación de certificado

Gerente técnico - Autorización EC220319SP



Sustento legal de firma electrónica



IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

IMPRESA: DEPROIN SA
 DIRECCIÓN: GUAYAS / GUAYAQUIL / TARQUI / AV. FRANCISCO DE ORELLANA VILLA 1 Y CALL DR ELEODORO ALVARADO OLEA
 TELÉFONO: (04) 5120386- 5031984- 5032334
 PERSONA(S) DE CONTACTO: RAIZA VERA

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN

ITEM: CALIBRADOR ACÚSTICO UBICACIÓN: NO ESPECIFICA
 MARCA: CESVA CLASE: 1
 MODELO: CB-5 UNIDAD DE MEDIDA: dB
 SERIE: 0030453 NIVEL(ES) DE PRESIÓN SONORA: 94 dB / 104 dB
 CÓDIGO CLIENTE: DPE.MAS.03 FRECUENCIA(S) DE EMISIÓN: 1000 Hz

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
ELP.PC.010	MULTIMETRO PATRON	TRANSMILLE	8080	N1557A17	2022-12-04	AC-28131
ELP.PT.070	SONOMETRO	CENTER	390	180609600	2022-06-01	CCP-2019-107-21
ELP.PT.059	BAROMETRO	CONTROL COMPANY	8530	181821842	2021-11-05	CCP-0104-149-20
ELP.PT.038	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	180303334	2021-08-24	CCP-0104-081-20

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN INDIRECTA Y DIRECTA CON MULTÍMETRO DIGITAL
 DOCUMENTO DE REFERENCIA: CEM AC-005-2000 (EDICIÓN 0)
 PROCEDIMIENTO: PEC.ELP.54
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO 1 - ELICROM PERÚ
 TEMPERATURA AMBIENTAL: 22,7 °C ± 0,4 °C
 HUMEDAD RELATIVA: 54,7 %HR ± 1,8 %HR
 PRESIÓN ATMOSFÉRICA: 1004 %HR ±1 hPa

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Medición de presión sonora en 94 dB a 20 µPa

Valor medido	Valor nominal	Error	Tolerancia	Incertidumbre
dB	dB	dB	dB	dB
93,8230	94	-0,18	±0,40	0,13

Medición de presión sonora en 104 dB a 20 µPa

Valor medido	Valor nominal	Error	Tolerancia	Incertidumbre
dB	dB	dB	dB	dB
103,7064	104	-0,29	±0,40	0,13

Medición de Frecuencia en 94 dB

Valor medido	Valor nominal	Error	Tolerancia	Incertidumbre
kHz	kHz	kHz	%	kHz
1,0009	1	0,00091	±1	0,00050

Medición de Frecuencia en 104 dB

Valor medido	Valor nominal	Error	Tolerancia	Incertidumbre
kHz	kHz	kHz	%	kHz
1,0011	1	0,00109	±1	0,00055

Nota: Promedio de 5 mediciones por cada punto

DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de calibración contenidos en este informe son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NPL (National Physical Laboratory – Reino Unido) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición, la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

NOTA: El error de medición se muestra con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.0 de la GUM).

Tolerancias tomadas de la norma IEC 60942:2003 Clase 1

CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Alex Bajaan	FECHA DE EMISIÓN:	2021-06-23
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2021-06-21		
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2021-06-23		



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

[Signature]
Gerente General



Firma electrónica

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: DEPROIN SA
 DIRECCIÓN: SAMANES 7 MZ 2224 VILLA1
 TELÉFONO: 045120386
 PERSONA(S) DE CONTACTO: RAIZA VERA

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM

ÍTEM: ANEMÓMETRO CÓDIGO⁽¹⁾: DPE.MAS.50
 MARCA: KESTREL UNIDAD DE MEDIDA: m/s
 MODELO: 5500 RESOLUCIÓN: 0,1
 SERIE: 2446211 INTERVALO DE MEDIDA⁽²⁾: (0,6 a 40) m/s
 UBICACIÓN: NO ESPECIFICA

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL.PC.060	ANEMOMETRO PATRON	TSI ALNOR	AVM440	AVM441813009	2022-08-11	800424102
EL.PT.1366	BARÓMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6530	192445056	2021-08-30	6530-10674044
EL.PT.365	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	190801459	2021-04-01	CC-1137-001-20

DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA CON ANEMÓMETRO PATRÓN Y TUNEL DE VIENTO
 DOCUMENTO DE REFERENCIA: ISO 17713-1:2007
 PROCEDIMIENTO: PEC.EL.53
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LABORATORIO DE TORQUE, FUERZA Y PRESIÓN (ELICROM)
 TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA: 22,7 °C ±0,4 °C
 HUMEDAD RELATIVA MEDIA: 50,5 %HR ±1,5 %HR
 PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA: 1012 hPa ±1 hPa

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

Nominal	Lectura ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)
m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	
2	1,8	2,05	-0,25	0,58	2,00
5	4,6	4,98	-0,38	0,58	2,00
10	8,5	9,97	-1,47	0,58	2,00

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).

- Se realiza calibración en el parámetro de velocidad de viento.

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Alex Bajaña
 FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2021-02-10 FECHA DE EMISIÓN: 2021-02-11
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-02-11



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electronicamente por:



Gerente técnico - Autorización EC220319SP



Sustento legal de firma electrónica

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

NOMBRE: DEPROIN SA
 DIRECCIÓN: SAMANES 7 MZ 2224 VILLA1
 TELÉFONO: 045120366
 PERSONA(S) DE CONTACTO: RAIZA VERA

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN

ÍTEM: ANEMÓMETRO UNIDAD DE MEDIDA (TEMPERATURA): °C
 MARCA: KESTREL RESOLUCIÓN (TEMPERATURA): 0,1
 MODELO: 5500 INTERVALO DE MEDIDA (TEMPERATURA)⁽¹⁾: (-29 a 70) °C
 SERIE: 2448211 UNIDAD DE MEDIDA (HUMEDAD): %HR
 CÓDIGO⁽²⁾: DPE.MAS.50 RESOLUCIÓN (HUMEDAD): 0,1
 UBICACIÓN: NO ESPECIFICA INTERVALO DE MEDIDA (HUMEDAD)⁽²⁾: (10 a 90) %HR

EQUIPAMIENTO UTILIZADO

CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL	Nº CERTIFICADO
EL.PT.773	TERMOMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6412	181228173	2021-12-02	CC-4642-008-20
EL.PC.013	TERMOHIGROMETRO PATRON	VAISALA	MI70 / HMP76B	H4510020 / H4950008	2021-06-10	LH-098-2019
EL.PT.696	CAMARA DE ESTABILIDAD	KAMBIC	KK-105 CHLT	17075513	2021-11-23	CC-3963-036/037-20
EL.PT.365	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	190801459	2021-04-01	CC-1137-001-20

DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).

CALIBRACIÓN

MÉTODO: COMPARACIÓN DIRECTA CON TERMOHIGRÓMETRO PATRÓN Y CÁMARA DE ESTABILIDAD
 DOCUMENTO DE REFERENCIA: CEM TH-007:2008 (EDICIÓN DIGITAL 1)
 PROCEDIMIENTO: PEC.EL.04
 LUGAR DE CALIBRACIÓN: LAB. TEMPERATURA Y HUMEDAD (ELICROM)
 TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA: 22,6 °C ±0,3 °C
 HUMEDAD RELATIVA MEDIA: 51,1 %HR ±1,2 %HR

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN TEMPERATURA

Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura
°C	°C	°C	°C	°C	(k)
20	20,2	20,014	0,186	0,90	2,02
25	24,8	25,017	-0,217	0,40	2,01
30	29,6	30,021	-0,421	0,40	2,01

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN HUMEDAD RELATIVA

Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura
%HR	%HR	%HR	%HR	%HR	(k)
25	27,7	25,03	2,67	2,1	2,00
45	46,2	45,09	1,11	2,1	2,00
75	72,4	75,06	-2,66	2,6	2,00

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la resolución del patrón empleado. - Se realiza calibración en el parámetro de temperatura y humedad relativa.

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).

CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Alex Bajaña
 FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2021-02-10 FECHA DE EMISIÓN: 2021-02-11
 FECHA DE CALIBRACIÓN: 2021-02-11



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:



Gerente técnico - Autorización EC220319SP



Sustento legal de firma electrónica

MONITOREO DE ESTRÉS TÉRMICO

VICTOR LOPEZ

Planta de Tratamiento de Aguas Servidas Samborondón

Samborondón – Guayas

PUNTOS MONITOREADOS: 04

FECHA DE MONITOREO: 25/10/2021



REALIZADO POR: **ING. ERICK
PEREZ ANDRADE**

REVISADO POR:
ING. EUDER JUMBO HIDALGO, MSc
REG. PROF. No 7241170400

ING. NELSON JUMBO HIDALGO
REG. PROF. No 1006-12-1175791

OCTUBRE 2021

Guayaquil, 4 de Noviembre del 2021

Señor:

VICTOR LOPEZ

AUTOR DE TESIS

Ciudad.-

De nuestras consideraciones:

El presente informe técnico tiene por objeto presentar los **resultados de la medición de Estrés Térmico, realizada el trabajo de proyecto de tesis de VICTOR LOPEZ, ubicada en la planta de Tratamiento de Aguas Servidas del Cantón Samborondón, en la provincia del Guayas.**

Toda información proporcionada por el cliente y que afecta la validez de los resultados, es exclusiva responsabilidad de quienes la emiten y no representa responsabilidad para DEPROIN S.A.

Los datos proporcionados por el cliente para la realización del Informe, provienen del registro DPR.7.8.01. Los nombres, ubicación y coordenadas de los puntos de medición son designados por el cliente, que son registrados en la hoja de campo del parámetro correspondiente y registro de acuerdo con el cliente DPR.7.1.04.

1. INTRODUCCIÓN

La temperatura en el puesto de trabajo puede dar lugar a dos situaciones que, pese a tener la misma fuente, determinan el modo de evaluar el riesgo producido por este agente físico y las medidas preventivas que deben adoptarse. Estas dos situaciones son las siguientes:

- Las que presentan disconfort térmico, tanto si es por calor como por frío.
- Las situaciones en las que se sufre estrés térmico, tanto si es por calor como por frío.

La diferencia entre ambas radica en el hecho de que las situaciones de disconfort provocan incomodidad, malestar y consecuencias leves en los trabajadores, mientras que las situaciones de estrés térmico representan un riesgo para la salud de los trabajadores, que podrían llegar a sufrir consecuencias muy graves e irreversibles en períodos de exposición cortos.

Por este motivo se han seleccionado como factores de riesgo ambiental los parámetros cuantificables de: Temperatura, humedad, carga de trabajo y respuesta metabólica. La medición se la realizó bajo la supervisión de la empresa contratante.

2. OBJETIVOS

Conocer las condiciones ambientales en que se desarrolla la actividad laboral.

Conocer las particularidades de los trabajadores que realizan su trabajo en los lugares de trabajo y la adaptación de los mismos a las condiciones ambientales de trabajo: sexo, edad, hábitos culturales, condiciones físicas.

3. CONDICIONES DE OPERACIÓN

Fecha de Medición: Se realizó el día 25 de Octubre del 2021.

Ubicación de la empresa: UTM 641639.00 m E; 9782680.00 m S.

Verificación en terreno: La verificación se la realiza antes y después de cada medición.

4. UBICACIÓN DE LA FUENTE

Tabla 1.- Ubicación de los puntos.

Item	Puesto de trabajo	Hora		Fecha	Temp °C	HR %
		Inicial	Final			
T1	Teja Fibro Cemento	15:46	15:55	25/10/2021	28.0	79.1
T2	Teja Arcilla	16:24	16:33	25/10/2021	28.7	72.5
T3	Teja Micro concreto	15:58	16:33	25/10/2021	29.0	74.1
T4	Teja Ecologica	16:18	16:33	25/10/2021	29.9	72.5



Fig. 1. - Ubicación donde se desarrolló el proyecto

5. DEFINICIONES

Estrés térmico por calor: Los ámbitos en los que se pueden encontrar situaciones de estrés térmico por calor son variados, aunque hay actividades en las que esta situación se puede presentar de forma más habitual debido a las características de los trabajos desempeñados.

Temperatura de globo (TG): Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera.

Temperatura Bulbo Húmedo (TBH): Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada.

Temperatura Bulbo Seco (TBS): Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable.

Humedad Relativa (HR): La humedad relativa es la relación porcentual entre la cantidad de vapor de agua real que contiene el aire y la que necesitaría contener para saturarse a idéntica temperatura.

6. METODOLOGÍA

Para hacer la medición de Estrés Térmico se utilizó el procedimiento específico DP.PEE.MAS.07, cumpliendo la norma ISO 7243:2017 Ambientes Calurosos, Estimación de Estrés Térmico del hombre en el trabajo basado en el Índice WBGT ó TGBH (temperatura de globo bulbo húmedo) y el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, según el Decreto No. 2393, Registro Oficial No. 249, Febrero 3/98), Capítulo V, Medio Ambiente y Riesgos Laborales por Factores Físicos, Químicos y Biológicos, Art. 53 y 54. Condiciones Generales Ambientales: Ventilación, Temperatura y Humedad.

6.1. Índice de Temperatura de Globo de Bulbo Húmedo.

El índice *TGBH ó WBGT* se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo **TG** y la temperatura húmeda natural **TBH**. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, **TBS**.

Mediante las siguientes ecuaciones se obtiene el índice **TGBH**:

$$TGBH_e = 0.7TBH + 0.2TG + 0.1TBS \quad (1)$$

TGBHe: Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo para trabajo al aire libre con carga solar.

$$TGBH_i = 0.7TBH + 0.3TG \quad (2)$$

TGBHi: Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo para trabajo sin carga solar o al aire libre bajo techo.

TBH: Temperatura de Bulbo Húmedo

TBS: Temperatura de Bulbo Seco

TG: Temperatura de Globo o de Radiación

HR: Humedad Relativa

Si la temperatura alrededor del puesto de trabajo no es constante, haremos diferentes mediciones a diferentes alturas, a tres niveles: cabeza, abdomen y tobillos. Utilizando la expresión 3:

$$TGBH \text{ ó } WBGT = \frac{TGBH_{cabeza} + 2 * TGBH_{abdomen} + TGBH_{tobillos}}{4}$$

Este índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo CM (Consumo Metabólico).

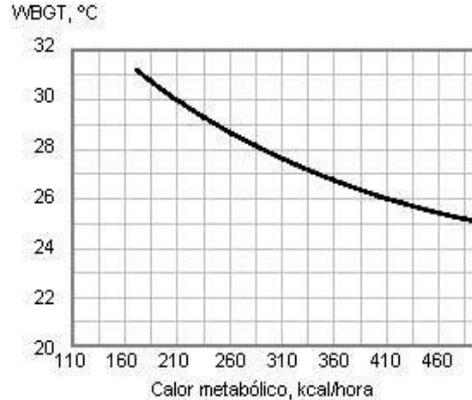


Fig. 2. - Valores límites del TGBH ó WBGT (ISO 7243)

Mediante lectura en la curva correspondiente, el máximo que puede alcanzar el índice TGBH según el valor que adopta el término CM.

6.2. Como determinar la carga térmica.

Para determinar la carga térmica se utiliza la tabla 3, las posturas y movimientos considerados son: sentado, de pie y andando, el porcentaje de participación de cada postura al realizar el cálculo depende del puesto de trabajo y de la actividad que realizan. Para el ITEM B “Tipo de Trabajo” se consideró el trabajo con dos brazos con una carga térmica de 1 Kcal/minuto.

Tabla 2.-Determinación de la carga térmica metabólica durante la realización de distintas actividades

Según datos de la American Conference of Governmental Industrial Hygienists

A. POSTURA Y MOVIMIENTOS CORPORALES		Kcal/minuto	
Sentado		0,3	
De pie		0,6	
Andando		2 - 3,0	
Subida de una pendiente andando		0,8 por metro de subida	
B. TIPO DE TRABAJO		MEDIA	RANGO
		Kcal/m in	Kcal/ min
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2 - 1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1	0,7 - 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con los dos brazos	Ligero	1,5	1 - 3,5
	Pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5 - 15
	Moderado	5	
	Pesado	7	
	Muy pesado	9	

6.3. Factores de modificaciones de TGBH

Una de las propuestas de modificación es la expresada por la Standarts Advisory Committee on Heat Stress y las reflejadas con posterioridad en el informe del profesor Jerry C. Ramsey, del departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Lubbock en Texas (EEUU), corrigiendo a las anteriores. De este modo para mejorar los resultados en los índices hallados de TGBH podemos introducir estos valores de la tabla siguiente:

Tabla 3.- Modificación del TGBH (ó WBGT) según la American Conference of Governmental Industrial Hygienists.

Factores	Modificación del WBGT (°C)
Una persona no aclimatada, no físicamente apta	-2
Ante un incremento de la velocidad del aire: velocidad superior a 1,5 m/s y temperatura del aire inferior a 35 °C	+2
ROPA:	
- Pantalones cortos, semi-desnudo	+2
- Ropa impermeable que interfiere la evaporación, chaqueta.	-2
- Gabardinas	-4
- Traje completo	-5
Obesidad, o persona mayor	-1 a -2
Mujeres	-1

El intercambio de calor del operario con el medio ambiente es el vestido que es un aspecto fundamental, sabiendo que siempre la resistencia térmica será mayor del operario que del medio ambiente. La resistencia térmica del vestido es la capacidad que tienen las prendas para aislar térmicamente. La unidad que representa esta resistencia térmica de la ropa es el Clo y es equivalente a 0,155 m² °C/W (0,18 m²h°C/Kcal) de intercambio de calor por radiación y convección y por cada °C de diferencia de temperatura entre la piel y la temperatura ajustada de bulbo seco (promedio de la temperatura de bulbo seco ambiental y la temperatura radiante media)

Tabla 4.- Factores de corrección en °C del TLV WBGT para ropa (Falagán, M., 2005)

TIPO DE ROPA	VALOR Clo	CORRECCION WBGT
Uniforme de trabajo de verano	0,6	0
Bata de algodón	1	-2
Uniforme de trabajo de invierno	1,4	-4

6.4. Procedimiento de medición.

➤ Cuando algunos parámetros no tengan un valor constante en el espacio que rodea al trabajador, es necesario determinar el índice WGTH ó TGBH en tres posiciones correspondientes a la altura de cabeza, abdomen y tobillos en relación al suelo. Cuando el trabajador esté de pie, las medidas se deben realizar a 0,1 m, 1,1 m y

1,7 m del suelo; cuando esté sentado a 0,1 m, 0,6 m y 1,1 del suelo. Las medidas usadas para determinar los índices preferiblemente se deben realizar simultáneamente. Si un análisis previo en el punto o puntos de estudio muestra que el ambiente es prácticamente homogéneo (heterogeneidad $\leq 5\%$) se puede adoptar un procedimiento simplificado que consiste en realizar una única determinación de WBGT ó TGBH a nivel de abdomen.

➤ Verificar el equipo con el Verificador 53-923, TBH=12,1°C; TBS=45,2°C; TG=67,8°C y HR=53%, valores recomendados por el fabricante del equipo.

➤ Antes de proceder a realizar la medición al instrumento se los ambienta en el área de trabajo por 5 minutos. La medición debe realizarse considerando las condiciones más críticas de trabajo estas son temperatura del ambiente laboral + temperatura por radiación solar. En el caso extremo debe considerarse las horas cuando realiza más frío.

➤ Cada medición comprende una secuencia de 10 mediciones continuas y grabadas cada minuto. Lo que representa un mínimo de 10 registros completos por cada puesto de trabajo.

7. MARCO LEGAL

Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo, según el Decreto No. 2393, Registro Oficial No. 249, Febrero 3/98), Capítulo V, Medio Ambiente y Riesgos Laborales por Factores Físicos, Químicos y Biológicos, Art. 53 y 54. Condiciones Generales Ambientales: Ventilación, Temperatura y Humedad.

“Se regularán los períodos de actividad, de conformidad al (TGBH), índice de temperatura de Globo y Bulbo Húmedo, cargas de trabajo (liviana, moderada, pesada), conforme al siguiente cuadro”:

9. EQUIPO UTILIZADO

Tabla 7. - Datos de los equipos utilizados

	Medidor de temperatura
Marca:	Quest
Modelo:	Questemp 36
Serie:	TKR070006
Tripode:	TR-40
Procedencia:	EEUU
Calibrado:	2/9/2021
Vigencia:	2/9/2023



Fig. 3. - Equipo QUESTemp 36

10. RESULTADOS

Tabla 8. - Tipo de ropa y cálculo de Clo

Item	Puesto de trabajo	Hora		Fecha	Tipo de ropa	I _{cl}	TGBH
		Inicial	Final			(Clo)	Corrección
T1	Teja Fibro Cemento	15:46	15:55	25/10/2021	Uniforme de trabajo de verano	0.6	0.0
T2	Teja Arcilla	16:24	16:33	25/10/2021	Uniforme de trabajo de verano	0.6	0.0
T3	Teja Micro concreto	15:58	16:33	25/10/2021	Uniforme de trabajo de verano	0.6	0.0
T4	Teja Ecologica	16:18	16:33	25/10/2021	Uniforme de trabajo de verano	0.6	0.0

I_{cl}: Aislamiento térmico de la ropa

1 Clo = 0,155 m²K/W = 0,18 m²h°C/Kcal

Factores de corrección en °C del TLV WBGT para ropa (Falagán, M., 2005)

* Los valores de Tipos de ropa, I_{cl} (Clo) y TGBH Corrección no estan acreditadas por el SA

Tabla 9. - Resultados de las mediciones de Estrés Térmico

ITEM	PUESTO DE TRABAJO	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR *	Carga Metabólica Kcal/h *	Minutos de trabajo cada/h *	Resultados en °C		TLV TGBH °C *	No. Pag
								TGBH *	U ±		
T1	Teja Fibro Cemento	26.4	29.1	29.9	79.1	123.0	60.0	27.4	0.8	29.0	1
T2	Teja Arcilla	26.5	29.9	30.8	72.5	123.0	60.0	27.8	0.7	29.0	2
T3	Teja Micro concreto	26.6	29.9	30.7	74.1	123.0	60.0	27.8	0.8	29.0	3
T4	Teja Ecologica	26.5	30.0	30.9	72.5	123.0	60.0	27.9	0.8	29.0	4

El cliente **NO ACEPTÓ** la declaración de conformidad, según la cotización MAS-1088-2021.

De ser afirmativo se aplica la regla de decisión

TGBH₍₁₎ = TGBH + incertidumbre (con signo positivo)

Para el cumplimiento se compara el límite permisible con el valor sumado la incertidumbre TGBH₍₁₎

De ser **Negativo** no se aplica la regla de decisión: No se reportara TGBH₍₁₎ y el cumplimiento

Nota: TBH= Temperatura de Bulbo humedo

TBS= Temperatura de Bulbo Seco

TG= Temperatura de Globo

TGBHe= Temperatura de Globo Bulbo Humedo

HR= Humedad relativa

IST= Índice Térmico

TLV= Valor permisible promedio

C.M. Kcal/h= Consumo Metabólico

* Los valores de HR, TGBH, C.M., Minutos de trabajo, TLV y Cumple Norma no estan acreditadas por el SAE

Regla de decisión

Al resultado TGBH se sumará el valor de la incertidumbre cuyo resultado final será **TGBH₍₁₎**, este valor se compara con el límite según la Norma ISO 7243.

En caso de que el valor **TGBH₍₁₎**, no esté dentro del límite permisible se declarará como **"NO CUMPLE"**, caso contrario si el valor **TGBH₍₁₎** se encuentra dentro del límite se declarara como **"CUMPLE"**.

11. CONCLUSIONES

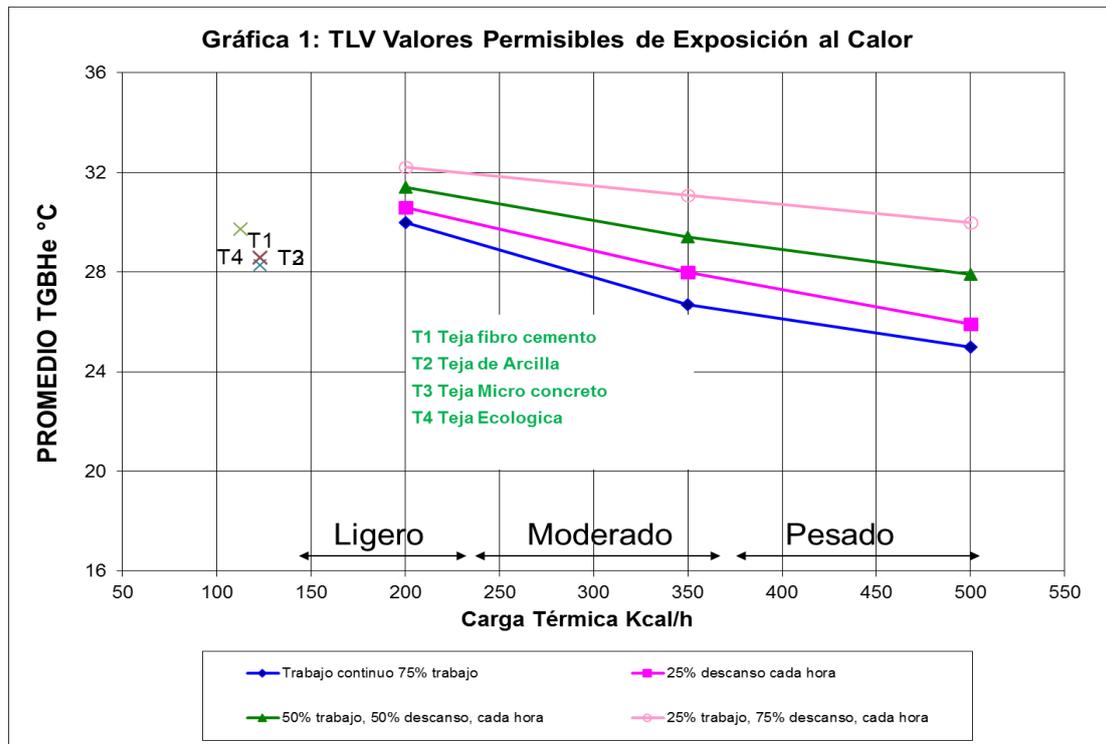
➤ Todos los puntos monitoreados son inferiores a la Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo "TGBH" con respecto a su límite permisible.

➤ El motivo de la medición se enfocó en determinar cuál casa revestida con tejas de diferentes materiales tendría mejor aislante térmico, debido a que se generó las mismas condiciones de temperatura en cada punto medido.

➤ Los resultados obtenidos por cada punto fueron medidos dentro de las casas cerradas donde se pone el equipo de medición a la altura de piso, con un periodo de estabilización para una medición de 10 minutos.

➤ Los valores obtenidos por los puntos de TBS (temperatura de bulbo seco) Son **T1 Teja Fibra Cemento -29.1 C**, **T2 Teja Arcilla -29.9 C**, **T3 Teja Micro concreto - 29.9** y **T4 Teja Ecológica -30.0 C**

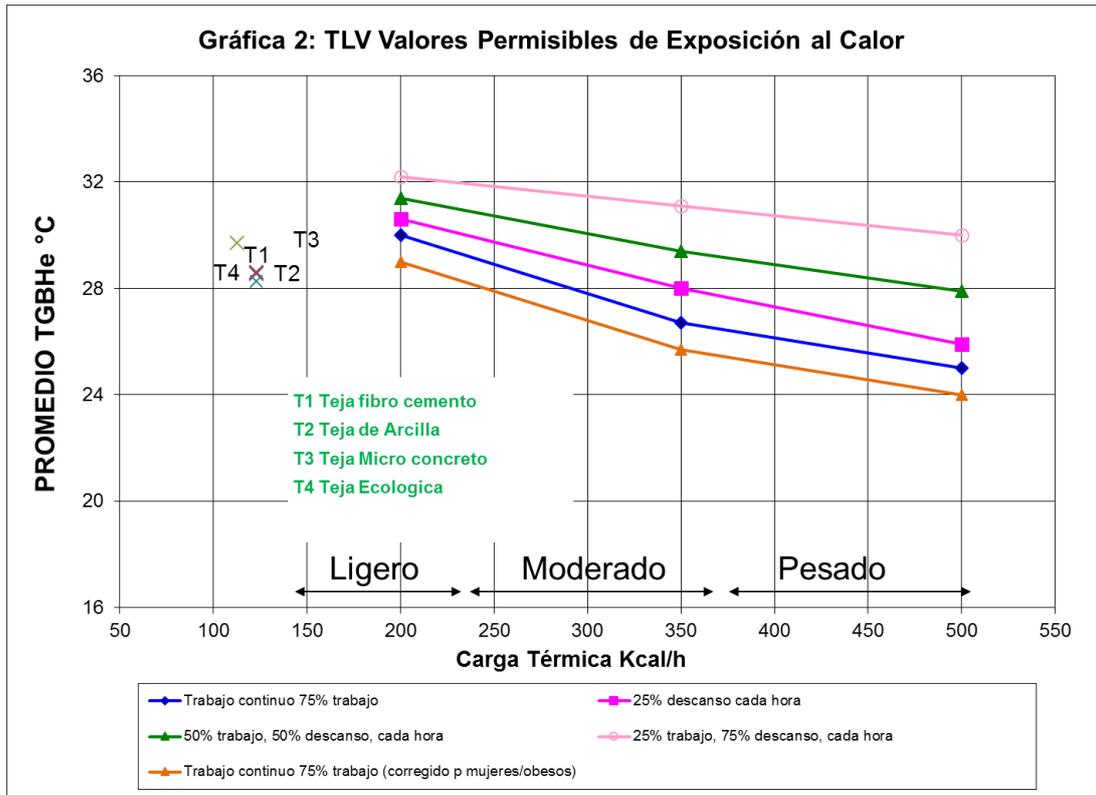
➤ Los valores externos obtenidos por la intemperie TBS (parte externa) son: **T1 Teja Fibra Cemento 28.0 C**, **T2 Teja Arcilla 28.7 C**, **T3 Teja Micro concreto - 29.0** y **T4 Teja Ecológica -29.9 C**.



- Los resultados de Temperatura de Globo y Bulbo Húmedo “TGBH” son ubicados en la Gráfica No 1, de lo cual se observa que el TGBH medido en un día de verano, es inferior de la curva de trabajo continuo.

- Considerando los resultados de la determinación de la carga metabólica “C.M” kcal/h, la carga de trabajo en la empresa, se encuentra en el rango de trabajo **ligero**, ver Gráfica No 1.

- Es necesario indicar que existe una modificación del Límite permisible TGBH (ó WBGT) aunque en la normativa ecuatoriana no lo considera, pero se debe considerar que para ciertos factores el estrés térmico resulta más crítico, entre los cuales se pueden citar personas obesas y mujeres, casos para los cuales el TVL del TGBH se debe disminuir en -1. Haciendo esta corrección se tienen la Gráfica No 2, en todos los puntos es inferior a la línea de 75 % para trabajo Continuo Corregido para mujeres y personas obesos.



12. RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir con el procedimiento de trabajo, se debe considerar el tiempo de trabajo por cada hora que está en la tabla No 9. Se debe disponer de dispensadores de agua en el área de trabajo.

Nota: Las Opiniones, Interpretaciones, Conclusiones y Recomendaciones se encuentran FUERA del alcance de acreditación del SAE.

Atentamente

Ing. Euder Jumbo Hidalgo, MSc

REG. PROF. No. 7241170400
12-1175791 GERENTE TÉCNICO
de MA&SO

Ing. Nelson Jumbo Hidalgo

REG. PROF. No. 1006-
Jefe de Laboratorio

ANEXO 7: FOTOS DE MEDICIONES TERMICAS

**FOTOS DE LAS
MEDICIONES**



Fig. 4. – Teja Fibro Cemento
T1



Fig. 5. –
Teja Arcilla
T2



Fig. 6. – Teja Micro Cemento
T3



Fig. 7. –
Teja Ecologica
T4

**ANEXO 8: PROCESAMIENTO DE RESULTADOS DE LAS
MEDICIONES TERMICAS**

**PROCESAMIENTO DE
RESULTADOS**

MEDICION DE ESTRES TÉRMICO

Instrumento: Medidor de Estrés Térmico

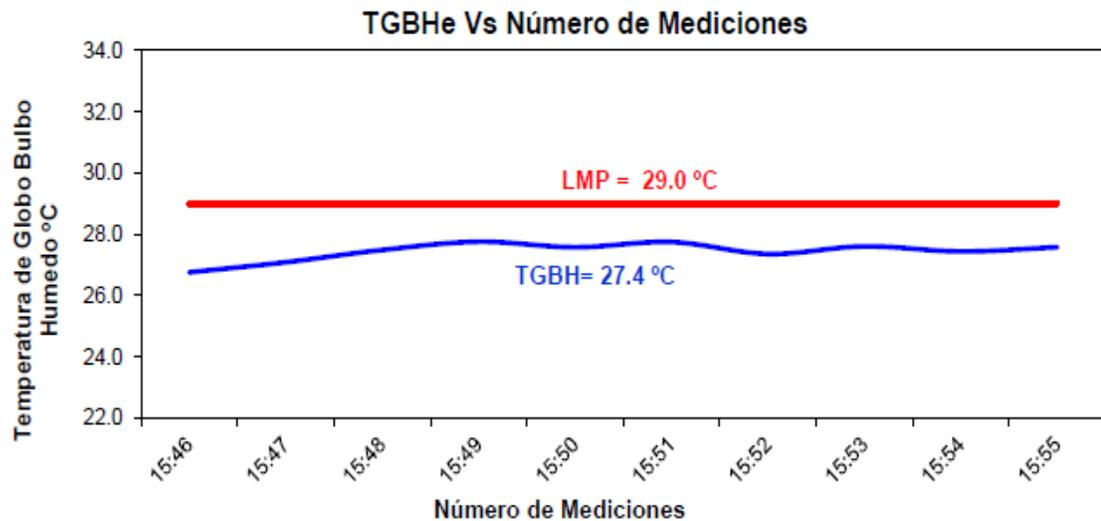
Fecha de Muestreo: 25/10/2021

Marca: Quest Punto de Muestreo: *TI*

Modelo: Questemp 36 Serie: TKR070006

Punto TI: TEJA FIBRO CEMENTO

Med	Hora	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR %	IST	Va m/s	TGBH °C
1	15:46	25.8	28.1	29.0	77.0	32.0	0.0	26.8
2	15:47	26.1	28.5	29.4	77.0	32.0	0.0	27.1
3	15:48	26.5	28.8	29.8	79.0	34.0	0.0	27.5
4	15:49	26.8	29.0	30.0	80.0	34.0	0.0	27.8
5	15:50	26.5	29.1	30.1	80.0	36.0	0.0	27.6
6	15:51	26.7	29.3	30.2	79.0	36.0	0.0	27.8
7	15:52	26.1	29.3	30.3	79.0	35.0	0.0	27.4
8	15:53	26.5	29.5	30.2	80.0	35.0	0.0	27.6
9	15:54	26.3	29.7	30.1	80.0	37.0	0.0	27.4
10	15:55	26.5	29.4	30.1	80.0	37.0	0.0	27.6
PROMEDIO		26.4	29.1	29.9	79.1	34.8	0.0	27.4
MÁXIMO		26.8	29.7	30.3	80.0	37.0	0.0	27.8
MÍNIMO		25.8	28.1	29.0	77.0	32.0	0.0	26.8
Consumo Metabólico Kcal/h				123.0				
Valor limite de referencia TGBHe				29.0				
Minutos de trabajo por cada hora (min)				60.0				
Carga de trabajo:				bajo				



MEDICION DE ESTRES TÉRMICO

Instrumento: Medidor de Estrés Térmico

Fecha de Muestreo: 25/10/2021

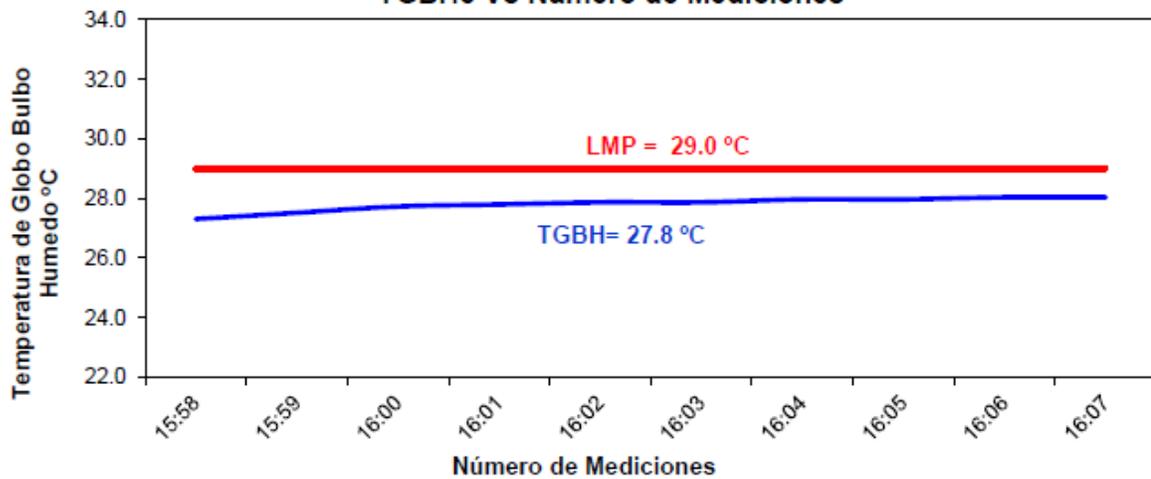
Marca: Quest **Punto de Muestreo:** T2

Modelo: Questemp 36 **Serie:** TKR070006

Med	Hora	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR %	IST	Va m/s	TGBH °C
1	15:58	25.9	29.5	30.6	73.0	34.0	0.0	27.3
2	15:59	26.2	29.6	30.6	74.0	34.0	0.0	27.5
3	16:00	26.5	29.7	30.6	75.0	35.0	0.0	27.7
4	16:01	26.6	29.8	30.6	74.0	36.0	0.0	27.8
5	16:02	26.7	29.9	30.6	74.0	36.0	0.0	27.9
6	16:03	26.7	30.0	30.6	79.0	36.0	0.0	27.9
7	16:04	26.8	30.1	30.7	79.0	35.0	0.0	28.0
8	16:05	26.8	30.2	30.7	80.0	35.0	0.0	28.0
9	16:06	26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
10	16:07	26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
PROMEDIO		26.6	29.9	30.6	76.8	35.5	0.0	27.8
MÁXIMO		26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
MÍNIMO		25.9	29.5	30.6	73.0	34.0	0.0	27.3
Consumo Metabólico Kcal/h				123.0				
Valor límite de referencia TGBHe				29.0				
Minutos de trabajo por cada hora (min)				60.0				
Cargo de trabajo:				bajo				

Punto T2: TEJA ARCILLA

TGBHe Vs Número de Mediciones



MEDICION DE ESTRES TÉRMICO

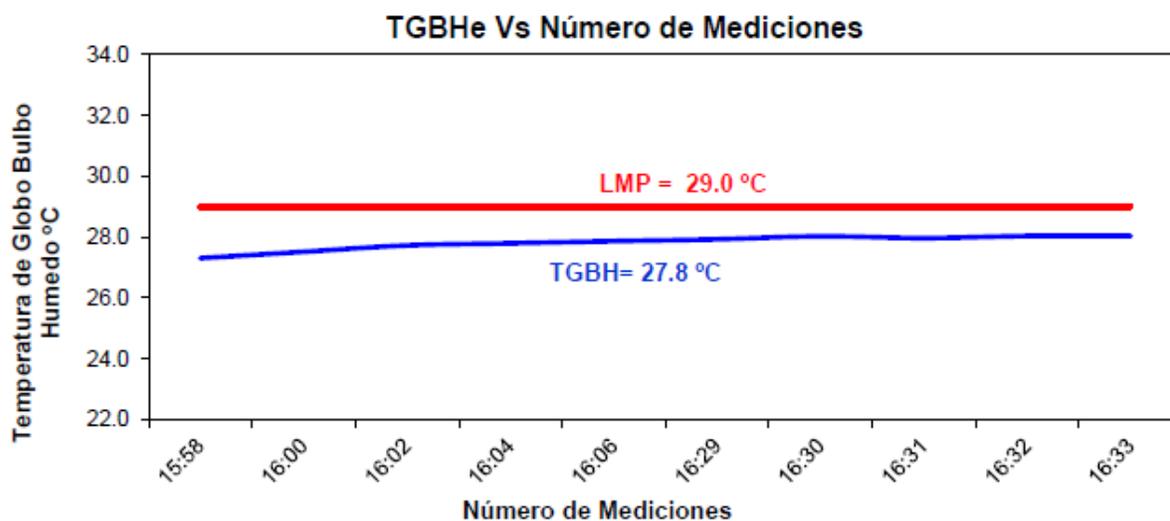
Instrumento: Medidor de Estrés Térmico

Fecha de Muestreo: 25/10/2021

Marca: Quest **Punto de Muestreo:** T3

Modelo: Questemp 36 **Serie:** TKR070006

Med	Hora	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR %	IST	Va m/s	TGBH °C
1	15:58	25.9	29.5	30.6	73.0	34.0	0.0	27.3
2	16:00	26.2	29.6	30.6	74.0	34.0	0.0	27.5
3	16:02	26.5	29.7	30.6	75.0	35.0	0.0	27.7
4	16:04	26.6	29.8	30.6	74.0	36.0	0.0	27.8
5	16:06	26.7	29.9	30.6	74.0	36.0	0.0	27.9
6	16:29	26.7	29.9	30.8	64.0	34.0	0.0	27.9
7	16:30	26.8	30.0	30.9	67.0	34.0	0.0	28.0
8	16:31	26.8	30.1	30.7	80.0	35.0	0.0	28.0
9	16:32	26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
10	16:33	26.9	30.2	30.7	80.0	37.0	0.0	28.0
PROMEDIO		26.6	29.9	30.7	74.1	35.2	0.0	27.8
MÁXIMO		26.9	30.2	30.9	80.0	37.0	0.0	28.0
MÍNIMO		25.9	29.5	30.6	64.0	34.0	0.0	27.3
Consumo Metabólico Kcal/h				123.0				
Valor límite de referencia TGBHe				29.0				
Minutos de trabajo por cada hora (min)				60.0				
Cargo de trabajo:				bajo				



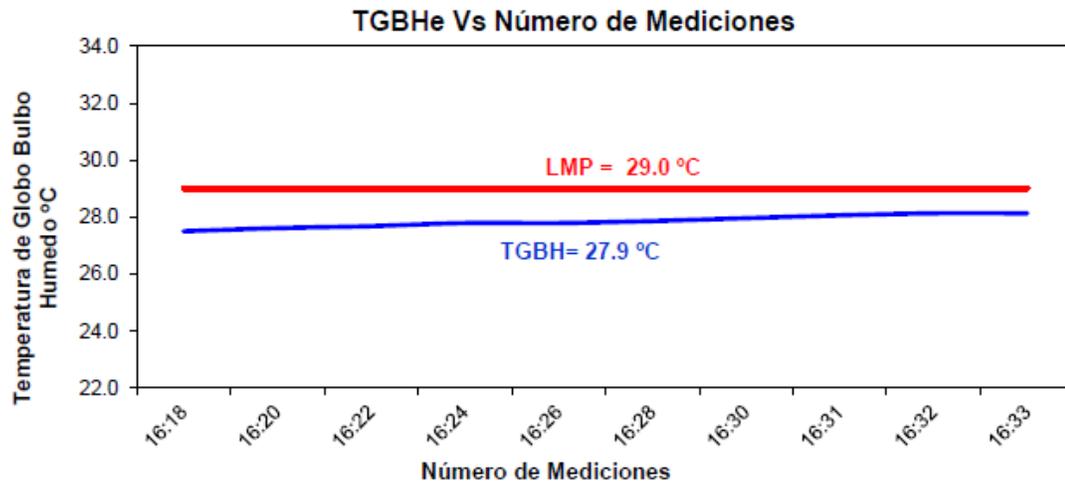
Punto T3: TEJA MICRO CONCRETO

MEDICION DE ESTRES TÉRMICO

Instrumento: Medidor de Estrés Térmico
Fecha de Muestreo: 25/10/2021
Marca: Quest **Punto de Muestreo:** T4
Modelo: Questemp 36 **Serie:** TKR070006

Punto T4: TEJA ECOLOGICA

Med	Hora	TBH °C	TBS °C	TG °C	HR %	IST	Va m/s	TGBH °C
1	16:18	26.0	29.5	31.0	71.0	34.0	0.0	27.5
2	16:20	26.2	29.6	30.9	70.0	34.0	0.0	27.6
3	16:22	26.3	29.7	30.9	71.0	34.0	0.0	27.7
4	16:24	26.5	29.8	30.8	72.0	35.0	0.0	27.8
5	16:26	26.5	30.0	30.8	70.0	35.0	0.0	27.8
6	16:28	26.6	30.1	30.8	64.0	34.0	0.0	27.9
7	16:30	26.7	30.2	30.9	67.0	34.0	0.0	28.0
8	16:31	26.8	30.2	31.0	80.0	35.0	0.0	28.1
9	16:32	26.9	30.3	31.0	80.0	37.0	0.0	28.1
10	16:33	26.9	30.3	31.0	80.0	37.0	0.0	28.1
PROMEDIO		26.5	30.0	30.9	72.5	34.9	0.0	27.9
MÁXIMO		26.9	30.3	31.0	80.0	37.0	0.0	28.1
MÍNIMO		26.0	29.5	30.8	64.0	34.0	0.0	27.5
Consumo Metabólico Kcal/h				123.0				
Valor limite de referencia TGBHe				29.0				
Mínutos de trabajo por cada hora (min)				60.0				
Cargo de trabajo:				bajo				



ANEXO 9: CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS PARA LAS PRUEBAS TERMICAS

**CERTIFICADOS DE
CALIBRACIÓN**

		 				
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE						
NOMBRE:	DEPROIN SA					
DIRECCIÓN:	GUAYAS / GUAYAQUIL / TARQUI / SAMANES 7, MANZANA 2224, VILLA 1					
TELÉFONO:	(04) 5120366- 5031984- 5032334					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	RAIZA VERA					
IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
ÍTEM:	MEDIDOR DE ESTRÉS TERMICO	SERIE:	TKR070008			
MARCA:	3M	CÓDIGO ⁽¹⁾ :	DPE.MAS.19			
MODELO:	QUESTEMP *36	UBICACIÓN ⁽²⁾ :	LAB. MEDIO AMBIENTE Y SALUD			
ESPECIFICACIONES DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN						
MAGNITUD:	TEMPERATURA	UNIDAD DE MEDIDA:	°C			
RESOLUCIÓN:			0,1			
TEMPERATURA DEL AIRE (BULBO SECO):		INTERVALO DE MEDIDA ⁽³⁾ :	(-5 a 60)			
TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO:		INTERVALO DE MEDIDA ⁽³⁾ :	(-5 a 60)			
TEMPERATURA DE GLOBO:		INTERVALO DE MEDIDA ⁽³⁾ :	(-5 a 60)			
MAGNITUD:	HUMEDAD RELATIVA	INTERVALO DE MEDIDA ⁽³⁾ :	(5 a 95)			
RESOLUCIÓN:			1			
EQUIPAMIENTO UTILIZADO						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	N° CERTIFICADO
EL.PT.696	CAMARA DE ESTABILIDAD	KAMBIC	KK-105 CHLT	17075513	2021-11-23	CC-3963-036/037-20
EL.PT.773	TERMOMETRO DIGITAL	CONTROL COMPANY	6412	181228173	2021-12-02	CC-4642-008-20
EL.PC.033	TERMOHIGROMETRO PATRON	VAISALA	MI70 // HMP76B	M1530040 // M21300075	2022-08-26	2020006061
EL.PT.365	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	190601459	2022-04-01	CC-1497-001-21
DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA						
Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).						
CALIBRACIÓN						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON TERMOHIGRÓMETRO PATRÓN Y CÁMARA DE ESTABILIDAD					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM TH-007:2008 (EDICIÓN DIGITAL 1)					
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.04					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LAB. TEMPERATURA Y HUMEDAD (ELICROM)					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	22,1 °C	±0,2 °C				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	51,3 %HR	±0,2 %HR				

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN TEMPERATURA					
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (K)
°C	°C	°C	°C	°C	
BULBO SECO					
5	5,2	5,067	0,113	0,23	2,00
15	15,1	15,063	0,017	0,23	2,00
25	25,2	25,094	0,106	0,25	2,00
30	30,1	30,065	0,015	0,25	2,00
40	40,2	40,090	0,110	0,30	2,00
BULBO HÚMEDO					
5	5,3	5,067	0,213	0,23	2,00
15	15,2	15,063	0,117	0,23	2,00
25	25,1	25,094	0,006	0,25	2,00
30	30,1	30,065	0,015	0,25	2,00
40	40,1	40,090	0,010	0,30	2,00
GLOBO					
5	4,7	5,067	-0,367	0,23	2,00
15	14,7	15,063	-0,363	0,23	2,00
25	24,8	25,094	-0,294	0,25	2,00
30	30,0	30,065	-0,065	0,25	2,00
40	39,9	40,090	-0,190	0,30	2,00
RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN HUMEDAD RELATIVA					
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (K)
%HR	%HR	%HR	%HR	%HR	
25	29	25,06	3,92	1,4	2,00
45	48	45,06	2,92	1,5	2,00
75	76	75,10	0,90	1,2	2,00

OBSERVACIONES

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.

NOTA 1: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la resolución del patrón empleado.

NOTA 2: Esta calibración está limitada a la exactitud de los sensores de temperatura integrados en el instrumento. El método de calibración no es necesariamente el mismo que el empleado en la práctica cuando se usa el dispositivo.

⁽¹⁾ Información proporcionada por el cliente. Elicrom no es responsable de dicha información.

⁽²⁾ Información tomada de las especificaciones del ítem de calibración (proporcionada por el fabricante).

CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Eduardo Montaño	FECHA DE EMISIÓN:	2021-09-03
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2021-08-30	FECHA DE CALIBRACIÓN:	2021-09-02



Intestificación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente Técnico



Firma electrónica