

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL
ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL
INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL
ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL
INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Realizado por:

KABIR CRISTHIAN MOSCOSO GALLARDO

Director del proyecto:

MSc. Katty Coral

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERA AMBIENTAL

Quito, 26 de febrero del 2020

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

27

28

29

30

31

DECLARATORIA

32

El presente trabajo de investigación titulado:

33

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

36

37

Realizado por:

38

KABIR CRISTHIAN MOSCOSO GALLARDO

39

Como Requisito para la Obtención del Título de:

40

INGENIERA AMBIENTAL

41

KATTY CORAL

42

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

43

44

45



46

FIRMA

47

48

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

49

50

51

52

53

LOS PROFESORES INFORMANTES

54

Los Profesores Informantes:

55

56

WALBERTO GALLEGOS

57

58

ALBERTO AGUIRRE

59

60

Después de revisar el trabajo presentado,

61

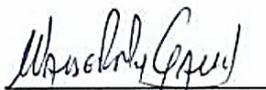
lo han calificado como apto para su defensa oral ante

62

el tribunal examinador

63

64



FIRMA

65

66

67

68



FIRMA

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

69

Quito, 26 de febrero del 2020

70

71

72

73

74 El presente Trabajo de Fin de Carrera ha sido realizado dentro del Programa de Investigación
75 de la Universidad Internacional SEK denominado:

76

77 **BIODIVERSIDAD Y RECURSOS NATURALES APLICADOS A LA GESTIÓN**

78 **AMBIENTAL Y LA BIOTECNOLOGÍA**

79

80 Pertenece a la Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales.

81

82

83

84

85

86

87

88

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

89

90

91

92

93

94

95

96

DEDICATORIA

97

A Dios.

98

A Cristhian y Paola por ser el motor de mi vida.

99

A mis padres por ser mi mayor ejemplo de vida.

100

A mis hermanos por acompañarme en cada uno de mis logros.

101

A mis amigos porque juntos aprendimos experiencias únicas e inigualables para ser mejores.

102

103

104

105

106

107

108

109

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

110

111

112

113

AGRADECIMIENTO

114 A mi familia por darme el ejemplo durante todo el trayecto universitario y desde toda mi vida,
115 apoyándome incondicionalmente para cumplir una de mis metas más importantes.

116 A ti, Cristhian, gracias por tu apoyo incondicional desde muy pequeño siempre estuviste a mi
117 lado acompañándome a cumplir mis metas, enseñándome a nunca rendirse por más dura que
118 se ponga la vida.

119 A ti, Paola, gracias por ese amor materno y todas las enseñanzas en este trayecto que necesité
120 adquirir de tu parte para que esto se convierta en una realidad

121 A ustedes, Jafet y Teo, mis hermanos son los mejores amigos que la vida me entregó y mi
122 motivación más grande para cumplir esta meta muy importante.

123 A Katty Coral, Walberto Gallegos, José Salazar por sus valiosas aportaciones a lo largo de
124 este proyecto, junto con todos los profesores de la Universidad Internacional SEK que
125 ayudaron a mi formación profesional.

126 A mis amigos, Josué, Karen, Karo, Leslie, por compartir esta carrera tan especial durante todo
127 este tiempo, aprendiendo mucho de cada uno de ellos para ser mejor.

128

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Para someter a:

To be submitted:

**APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA
PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO
AMBIENTAL Y OCUPACIONAL.**

.

Kabir Moscoso¹, Katty Coral¹

¹ Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito,
Ecuador.

*AUTOR DE CORRESPONDENCIA: MSc Katty Coral

Universidad Internacional SEK,

Facultad de Ciencias Ambientales y Naturales, Quito, Ecuador.

Teléfono:

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

Resumen:

En la actualidad, la contaminación acústica y los impactos generados por la acumulación de desechos industriales son dos problemas ambientales graves que contribuyen al deterioro progresivo de los ecosistemas.

Con el fin de generar nuevas estrategias que contribuyan a mitigar ambas problemáticas, el presente estudio propone la reutilización del residuo industrial Etil Vinil Acetato (EVA) proveniente de la industria automotriz para atenuar ruido ambiental y ocupacional, aprovechando su potencial insonorizante.

Para el efecto, se construyó planchas utilizando los diferentes tipos de “EVA”, proporcionados por la “empresa de reciclaje de material de empaque de industrias ensambladoras de vehículos” para realizar pruebas de insonorización y determinar cuál tipo de EVA posee el mayor potencial para minimizar ambos tipos de ruido.

El residuo industrial EVA III, al poseer mayor densidad, resultó ser más eficiente para insonorizar ruido ocupacional con sonido industrial grave, mientras que el EVA I reflejó mayor eficiencia para insonorizar ruido ocupacional y ambiental con sonido agudo, siendo también, el de menor densidad.

Esta investigación presenta una contribución al aprovechamiento de un residuo industrial, presente en los rellenos sanitarios, ocupando un alto volumen, y proveerá a la industria de un método eficiente y rentable para la reducción del ruido ambiental tanto externo como ocupacional.

***Palabras clave:** Contaminación acústica, ruido ambiental, ruido ocupacional, salud ambiental, salud ocupacional, residuos especiales.*

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

Abstract:

At present, noise pollution and the impacts generated by the accumulation of industrial wastes are two pressing environmental problems that contribute to the progressive deterioration of ecosystems.

To generate new strategies that contribute to mitigating both problems, the present study proposes the reuse of the Etil Vinil Acetate (EVA) industrial waste from the automotive industry to attenuate environmental and occupational noise, taking advantage of its isonorizing potential.

For this purpose, plates were constructed using different types of EVA, provided by the packaging material recycling company of vehicle assembly industries to perform soundproofing tests and determine which type of EVA has the greatest potential to minimize both types of noise. The industrial waste EVA III, having a higher density, turned out to be more efficient to increase occupational noise with serious industrial sound, while the EVA I reflected greater efficiency to increase occupational and environmental noise with high sound, being also the lowest density. This research contributes a contribution to the use of industrial waste, present that predominates in landfills, occupying a high volume. It will provide the industry with an efficient and cost-effective method for the reduction of both external and occupational environmental noise.

Keywords: *Noise pollution, environmental noise, occupational noise, environmental health, occupational health, particular waste.*

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

Introducción:

Según la Dirección General de Medio Ambiente y Patrimonio Arquitectónico de la Comunidad de Madrid un residuo es "todo producto, material o elemento que tras su producción, manipulación o uso no posee valor de mercancía en unas condiciones técnicas y económicas (espacio y tiempo) determinadas" (Delgado^, 1995)

Comprende todo bien u objeto que se consigue a la par del producto principal, e incluye tanto los desechos inaprovechables y aquellos que subsisten después de cualquier tipo de proceso (Delgado^, 1995)

Los desechos especiales son aquellos desechos, que sin ser peligrosos, por su naturaleza, pueden impactar el entorno ambiental o la salud, debido al volumen de generación y/o difícil degradación y para los cuales se debe implementar un sistema de recuperación, reuso y/o reciclaje con el fin de reducir la cantidad de desechos generados, evitar su inadecuado manejo y disposición, así como la sobresaturación de los rellenos sanitarios municipales; aquellos cuyo contenido de sustancias que tenga características CRTIB y/o radioactivas, no superen los límites de concentración establecidos en la normativa ambiental que se expida para el efecto y para los cuales es necesario un manejo ambiental adecuado y mantener un control - monitoreo periódico y aquellos que se encuentran determinados en el listado nacional de desechos especiales. (Lorena Sánchez Rugel, 2015)

Según la Comunidad Autónoma de Madrid, los residuos especiales son materiales resultantes en toda actividad industrial que el productor destina al abandono y que no deben ser expulsados del recinto industrial por los colectores o cauces receptores junto con los efluentes líquidos, ni a la atmósfera junto con los efluentes gaseosos. Por lo tanto, son objeto de transporte al exterior

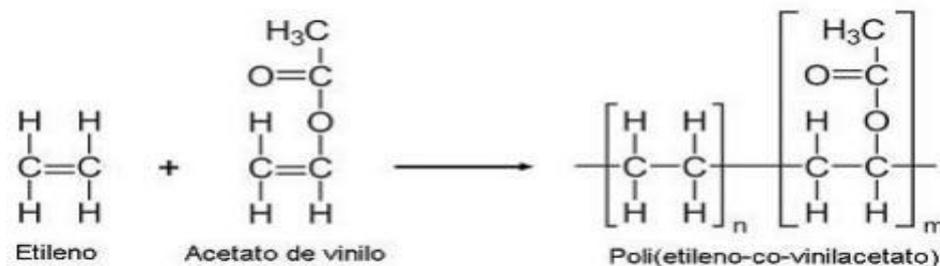
“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

por los medios pertinentes o bien de tratamiento específico en la propia industria" (Delgado^, 1995)

El residuo EVA es un copolímero compuesto de etileno más acetato de vinilo que presenta grupos polares en su estructura y sus características principales son su alta adhesión, su elasticidad y compatibilidad con otros polímeros como las ceras, resinas, cargas (Laura, Herrera, Jairy, & Guerrero, 2018)

La síntesis a nivel industrial del copolímero EVA se produce mediante la reacción a alta presión entre sus monómeros, el etileno y el acetato de vinilo (VA). La obtención de EVA por primera vez se remonta al año 1938 en los laboratorios de Dupont, en Estados Unidos, se dio únicamente a nivel experimental tomándose como referencia para la primera planta productora de EVA, surgida a principios del año 1960 (Laura et al., 2018)

Gráfico 1. Estructura EVA



Fuente: TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS. Etilenovinilacetato: Blog dedicado a los materiales plásticos, características, usos, fabricación, procesos de transformación y reciclado, 2012. {En línea} {23 mayo de 2018} Disponible en: <http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com.co/2012/06/etilvinilacetato-eva.html>

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

El acetato de vinilo (EVA) en el proceso de polimerización del etileno produce un copolímero con una cristalinidad más baja que la del homopolímero de etileno común, por lo cual, estas resinas representan baja cristalinidad con temperaturas de fusión y temperaturas de termo-sellado más baja, reduciendo la rigidez, resistencia a la tracción y dureza. También son más permeables al oxígeno, al vapor agua y al dióxido de carbono (Marcillo Proaño, Moreno Garrido, 2010)

A bajas temperaturas son más transparentes y flexibles teniendo mayor resistencia a la ruptura y al impacto. Por lo cual la industria automotriz traslada sus piezas vehiculares con el propósito de que el material absorba impactos (Marcillo Proaño, Moreno Garrido, 2010)

El EVA además de tener propiedades similares a los materiales de aislamiento térmico como los polímeros de poli estireno expandible, poliexpan, Icopor, etc; también presenta propiedades de aislamiento acústico pero por su difícil adquisición no se ha podido utilizar en ninguno de estos casos menos aun en sistemas de insonorizacion para minimizar ruido ambiental y ocupacional (Marcillo Proaño, Moreno Garrido, 2010)

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Tabla 1. *Propiedades típicas del Etil Vinil Acetato*

Propiedad	Norma	Unidad	Valor
Densidad	ISO 845	kg/m ³	33±5
Resistencia a la tracción	ISO 1798	kPa	>190
alargamiento	ISO 1798	%	>230
Resistencia a la compresión	ISO 3386/1	kPa	>12
deflexión 10%			>28
deflexión 25%			>70
deflexión 50%			
Remanencia a la compresión	ISO 1856		
22 h de carga, 23 °C			%
deflexión 25%			%
0.5 h tras descarga			≤20
24 h tras descarga		≤8	
Conductibilidad térmica	DIN 52612	W/mK	
a 10 °C			0,035
a 40 °C		0,039	
Ambito de temperatura de trabajo	ISO 2796	°C	-40/+55
Estabilidad Dimensional	ISO 2796	%	<5
Absorción de agua (28 días)	DIN 53428	%	≤3
Resistencia Eléctrica	DIN 60093	Ωcm	≥10E15
Dureza Shore	ISO 868	-	>23
Velocidad de combustión Horizontal	FMVSS-302	mm/min	<100

Fuente: MARIANO. Tecnología de los plásticos. Etilvinilacetato (EVA) [en línea] Buenos Aires,

2012. [consultado el 18 de mayo de 2014]. Disponible en internet:

<http://tecnologiadelosplasticos.blogspot.com/2012/06/etilvinilacetato-eva.html>

Además de la acumulación de residuos, el impacto ambiental entre los polímeros y el medio ambiente, la contaminación acústica es otra de las problemáticas a resolver. Se entiende por contaminación acústica la presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones que impliquen molestia, riesgo, o daño a las personas y el ambiente (José Francisco Alenza García, 2003).

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

Puesto que el ruido provoca perturbaciones, la Directiva 2002/49/CE define el ruido ambiental como el sonido exterior no deseado o nocivo generado por las actividades humanas, la Ley 37/2003, del 17 de noviembre del Ruido, regula la contaminación acústica que implique perturbaciones para el oído humano, daño hacia las personas en el desarrollo de sus actividades o para los bienes de cualquier naturaleza, incluso cuando su efecto sea perturbar el disfrute de los sonidos de origen natural, o que causen efectos significativos sobre el Ambiente (José Francisco Alenza García, 2003).

El creciente aumento del ruido es un problema para la salud ambiental por lo que se procura determinar los niveles de ruido de fuentes fijas. Las fuentes fijas son consideradas como un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir emisiones de ruido desde un inmueble que es emitido hacia el exterior, a través de las colindancias del predio, por el aire y/o por el suelo. La fuente fija puede encontrarse bajo la responsabilidad de una sola persona física o social (Oscar Darío Morales Zambrano, 2019).

El ruido ocupacional es uno de los contaminantes laborales más comunes. Gran cantidad de trabajadores y empleados se ven expuestos diariamente a niveles sonoros potencialmente peligrosos para su audición, además de sufrir otros efectos perjudiciales en su salud (Ganime, 1993).

Se entiende hasta el presente momento que un ruido de 80 dB (A) no provoca sordera para la mayoría de los individuos, siempre y cuando la duración de la exposición diaria no exceda las 16 horas, mientras que un ruido de 92 dB (A) puede causar sordera profesional a lo largo del tiempo, si la exposición del trabajador excede tres horas por día (da Silva, do, & Sauzo, 2010)

Entre los efectos que sufren las personas expuestas al ruido:

- Pérdida de capacidad auditiva.
- Acufenos.

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

- Interferencia en la comunicación.
- Malestar, estrés, nerviosismo.
- Trastornos del aparato digestivo.
- Efectos cardiovasculares.
- Disminución del rendimiento laboral.
- Incremento de accidentes.
- Cambios en el comportamiento social (da Silva et al., 2010)
- Existen dos factores que van a determinar el riesgo de exposición al ruido:
- Niveles de ruido
- Tiempo de Exposición (da Silva et al., 2010)

En el siguiente gráfico se muestran los límites recomendados de exposición al ruido en el Ecuador según el número de horas que se esté expuesto a niveles de ruido dispuesto en el Art 55. Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

No. de horas de exposición	Nivel del sonido en dB
8	85
4	90
2	95
1	100
0.25	110
0.125	115

Ilustración 1. Límites recomendados de exposición al ruido (Andrade & Marcillo, 2014)

Para la minimización de ruido se utilizan sistemas de insonorización. Este es el proceso mediante el cual se evita que las ondas de sonido se propaguen entre ciertos espacios, esta es realizada para evitar que se genere ruido en distintos medios y que el sonido generado quede ubicado específicamente en el lugar o área en la cual se busca que este se propague (C. Rougeron, 1977).

Materiales de aislamiento acústico más utilizados:

- **Poliuretano:** compuesto por azúcar y petróleo se comercializa como espuma con ventajas para su colocación, consiguiéndose un aislamiento ligero y económico. Actualmente preferido para techos o tabiques por su alta densidad, también se aplica en planchas para lograr un aislamiento acústico aéreo, entre sus múltiples usos (Frutos & Olaya, 2002).
- **Fibras Textiles:** considerado un producto reciclable de gran durabilidad, capacidad de absorción acústica y aislamiento térmico. Es diferente a las lanas minerales. Puede colocarse de forma adhesiva, clavado y atornillado porque se trata de un material polivalente utilizado en muros o techos (Luis, Pinzás, Ramón, & Chia, 2010).

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

- **Lana de vidrio:** absorben los sonidos y el ruido aéreo por sus excelentes condiciones, resisten al contacto con el fuego y son incombustibles las lanas minerales al no producir humos ni gases tóxicos (Luis et al., 2010)

Mientras que el aislamiento acústico se produce cuando las ondas de sonido alcanzan una superficie, la presión sonora produce vibración que es transferida al elemento donde la energía se transferirá a la cara opuesta del material según el tipo de material y sus características (C. Rougeron, 1977)

El objetivo de esta investigación estuvo enfocado a aprovechar el residuo de Etil vinyl acetato (EVA) para utilizar el material como insonorizante de ruido ambiental y ocupacional, a través de la determinación de su eficiencia al reducir sonidos emitidos al exterior.

Con este fin, se planteó la siguiente hipótesis: El EVA, al tener mayor densidad en comparación a los demás EVAs, tiene un mayor potencial insonorizante para atenuar ruido ambiental y ocupacional.

Metodología

Área de trabajo

Los residuos fueron provenientes por parte de la “empresa de reciclaje de material de empaque de industrias ensambladoras de vehículos” quienes entregaron los EVA mezclados de diferentes formas y colores. La experimentación se llevó a cabo en el laboratorio de procesos de la Universidad Internacional SEK

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

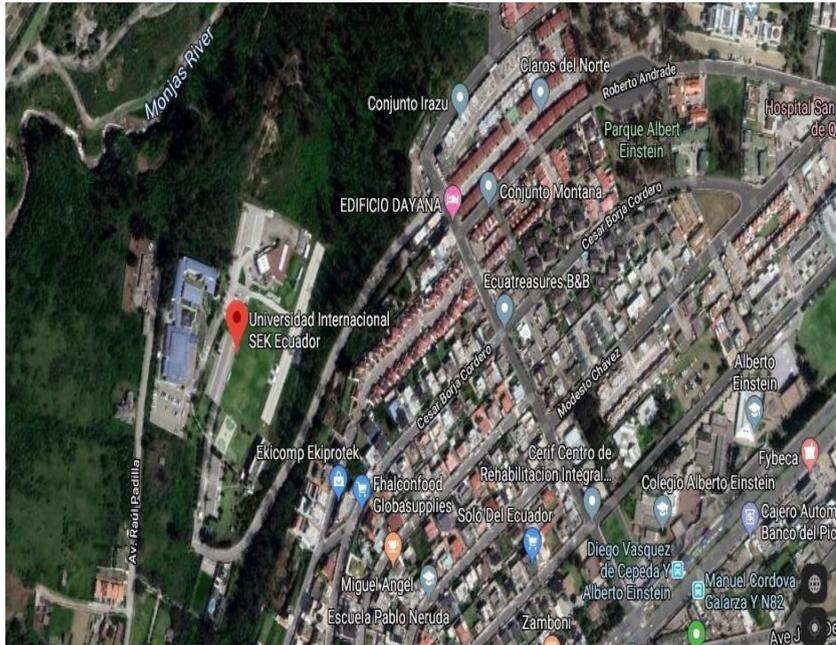


Ilustración 2. Área de trabajo

Para la medición de Ruido se utilizaron los siguientes materiales:

- Residuo industrial EVA (3) Residuo industrial EVA (2) Resido industrial EVA (1).

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”



Ilustración 3. Etil Vinil Acetato III; II; I

Fuente: Autor

- Caladora eléctrica
- Guantes anti corte
- Calibrador vernier
- Balanza analítica
- 4 cajas de madera (MDF)
- Pega (cemento de contacto)
- Silicona negra
- Parlante Riviera (RPB-2101)
- Trípode
- Sonómetro integrador clase 1:

El residuo Etil Vinil Acetato (EVA) comprobó experimentalmente la potencialidad de reducción de ruido en base a tres experiencias más un control, determinando las características del EVA más apropiadas para minimizar ruido ambiental y ocupacional sosteniblemente. Indicando la probabilidad de que el residuo reemplace al material comercial que existe en el

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

mercado para las industrias con emisiones de ruido en fuentes fijas reduciendo el costo del mismo.

En el laboratorio de la Universidad Internacional SEK se procedió a realizar el respectivo corte del material Etil Vinil Acetato (EVA) utilizando la caladora eléctrica usando los guantes anti corte para elaborar cortes más precisos del material y que estos logren su unión firmemente.

Se utilizó una balanza analítica para medir su masa en (g) así como también un calibrador Vernier para medir su largo, su ancho y su altura, datos que permitieron establecer el volumen en cm^3 y así obtener las densidades de los EVAs.

Posteriormente para la construcción de las planchas isonorizantes se clasificó el material de acuerdo a sus densidades y con cada especie se probó la capacidad isonorizante en cuatro cajas de madera (MDF) de 50 cm de largo, 50 cm de ancho y 25 cm de altura. En tres de estas se colocó una especie distinta de EVA, manteniéndose una caja de control vacía sin el material.



Ilustración 4. EVA III; II; I; caja MDF

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

El procedimiento de la medición se lo llevó a cabo con base a la normativa Ecuatoriana de medición de ruido para fuentes fijas establecida en el Acuerdo Ministerial 097 tabla 2.

Los niveles de presión sonora equivalente, NPSeq, expresados en decibeles, en ponderación con escala A no podrán exceder los valores máximos permisibles que se establecen en la siguiente tabla 3.

Tabla 2. *Límites Máximos permisibles para fuentes fijas (Acuerdo Ministerial 097A)*

TIPO DE ZONA SEGÚN USO DE SUELO	LÍMITES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	55	45
Zona Residencial	60	50
Zona Residencial mixta	65	55
Zona Comercial	65	55
Zona Comercial mixta	70	60
Zona Industrial	75	65
Zonas de Preservación de Hábitat	60	50

Los métodos de medición del nivel de presión sonora equivalente desde una fuente fija serán fijados acorde al acuerdo ministerial 097 donde debe realizar la medición de campo de forma continua o semicontinua, se registró 10 mediciones de ruido durante un minuto por cada monitoreo (AM 097,2015).

El micrófono del instrumento de medición estará ubicado a una altura entre 1,0 y 1,5 m del suelo, a una distancia de tres metros de la fuente emisora y estructuras que puedan reflejar el sonido (AM 097,2015).

El micrófono o el sonómetro se deben colocar apuntando a la fuente y girándolo en un ángulo de 45 grados (AM 097,2015).

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

Para determinar el nivel de presión sonora, el sonómetro integrador, tipo 1 proveerá los resultados automáticamente en dB(A) (AM 097,2015).



Fuente: Autor

Ilustración 5. Sonómetro integrador clase 1 y trípode

Posteriormente se realizó la medición con sonido grave y sonido agudo por parte del emisor acústico, en cada punto se practicaron diez (10) mediciones en decibelios ponderados (dBA) para el tipo de ruido residual (fondo), blanco (parlante), caja MDF sin material insonorizante, caja MDF con Etil Vinil Acetato 1, caja MDF con Etil Vinil Acetato 2, caja MDF con Etil Vinil Acetato 3 durante cinco días en intervalos de un minuto por medición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN:

Densidades Etil Vinil Acetato:

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Tabla 3. Densidad de EVA I

EVA1	MASA(gr)	largo(mm)	largo(cm)	ancho(mm)	ancho(cm)	altura(mm)	altura(cm)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)	
1	28,9	154,0	15,4	60,0	6,0	32,0	3,2	295,7	0,1	
2	20,6	101,9	10,2	70,0	7,0	31,0	3,1	221,1	0,1	
3	28,7	151,2	15,1	59,9	6,0	32,2	3,2	291,5	0,1	
4	20,2	100,0	10,0	69,8	7,0	30,9	3,1	215,3	0,1	
5	28,5	153,3	15,3	60,0	6,0	32,1	3,2	295,2	0,1	
6	20,7	105,2	10,5	69,7	7,0	30,8	3,1	225,3	0,1	
7	20,4	101,8	10,2	69,7	7,0	31,0	3,1	219,7	0,1	
8	27,2	146,0	14,6	60,0	6,0	32,0	3,2	280,3	0,1	
9	22,7	111,6	11,2	69,5	7,0	31,2	3,1	241,5	0,1	Densidad Promedio
10	27,9	149,2	14,9	60,0	6,0	32,0	3,2	286,5	0,1	0,10

Fuente: Autor

Tabla 4. Densidad de EVA II

EVA 2	MASA (g)	largo(mm)	largo (cm)	ancho(mm)	ancho (cm)	altura(mm)	altura (cm)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)	
1	96,0	175,9	17,6	107,7	10,8	39,0	3,9	738,8	0,1	
2	41,2	134,7	13,5	57,6	5,8	39,0	3,9	302,5	0,1	
3	48,4	143,0	14,3	65,2	6,5	39,8	4,0	371,1	0,1	
4	51,7	161,6	16,2	61,0	6,1	39,2	3,9	385,9	0,1	
5	22,2	62,5	6,3	62,6	6,3	39,2	3,9	153,2	0,1	
6	47,4	145,4	14,5	61,0	6,1	39,0	3,9	345,9	0,1	
7	41,8	128,0	12,8	63,7	6,4	39,2	3,9	319,6	0,1	
8	30,2	81,0	8,1	61,4	6,1	39,3	3,9	195,5	0,2	
9	27,3	76,6	7,7	59,7	6,0	39,4	3,9	180,2	0,2	Densidad Promedio
10	30,3	82,6	8,3	72,7	7,3	38,7	3,9	232,4	0,1	0,13

Fuente: Autor

Tabla 5. Densidad de EVA III

MASA (g)	largo(mm)	largo(cm)	ancho (mm)	ancho (cm)	altura(mm)	altura (cm)	VOLUMEN (cm ³)	DENSIDAD (g/cm ³)
50,9	152,7	15,3	70,0	7,0	30,0	3,0	320,7	0,2
49,3	147,8	14,8	70,3	7,0	30,0	3,0	311,7	0,2
63,1	151,6	15,2	85,2	8,5	32,2	3,2	415,3	0,2
55,7	143,9	14,4	79,9	8,0	30,2	3,0	347,1	0,2
58,6	148,0	14,8	80,5	8,1	32,7	3,3	389,6	0,2
46,6	120,6	12,1	80,0	8,0	30,2	3,0	291,8	0,2

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

MASA (g)	largo(mm)	largo(cm)	ancho (mm)	ancho (cm)	altura(mm)	altura (cm)	VOLUMEN (cm³)	DENSIDAD (g/cm³)	
46,7	121,6	12,2	81,0	8,1	30,3	3,0	298,3	0,2	
52,4	141,9	14,2	79,3	7,9	30,0	3,0	337,6	0,2	
47,4	116,0	11,6	85,3	8,5	30,5	3,0	301,1	0,2	Densidad Promedio
36,5	119,7	12,0	70,2	7,0	29,3	2,9	246,2	0,1	0,16

Fuente: Autor

Luego de obtener los resultados de la densidad y haber clasificado los materiales, en la tabla 1 se observa el monitoreo de ruido con sonido grave de los distintos tipos de ruido en el cual obtuvimos el nivel de presión sonora equivalente aplicando la ecuación 1

$$NPSeq = 10 * \log * \sum (Pi) 10^{\frac{NPSi}{10}}$$

Ecuación 1. Nivel de presión sonora equivalente (AM097,2015)

Tabla 5. Monitoreo de ruido con sonido grave

SONIDO 1: grave						
TIPO DE MEDICIÓN:	RESIDUAL	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3
MEDICION	1 DE 5					
UBICACIÓN:	LABORATORIO PROCESOS UISEK					
MONITOREADO POR:	KABIR MOSCOSO					

Fuente: Autor

Tabla 6. Nivel de presión sonora Ruido Grave.

Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción * 10 ^{NPSi/10}
63,1	60	0,1	6,31	2041737,9	204173,7945
62,9	60	0,1	6,29	1949844,6	194984,46

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
62,6	60	0,1	6,26	1819700,9	181970,0859
62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
62,7	60	0,1	6,27	1862087,1	186208,7137
62,7	60	0,1	6,27	1862087,1	186208,7137
62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
62,7	60	0,1	6,27	1862087,1	186208,7137
Σ	600			Σ	1901938,768
				Log	6,28
				NPSeq	62,8

Fuente: Autor

Datos con los cuales se promediará los valores obtenidos utilizando las fórmulas de ponderación de ruido establecidas en la normativa ecuatoriana, y se procederá a su corrección en base al ruido residual.

$$K = -10 \log (1-10^{-0.1\Delta L})$$

Ecuación 2. Corrección de ruido residual, (AM 097, 2015)

Tabla 7. Nivel de presión sonora corregido

Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
63,1	60	0,1	6,31	2041737,9	204173,7945
62,9	60	0,1	6,29	1949844,6	194984,46
62,6	60	0,1	6,26	1819700,9	181970,0859
62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
62,7	60	0,1	6,27	1862087,1	186208,7137
62,7	60	0,1	6,27	1862087,1	186208,7137

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
62,7	60	0,1	6,27	1862087,1	186208,7137
Σ	600			Σ	1901938,768
				Log	6,28
				NPSeq	62,8
				ΔL	14,6
				0.1ΔL	1,461796323
				$10 \exp 0.1\Delta L$	0,034530564
				$\log (1-10-0.1\Delta L)$	-0,01526147
				K	0,152614704
				v	62,6

Fuente: Autor

En la tabla 7 se puede observar el nivel de presión sonora equivalente corregido del Etil Vinil Acetato III el cual resultó más eficiente insonorizando ruido grave y durante cinco días se obtuvieron los siguientes valores de nivel de presión sonora equivalente tabla 8.

Tabla 8. Nivel de presión sonora equivalente corregido durante 5 días de medición.

	GRAVE					
	Residual	Blanco	Sin EVA	EVA1	EVA 2	EVA3
NPSeq 1	48,2	79,6	69,7	64,5	63,3	62,6
NPSeq 2	47,9	79,7	68,2	65,8	63	62,2
NPSeq 3	52	81,4	69,7	66,1	63,6	62,3
NPSeq 4	56,1	80,3	71,7	66	63	61
NPSeq 5	57,2	80,1	72,2	65,8	62,5	60,5

Fuente: Autor

De la misma forma se obtuvieron los valores correspondientes de presión sonora corregidos para todos los tipos de ruido con sonido agudo. En el ejemplo anterior se mostró el primer día

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

del ruido grave con la caja MDF y el material Etil Vinil Acetato número tres el cual resultó más apto para insonorizar ruido ambiental y ocupacional, a continuación en la tabla 9 se muestra el nivel de presión sonora del ruido agudo del primer día de la caja MDF con el material Etil Vinil Acetato número uno.

Tabla 9. Monitoreo de ruido con sonido agudo.

SONIDO 2: AGUDO						
TIPO DE MEDICIÓN:	RESIDUA L	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3
MEDICION	1 DE 5					
UBICACIÓN:	LABORATORIO PROCESOS UISEK					
MONITOREADO POR:	KABIR MOSCOSO					

Tabla 10. Nivel de presión sonora Ruido Agudo.

DETERMINACIÓN	Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
1	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
2	61,3	60	0,1	6,13	1348962,9	134896,2883
3	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
4	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
5	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
6	61,1	60	0,1	6,11	1288249,6	128824,9552
7	61,1	60	0,1	6,11	1288249,6	128824,9552
8	61,3	60	0,1	6,13	1348962,9	134896,2883
9	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
10	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
600					Σ	1318396,53
					Log	6,12
					NPS_{eq}	61,2

Fuente: Autor

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Tabla 11. Nivel de presión sonora corregido

DETERMINACIÓN	Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	$10^{NPSi/10}$	Pi Fracción* $10^{NPSi/10}$
1	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
2	61,3	60	0,1	6,13	1348962,9	134896,2883
3	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
4	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
5	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
6	61,1	60	0,1	6,11	1288249,6	128824,9552
7	61,1	60	0,1	6,11	1288249,6	128824,9552
8	61,3	60	0,1	6,13	1348962,9	134896,2883
9	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
10	61,2	60	0,1	6,12	1318256,7	131825,6739
Σ		600			Σ	1318396,53
					Log	6,12
					NPSeq	61,2
					ΔL	5,6
					$0.1\Delta L$	0,56494846
					$10 \exp 0.1\Delta L$	0,272302445
					$\log (1-10-0.1\Delta L)$	-0,138049084
					K	1,380490841
					NPSeq ©	59,8

Fuente: Autor

En la tabla 11 se puede observar la presión sonora corregida durante los cinco días medición con sonido agudo con el cual obtuvimos los siguientes valores:

Tabla 12. Nivel de presión sonora equivalente corregido durante 5 días de medición.

	AGUDO					
	Residual	Blanco	Sin EVA	EVA1	EVA 2	EVA3
NPSeq 1	48,2	79,6	69,7	64,5	63,3	62,6
NPSeq 2	55,7	85,2	63,9	60,3	60,3	57,4
NPSeq 3	55,6	84,6	64,7	59,9	60,3	57,2
NPSeq 4	55,6	84,4	64,8	59,8	60,4	57,3
NPSeq 5	55,5	84,5	64,8	59,9	60,4	57,5

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Fuente: Autor

Posteriormente se realizó una prueba estadística de análisis de varianza (ANOVA), el análisis de la varianza permite contrastar la hipótesis nula de que las medias de K poblaciones ($K > 2$) son iguales, frente a la hipótesis alternativa de que por lo menos una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado. Este contraste es fundamental en el análisis de resultados experimentales, en los que interesa comparar los resultados de K 'tratamientos' o 'factores' con respecto a la variable dependiente o de interés con un nivel de significancia del 5%.

ANOVA

Tabla 13. Ruido con sonido grave:

	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3
NPSeq1	79,6	69,7	64,5	63,3	62,6
NPSeq2	79,7	68,2	65,8	63	62,2
NPSeq3	81,4	69,7	66,1	63,6	62,3
NPSeq4	80,3	71,7	66	63	61
NPSeq5	80,1	72,2	65,8	62,5	60,5

Fuente: Autor

Tabla 14. Características Análisis de Varianza

Características	
Factor	EVA
Tratamiento	Tipos de EVA
Unidad Experimental	Ruido
Variable Respuesta	Potencial <u>insonorizante</u> dB
Nivel de significancia	5%
Modelo Matemático	<u>$X_{ij} = \mu + \alpha_j + \epsilon_{ij}$</u>

Fuente: Autor

Se parte con la formulación de una hipótesis nula y una alternativa para comprobar si existe diferencia significativa con el potencial isonorizante de cada uno de los materiales EVA.

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

HIPOTESIS

- **Hipótesis H0**

Ho= El potencial isonorizante para atenuar el ruido ambiental y ocupacional es igual con cada tipo de EVA; No existe diferencia significativa en el potencial isonorizante para atenuar el ruido ambiental y ocupacional, debido a los diferentes tipos de EVAs.

Ho: $\alpha_j=0$

- **Hipótesis Ha**

H₁= El potencial isonorizante para atenuar el ruido ambiental y ocupacional es diferente con cada tipo de EVA; Existe diferencia significativa en el potencial isonorizante para atenuar el ruido ambiental y ocupacional, debido a los diferentes tipos de EVA.

Ha: $\alpha_j \neq 0$

CRITERIO DE DECISIÓN

Se rechaza Ho si:

$F_c \geq F_t \alpha, v_1, v_2$

CÁLCULOS

Tabla 15. Promedio aritmético ruido grave

	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3	
NPSeq1	79,6	69,7	64,5	63,3	62,6	
NPSeq2	79,7	68,2	65,8	63	62,2	
NPSeq3	81,4	69,7	66,1	63,6	62,3	
NPSeq4	80,3	71,7	66	63	61	
NPSeq5	80,1	72,2	65,8	62,5	60,5	SUMA
SUMA	401,1	351,5	328,2	315,4	308,6	1704,8
	80,22	70,3	65,64	63,08	61,72	

Fuente: Autor

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Tabla 16. Número de observaciones al cuadrado

X ² _{ij}					
BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3	
6336,16	4858,09	4160,25	4006,89	3918,76	
6352,09	4651,24	4329,64	3969	3868,84	
6625,96	4858,09	4369,21	4044,96	3881,29	
6448,09	5140,89	4356	3969	3721	
6416,01	5212,84	4329,64	3906,25	3660,25	SUMA
32178,31	24721,15	21544,74	19896,1	19050,14	117390,44

Fuente: Autor

SCT= 1136,7184

SCE= 1118,2424

SCR= 18,476

SCT= 1136,7184

ESTADISTICO DE PRUEBA

$$F_c = \frac{CME}{CMR}$$

$$F_c = \frac{279,6202}{0,9238}$$

Tabla 17. Análisis de varianza

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Tratamientos	1118,2424	4	279,5606	302,620264	1,3947E-17	2,8660814
Residual	18,476	20	0,9238			
Total	1136,7184	24				

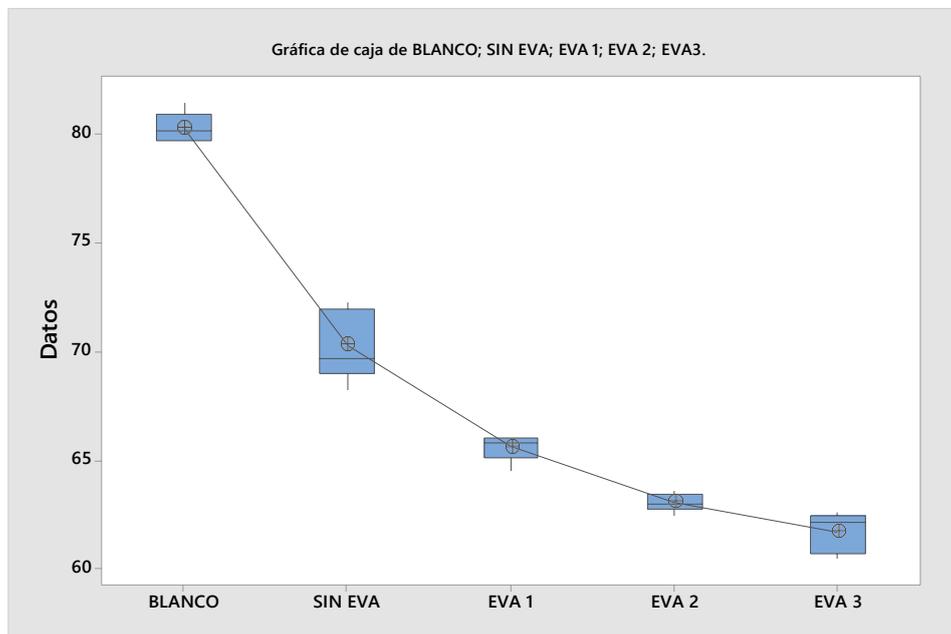
Fuente: Autor

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

Criterio de decisión

$302,6202 > 2,866$, por lo tanto se rechaza H_0 ; el potencial insonorizante para atenuar el ruido ambiental y ocupacional es diferente con cada tipo de EVA; Existe diferencia significativa en el potencial insonorizante para atenuar el ruido ambiental y ocupacional, debido a los tipos de EVA.

Ilustración 6. Diagrama de caja



Fuente: Autor

En la ilustración 6 de caja de datos se observa el comportamiento de los diferentes tratamientos con respecto a la variable respuesta (ruido en decibeles), los promedios del EVA 2 con respecto al EVA 3 son casi similares; mientras que la media del blanco y caja es muy elevada con respecto a los demás.

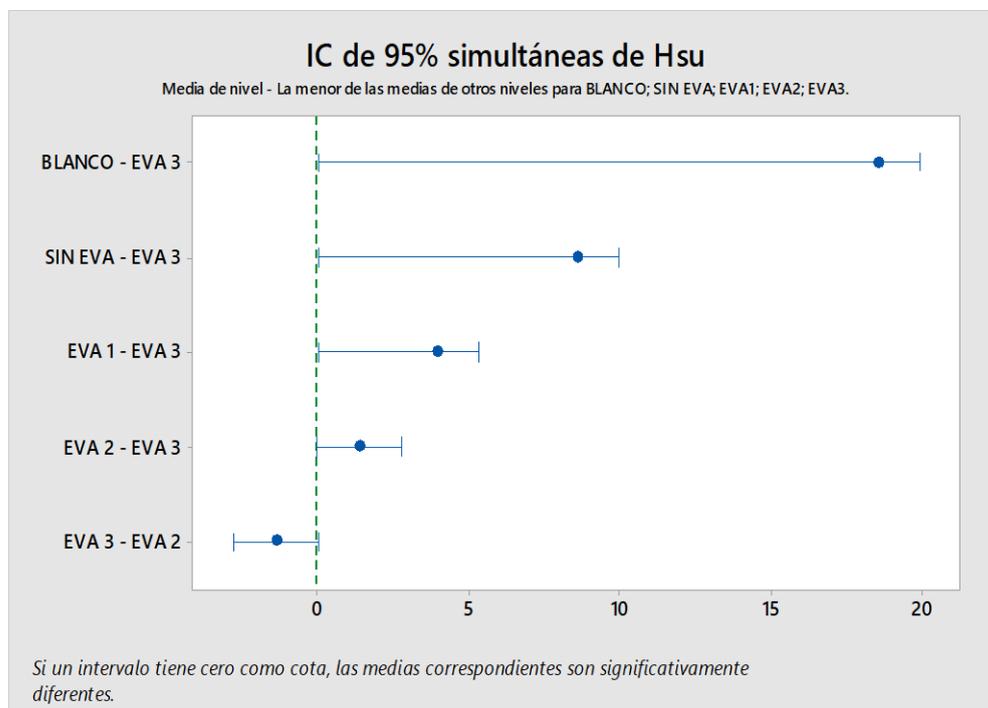
También se realizó la prueba con el método MCB de Hsu es un método de comparaciones, compara cada grupo con el grupo con la media más grande o la media más pequeña, en este caso comparó la media más pequeña ya que hablamos de que el material más eficiente

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

representará reducción de los decibelios para minimizar ruido ocupacional y ambiental. Controla el intervalo de confianza simultáneo diseñado para identificar los mejores niveles de los factores, los que son insignificamente diferentes del mejor y los que son significativamente diferentes del mejor.

Podemos observar que en la comparación del material EVA III – EVA II este par de medias se encuentra posicionado a lado izquierdo de la cota del 0, lo cual nos indica que son insignificamente diferentes del mejor por que buscamos la media más pequeña como eficiente. En la comparación EVA II – EVA III podemos observar que igualmente es la más cercana a la cota del 0 pero se encuentra posicionada al lado izquierdo, estas dos comparaciones reflejan ser insignificamente diferentes del mejor, dando una mayor Eficiencia al EVA III por mínima diferencia.

Ilustración 7. Método de comparaciones HSU



Fuente: Autor

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

El mismo procedimiento se aplicó para determinar estadísticamente la diferencia significativa con el ruido de sonido agudo.

Tabla 18. Promedio aritmético ruido Agudo

	AGUDO					
	Residual	Blanco	Sin EVA	EVA1	EVA 2	EVA3
NPSeq 1	48,2	79,6	69,7	64,5	63,3	62,6
NPSeq 2	55,7	85,2	63,9	60,3	60,3	57,4
NPSeq 3	55,6	84,6	64,7	59,9	60,3	57,2
NPSeq 4	55,6	84,4	64,8	59,8	60,4	57,3
NPSeq 5	55,5	84,5	64,8	59,9	60,4	57,5

Fuente: Autor

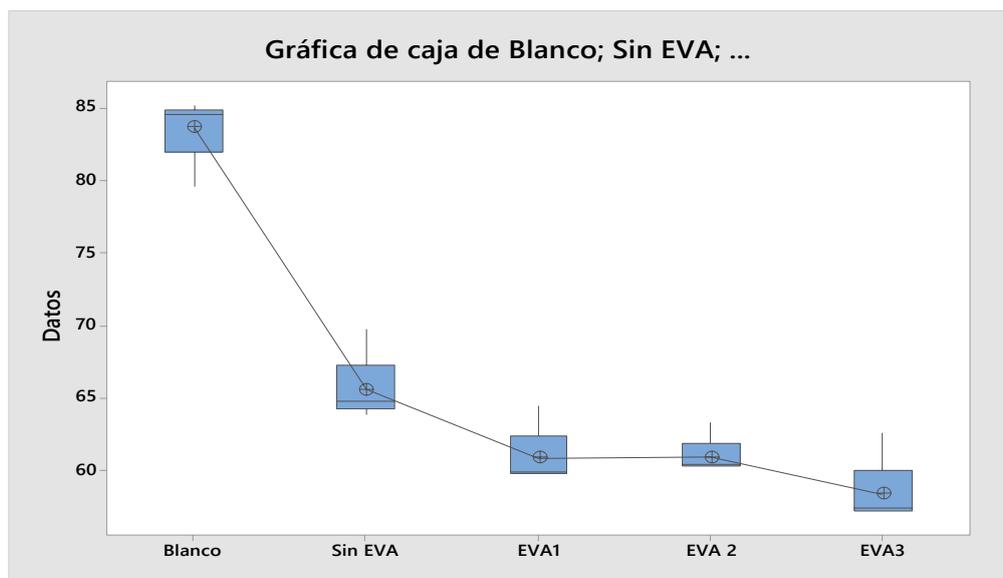
Tabla 19. Análisis de Varianza

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	134,72	44,907	10,66	0,000
Error	16	67,39	4,212		
Total	19	202,11			

Fuente: Autor

Ilustración 8. Diagrama de caja

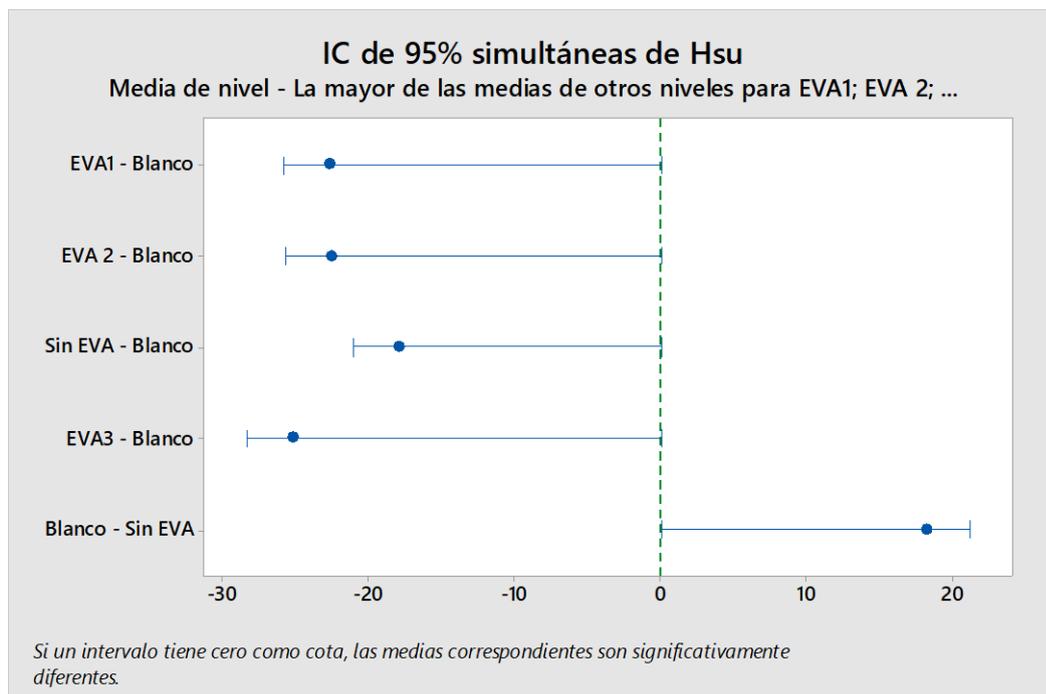


Fuente: Autor

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

En la ilustración 8 de caja se observa que el comportamiento de los diferentes tratamientos con respecto a la variable respuesta (ruido en decibeles), los promedios del EVA 1 con respecto al EVA 2 son casi similares; mientras que la media del blanco y caja es muy elevada con respecto a los demás.

Ilustración 9. Método de comparaciones Hsu



Fuente: Autor

En la prueba con el método MCB de Hsu en las múltiples comparaciones se observa que la media más pequeña sigue siendo la del Etil Vinil Acetato III, y que el EVA I y II poseen casi la misma eficiencia diferenciándose por mínimos decimales a favor del EVA I en la experiencia con el ruido agudo.

Con los valores obtenidos de la densidad para cada material residual se estimó el volumen que se puede disminuir en el relleno sanitario al reutilizar este residuo industrial Eva que eficazmente funciona como material insonorizante de ruido ocupacional y ambiental.

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

Densidad EVA I: 0,10 g/cm³-----100kg/m³

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Ecuación 3. Densidad

Se despejó el volumen para multiplicar su densidad por 1000 kg suponiendo que se reutilizaría una tonelada de este material para insonorizar cualquier tipo de ruido.

Densidad EVA 1

$$V=1000\text{kg/m}^3 \div 100\text{kg/m}^3 = 10 \text{ m}^3$$

Reduciendo la acumulación de este polímero en el relleno sanitario en 10 metros cúbicos por cada tonelada reutilizada

Densidad EVA 2: 0,13g/cm³----- 130 kg/m³

$$V=1000\text{kg/m}^3 \div 130\text{kg/m}^3 = 7,69 \text{ m}^3$$

Reduciendo la acumulación de este polímero en el relleno sanitario de 7,69 metros cúbicos por cada tonelada reutilizada

Densidad EVA 3: 0,16g/cm³----- 160kg/m³

$$V=1000\text{kg/m}^3 \div 160\text{kg/m}^3 = 6,25 \text{ m}^3$$

Reduciendo la acumulación de este polímero en el relleno sanitario en 6,25 metros cúbicos por cada tonelada reutilizada.

En la tabla 6 de ruido con sonido grave en el primer día de medición se puede observar que el nivel de presión sonora no posee mayor diferencia con el valor obtenido aplicando la corrección del ruido residual, lo cual indica que se llevó a cabo una buena medición dentro de los parámetros establecidos, aunque también se puede observar que en los días restantes existió una pequeña diferencia con los valores obtenidos haciendo el promedio con el factor de

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

corrección de ruido residual, los cuales proporcionaron datos más reales, comprobando así la eficiencia con los distintos residuos industriales de Etil Vinil Acetato.

Durante los cinco días de medición se pudo comprobar una diferencia entre el ruido de fondo y el blanco (parlante), debido a las distintas actividades realizadas por los estudiantes de la universidad SEK en el laboratorio de procesos como la utilización de autoclave, motores de bioreactores, etc. Lo cual evidenciaba un incremento en los decibelios en los demás días.

Se puede observar que a pesar de la diferencia de nivel de presión sonora corregido en la experimentación con los tipos de ruido y material utilizado, la caja MDF con EVA I, II,II demostró obtener buen potencial isonorizante, minimizando ruido ambiental y ocupacional eficientemente.

Se puede observar en el gráfico de ruido con sonido agudo un incremento que supera los 80 dB(A) de ruido de fondo con el blanco (parlante) encendido desde el primer día de monitoreo aunque también existió una variación con respecto a los demás días por las actividades de los estudiantes en el laboratorio de procesos.

El ruido con sonido agudo es el que provoca perturbación hacia las personas con mayor significancia y el residuo industrial Etil Vinil Acetato I resultó ser eficiente al reducir decibelios de ruido agudo siendo el material con menor densidad de todos.

Se puede observar que los valores de insonorización del residuo industrial EVA I es más eficiente que el residuo industrial número II a pesar que su densidad es menor, sin embargo no supera la eficiencia del material con mayor densidad EVA III aunque su diferencia es mínima.

El poliuretano con espesores de 2 a 3 cm con una densidad de 30 kg/m³ tiene un aislamiento acústico en reducción sonora entre 9 a 15 dB(A) mientras que la lana de vidrio con una densidad de 10 kg/m³ con un espesor de 2 cm representa un aislamiento acústico de 39,8 dB(A).

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

La evaluación de un material como bueno o malo aislante de ruido radica en la característica de ruido que se desea aislar, Los materiales absorbentes basados en fibras textiles (napas) permiten aislamientos acústicos entre 20 dB a 30 dB para intensidades de sonidos entre 100 a 120 dB con una densidad de $6,1 \text{ kg/m}^3$ (Luis et al., 2010), mientras si observamos el EVA III podemos decir que posee un aislamiento acústico entre 10 a 20 dB(A) por lo que redujo 79,6 dB(A) del blanco(parlante) a 62,6 dB(A), se ve que no poseen diferencia significativa pero se toma en cuenta la densidad que es determinante ya que a mayor densidad y espesor existe mayor absorción de ruido, EVA II tiene una densidad de $0,16 \text{ g/cm}^3$ y espesor de 3,5 cm, por lo que a mayor densidad podría igualar y hasta superar la eficiencia de los demás.

Conclusiones:

El residuo industrial Etil Vinil Acetato I,II,III evidentemente posee un potencial isonorizante efectivo para disminuir ruido ocupacional y ambiental sosteniblemente, por lo cual se determina como material eficiente en su reutilización impactando positivamente con el ambiente, disminuyendo el volumen de residuos en el relleno sanitario.

El residuo industrial Etil Vinil Acetato III, mediante el promedio logarítmico, demostró obtener un potencial isonorizante superior en comparación a los demás residuos EVA, es el material con mayor densidad $0,16 \text{ g/cm}^3$, por lo que demuestra tener mayor eficiencia para disminuir ruido con sonido industrial grave, por lo tanto, es más efectiva su reutilización.

A pesar de que los tres materiales comprobaron tener un potencial isonorizante significativo para su propia reutilización, el EVA III, resultó ser el material más eficiente en la experiencia durante los cinco días de prueba para ruido industrial con sonido grave, demostrando una eficiencia mayor a la exposición de ruido ocupacional, logrando disminuir los decibelios notablemente y cumplir con la normativa vigente, evitando la contaminación acústica y las

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

afectaciones a la salud hacia los trabajadores y empleados por la exposición a altos niveles de ruido.

El Residuo experimental EVA I, con menor densidad resultó ser más eficiente para disminuir ruido con sonido agudo en comparación al EVA II determinando su densidad como el factor apropiado para minimizar ruido ocupacional y ambiental con exposición a ruido agudo, su nivel de presión sonora corregido fue de 59,8 dB(A) mientras que el EVA II obtuvo un valor de 60,4 dB(A), por lo tanto se concluye que el EVA 1 es el material más conveniente para ser reducido en el relleno sanitario al aprovecharlo como material isonorizante para ruido agudo, pues aunque no supere el valor de nivel de presión sonora corregido del EVA III de 57,3, indica una mayor reducción en volumen al tener la menor densidad.

El volumen de polímeros que se reduce en el relleno sanitario al reutilizar este residuo representa 10 m³ si se reutiliza 1000 kg de EVA I, 7,69 m³ con la reutilización de 1000 kg de EVA II y con EVA III se disminuye la acumulación en un volumen de 6,25 m³, impactando positivamente, actuando en contra del deterioro ambiental por la acumulación o incineración de estos materiales e igualmente, previniendo contaminación acústica, atenuando ruido ocupacional y ambiental.

Se recomienda la reutilización de estos residuos Industriales para cualquier tipo de industria en especial las industrias que se encuentran en el sector costero ya que al poseer propiedades de aislamiento térmico y acústico, las fabricas hieleras podrían beneficiarse de este material no solo económicamente sino industrialmente.

Una mejora en la construcción de las planchas isonorizantes es uno de los factores más importantes para que se logren compactar efectivamente y no exista filtración de ruido resultando una eficiencia superior por parte de los materiales.

“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”

Para las mediciones de nivel de presión sonora utilizando el sonómetro se recomienda evitar que los valores de ruido de fondo varíen en el transcurso de los días de medición para que esto no afecte al ruido original de fondo o con los materiales experimentados, por lo que se requiere absoluto silencio al momento de la toma de valores en su debido intervalo de tiempo.

Se recomienda utilizar el material (EVA I, II, III) más apropiado para insonorizar ruido ocupacional y ambiental en dependencia del tipo de ruido al que el empleado o trabajador se encuentre expuesto para así lograr una mejor eficiencia.

Literatura citada:

C. Rougeron. (1977). Aislamiento Acustico y Termico en la Construccion - Claude Rougeron

- Google Libros. Retrieved March 3, 2020, from

[https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=l62bH8f9AJYC&oi=fnd&pg=PR9&dq=\(](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=l62bH8f9AJYC&oi=fnd&pg=PR9&dq=(ROUGERON,+1977).&ots=8cBrjQNUpG&sig=A_C9-)

[ROUGERON,+1977\).&ots=8cBrjQNUpG&sig=A_C9-](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=l62bH8f9AJYC&oi=fnd&pg=PR9&dq=(ROUGERON,+1977).&ots=8cBrjQNUpG&sig=A_C9-PMFbZS1nsnUAH_Xm4qHIaU#v=onepage&q=(ROUGERON%2C%201977).&f=false)

da Silva, A., do, M. C., & Sauzo, V. (2010). *Enfermería Global EL RUIDO COMO RIESGO LABORAL: UNA REVISIÓN DE LA LITERATURA O RUÍDO COMO UM DOS RISCOS OCUPACIONAIS: UMA REVISÃO DE LITERATURA.*

Delgado^, M. G. (1995). *EL ESTUDIO DE LOS RESIDUOS: DEFINICIONES,*

TIPOLOGÍAS, GESTIÓN Y TRATAMIENTO^. Retrieved from

<http://hdl.handle.net/10017/1037>

Frutos, B., & Olaya, M. (2002). Contribución al aislamiento acústico de proyecciones de espuma rígida de poliuretano. In *Revista de Acústica.*

José Francisco Alenza García. (2003). *LA NUEVA ESTRATEGIA... JOSÉ FRANCISCO*

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

*ALENZA GARCÍA LA NUEVA ESTRATEGIA CONTRA LA CONTAMINACIÓN
ACÚSTICA Y EL RUIDO AMBIENTAL.*

Laura, S. A., Herrera, V., Jairy, C., & Guerrero, M. P. (2018). *EVALUACIÓN DE LA
MEZCLA DE ETILENO VINIL ACETATO (EVA) CON CAUCHO NATURAL O
SINTÉTICO, PARA LA INCORPORACIÓN EN LA FORMULACIÓN DE SUELAS Y
CINTAS DE CALZADO DE LA COMPAÑÍA CROYDON COLOMBIA*. Retrieved from
<http://hdl.handle.net/20.500.11839/6941>

Lorena Sánchez Rugel. (2015). *ACUERDO NO. 061 REFORMA DEL LIBRO VI DEL
TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA* (ING. HUGO DEL POZO
BARREZUETA & DIRECTOR, Eds.). <https://doi.org/www.registroficial.gob.ec>

Luis, J., Pinzás, C., Ramón, A., & Chia, V. (2010). *Diseño y desarrollo de nuevos materiales
textiles para el aislamiento y acondicionamiento acústico*. Retrieved from
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81619989012>

Marcillo Proaño, Moreno Garrido, F. A. W. A. (2010). Escuela politécnica nacional. *Diseño y
Construcción de Una Matriz Para Fabricar Material Didáctico En Goma E.V.A. (Etil
Vinil Acetato)*.

Oscar Darío Morales Zambrano. (2019). *“LA EFICACIA JURÍDICA DE LA ORDENANZA
PARA LA PROTECCIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL, LA CONTAMINACIÓN POR
RUIDO GENERADA POR FUENTES FIJAS Y MÓVILES DEL CANTÓN IBARRA –
ECUADOR”*. Ibarra.

Agradecimientos

A la empresa de reciclaje de material de empaque de industrias ensambladoras de vehículos por proveer el material para la experimentación del estudio.

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

A Katty Coral, por aportar al desarrollo de la investigación con todos sus conocimientos y experiencia en materia ambiental.

A la Universidad Internacional SEK y los profesores que la conforman, ya que sin su profesionalismo los estudios no fuesen una realidad.

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

ANEXOS:

ANEXO 1. CALCULOS

SONIDO 1: grave						
TIPO DE MEDICIÓN:	RESIDUAL	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3
MEDICIÓN	1 DE 5					
UBICACIÓN:	LABORATORIO PROCESOS UISEK					
MONITOREADO POR:	KABIR MOSCOSO					

DETERMINACIÓN	FECHA	HORA	Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}	
1			43,9	60	0,1	4,39	24547,1	2454,708916	
2			45,1	60	0,1	4,51	32359,4	3235,936569	
3			44,7	60	0,1	4,47	29512,1	2951,209227	
4			44,3	60	0,1	4,43	26915,3	2691,534804	
5			44,2	60	0,1	4,42	26302,7	2630,267992	
6			44,2	60	0,1	4,42	26302,7	2630,267992	
7			55,7	60	0,1	5,57	371535,2	37153,52291	
8			44,2	60	0,1	4,42	26302,7	2630,267992	
9			45,8	60	0,1	4,58	38018,9	3801,893963	
10			47,4	60	0,1	4,74	54954,1	5495,408739	
							600		
								Σ	65675,0191
								Log	4,82
								NPSeq	48,2

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

SONIDO 1: grave						
TIPO DE MEDICIÓN:	RESIDUAL	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3
MEDICION	1 DE 5					
UBICACIÓN:	LABORATORIO PROCESOS UISEK					
MONITOREADO POR:	KABIR MOSCOSO					

DETERMINACIÓN	FECHA	HORA	Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
1			79,2	60	0,1	7,92	83176377,1	8317637,711
2			79,3	60	0,1	7,93	85113803,8	8511380,382
3			79,4	60	0,1	7,94	87096359,0	8709635,9
4			79,4	60	0,1	7,94	87096359,0	8709635,9
5			79,5	60	0,1	7,95	89125093,8	8912509,381
6			79,5	60	0,1	7,95	89125093,8	8912509,381
7			79,7	60	0,1	7,97	93325430,1	9332543,008
8			79,9	60	0,1	7,99	97723722,1	9772372,21
9			79,8	60	0,1	7,98	95499258,6	9549925,86
10			79,8	60	0,1	7,98	95499258,6	9549925,86

600

Σ	90278075,59
Log	7,96
NPSeq	79,6
ΔL	31,4
0.1ΔL	3,138182085
10 exp 0.1ΔL	0,000727475
log (1-10-0.1ΔL)	-
K	0,003160532
NPSeq ©	79,6

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

SONIDO 1: grave						
TIPO DE MEDICIÓN:	RESIDUAL	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3
MEDICION	1 DE 5					
UBICACIÓN:	LABORATORIO PROCESOS UISEK					
MONITOREADO POR:	KABIR MOSCOSO					

DETERMINACIÓN	FECHA	HORA	Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSI/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
1			71,5	60	0,1	7,15	14125375,4	1412537,545
2			69,1	60	0,1	6,91	8128305,2	812830,5162
3			69,6	60	0,1	6,96	9120108,4	912010,8394
4			69,4	60	0,1	6,94	8709635,9	870963,59
5			69,4	60	0,1	6,94	8709635,9	870963,59
6			69,5	60	0,1	6,95	8912509,4	891250,9381
7			69,3	60	0,1	6,93	8511380,4	851138,0382
8			69,7	60	0,1	6,97	9332543,0	933254,3008
9			69,8	60	0,1	6,98	9549925,9	954992,586
10			69,6	60	0,1	6,96	9120108,4	912010,8394

600

Σ	9421952,783
Log	6,97
NPSeq	69,7
ΔL	21,6
0.1ΔL	2,156740716
10 exp 0.1ΔL	0,006970425
log (1-10- 0.1ΔL)	- 0,003037817
K	0,030378171
NPSeq ©	69,7

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

SONIDO 1: grave						
TIPO DE MEDICIÓN:	RESIDUAL	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3
MEDICION	1 DE 5					
UBICACIÓN:	LABORATORIO PROCESOS UISEK					
MONITOREADO POR:	KABIR MOSCOSO					

DETERMINACIÓN	FECHA	HORA	Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
1			64,9	60	0,1	6,49	3090295,4	309029,5433
2			64,5	60	0,1	6,45	2818382,9	281838,2931
3			64,4	60	0,1	6,44	2754228,7	275422,8703
4			64,3	60	0,1	6,43	2691534,8	269153,4804
5			64,6	60	0,1	6,46	2884031,5	288403,1503
6			64,0	60	0,1	6,40	2511886,4	251188,6432
7			64,0	60	0,1	6,40	2511886,4	251188,6432
8			64,4	60	0,1	6,44	2754228,7	275422,8703
9			65,8	60	0,1	6,58	3801894,0	380189,3963
10			64,6	60	0,1	6,46	2884031,5	288403,1503

600

Σ	2870240,041
Log	6,46
NPSeq	64,6
ΔL	16,4
0.1ΔL	1,640518011
10 exp 0.1ΔL	0,022881368
log (1-10-0.1ΔL)	-
K	0,100527055
NPSeq ©	64,5

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

SONIDO 1: grave						
TIPO DE MEDICIÓN:	RESIDUAL	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3
MEDICION	1 DE 5					
UBICACIÓN:	LABORATORIO PROCESOS UISEK					
MONITOREADO POR:	KABIR MOSCOSO					

DETERMINACIÓN	FECHA	HORA	Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
1			63,2	60	0,1	6,32	2089296,1	208929,6131
2			63,4	60	0,1	6,34	2187761,6	218776,1624
3			63,7	60	0,1	6,37	2344228,8	234422,8815
4			63,3	60	0,1	6,33	2137962,1	213796,209
5			63,6	60	0,1	6,36	2290867,7	229086,7653
6			63,2	60	0,1	6,32	2089296,1	208929,6131
7			63,5	60	0,1	6,35	2238721,1	223872,1139
8			63,5	60	0,1	6,35	2238721,1	223872,1139
9			63,5	60	0,1	6,35	2238721,1	223872,1139
10			63,2	60	0,1	6,32	2089296,1	208929,6131

600

Σ	2194487,199
Log	6,34
NPSeq	63,4
ΔL	15,2
0.1ΔL	1,523932844
10 exp 0.1ΔL	0,029927274
log (1-10-0.1ΔL)	-
K	0,131957055
NPSeq ©	63,3

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

SONIDO 1: grave						
TIPO DE MEDICIÓN:	RESIDUAL	BLANCO	SIN EVA	EVA 1	EVA 2	EVA 3
MEDICION	1 DE 5					
UBICACIÓN:	LABORATORIO PROCESOS UISEK					
MONITOREADO POR:	KABIR MOSCOSO					

DETERMINACIÓN	FECHA	HORA	Leq	Pi (s)	Pi Fracción	NPSi/10	10 ^{NPSi/10}	Pi Fracción* 10 ^{NPSi/10}
1			63,1	60	0,1	6,31	2041737,9	204173,7945
2			62,9	60	0,1	6,29	1949844,6	194984,46
3			62,6	60	0,1	6,26	1819700,9	181970,0859
4			62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
5			62,7	60	0,1	6,27	1862087,1	186208,7137
6			62,7	60	0,1	6,27	1862087,1	186208,7137
7			62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
8			62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
9			62,8	60	0,1	6,28	1905460,7	190546,0718
10			62,7	60	0,1	6,27	1862087,1	186208,7137

600

Σ	1901938,768
Log	6,28
NPSeq	62,8
ΔL	14,6
0.1ΔL	1,461796323
10 exp 0.1ΔL	0,034530564
log (1-10-0.1ΔL)	-0,01526147
K	0,152614704
v	62,6

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**

**“APROVECHAMIENTO DEL RESIDUO INDUSTRIAL ETIL VINIL ACETATO
EVA PARA SU USO EFICIENTE COMO MATERIAL INSONORIZANTE DE
RUIDO AMBIENTAL Y OCUPACIONAL”**