



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

“Encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017”

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**Ingeniero Ambiental**

**AUTOR:**

Juan Carlos Cardenas Gomez

**ASESOR:**

Dr. Carlos Cabrera Carranza

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Sistema de Gestión Ambiental

LIMA – PERÚ

2017 - I

**PÁGINA DEL JURADO**  
**APROBADO POR:**

---

Dr. Elmer Benites Alfaro

Presidente del Jurado

---

Dr. Jhonny Valverde Flores

Secretario del Jurado

---

Dr. Carlos Cabrera Carranza

Vocal del Jurado

## DEDICATORIA

A Dios en primer lugar, por haberme permitido llegar hasta esta etapa y haberme dado la fuerza y perseverancia para lograr mis objetivos.

El esfuerzo de este trabajo va dedicado con todo mi amor a mis padres Vicente Cardenas Amorin y Erasmina Gomez Alarcón por su paciencia y confianza en mí.

A mi hermana y hermanos por apoyarme en todo momento, por su amor, cariño, comprensión, valores y apoyo incondicional, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien durante la etapa de desarrollo profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad Cesar Vallejo por ser la casa de estudios y alma mater donde me dieron la formación educativa.

A mis asesores por su valioso tiempo, conocimiento y experiencias compartidas en las tutorías, y a los maestros que participaron en mi formación profesional.

A mi familia por su infinito apoyo emocional, paciencia y ánimo permanente para la realización del trabajo de investigación.

Y finalmente, a todos los que colaboraron con mi formación profesional y con la realización de la presente tesis.

## DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Juan Carlos Cardenas Gomez con DNI N° 70661701 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de *Ingeniería*, Escuela de *Ingeniería Ambiental*, declaro bajo fundamento que toda la documentación que acompaño es veraz y autentica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto en los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar Vallejo.

Lima, 18 de Julio del 2017

-----  
**Juan Carlos Cardenas Gomez**  
**DNI N° 70661701**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “ENCAPSULAMIENTO ACÚSTICO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL RUIDO EN LA EMPRESA AJ SERVICIOS GENERALES & FM S.A.C. EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR, 2017”. La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de INGENIERO AMBIENTAL.

Juan Carlos Cardenas Gomez

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	13
I. INTRODUCCIÓN .....	14
1.2 Trabajos previos .....	16
1.3 Teoría relacionada .....	21
1.3.1 Ruido .....	21
1.3.2 Tipos de ruido .....	21
1.3.2 Intensidad del ruido .....	22
1.3.3 Medición del ruido .....	22
1.3.4 Contaminación del ruido .....	24
1.3.5 Encapsulamiento acústico .....	24
1.3.6 Mapa de ruido.....	27
1.3.7 Medición del nivel de oxígeno.....	28
1.4 Formulación del problema .....	29
1.4.1 Problema General .....	29
1.4.2 Problemas Específicos .....	29
1.5 Justificación del estudio .....	30
1.5.1 Aspecto ambiental .....	30
1.5.2 En lo salud ocupacional .....	30
1.5.3 En lo político.....	30
1.5.4 Técnica .....	31
1.6 Hipótesis .....	31

1.6.1. Hipótesis General .....	31
1.6.2. Hipótesis Específicos .....	31
1.7 Objetivos .....	31
1.7.1. Objetivo General .....	31
1.7.2. Objetivos Específicos.....	32
II. METODO .....	33
2.1 Diseño de investigación.....	33
2.1.1. Por su tipo de estudio .....	33
2.1.2. Por su diseño.....	33
2.2 Variables, operacionalización .....	33
2.3 Población y muestra .....	35
2.3.1 Población .....	35
2.3.2 Muestra.....	35
2.3.3 Muestreo .....	35
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	40
2.4.1. Técnicas.....	40
2.4.2. Instrumentos.....	40
2.4.3. Validación y confiabilidad del instrumento .....	41
2.5 Método de análisis de datos.....	41
2.6 Aspectos éticos.....	42
III RESULTADOS .....	43
3.1 Equipos utilizados en el campo .....	43
3.2 Monitoreo de ruido en el campo.....	43
3.4. Prueba de Normalidad de datos:.....	46
3.5 Estadística de resultados.....	47
3.5.1 Hipótesis general.....	47
3.5.2 Hipótesis específica 1.....	50
3.5.3 Hipótesis específica 2.....	52
3.6 Resultado del porcentaje del oxígeno .....	56
V. CONCLUSIÓN .....	61
VI. RECOMENDACIONES .....	62
VII. REFERENCIAS.....	63

## ANEXO

Anexo N° 01: Ficha identificación de ruido .....	67
Anexo N° 02: Ficha de medición de ruido .....	68
Anexo N° 03: Ficha de análisis de ruido .....	69
Anexo N° 04: Ficha de monitoreo de porcentaje de oxígeno .....	73
Anexo N° 05: Matriz de consistencia.....	74
Anexo N° 06: Ubicación de puntos de medición de ruido.....	75
Anexo N° 07: Fotos de trabajo en campo (Monitoreo) .....	76
Anexo N° 08: Plano de dimensiones del encapsulamiento acústica.....	77
Anexo N° 09: Proceso de implementación del encapsulamiento acústico .....	78
Anexo N° 10: Mapa de ruido antes y después.....	81
Anexo N° 11: Certificado de calibración del sonómetro .....	83
Anexo N° 12: Certificado de calibración del medidor de gases.....	84
Anexo N° 13: Análisis por el programa TURNITIN .....	85

## INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.....	29
Tabla N° 02: Operacionalización de variables.....	34
Tabla N° 03: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
Tabla N° 04: Características del equipo de medición.....	43
Tabla N° 05: Resultado de ruido antes del encapsulamiento acústico.....	44
Tabla N° 06: Resultado de ruido después del encapsulamiento acústico.....	45
Tabla N° 07: Pruebas de normalidad.....	46
Tabla N° 08: Estadísticas de las mediciones de ruido ambiental.....	48
Tabla N° 09: Prueba de t de student para comparar medias.....	49
Tabla N° 10: Estadísticas de las mediciones de ruido ambiental en el ámbito de la empresa metalmecánica.....	51
Tabla N° 11: Prueba de t de student para comparar medias.....	52
Tabla N° 12: Estadísticas de las mediciones de ruido ambiental y ECAs.....	53
Tabla N° 13: Prueba de t de student para comparar medias.....	53
Tabla N° 14: Resultado de porcentaje de oxígeno.....	56

## INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01: Rotura de concreto en el interior del tambor giratorio del Mixer.....	36
Figura N° 02: Rotura de concreto en el chute del Mixer.....	36
Figura N° 03: Diseño acústico que conforma el encapsulamiento de mixer.....	38
Figura N° 04: Diseño de ingreso de flujo de aire.....	39
Figura N° 05: La celosía acústica que incluye en el encapsulamiento del mixer.....	39
Figura N° 06: Monitoreo de ruido antes del encapsulamiento acústica final.....	43
Figura N° 07: Monitoreo de ruido después del encapsulamiento acústica final.....	43
Figura N° 08: Monitoreo de ruido en el exterior de la empresa.....	76
Figura N° 09: Monitoreo de ruido en el área de maniobra.....	76
Figura N° 10: Monitoreo de ruido en el área de planchado (Rotura de concreto).....	76
Figura N° 11: Monitoreo de ruido en el área de rotura de concreto.....	76
Figura N° 12: Monitoreo de ruido en el área de rotura de concreto.....	76
Figura N° 13: Monitoreo de ruido en el área de pintura.....	76
Figura N° 14: Área del encapsulamiento acústico.....	78
Figura N° 15: Cimentación para colocar la estructura del encapsulamiento.....	78
Figura N° 16: Corte de tubo cuadrado para la estructura.....	78
Figura N° 17: Trabajos de soldadura.....	78
Figura N° 18: estructura metálica principal del encapsulamiento.....	78
Figura N° 19: Recubrimiento de listones de madera en el contorno de la estructura.....	78
Figura N° 20: Recubrimiento de planchas de cartón compactado.....	79
Figura N° 21: Colocar la calamina al techo e instalación la puerta.....	79
Figura N° 22: Instalación de jabas de huevo.....	79
Figura N° 23: Instalación de absorbente acústico.....	79
Figura N° 24: La celosía acústica.....	79
Figura N° 25: Instalación de malla rashell.....	79
Figura N° 26: Instalación de la extractora de aire.....	80
Figura N° 27: encapsulamiento acústica final.....	80

## INDICE DE GRAFICOS

Grafico N° 01: Grafica de cajas de las mediciones de ruido ambiental antes y después de encapsulamiento acústico.....	48
Grafica N° 02: Grafica de cajas de las mediciones de ruido ambiental en el ámbito de la empresa metalmecánica.....	51
Grafica N° 03: Grafica de cajas de las mediciones de ruido ambiental y ECAs.....	54

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación comprende en el encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido generados por la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. su principal servicio es la actividad de rotura de concreto en el interior del tambor giratorio del camión mixer, donde el contacto del equipo (martillo eléctrico) con el concreto y metal del tambor giratorio, son las que generan los niveles altos de ruido; tendiendo a propagarse en el entorno de la fuente, ocasionando la contaminación del ruido, la misma que se encuentra a campo abierto. Para ello; el encapsulamiento acústico es un método de control del ruido que no permite que se propague de la fuente al exterior. Se aplica el diseño de multicapa conformado por materiales acústicos de aislantes (Planchas de cartón compactado y jabs de huevo) y los absorbentes (Lana de polietileno). El resultado final se redujo hasta 16.52 dB(A) repercutiendo de manera positivo al exterior de la empresa y estando por debajo de la norma vigente.

Palabras claves: ruido, encapsulamiento acústico, aislante y absorbente acústicos.

## **ABSTRACT**

The present research work comprises the acoustic encapsulation to reduce noise pollution generated by the metalworking company AJ Servicios Generales & FM S.A.C. Its main service is concrete breaking activity inside the rotating drum of the truck mixer, where the equipment (electric hammer) contact with the concrete and metal of the rotating drum, are the ones that generate the high levels of noise; Tending to propagate in the environment of the source, causing the noise pollution, the same that is in the open field. For that; Acoustic encapsulation is a method of noise control that does not allow it to propagate from the source to the outside. The multilayer design is made up of acoustic insulation materials (compacted cardboard sheets and egg jars) and absorbents (polyethylene wool). The final result was reduced to 16.52 dB (A), impacting positively on the outside of the company and being below the current norm.

Keywords: noise, acoustic encapsulation, acoustic insulation and absorbent.

## **I. INTRODUCCIÓN**

El ruido es uno de los problemas ambientales más relevantes en la actualidad, debido que no genera residuos, pero generara efectos negativos para los seres humanos y al ambiente. Las actividades y procesos de las industrias son las principales fuentes generadoras de ruido, que no cuentan con medidas de control acústico.

La empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C., es la entidad donde se realizó la presente investigación, está ubicada en la categoría de Zona de Industria Liviana según el plan de zonificación del distrito de Villa El Salvador 2016, Su principal servicio de la empresa la que genera ruido intenso, es la actividad de rotura de concreto en el interior del tambor giratorio del camión mixer, donde el contacto del equipo (martillo eléctrico) con el concreto y metal del tambor giratorio, son las que generan los niveles altos de ruido; tendiendo a propagarse en el entorno, la misma que se encuentra a campo abierto. Donde además se perciben y en el monitoreo de ruido realizado, la lectura fue de 83.32 dB(A) donde se encuentra por encima de la ECA de Ruido en el horario nocturno y zona industrial (70 dBA). Así mismo la empresa realiza su trabajo a cualquier hora del día o noche (depende de la demanda del servicio). Por tales razones se implementó el encapsulamiento acústico a la fuente ruidosa.

El encapsulamiento acústico resulta una de las formas de medida de control para mitigar la contaminación del ruido desde el foco generador. El encapsulamiento está conformado en su implementación principalmente de materiales acústicos como el aislante (Planchas de cartón compactado y jabas de huevo) que no permite que el ruido se propague hacia el exterior y el absorbente (Lana de polietileno) que permite disipar las ondas sonoras por medio de sus orificios.

El presente trabajo de investigación consiste en la efectividad del encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido en la fuente de rotura de concreto mediante la implementación; usando materiales aislantes y absorbentes acústicos que cumplan las características necesarias con la finalidad de mejorar los aspectos de calidad ambiental y ámbito laboral.

## 1.2 Trabajos previos

**BALDERRAMA, F. (2008)** En su tesis de título “Evaluación del ruido en las áreas de producción en una empresa procesadora de carne”. La cual buscó evaluar el nivel de ruido que se encuentra las áreas de producción, para lo cual realizó la identificación y medición del ruido de las fuentes ruidosas, que generan efectos a los trabajadores expuestos. La evaluación realizada de los niveles de ruido registrado en el área de la producción, se determinó de las 14 áreas muestreadas, 9 se encuentran superiores a los 90 decibeles, que son el límite permisible según la norma vigente, y las preguntas breves realizadas a los trabajadores de las áreas de producción, la mayoría de ellos mencionan que no cuentan con los protectores auditivos y sienten malestares en su salud de los altos niveles de ruido.

**CAMPOSECO, L. (2003)** En su tesis de título denominado “Medición, evaluación y control del ruido en una industria de maquilado de tubería de acero. La cual busca determinar de los niveles de ruido en la industria, que pueden causar efectos a los trabajadores, para luego establecer controles. Para lo cual, se realizó la medición del ruido para conocer la exposición de los trabajadores y su efecto al oído. Llegando a la conclusión, el estudio desarrollado indica diversos niveles de ruido que no son aceptables que no son adecuados para el tiempo de permanencia en áreas ruidosa está generando a la salud, como la disminución de la capacidad de audición, y la misma manera afectando a la productividad. Finalmente, el estudio nos permite conocer las variaciones de niveles de ruido que son importantes para tomar decisiones y su aplicación correcta de las medidas de control de ingeniería con la finalidad de reducir el ruido y ayudar a mejorar la producción de las industrias.

**NOVOA, J. (2015)** En su tesis de Magister “Gestión técnica de reducción de ruido en la sección de tornos del área de fabricación de la empresa esp completion technologies s.a.”. Establece el objetivo de gestionar de manera técnica la mitigación acústica generada por la empresa y cumplir la norma legal. Para alcanzar

este objetivo se identificaron 3 áreas (soldadura y fabricación, corte y calidad) de la fuente de ruido, en las mediciones realizadas el nivel sonoro fue 107,7 dB el más relevante en zona de soldadura y fabricación. Se implementó medidas de técnicas y administrativas como son la utilización de materiales de aislantes acústicos, absorción acústico y paneles fonoabsorbentes con el objetivo de atenuar o mitigar lo nivel de ruido y cumplir con la normativa actual respecto al tiempo de exposición que viene a ser 85 decibeles A en 8 horas, también analizaron el reporte de los exámenes de audiometría que salieron el 57.2 % de los personales que tiene problemas en la audición, En su ejecución determinaron la eficiencia del índice de minimización acústico. Finalmente, después de la ejecutar la gestión técnica de los materiales acústicos, se logró reducir el nivel de ruido y cumplir con la normativa actual.

**DELGADO, C. (2013)** En su tesis de título “Elaboración de mapa de ruido de minera valle central”. La cual buscó de elaborar un mapa acústico de la minería, mediante el programa de ArcGIS, para su elaboración; estableció dos plantas (planta baja y alta), la metodología aplicada en el presente investigación es la retícula de 50x50 metros cuadrados, empleada sobre el plano de la minería que incluye las dos plantas. Los puntos de medición de ruido serán en los nodos, en el horario de producción. Para los índices de valoración se utilizó el promedio de la presión sonora continua equivalente ponderado A (LAeqT), por ello para la medición se consideró según la ISO 1996 – 2. El mapa de ruido elaborado de la planta de producción se puede apreciar los diversos ambientes de los niveles de ruido, diferenciándose según los colores, donde se identifican en la planta baja y alta, donde se desarrollan las principales actividades corresponden a altos niveles de ruido mientras a medida que se va alejando hacia las zonas de poco actividad minera, el nivel de ruido son bajos de la fuentes.

Finalmente el mapa sonoro permite ver el comportamiento y la realidad del ruido de un área determinada, y que forma a ser una herramienta muy importante para predecir los ambientes de ruido y de sus posibles causas.

**JÁCOME, María A. y JÁCOME Sánchez, María A. (2013)** En su tesis de título denominado “Análisis a la exposición de ruido ambiental y propuesta de un sistema de insonorización a través de procedimientos técnicos para minimizar el impacto ambiental en la empresa cedal s.a. cantón latacunga provincia de cotopaxi período 2012-2013” Establece como objetivo de analizar la permanencia al ruido ambiental y proponer un sistema de insonorización mediante técnicas de atenuación en la empresa. En el presente trabajo que utilizo el método de investigación experimental, donde se manejaron dos variables (Exposición y atenuación del impacto del medio ambiente), para ello se realizó las mediciones del ruido. El estudio que la empresa se ubica esta en zona comercial y residencial, por ello, el resultado se detectó el ambiente interior genera elevado nivel de ruido más de 90% en el horario diurno y en el ambiente exterior más de 98%., posteriormente se aplicó el cerramiento acústico que permitió mitigar el ruido, obteniendo datos de promedio; el horario diurno a 58 dB y horario nocturno a 52 dB, mientras que en la norma establece, horario diurno 65 dB y nocturno 55 dB. Logrando cumplir al 99%.

**ACEBEDO, A. (2014)** En su tesis de Título “Determinación del nivel de contaminación sonora e implementación de las jabas de huevo como aislantes acústicos en le empresa E.C. PREFABRICADOS SAC. Distrito de Puente Piedra – Lima -2014” Establece el objetivo de determinar el nivel de ruido y su implementación de los materiales de jabas de huevo como aislante acústico para reducir la contaminación sonora y cumplir con la normal legal, para alcanzar el objetivo se realizó el monitoreo de ruido en el área de producción (prensadora donde se genera dentro el rango 83 a 105 dB, por ello se aplicó la medida de control de cerramiento del torno con los materiales de Drywoll y las jabas de huevo, logrando reducir, donde se logró la reducción entre 18 a 20 dB. Esta investigación nos permite comprender que las jabas de huevo son efectivo como materiales aislantes de ruido. Finalmente, después de la ejecutar de la implementación de las jabas de huevo se redujo la contaminación sonora del tiempo de exposición de los trabajadores de 85 dB por 8 horas al día y respecto a la ECA de ruido no se llegó cumplir (80 dB).

**PADILLA C. (2011)** En su tesis de Titulo “Desarrollo y evaluación de una solución de control de ruido para atenuar niveles de presión sonora generados por Maestranza Beth” Establece el objetivo diseñar e implementar una medida de control de ruido para la empresa y cumplir la normativa vigente sobre los niveles de ruido, para alcanzar el objetivo es de identificar su principal actividad que es la fabricación de estructuras metálicas para el sector de industrias que genera niveles de ruido molestos de las fuentes fijas; provocando problemas entre sus vecinos, para ello evaluó el área de la empresa para establecer 4 puntos de medición en la parte interna y externa; de preferencia en áreas susceptibles, en la primera mediciones los niveles de ruido fueron elevados. El diseño del revestimiento se usaron dos planchas de OSB y en el medio de ello se relleno con lana de vidrio, cubriendo en la mayor parte de la área del taller de la empresa, con la finalidad de incrementar la absorción acústico; como resultado se logró perder significativamente la transmisión de niveles de ruido hasta 14.4 dBA, cumpliendo con la normativa legal en los horarios diurno (65 dBA) y nocturno (55 dBA). El desarrollo de la medida de control de ruido logro ser efectivo.

**RODRÍGUEZ F. (2008)** En su estudio “El control pasivo de ruido como elemento de la seguridad industrial”. Que tiene como finalidad de aplicar diversas medidas de control para atenuar los impactos de la contaminación de ruido en el ámbito de las industrias. Para ello estableció el término de control pasivo del ruido, los aspectos a analizar están la caracterización del ruido según las fuentes generadoras, el tiempo de exposición del nivel de ruido que están expuestas los trabajadores, protectores auditivos cuando estos dispositivos son seleccionados por el nivel de reducción del ruido (NRR) y usados de manera correcta según el ambiente laboral, el aislamiento sonoro utilizando pantallas de plástico, madera, fierro o vidrio y estos estén recubiertas con materiales absorbentes hacia el dirección de la fuente generadora de ruido, normalmente se logran reducir de 10 dB(A) y 25 dB(A), y el aislamiento de vibración se enfoca más en la parte del contacto de la maquina y/o equipo sobre el piso o estructura para no generar vibraciones. La principal forma de

mitigar la contaminación sonora es la estrategia del control pasivo del ruido con la finalidad de asegurar buena salud y la calidad ambiental en el ámbito de la industria.

**BLANCO G. (2011)** En su tesis de título “Estudio, análisis y diseño de medidas de control de ruido en clínica dental móvil, servicio de salud Chiloé”. Establece el objetivo de realizar un diseño acústico capaz de mitigar efectivamente los niveles de ruido generado por la clínica dental, que afecta la actividad laboral de los funcionarios, para alcanzar el objetivo se identificó y se realizó la medición de la fuente ruidosa, que son el generador eléctrico y compresora de aire que se encuentra en el interior de la clínica móvil. Los resultados de la medición del ruido fueron elevados. Para ello, se implementó el diseño de paneles acústicos para el encapsulamiento sonoro, en el área de la compresora de aire el panel está conformado de una placa de acero, el absorbente acústico la fibra de vidrio y una malla metálica, para ello se incluyó el diseño de flujo de aire en forma de V invertido en la parte de la puerta para la ventilación; mientras para el área de generador eléctrico se diseñó el panel acústico con los mismos materiales pero con diferentes espesores de la placa de acero de 5mm, fibra de vidrio 70mm y malla metálica 5mm. Finalmente el aporte de atenuación del nivel de ruido en la parte interno de la clínica es 12 dB(A) en el área del generador eléctrico y 19 dB(A) en la área de la compresora de aire. Por tanto, el diseño acústico es efectivo para reducir el ruido.

**MASABANDA C. (2011)** En su tesis de título “Propuesta de un sistema de aislamiento acústico y control de ruido en la planta de faenamiento de la empresa PROFASA”. Establece el objetivo de realizar el sistema de aislamiento sonoro y medida de control acústico para cumplir la normativa ambiental y laboral vigente, la metodología utilizada fue la identificación de las fuentes generadoras de ruido y la medición correspondiente en los puntos establecidos en la planta, donde se determinó que existe tres áreas de la planta que sobrepasan de 90 dB(A) considerándose como críticas que genera efectos en la zona adyacente; como son

las área de compresores, generador eléctrico, máquinas de pelado, en ese sentido se propuso las medidas de control de ruido según los áreas más significantes, mediante diseños de encierros acústicos y ventilación; los materiales a usar son lana de vidrio, placas de cartón, silenciadores y placas de fonoabsorbentes; para ello se realizaron los cálculos predictivos de los diseños. Finalmente después de la predicción se logra reducir el nivel de ruido en el ámbito laboral y ambiental.

### **1.3 Teoría relacionada**

#### **1.3.1 Ruido**

El ruido viene a ser un sonido nocivo y perjudicial, con diferentes intensidades y frecuencias genera incomodidades y efectos de manera fisiológica o psicológica al ser humano y al ambiente. La diferencia de sonido y ruido es principalmente que el primero se realiza una medición con dispositivos para cuantificar, en cambio el segundo está enfocado a la susceptibilidad negativa (Parraga, M. 2005).

#### **1.3.2 Tipos de ruido**

Según el Delgado, C. (2013) Existe diversos tipos de niveles de ruido, que se menciona en la siguiente:

- Ruido Impulsivo: Es el ruido caracterizado por los pulsos individuales de pequeño tiempo. Usualmente es inferiores a 1 segundo, aunque pueden ser mayor expuestos.
- Ruido Estable: es la emisión por diversos focos que no presente fluctuaciones significativas (Mayores de 5 dB) del periodo mayor de un minuto.
- Ruido Fluctuante: es la emisión por diversos focos, que presentan fluctuaciones superiores de 5dB en un tiempo de un minuto.
- Ruido Intermitente: es aquel que está presente por cierta duración y por ello, el periodo de tales ocurrencias es mayor de 5 segundos.

### **1.3.2 Intensidad del ruido**

Según Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2016) La intensidad de los diferentes niveles acústico se encuentra en la unidad de medición está en decibeles, por ello la unidades están principalmente establecidas en el nivel de presión sonora, está en intensidad o potencia de los sonidos no deseados; por ende, la variación acústico la más baja es percibido por el oído del ser humano, por tanto, el rango de la audición humano está en la escala que empieza con 0 decibeles como nivel bajo, y esto llega a un nivel de presión sonora elevado a 120 decibeles, donde es el nivel que percibe los seres humanos inician a sentir malestares o incomodidades en la audición.

### **1.3.3 Medición del ruido**

Según el CONAM (2007) La medición del ruido; constituye como información básica e importante de las acciones técnico y administrativo que se realiza para determinar los niveles de ruido que se encuentran en el entorno o foco emisor, con la finalidad de acreditar el cumplimiento de los niveles o límites establecidas en la legislación vigente para prevenir daños que podrían generar en la salud humana y entorno.

Para utilizar equipos de medición y evaluación del nivel de ruido ambiental, se seguirá de acuerdo a la norma del Decreto supremo N° 085 – 2003-PCM.

El nivel acústico ambiental radicara del resultado de las mediciones seguidas de los generadores de ruido en un tiempo determinado respecto a las características técnicas, teniendo como resultado de todos los niveles de ruido en el momento. Que se denomina Nivel Sonoro Continuo Equivalente, en unidades de decibeles y en ponderación A (dB), y en el mismo intervalo de tiempo (T).

Este nivel sonoro continuo equivalente permitirá ser usado para comparar de acuerdo con la zona y el horario que se encuentra en el reglamento de estándares nacionales de calidad ambiental para ruido mediante el Decreto Supremo N° 085–2003-PCM, esto nos permitirá de tomar medidas de prevención y control del ruido urbano correspondientes.

Según los autores JÁCOME, María A. y JÁCOME Sánchez, María A. (2013) la medición del ruido, se considera antes de todo el certificado de calibración, verificar la operatividad y los materiales complementarios, después de contar con los aspectos mencionados anteriormente, se ubica el punto y se instala el trípode y se coloca el sonómetro como mínimo a una altura de 1.5 metros sobre el nivel del piso, grado de 45° de inclinación, filtro de ponderación de tipo A y una distancia de la fuente a partir de 2 metros, y a 3 metros como mínimo de cualquier tipo de interferencias (paredes u otros similares).

### **1.3.3.1 Equipo para la medición del ruido**

Según el CONAM (2007) El sonómetro es un dispositivo que permite cuantificar el nivel de presión sonora existente en cualquier entorno, ya sea de diversos focos emisores del ruido. Principalmente el equipo está compuesto de las siguientes partes como el sensor y cálculos internos, manipulación y transmisión de datos y la parte de lectura.

La clasificación de los sonómetros está según el nivel de exactitud para realizar la medición, entre estos existe cuatro clases, la primera clase 0 es de uso de laboratorio, segundo clase 1 es para mediciones con exactitud en el terreno, tercera clase 2 para mediciones generales en el campo y mientras la clase 3 son empleados para mediciones aproximados.

Según el Decreto Supremo N° 085–2003-PCM, establece el uso de las normas internacionales (ISO) para realizar las mediciones, evaluaciones del ruido ambiental, solo se usen como mínimo los equipos de sonómetros integrados de clase 1 o el clase 2. Y estos se deben acreditar el cumplimiento de las normas internacionales como IEC 61672/1:2002, ANSI S1.4-1983 o similares. Y de la misma manera también los sonómetros deben ser calibrados por instrumentos especiales con el calibrador, antes de ser usados para su medición.

#### **1.3.4 Contaminación del ruido**

La contaminación del ruido es la presencia en el medio ambiente de los niveles de presión sonora de diferentes fuentes emisoras del ruido, que ocasiona diversos daños, riesgos e incomodidades en la calidad de vida, desarrollo de sus actividades de las personas o que genere impactos negativos sobre el entorno (OEFA, 2016).

#### **1.3.5 Encapsulamiento acústico**

Consiste en cerramiento del entorno al foco emisor de ruido, calculando y diseñando con materiales acústicos como aislantes acústicos, absorbentes acústicos y panel fonoabsorbente y sus respectivas características necesarias por medio de revestimiento interno del cerramiento para reducir el ruido y permitir su funcionamiento. Logrando atenuar y adicionar una técnica física de reducción de ruido (NOVOA, J. 2015)

Por tanto, una onda acústica de un área encapsulada, una parte de la energía de las ondas sonoras una parte es refleja, otra se absorbe y otra se transmite. El encapsulamiento tiene diferencias entre la energía de las ondas sonoras incidente

y la transmitida, en lo contrario también podría ser la suma de las energías reflejada y absorbida.

El elemento constructivo que tiene mayor atenuación está constituido de una capa de aislante acústico y material absorbente, y esto logra presentar una protección del área determinada del recinto hacia la penetración del sonido, por ello evita que el sonido se transporte hacia el exterior. (Juliá, E. 2008)

#### **1.3.5.1 Aislamiento acústico**

El aislamiento sonoro consiste en imposibilitar la propagación del nivel de presión sonora hacia el externo, con la finalidad de disminuir la energía sonora que es transmitida de la fuente emisora, pasando por el medio (aire) hasta el receptor, lo cual son necesarias aislarlas. (Novoa J. 2015).

Según Acevedo, V. (2009). El aislamiento acústico se entiende a la protección de un área determinada (recinto) frente a la penetración de la energía de las ondas sonoras ya sea de la fuente de emisión de ruido hacia el otro lado del material aislante que busca el control de transmisión del sonido. Logrando por parte de la energía de las ondas sonoras que se disipe en el interior de la fuente emisora, atenuando el nivel de presión sonora irradiada al otro lado (energía transmitida sea mínima).

Las pérdidas o reducción por transmisión del sonido muestran la capacidad de un material aislante (pared) para no transmitir la energía de las ondas sonoras. Esto se debe a las características del material (Rigidez y amortiguamiento) y así mismo

de la masa por unidad de área. En las construcciones normales, estas pérdidas están en los intervalos de 30 y 70 decibeles (dB).

### **1.3.5.2 Absorción acústica**

La absorción acústica consiste en aprovechar las propiedades y características de algunos materiales que son de baja densidad (son ligeros) y gran flexibilidad, que permiten absorber la energía acústica, permitiendo que no se refleje (Novoa J. 2015).

El mecanismo de absorción acústica consiste en que la onda sonora incide sobre los materiales, donde una parte de la energía es reflejada y el resto es absorbido por medio de sus orificios. Una vez que esté en el interior, la presión sonora pone en movimiento las partículas de aire que están en los espacios de los orificios del material debido al rozamiento interno del aire que pasa a través de los poros o fibras. Por ello, el flujo de aire que se encuentra en el interior del material absorbente, se encarga de la disipación de la energía sonora trasforma a energía de forma de calor, por medio al rozamiento con las capas sólidas del material absorbente.

Según Rodríguez F. (2008) Los absorbentes acústicos son materiales que permiten recubrir por el interior de los cerramientos sonoros, permiten alcanzar reducir la propagación del ruido de la fuente ruidosa hasta 10 dB(A), generalmente, los materiales estas conformados por dos características principales materiales fibrosos y porosos, el primero está hecho una cantidad de fibras entrecruzadas y apretadas, y el segundo están compuesta por una serie de huecos u orificios que se entrecruzan entre sí.

### **1.3.6 Mapa de ruido**

El mapa de ruido es una herramienta muy importante, conformado por un conjunto de mediciones o predicción acústico, se distribuye apropiadamente en el tiempo y espacio, que se puede visualizar como una fotografía acústica donde nos entrega una valiosa información que sirve para analizar y reflejar la realidad acústica, y de cómo es el comportamiento del ruido de un área determinada, el nivel de ruido es presentado por medio de curvas y colores en un plano (DELGADO, C. 2013).

Según Lobos, V. (2008) el mapa de ruido o mapas sonoros. Son elementos que con más conocido, se han manejado para conocer el ambiente acústico de un lugar establecido. Un mapa sonoro tiene como finalidad entregar una representación visual de un entorno sonoro, especificando de cualquier tipo de áreas. Los niveles de presión sonora se trazan en forma de los resultados de medición que se realiza un área determinada.

#### **1.3.6.1 Metodologías de mapas de ruido**

Según Lobos, V. (2008) mapa sonoro debe reflejar la situación sonoro temporal y espacial de manera correcta. Desde esta premisa, nacen algunas incógnitas que se deben tener en cuenta de la siguiente manera: dónde medir, cuándo medir, cómo y cuánto medir y cómo deben ser mencionadas las mediciones. Al efectuar la introducción de las metodologías de distribución de puntos de medición, inmediatamente esto lleva a diversas opiniones y debates para su elaboración del mapa sonoro, para ello, se establece la metodología de cuadrícula.

Según Lobos, V. (2008) Para establecer lo puntos de medición se da por medio de la superposición sobre el plano del área establecida, en cuadrículas tienen

dimensiones iguales a el área del plano. En el medio de la cuadrícula se ubican los puntos de medida, o bien, en el punto más cerca, de manera correcta. El resultado de la medición en ese punto será establecido a la cuadrícula que tiene como centro.

### **1.3.7 Medición del nivel de oxígeno**

Según Álvarez, E. (2010) La medición del oxígeno en los espacios confinados son importantes, permite determinar la concentración de oxígeno en la atmosfera en los diferentes espacios confinados, lo cual debe mantenerse en el rango de 19.5 % a 23.5 % para realizar cualquier tipo de actividad, para ello se debe tener cuenta, cuando se encuentra por debajo 19.5 % indica deficiencia de oxígeno puede generarse por oxidación, desplazamiento del oxígeno por otros gases o la propia actividad natural o artificial y si está por encima de 23.5 % está a una atmosfera inflamable, y la medición debe ser con un dispositivo de lectura directa.

### **1.3.8 Marco legal**

#### **1.3.8.1 Normal ambiental**

Según el Decreto Supremo N° 085-2003-PCM, Reglamento de Estándares Nacionales de calidad Ambiental para el ruido, que tiene como objetivo proteger la salud, mejorar la calidad de vida de la población y promover el desarrollo sostenible. Por tanto, en el capítulo 1, artículo 4 representa a los estándares de calidad ambiental, que establece el nivel de exposición del ruido ambiental, por ello se considera como un parámetro el Nivel de Presión Sonora Continuo Equivalente con ponderación A (LAeq,T) y su aplicación en 4 zonas y dos horarios que se muestra en la siguiente tabla N° 01 de la citada norma.

**Tabla N° 01: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido**

Zona de aplicación	Valores Expresados en LAeqT4	
	HORARIO DIURNO (07:01 A 22:00)	HORARIO NOCTURNO (22:01 A 07:00)
Zona de protección especial	50 dB	40 dB
Zona residencial	60 dB	50 dB
Zona comercial	70 dB	60 dB
Zona industrial	80 dB	70 dB

Fuente: D. S. N° 085-2003-PCM - Reglamento de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido.

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Problema General**

¿En qué medida el encapsulamiento acústico reduce la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017?

### **1.4.2 Problemas Específicos**

- ¿Existen diferencias de niveles de ruido en el ámbito de la empresa AJ metalmecánica Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017?
- ¿Cuánto será los resultados del nivel de ruido después del encapsulamiento acústico, para cumplir la ECA del ruido en el exterior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017?

## **1.5 Justificación del estudio**

### **1.5.1 Aspecto ambiental**

La generación de los niveles de ruido por la empresa metalmecánica de sus principales actividades; generan altos niveles de ruido, lo cual repercute de manera negativa al ambiente, y disminuir la contaminación acústica, implementado el encapsulamiento acústico en su principal fuentes emisoras de ruido con la finalidad de mejorar los aspectos de calidad ambiental en el entorno de la empresa.

### **1.5.2 En lo salud ocupacional**

Los niveles de ruido producidos de las principales actividades de la empresa, son un factor influyente en el receptor (trabajadores), ya que puede llegar a afectar a la salud humana, asimismo estos efectos son múltiples en la salud como el estrés, efectos cardiovasculares, alteraciones de la capacidad cognitiva, en algunos casos pérdida auditiva. Ante ello la aplicación de la técnica de encapsulamiento permitirá reducir los niveles de ruido; conociendo el nivel de reducción, la empresa tendrá la opción de elegir en su replicabilidad, así mismo podrá ser usada por otras empresas similares.

### **1.5.3 En lo político**

El que una empresa cuente con una medida de control del ruido para la minimización de la contaminación acústica, es bien visto debido a que esta empresa está comprometida en el aspecto de calidad ambiental, salud ocupacional y evita alguna amonestación; convirtiéndola en una empresa de responsabilidad social, la cual puede conllevarla a certificaciones específicas y reconocimientos por la sociedad.

#### **1.5.4 Técnica**

La aplicación del encapsulamiento acústico utilizando materiales como aislantes y absorbentes acústicos, que nos permitió minimizar los niveles de contaminación acústica para mejorar los aspectos de calidad ambiental y salud ocupacional. En ese sentido esta medida de control, es la de constituirse en una herramienta que se pueda aplicar en cualquier fuente.

#### **1.6 Hipótesis**

##### **1.6.1. Hipótesis General**

El encapsulamiento acústico reduce la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017.

##### **1.6.2. Hipótesis Específicos**

- Existen diferencias significativas de niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.
- Los resultados de nivel de ruido después del encapsulamiento acústico, cumplirá con la ECA del ruido en el exterior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.

#### **1.7 Objetivos**

##### **1.7.1. Objetivo General**

Determinar la efectividad del encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017.

### **1.7.2. Objetivos Específicos**

- Medir los niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.
- Comparar los resultados de nivel de ruido después del encapsulamiento acústico, con la ECA del ruido en el exterior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.

## **II. METODO**

### **2.1 Diseño de investigación**

#### **2.1.1. Por su tipo de estudio**

El tipo de investigación del presente trabajo es experimental entre los niveles de ruido y la implementación del encapsulamiento acústico para reducir el nivel de ruido, teniendo como finalidad de mejorar los aspectos de calidad ambiental y ambiente laboral.

#### **2.1.2. Por su diseño**

La investigación tendrá un diseño aplicativo, ya que se implementó el encapsulamiento acústico para reducir el nivel de ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. distrito de Villa el Salvador – Lima.

### **2.2 Variables, operacionalización**

#### **Variables**

Variable independiente:

- Encapsulamiento acústico

Variable dependiente:

- Reducción de la contaminación del ruido

**Tabla N° 02: Operacionalización de variables**

VARIABLES	DEFICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	UNIDAD	ESCALA DE MEDICION
<b>Variable Independiente:</b>  Encapsulamiento acústico	Consiste en rodear la fuente generadora de ruido por medio de encapsulamiento utilizando materiales de aislante y absorción para reducir el nivel de ruido y permitir su funcionamiento, así mismo proteger a las personas y al ambiente, y adiciona una técnica física de reducción de ruido (Novoa, J. 2015).	El encapsulamiento acústico, es una medida de control que está conformado por el revestimiento de todo el contorno de la estructura, con materiales aislantes (Plancha de cartón compactado y jabas de huevo) e interno con absorbente acústica (lana de polietileno).	Cantidad de Material de aislante acústico	- Plancha de cartón compactado  - Jabas de huevo	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )  Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )	Razón
			Cantidad de Material de absorbente acústico	- Lana de polietileno	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )	Razón
<b>Variable Dependiente:</b>  Reducción de la contaminación del ruido	Es la cantidad de decibelios reducido de la fuente, generando menor la intensidad de ruido en el ambiente y el ámbito laboral y que se encuentre por debajo del límite permitido (Novoa, J. 2015).	La reducción de la contaminación del ruido es la disminución de la cantidad de decibeles que es generado por la fuente ruidosa, encontrándose un ambiente sin ruidos. Esto es medido con el equipo del sonómetro de clase 1 antes y después, para posterior ser analizado la información adquirida.	Intensidad del ruido	Niveles de ruido Antes y después	dB(A)	Razón
			Mapa de ruido	Niveles de ruido distribuidos en el espacio, antes y después del encapsulamiento acústico	dB(A)	Razón

Fuente: Elaboración propia.

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

El área de estudio de investigación es de 2000 m<sup>2</sup>, donde se encuentra la principal fuente emisora de nivel de ruido, que emite elevados niveles de ruido, provenientes de la actividad de rotura de concreto dentro en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C., que se encuentra ubicada en la urbanización las vertientes, calle 5, manzana E lote 18, en el Distrito de Villa el Salvador, departamento de Lima.

### **2.3.2 Muestra**

La muestra del estudio es la fuente fija (Área de rotura de concreto 40 m<sup>2</sup>), las fuentes adyacentes (áreas de planchado y pintura) y fuentes externos (tránsito vehicular y empresas de estructura metálica), donde en los diferentes áreas varían los niveles de ruido según la distancias de la fuente de emisión; en vista que la información será tomada en todo el ámbito del exterior e interior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C.

### **2.3.3 Muestreo**

El método de muestreo en la presente investigación se aplicó el tipo no probabilístico, debido a que no se usaran fórmulas de probabilidad.

La metodología utilizada para la medición del ruido en el exterior e interior de la empresa, se menciona en la siguiente:

#### **1. Aseguramiento de los equipos**

Los equipos de medición para ser utilizados deben cumplir con ciertos aspectos principales, con la finalidad de asegurar la calidad de los resultados adquiridos, para ello se utilizado equipos que estén calibrados y verificación operacional con

su correspondiente certificado (sonómetro), para obtener resultados confiables y seguros.

## 2. Identificación de la principal fuente de ruido

La actividad principal es la rotura de concreto, se realiza en el interior del tambor giratorio y el chute del camión mixer, en el cual viene adherido de concreto al metal del tambor, ya que los camiones transportan concreto pre mezclado; para realizar la limpieza del concreto del interior y el chute exterior se utiliza la máquina del martillo eléctrico, donde el contacto de la maquina con el concreto seco adherido al metal, se genera altos niveles de ruido.



Figura N° 01: Rotura de concreto en el interior del tambor giratorio del Mixer.



Figura N° 02: Rotura de concreto en el chute del Mixer.

## 3. Ubicación del punto de monitoreo

Para ubicar los puntos de medición, se trazaron líneas equidistantes cada 10 metros en toda el área interna y exterior de la empresa, formando cuadrículas de 10 x 10 metros; y en el punto medio de estas cuadrículas se establecieron el punto de medición, teniendo en cuenta las superficies reflectantes; para análisis del ruido interno se dividió en 13 puntos incluyendo las diferentes áreas que forma la empresa metalmecánica y el análisis del ruido ambiental en el exterior se establecieron 3 puntos en la parte externa de la empresa (Ver anexo 6).

#### **4. Medición de ruido en el campo**

Para la medición de ruido en campo, se realizó de acuerdo a la norma ISO 1996-2, instalando el equipo del sonómetro a una altura 1.5 metros sobre el nivel del piso y manteniendo a una distancia de 5 metros de cualquier superficie reflectante (paredes o interferencias), antes de realizar las mediciones se debe revisar su operatividad del equipo, colocar su cortaviento al micrófono del sonómetro y configurar en ponderación A, modo Slow y el tiempo de medición correspondiente en las horas de mayor producción, con la finalidad de captar la información correcta y confiable.

Considerar los siguiente aspectos para el llenado de la ficha de medición (Ver anexo 00). Se coloca el código del punto, la fecha, la hora de medición, las coordenadas UTM, la lectura directa del equipo (sonómetro) y finalmente, se registran cualquier observación que se genere en el momento del muestreo.

Todos los datos que se registran en la ficha de medición de ruido, son muy importante para entender, analizar y predecir el ambiente exterior e interior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C.

#### **5. Diseño de encapsulamiento acústico**

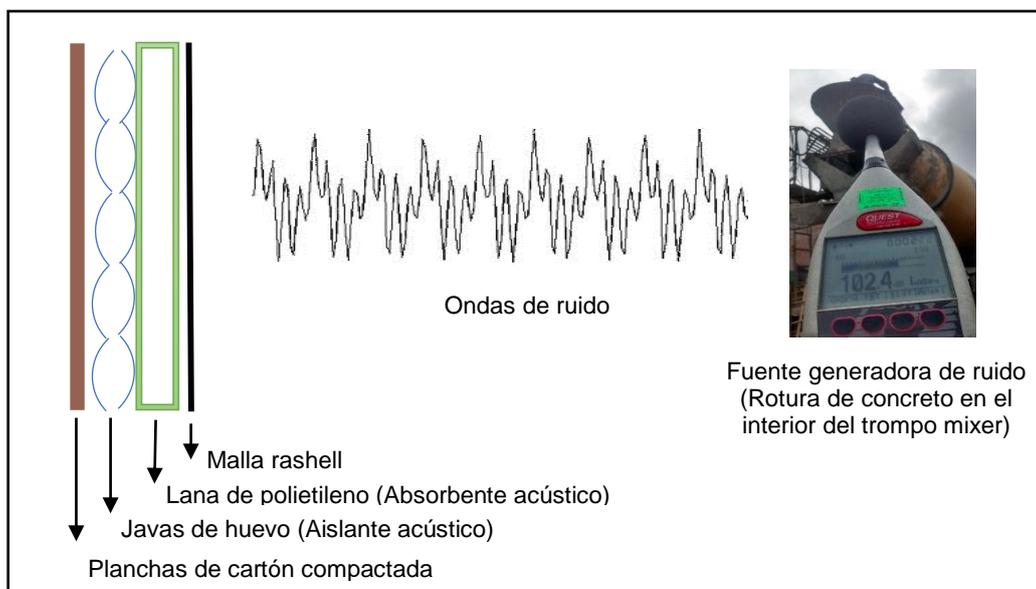
##### **5.1 Dimensión del encapsulamiento**

Para el diseño del encapsulamiento acústico, las medidas son necesarios para elaborar el plano, donde se considera las dimensiones que tendrá el encapsulamiento en la construcción, para ello se realizó las mediciones de longitud, altura y ancho de los camiones mixer con el fin de que las medidas sean exactas, los materiales a utilizar y la ubicación de la construcción. Para su elaboración del plano se utilizó el programa de AutoCAD. (Ver anexo 8).

## 5.2 Diseño acústico

El diseño acústico es muy importante al momento de implementar el encapsulamiento acústico, donde se diseñó de multicapa que conformaron por materiales de planchas de cartón compactado de espesor de 5 mm en la parte exterior y una capa de jabs de huevo con un espesor de 60 mm para aprovechar como aislante acústico, en la caras internas del panel acústico se colocó el material de absorbente acústico de lana de polietileno de espesor de 50 mm y para su protección del polvo se colocó la malla rashell.

Figura 03: Diseño acústico que conforma el encapsulamiento de mixer.



**Fuente: Elaboración propia**

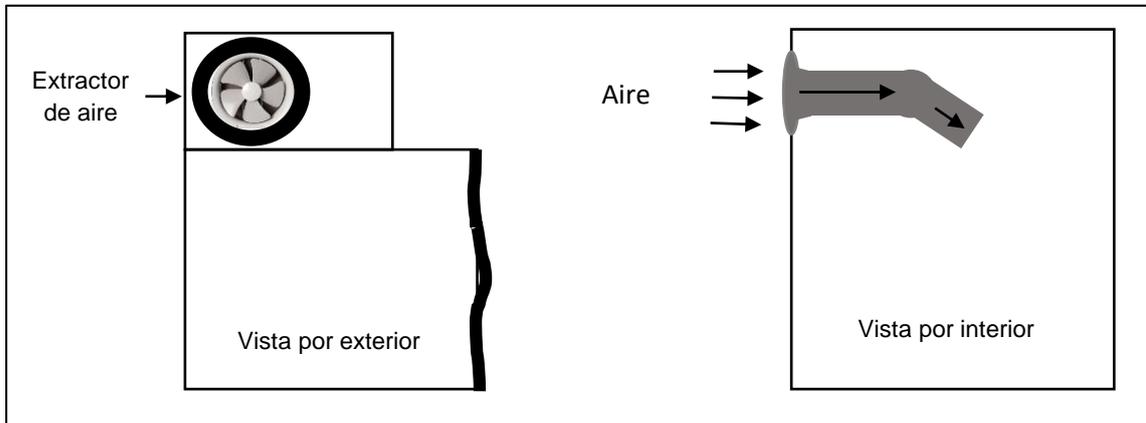
## 5.3 Diseño de flujo de aire

El encapsulamiento acústico del camión mixer, se consideró incluir dos aspectos importantes, la ventilación hacia el interior del tambor giratorio y celosía acústica para desarrollar la actividad de rotura de concreto.

Se instaló una extractora de aire con las siguientes características, la dimensiones (39.9 cm de alto, 36.9 cm ancho y 12.9 de profundidad), motor silencioso y volumen de extracción aire de 1080 metro cubico por hora. La

extractora se conecta por medio de ducto de evacuación hasta la parte del chute para ventilar el interior del tambor giratorio. Para el desarrollo de las actividades de rotura de concreto. La ubicación de la instalación se encuentra en la parte superior como se puede mostrar en la figura 04.

Figura N° 04: Diseño de ingreso de flujo de aire.

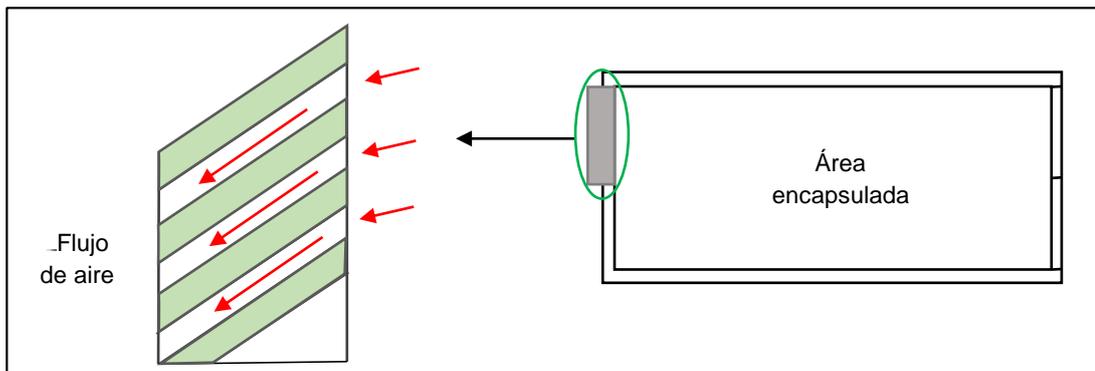


Fuente: Elaboración propia

## 5.6 La celosía acústica

La celosía acústica es diseñada para el intercambio de aire, lo cual se elabora en forma de celdas en diagonal con la plancha de cartón compacto y recubierto con absorbente acústico y malla rashell.

Figura 05: La celosía acústica que incluye en el encapsulamiento del mixer.



Fuente: Elaboración propia

## 7. Mapa de ruido

La elaboración de mapa de ruido inicialmente se midieron los datos de niveles de ruido en decibeles establecidos en la ubicación del ruido en la empresa, dividiéndolos en cuadrantes equidistantes de 10\*10 metros en los ambientes interior y exterior de la empresa. La medición se llevaron a cabo en los horarios y días de mayor actividad de la semana, obteniendo valores de ruido de los 5 días de la semana de jueves a lunes en el horario de la mañana de 5:30 am a 11 am.

Los valores de nivel de ruido obtenido, se procesa la dicha información en el programa de ArcGIS 10.1, donde se realiza mediante la interpolación de valores y los puntos establecidos, lo cual el mapa de ruido nos entrega información del comportamiento del ruido en los ambientes del interior y exterior de la empresa. (Ver anexo 10).

## 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

### 2.4.1. Técnicas

La técnica a emplear en la presente investigación es de observación directa, en vista que los datos se recopilaran directamente en el campo a través de formatos de monitoreos ejecutados y análisis de los resultados.

### 2.4.2. Instrumentos

Los instrumentos usados en la presente investigación y que se adjuntan en el anexo 1, anexo 2 y anexo 3, son:

- **Ficha de identificación de fuentes:** se registra la fuente, se ubica sus coordenadas y se describe cualitativamente de los focos emisores.
- **Ficha de medición del ruido:** se registra los puntos de muestreo, la ubicación de los puntos y los decibeles emitidos por horario.
- **Ficha de análisis del ruido:** Se registra las mediciones realizados antes y después de la implementación del encapsulamiento acústico, y su respectivo análisis respecto a la norma vigente.

### 2.4.3. Validación y confiabilidad del instrumento

Los documentos y fichas de medición del ruido serán validados a juicios de expertos y revisado por ingenieros ambientales y/o ingeniera química o expertos en el tema de la Universidad Cesar Vallejo.

**Tabla N° 03: Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

ETAPA	FUENTE	TECNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Identificar la fuente de ruido	AJ Servicios Generales & FM S.A.C.	Observación directa	Ficha de identificación de fuentes	Fuentes ruidosas
Monitoreo de ruido (antes)	AJ Servicios Generales & FM S.A.C	Observación directa	Ficha de medición del ruido	Niveles altos de ruido
Implementar el encapsulamiento acústico	AJ Servicios Generales & FM S.A.C	Observación directa	Herramientas y materiales acústicos	Área encapsulada
Monitoreo de ruido (después)	AJ Servicios Generales & FM S.A.C	Observación directa	Ficha de medición del ruido	Disminución de niveles de ruido
Elaborar el mapa de ruido (Antes y después)	AJ Servicios Generales & FM S.A.C	Observación directa	Ficha de análisis de ruido	Representación gráfica de los niveles de ruido

Fuente: Elaboración propia.

### 2.5 Método de análisis de datos

Para el análisis de datos, se aplicó la t de Student para comparar las medias, a partir de la información obtenida en campo. Asimismo se usaron diferentes programas como:

- **Microsoft Excel:** Este programa nos sirvió de interfaz para la elaborar cuadro comparativo, presupuestos, cronograma de actividades; alimentación de información recolectada en campo, para procesarla y llevar al programa de SPSS para su procesamiento final.
- **SPSS Versión 23:** Este programa estadístico nos permitió realizar el procesamiento de información estadística para relacionar la variable dependiente con la independiente.

- **ArcGIS 10.2:** Este programa diseñado para lectura, manejo y procesamiento de sistema de información geográfica, nos permitirá ubicar los puntos de monitoreo en coordenadas UTM y la interpolación por el método de IDM para elaborar el mapa de ruido.
- **AutoCAD:** Este programa se usará para las dimensiones de la estructura del encapsulamiento acústico.

## 2.6 Aspectos éticos

Mantener los datos en reserva de la empresa (AJ Servicios Generales & FM S.A.C.) como los procesos y formas de trabajo que ahí se realizan, mantener el anonimato del personal que tuvo participación en el trabajo de investigación, así como el compartir el resultado de la investigación con la empresa.

### III RESULTADOS

#### 3.1 Equipos utilizados en el campo

Las características principales del equipo utilizado para realizar la medición del ruido en campo.

**Tabla N° 04: Características del equipo de medición.**

Instrumento de medición	Marca	Rango	Parámetro
Sonómetro	QUEST	30 – 130 dB	Intensidad del ruido

**Fuente: Elaboración propia**

#### 3.2 Monitoreo de ruido en el campo

El monitoreo de ruido se realizó según el método de muestreo con sonómetro clase I. Para ello, se realizó la ubicación de los 15 puntos; 3 de ellos en el ambiente exterior y 12 puntos en el interior de la empresa (Ver anexo 05).



Figura N° 06: Monitoreo de ruido antes del encapsulamiento acústica final



Figura N° 07: Monitoreo de ruido después del encapsulamiento acústica final

## Resultado del monitoreo del ruido

El monitoreo del ruido, se realizó en el ambiente exterior e interior de la empresa de los diferentes puntos establecidos según la ubicación de los puntos (anexo 06), el monitoreo se realizó antes y después del encapsulamiento acústico en los horarios de 6:30 a 11 am según la actividad de rotura de concreto, Lo cual se realizo por 5 días. Se puede ver en la tabla 05 y 06.

**Tabla N° 05: Resultado de ruido antes del encapsulamiento acústico**

Registro de Niveles de ruido dB(A)(1)						
Punto	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Promedio
R-01	81.9	79.6	82.9	80.3	82.6	81.46
R-02	83.8	82.9	84.7	81.7	83.5	83.32
R-03	80.6	79.1	79.8	79.1	79.9	79.7
R-04	84.1	83.8	85.4	83.4	85.7	84.48
R-05	87.5	88.1	88.4	86.9	89.2	88.02
R-06	92.1	91.1	93.7	90.8	93.5	92.24
R-07	101.3	97.3	99.8	97.4	100.1	99.18
R-08	98.4	100.8	104.2	99.9	103.3	101.32
R-09	102.5	98.1	98.9	100.8	98.7	99.8
R-10	98.0	99.4	98.1	98.8	101.0	99.06
R-11	93.2	94.5	94.5	91.9	94.5	93.72
R-12	90.1	89.9	91.8	92.4	91.2	91.08
R-13	88.1	87.5	87.1	89.7	88.9	88.26
R-14	87.6	90.7	90.2	88.4	89.1	89.2
R-15	88.5	89.1	88.9	86.5	87.7	88.14

(1) dB(A): Decibeles en ponderación A

**Tabla N° 06: Resultado de ruido después del encapsulamiento acústico**

Registro de Niveles de ruido dB(A)(1)						
Punto	Medición 1	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Promedio
R-01	67.5	66.7	64.8	65.4	62.5	65.38
R-02	68.4	67.1	67.5	66.0	68.6	67.52
R-03	62.4	64.8	61.1	64.1	63.5	63.18
R-04	76.8	72.1	70.6	70.1	71.5	72.22
R-05	77.7	75.4	72.4	74.9	74.4	74.96
R-06	81.4	79.4	75.5	77.8	76.2	78.06
R-07	84.8	86.5	85.1	83.9	81.8	84.42
R-08	85.9	88.0	87.0	86.8	84.2	86.38
R-09	89.2	81.9	84.9	87.4	85.0	85.68
R-10	85.1	87.4	86.4	84.7	83.5	85.42
R-11	83.2	85.1	82.1	81.5	80.4	82.46
R-12	80.1	83.5	81.1	85.2	78.1	81.60
R-13	78.6	80.9	84.1	79.1	83.5	81.24
R-14	80.0	83.1	85.2	83.4	82.1	82.76
R-15	85.1	84.4	84.2	84.4	84.7	84.56

(1) dB(A): Decibeles en ponderación A

### 3.4. Prueba de Normalidad de datos:

En las tablas 01 se presentan los resultados de la prueba de bondad de ajuste de Shapiro Wilk, lo cual se usó debido a que la base de datos está compuesto por menos de 50 datos. Encontrando valores de sigma (p) mayores de 0.05 para la las variables, demostrando que los datos siguen una distribución normal por lo tanto para contrastar las hipótesis se deberá emplear estadísticas paramétricas: T de student porque se compraran dos medias, las medias de niveles de ruido antes de encapsulamiento acústico con las medias de niveles de ruido después de encapsulamiento acústico.

**Tabla 07: Pruebas de normalidad**

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Niveles de ruido ambiental	0,846	6	0,145
Niveles de ruido ambiental	0,835	6	0,118
Niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica	0,952	6	0,759

### 3.5 Estadística de resultados

#### 3.5.1 Hipótesis general

**Ho:** El encapsulamiento acústico no reduce la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017.

**Ha:** El encapsulamiento acústico reduce la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017.

#### Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

**Ho** :  $u_1 = u_2$

**Ha** :  $u_1 \neq u_2$

#### Donde:

$u_1$  : Promedio de las mediciones de ruido ambiental antes del encapsulamiento.

$u_2$ : Promedio de las mediciones de ruido ambiental después del encapsulamiento.

#### Estadístico de Contraste:

Para la contrastación de hipótesis se aplicara el estadístico T de student debido a que la muestra está constituido por menos de 30 datos; comparando la media

de los promedios de niveles de ruido ambiental antes y después del encapsulamiento; para ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 23.

**Nivel de confiabilidad:**

El nivel de confiabilidad es de 95%

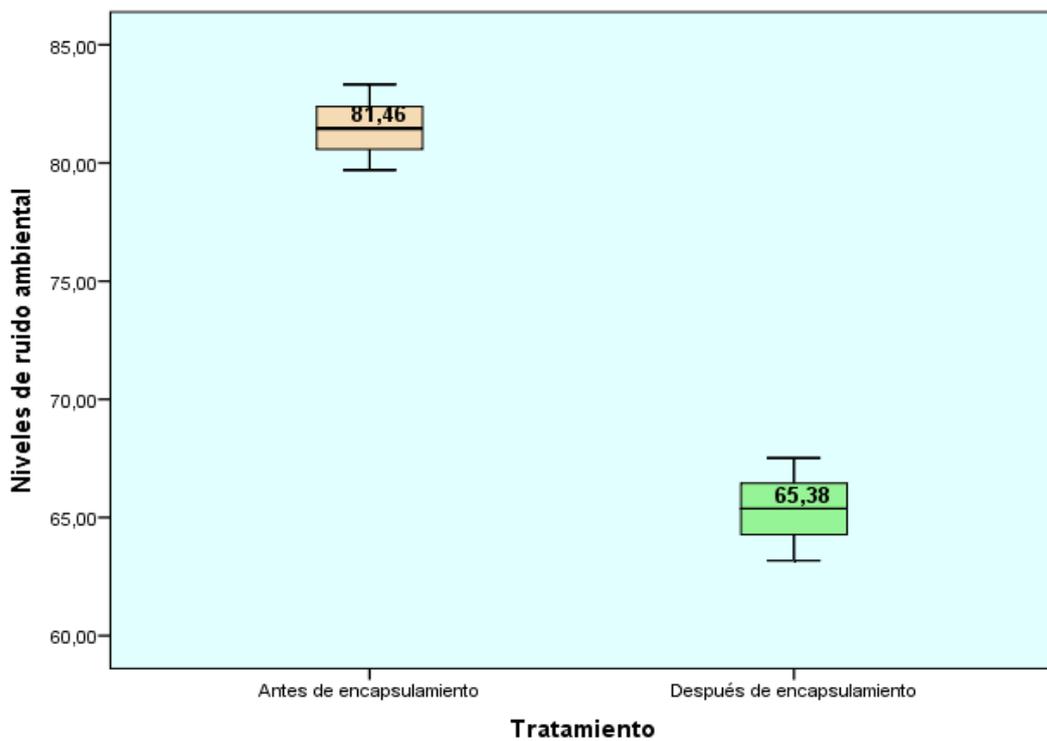
Nivel de sigma = 0.05

Cálculos:

**Tabla 8: Estadísticas de las mediciones de ruido ambiental**

	Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Niveles de ruido ambiental	Antes de encapsulamiento	3	81,4933	1,81023	1,04514
	Después de encapsulamiento	3	65,3600	2,17007	1,25289

Fuente: datos obtenidos de las mediciones de niveles de ruido ambiental.



**Grafico 1:** Grafica de cajas de las mediciones de ruido ambiental antes y después de encapsulamiento acústico.

### Interpretación:

El grafico 01, se tiene que el promedio de los niveles de ruido ambiental medidos en la empresa antes de realizar el encapsulamiento acústico es 81.46 dB(A) mientras que el valor promedio de los niveles de ruido ambiental medidos en la empresa después de realizar el encapsulamiento acústico es 65.38 dB(A), pudiendo apreciar que los niveles de ruido ambiental han reducido considerablemente.

**Tabla 9: Prueba de t de student para comparar medias**

Niveles de ruido ambiental	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	9,888	4	0,001	16,13333	11,60335	20,66332
No se asumen varianzas iguales	9,888	3,875	0,001	16,13333	11,54530	20,72136

**Fuente:** Datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental

### Interpretación:

Como el valor de sigma = 0.001 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que si existen diferencias significativas entre el promedio de las mediciones de ruido ambiental antes y después del encapsulamiento acústico; comprobando que el encapsulamiento acústico si reduce la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017.

### 3.5.2 Hipótesis específica 1

**Ho:** No existen diferencias significativas de niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.

**Ha:** Existen diferencias significativas de niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.

#### Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:

**Ho** :  $u_1 = u_2$

**Ha** :  $u_1 \neq u_2$

#### Donde:

$u_1$  : Promedio de las mediciones de ruido ambiental en el ámbito de la empresa metalmecánica antes de encapsulamiento acústico.

$u_2$ : Promedio de las mediciones de ruido ambiental en el ámbito de la empresa metalmecánica después de encapsulamiento acústico.

#### Estadístico de Contraste:

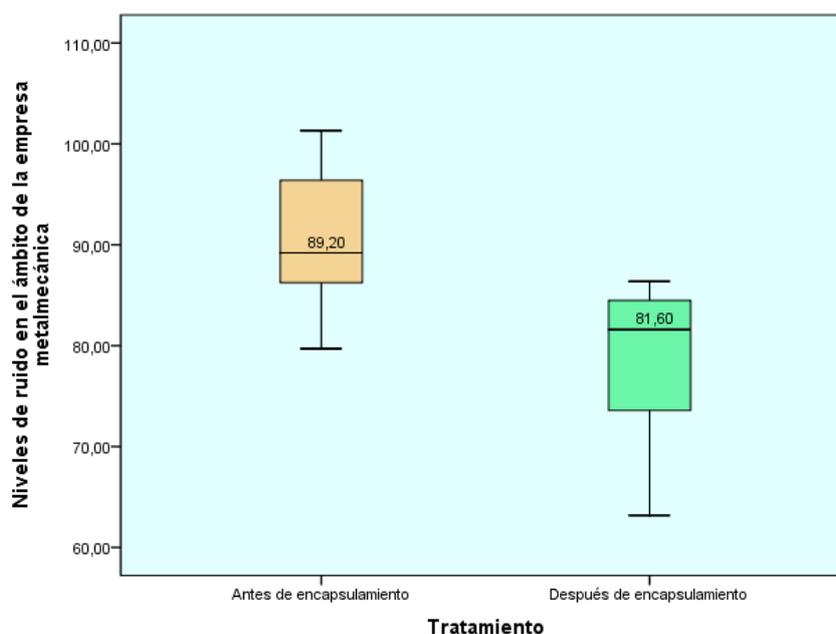
Para la contrastación de hipótesis se aplicara el estadístico T de student debido a que la muestra está constituido por menos de 30 datos; comparando la media de los promedios de niveles de ruido ambiental en el ámbito de la empresa metalmecánica antes y después de encapsulamiento; para ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 23.

## Cálculos:

**Tabla 10: Estadísticas de las mediciones de ruido ambiental en el ámbito de la empresa metalmecánica**

	Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica	Antes de encapsulamiento	15	90,5987	6,91968	1,78665
	Después de encapsulamiento	15	78,3893	7,85415	2,02793

**Fuente:** Datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental



**Grafica 02:** Grafica de cajas de las mediciones de ruido ambiental en el ámbito de la empresa metalmecánica

## Interpretación:

El gráfico 02, se tiene que el promedio de los niveles de ruido ambiental medidos en el ámbito de la empresa metalmecánica antes del encapsulamiento acústico es 90.59 dB(A) y después del encapsulamiento acústico es 78.38 dB(A), pudiendo

apreciar que la implementación del encapsulamiento acústico en la empresa contribuyó a disminuir los niveles de ruido ambiental.

**Tabla 11: Prueba de t de student para comparar medias**

prueba t para la igualdad de medias						
Niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	4,517	28	,000	12,20933	6,67308	17,74558
No se asumen varianzas iguales	4,517	27,562	,000	12,20933	6,66912	17,74954

**Fuente:** Datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental

### Interpretación:

Como el valor de sigma = 0.000 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que las mediciones de ruido ambiental en el ámbito de la empresa metalmecánica antes y después del encapsulamiento acústico son diferentes; comprobando que si existen diferencias significativas de niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.

### 3.5.3 Hipótesis específica 2

**Ho:** Los resultados de nivel de ruido después del encapsulamiento acústico, no cumplirá con la ECA del ruido en el exterior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.

**Ha:** Los resultados de nivel de ruido después del encapsulamiento acústico, cumplirá con la ECA del ruido en el exterior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.

**Planteamiento de Hipótesis para la comparación de la media:**

**Ho** :  $u_1 = u_2$

**Ha** :  $u_1 \neq u_2$

**Donde:**

$u_1$  : Promedio de las mediciones de ruido ambiental después del encapsulamiento acústico.

$u_2$ : ECA del ruido ambiental según D.S. 085-2003-PCM

**Estadístico de Contraste:**

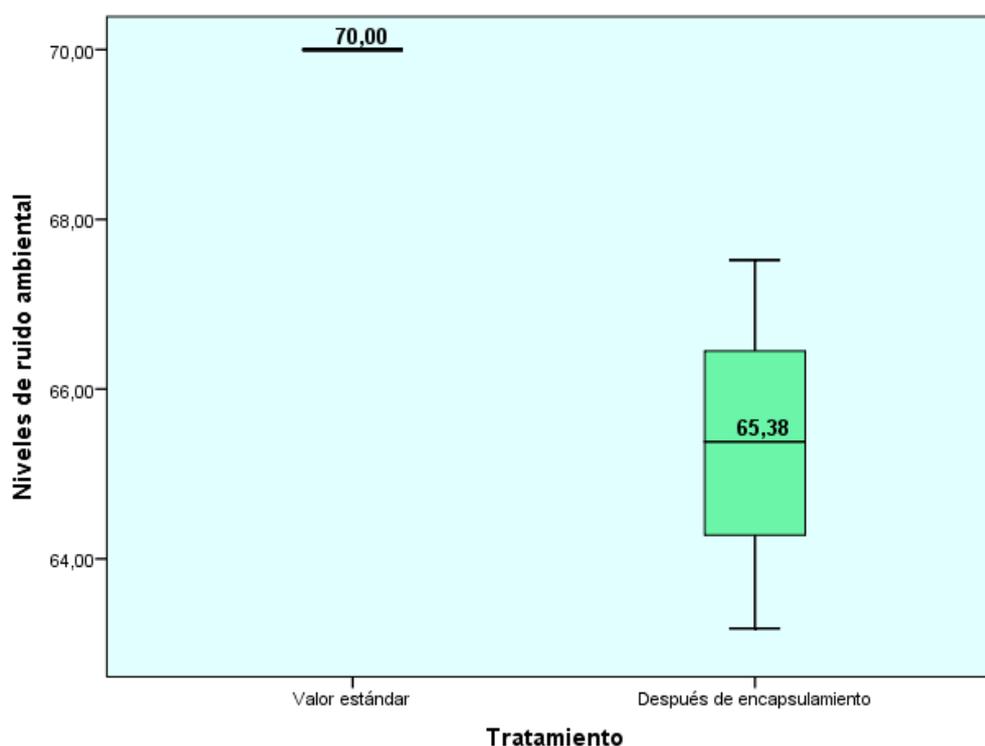
Para la contrastación de hipótesis se aplicara el estadístico T de student debido a que la muestra está constituido por menos de 30 datos; comparando la media de los promedios de niveles de ruido ambiental después del encapsulamiento acústico con los ECAs para ruido ambiental; para ello se utilizará el software estadístico SPSS versión 23.

## Cálculos:

**Tabla 12: Estadísticas de las mediciones de ruido ambiental y ECAs**

	Tratamiento	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Niveles de ruido ambiental	Valor estándar	3	70,0000	,00000	,00000
	Después de encapsulamiento	3	65,3600	2,17007	1,25289

**Fuente:** Datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental



**Grafica 03:** Grafica de cajas de las mediciones de ruido ambiental y ECAs

## Interpretación:

El gráfico 03, se tiene que el promedio de los niveles de ruido ambiental medidos en la empresa después de realizar el encapsulamiento acústico es 65.38 dB(A) encontrándose por debajo de los ECAs para ruido ambiental nocturno cuyo valor es 70 dB(A).

**Tabla 13: Prueba de t de student para comparar medias**

Niveles de ruido ambiental	prueba t para la igualdad de medias					
	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	3,703	4,000	0,021	4,640	1,161	8,119
No se asumen varianzas iguales	3,703	2,000	0,066	4,640	-0,751	10,031

**Fuente:** Datos obtenidos del monitoreo de ruido ambiental.

**Interpretación:**

Como el valor de sigma = 0.021 y es menor de 0.05, entonces acepto la hipótesis alterna y rechazo la hipótesis nula; demostrando que las mediciones de ruido ambiental después del encapsulamiento acústico se encuentra por debajo de los ECAs para ruido ambiental; comprobando que los resultados de nivel de ruido después del encapsulamiento acústico, si cumplirá con la ECA del ruido en el exterior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.

### 3.6 Resultado del porcentaje del oxígeno

El resultado del porcentaje de oxígeno, realizado en el interior del tambor giratorio del camión mixer por dos días y tres etapas. Ver en la tabla 13.

**Tabla N° 14: Resultado de porcentaje de oxígeno**

N° de monitoreo al día	Etapas de monitoreo	Fecha	Hora	Resultado
01	Antes	24/06/2017	07:00 am	20.8 %
	Durante	24/06/2017	08:46 am	20.6 %
	Después	24/06/2017	10:34 am	20.5 %
02	Antes	25/06/2017	06:49 am	20.7 %
	Durante	25/06/2017	08:15 am	20.5 %
	Después	25/06/2017	10:52 am	20.5 %

**Fuente:** Datos obtenidos del monitoreo de gases (Porcentaje de oxígeno).

#### **Interpretación:**

De la tabla N° 14, se muestra el resultado de porcentaje de oxígeno medidos en el interior del tambor giratorio del camión mixer en las etapas de antes, durante y después de las actividades de rotura de concreto; se realizó dos días de monitoreo que se obtuvo entre 20.5% a 20.8% encontrándose dentro el rango del porcentaje de oxígeno estándar, que es factible para realizar la actividad de rotura de concreto en espacio confinado, cuyo valor es de 19.5% a 23.5%.

#### IV. DISCUSIÓN

El principal objetivo de la presente investigación es la efectividad del encapsulamiento para reducir la contaminación del ruido de la rotura de concreto que realiza la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, La dicha actividad es el principal fuente generadora de niveles altos ruido, Por ello es importante realizar el monitoreo de ruido para determinar el comportamiento acústico del punto de emisión hacia el entorno, Según el CONAM (2007) Indica la medición del ruido; constituye como información básica e importante, que se realiza para determinar los niveles de ruido que se encuentran en el entorno o foco emisor, con la finalidad de acreditar el cumplimiento con la norma legal vigente para prevenir daños que podrían generar en la salud humana y el medio ambiente. Y Según Camposeco, L. (2003) El método relevante para aplicar la medida de control sonoro, es la que se ataca o se dedica a mitigar el ruido de la fuente emisora.

Por tanto, la empresa AJ metalmecánica Servicios Generales & FM S.A.C. se ubica según el mapa de zonificación del distrito de villa el salvador en zona industrial liviana, lo cual indica la zona está en vía de industrialización. Según el autor Rodríguez F. (2008) Sostiene el avance de las industrias está generando unos serios problemas acústicas; debido al elevado del nivel de ruido, lo cual es uno de los focos de impacto ambiental negativo que propicia a una disminución de la calidad de vida y bienestar, tanto en el área de trabajo y el entorno.

El resultado del monitoreo de ruido, antes de la implementación del encapsulamiento acústico (ver anexo 03), se puede apreciar claramente los niveles elevados de ruido en los diferentes puntos, debido principalmente a la actividad de rotura de concreto en el interior del tambor giratorio del mixer (Fuente fija), que se usa el equipo de martillo eléctrico para la dicha actividad. Por ello, el contacto del equipo con el concreto y metal del tambor giratorio, son las que generan los niveles altos de ruido; tendiendo a propagarse al entorno de la fuente, ocasionando la contaminación del ruido. Según la OEFA (2016) La contaminación del ruido es la

presencia en el medio ambiente de los elevados niveles de ruido de las diferentes fuentes emisoras que genera efectos en la salud e impactos negativos sobre el entorno.

El mapa de ruido es muy importante para prevenir y mitigar el ruido en el momento de tomar decisiones y las medidas de control a implementar, donde a base de los resultados del monitoreo de ruido obtenidos, antes del encapsulamiento nos permite elaborar y visualizar la distribución del nivel de ruido en una imagen por medio de colores, donde se identificó la fuente ruidosa, y esto nos permite ver la distribución del ruido a medida se va alejando de la fuente (Ver anexo 10). Según el autor Delgado, C. (2013). Es su investigación sostiene que el mapa de ruido permite ver el comportamiento y la realidad del ruido de un área determinada, y que forma a ser una herramienta muy importante para predecir los ambientes de ruido y de sus posibles causas.

Por tanto, se implementó el encapsulamiento acústico como medida de control para reducir los niveles altos de ruido que genera la actividad de rotura de concreto de la empresa metalmecánica, aplicando materiales de aislante y absorbente acústico. Según Novoa, J. (2015) Consiste en cerramiento del entorno al foco emisor de ruido, calculando y diseñando con materiales acústicos como aislantes acústicos, absorbentes acústicos y panel fonoabsorbente y sus respectivas características necesarias por medio de revestimiento interno del cerramiento para reducir el ruido y permitir su funcionamiento. Logrando atenuar y adicionar una técnica física de reducción de ruido.

El resultado de monitoreo de ruido después de la implementación del encapsulamiento acústica se puede apreciar que se logró reducir hasta 16.52 dB(A) según las los puntos establecidos de la fuente, Esto es debido al revestimiento de los materiales acústicos que se utilizó en el encapsulamiento acústica por medio del diseño de multicapa, que consiste en la unión de dos a mas materiales acústicos con diferentes propiedades, por ello, el diseño estuvo conformado de la siguiente

manera primero por la parte externa los aislante acústica son la plancha de cartón compactado y seguidamente doble capa de las jabas de huevo, y después de ello, se revestido por el interior, el absorbente acústico la lana de polietileno y para su protección del polvo la malla rashell, donde se logró reducir hasta 16.13 dB(A) en el ambiente exterior de la empresa. Según Padilla C. (2011) en su investigación utilizo diseño acústica para el revestimiento, donde uso dos planchas de OSB y en el medio de ello se relleno con lana de vidrio, cubriendo en la mayor parte de la área del taller de la empresa, con la finalidad de incrementar la absorción acústico; como resultado se logró perder significativamente la transmisión de niveles de ruido hasta 14.4 dB(A). Por tanto, son importante las propiedades de porosidad de los materiales a utilizar, ya que el OSB no permite disipar las ondas sonoras porque son rígidos y solo trata de aislar el ruido, mientras el absorbente acústico se encuentre en el interior de la propagación del ruido; que es capaces de absorber, por medio de sus orificios. Según Novoa J. (2015). El absorbente acústico consiste en aprovechar las propiedades y características de algunos materiales que son de baja densidad (son ligeros) y gran flexibilidad, que permiten absorber la energía acústica, permitiendo que no se refleje.

En la implementación del encapsulamiento acústico se instaló una extractora de aire para evacuar aire hacia el interior del tambor giratorio, donde en su interior se realiza el trabajo. Por ello, es muy importante el flujo de aire, ya que la fuente generadora de ruido (mixer) espacio confinado, considerado como trabajos de alto riesgo, donde el porcentaje de oxígeno en el espacio confinado es de mucha importancia para realizar las actividades en su interior, lo cual el resultado de la medición obtenida en campo se encuentra en el rango de 20.5% a 20.8% que son adecuados para realizar la actividad de rotura de concreto en el interior del tambor giratorio del camión mixer. Según Alvares, E. (2010) indica la concentración de oxígeno en la atmosfera de los diferentes espacios confinados debe mantenerse en el rango de 19.5 % a 23.5 % para realizar cualquier actividad, cuando se encuentra por debajo 19.5 % indica deficiencia de oxígeno y si está por encima de 23.5 % está a una atmosfera inflamable, y la medición debe ser con un dispositivo de lectura directa. Y el autor Blanco G. (2011) implementó el diseño de paneles acústicos para el encapsulamiento sonoro. El panel estuvo conformado de una

placa de acero, el absorbente acústico la fibra de vidrio y una malla metálica, pero considero el diseño de flujo de aire en forma de V invertido en la parte de la puerta para la ventilación.

Por tanto, el resultado del monitoreo de ruido de los 15 puntos, se realizó el cálculo; aplicando el estadístico t de student, que se utilizó el promedio de los niveles de ruido ambiental medidos en el ámbito de la empresa metalmecánica antes del encapsulamiento acústico es 90.59 dB(A) y después es 78.38 dB(A), pudiendo apreciar la disminución significativo de los niveles de ruido.

Los resultados obtenidos del exterior la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. después del encapsulamiento acústico, se logró cumplir con la normativa ambiental vigente, encontrándose por debajo de los Estándar Nacional de Calidad Ambiental de ruido nocturno cuyo valor es 70 dB(A).

Para cumplir con el objetivo principal de la efectividad del encapsulamiento para reducir la contaminación del ruido, primeramente se logró reducir el nivel de ruido significativamente en el ambiente exterior e interior de la empresa, sobre todo cumpliendo con la normativa ambiental vigente (ECA de ruido) en la zona industrial y el aspecto importante el porcentaje de oxígeno que se encuentra dentro del rango adecuado (19.5 % a 23.5 %) para realizar actividad de rotura de concreto. Según Padilla C. (2011) en la solución implementada del panel acústica de un galpón, busco determinar el grado de efectividad de la medida de control, considero el parámetro principal; el cumplimiento de la normativa legal ambiental, en ese sentido se logró cumplir con el objetivo de la efectividad de encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido que permitió mejorar notablemente las condiciones acústicas, principalmente en los aspectos de calidad ambiental y el entorno laboral de la empresa.

## V. CONCLUSIÓN

1. Se determinó los niveles de ruido en el ámbito exterior e interior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales & FM S.A.C. encontrándose en el exterior en un rango de 79.10 a 83.32 dB(A) en los tres puntos, en zona industrial y en el horario nocturno (5:30 a 7:00 am) llegando a sobrepasar la norma de la ECA de ruido ya que se encuentra a un valor de 70 dB(A). mientras en el ambiente interior se encuentra en el rango 84.48 a 101.32 dB(A) en los diferentes puntos.
2. Se determinó en el implementación del encapsulamiento acústico, el diseño de multicapa; que está conformado por materiales de aislante de cartón compactado y seguidamente doble capa de las jabas de huevo, y materiales absorbentes como lana de polietileno y para su protección del polvo la malla rashell, que permitieron reducir el nivel de ruido al 16.56 dB(A), debido que los aislantes imposibilita la propagación del nivel de ruido del interior al exterior y el absorbente es capaz de absorber por medio de sus orificios la ondas sonoras.
3. Se logró la reducción significativa de la contaminación del ruido en el exterior se la empresa AJ metalmecánica Servicios Generales & FM S.A.C. encontrándose por debajo de la norma vigente (ECA de Ruido) en el horario nocturno cuyo valor es 70 dB(A).
4. Finalmente, se mostró la efectividad del encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido mediante el diseño de multicapa y la utilización de los materiales aislante y absorbente acústica, que permitió mejorar notablemente las condiciones acústicas, principalmente en los aspectos de calidad ambiental y el entorno laboral de la empresa.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar el monitoreo de ruido en los horarios diurno y nocturno para poder comparar con la norma ambiental vigente.

Se recomienda usar los materiales de aislante y absorbente acústico según sus propiedades y espesor, esto permitirá reducir el nivel de ruido con mayor efectividad en la implementación del encapsulamiento acústico.

Se recomienda a la empresa, de informar y capacitar a los operadores de martillo eléctrico sobre el uso del área de rotura de concreto (Encapsulamiento acústico) sobre el ingreso de los camiones mixer al interior del área, desarmar la tapa de emergencia del tambor giratorio y el uso correcto de la extractora de aire que permita la evacuación del flujo de aire para el interior del tambor giratorio para la ventilación.

## VII. REFERENCIAS

- ACEVEDO, Valeria. Evaluación del acondicionamiento acústico y recomendaciones de diseño para salas de clases en la facultad de ciencias físicas y matemáticas de la universidad de Chile. Tesis (Ingeniero Civil). Chile: Universidad de Chile. 2009.
- ACEVEDO Herrera, Anthony Smith. Determinación del nivel de contaminación sonora e implementación de las jabas de huevo como aislante acústico en la empresa E.C. PREFABICADOS S.A.C. Distrito de Puente Piedra – Lima -2014. Tesis (Ingeniero Ambiental). Lima, Perú: Universidad Cesar Vallejo. 2014.
- ALVAREZ Valencia, Enrique Camilo. Seguridad en espacios confinados aplicados en el complejo metalúrgico de la oroya. Tesis de Maestro en Ciencias (Seguridad y Salud Minera). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica. 2010.
- BLANCO Godoy, Alex Gabriel. Estudio, análisis y diseño de medidas de control de ruido en clínica dental móvil, servicio de salud Chiloé. Tesis (Ingeniero Acústico). Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil Acústica. 2011, 98p.
- BALDERRAMA García, Fernando. Evaluación del ruido en las áreas de producción en una empresa procesadora de carne. Tesis (Ingeniero Industrial y en sistemas). Navojoa, Sonora: Instituto Tecnológico de sonora, Dirección Académica Unidad Navojoa. 2008, 67p.
- CAMPOSECO Espina, Lesbia Ivonne. Medición, evaluación y control del ruido en una industria de maquilado de tubería de acero. Tesis (Ingeniera Industrial). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería. 2003, 137p.
- Consejo nacional del ambiental. Guía para elaboración de ordenanzas municipales para prevención y control del ruido urbano. 2007. pp. 7-8.
- DELGADO Sepúlveda, César Antonio. Elaboración de mapa de ruido de Minera Valle Central. Tesis (Ingeniero Civil Acústico). Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil Acústica. 2013, 105p.

- EXPOSITO PAJE, S. Innovación para el control del ruido ambiental. Castilla: Ediciones de la Universidad Castilla – La Mancha, 2013. ISBN: 9788490440506.
- JÁCOME Sánchez, María Alejandra y JÁCOME Sánchez, María Angélica. Análisis a la exposición de ruido ambiental y propuesta de un sistema de insonorización a través de procedimientos técnicos para minimizar el impacto ambiental en la empresa cedal s.a. cantón latacunga provincia de cotopaxi período 2012-2013”. Tesis (Ingeniera en Medio Ambiente). Latacunga - Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales. 2013, 156p.
- JULIÁ, E. Modelización, simulación y caracterización acústica de materiales para su uso en acústica arquitectónica (2008). Tesis (Título doctoral). España: Universidad Politécnica de Valencia.
- LOBOS, Víctor. Evaluación del ruido ambiental en la ciudad de Puerto Montt, Valdivia - Chile (2008). Tesis (Título Ingeniero Acústico). Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de ciencias de la Ingeniería.
- NOVOA iniguez, Juan Carlos. Gestión técnica de reducción de ruido en la sección de tornos del área de fabricación de la empresa esp completion technologies s.a. Tesis (magister en seguridad industrial y ocupacional). Quito, Ecuador: Escuela politécnica nacional, facultad de ingeniería química y agroindustrial. 2015.
- MASABANDA Campaña, Giovanni Francisco. Propuesta de un sistema de aislamiento acústico y control de ruido en la planta de faenamamiento de la empresa pofasa. Tesis (Ingeniero de Sonido y Acústica.). Quito, Ecuador: Universidad de las Américas, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. 2011, 131p.
- Ministerio del Ambiente. Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Ruido - Decreto Supremo N°085-2003-PCM. Lima, Perú, 2003.
- Ministerio del Ambiente. Protocolo Nacional de Monitoreo de Ruido Ambiental. Lima 2014.
- Ministerio de Trabajo. Norma Básica de Ergonomía y de Procedimiento de Evaluación de Riesgo Disergonómico - R.M. N° 375-2008-TR. Lima, 2008.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental - OEFA. Contaminación sonora el lima y callao, 2016, San Isidro, Lima.

- PÁRRAGA, María y GARCÍA, Teonila. El ruido y el diseño de un ambiente acústico [En línea]. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial. [En línea]. Diciembre, 2005, vol. 8, 2005, Universidad Nacional Mayor San Marcos, Lima – Perú ISSN: 1810-9993.
- PADILLA Castillo, Edson Iván. Desarrollo y evaluación de una solución de control de ruido para atenuar niveles de presión sonora generados por Maestranza Beth. Tesis (Ingeniero Acústico). Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil Acústica. 2011, 92p.
- RODRÍGUEZ Fuentes, Mario Alberto. El control pasivo de ruido como elemento de la seguridad industrial [En línea]. Bogotá, Colombia, 2008 [Fecha de consulta: 05 de Marzo 2017].

Disponible en:

<http://revistavinculos.udistrital.edu.co/files/2012/12/El-control-pasivo-de-ruido-como-elemento-ED9.pdf>

- SEQUEIRA, Martín E. y CORTÍNEZA, Víctor H. Diseño de sistemas de control pasivo de ruido en recintos industriales. [En línea]. Bahía Blanca, Argentina, 2014 [Fecha de consulta: 12 de junio 2017].

Disponible en:

[http://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/10394/CONICET\\_Digital\\_Nro.14038\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](http://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/10394/CONICET_Digital_Nro.14038_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

## **ANEXOS**







### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

**I. DATOS GENERALES**

1.1. Apellidos y Nombres: SUAREZ ALVITES HAYDEE  
 1.2. Cargo e institución donde labora: ASESORA DE PROYECTO DE INVESTIGACION  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: JUAN CARLOS CARRERAS ROMERO

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												X	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

92.7%
-------

 Lima, 26 de Noviembre del 2018
  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

 DNI No. 07085157 Telf.:

### VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: TELLO MENDIVIL JERONIMO  
 1.2. Cargo e institución donde labora: COORDINADOR DE LA ESCUELA  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: .....  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: JUAN CARLOS CARDENAS GOMEZ

#### II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

#### III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

#### IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

85 %

Lima, 29 de Noviembre del 20186

*Jeronimo Mendivil Tello*  
 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 0844956 Telf. 99879712

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO**

**I. DATOS GENERALES**

- 1.1. Apellidos y Nombres: LOPEZO GILBERTO VALDIVIEZO GONZALEZ  
 1.2. Cargo e institución donde labora: COORDINADOR DE AREA CURRICULAR  
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:  
 1.4. Autor(A) de Instrumento: JUAN CARLOS CARDENAS GOMEZ

**II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN**

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.												✓	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												✓	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												✓	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												✓	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												✓	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												✓	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.												✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.												✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												✓	

**III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD**

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

**IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :**

95 %
------

Lima, 21 de Noviembre del 2018

  
FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 40323063 Telf: 996767321

## Anexo N° 04: Ficha de monitoreo de porcentaje de oxígeno

 <b>UCV</b> <small>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</small>	<b>FICHA DE MONITOREO DE PORCENTAJE DE OXIGENO</b>						
Lugar:							
Fecha de monitoreo:							
Descripción del trabajo a realizar:							
<b>ETAPAS DE MEDICIÓN</b>							
Parametro	Valor aceptable	Antes		Durante		Despues	
		Resultado	Satisfactorio	Resultado	Satisfactorio	Resultado	Satisfactorio
Oxigeno	19.5 - 23.5 %						
	Hora						
<b>Nombre y firma del personal que realizo la medición</b>							

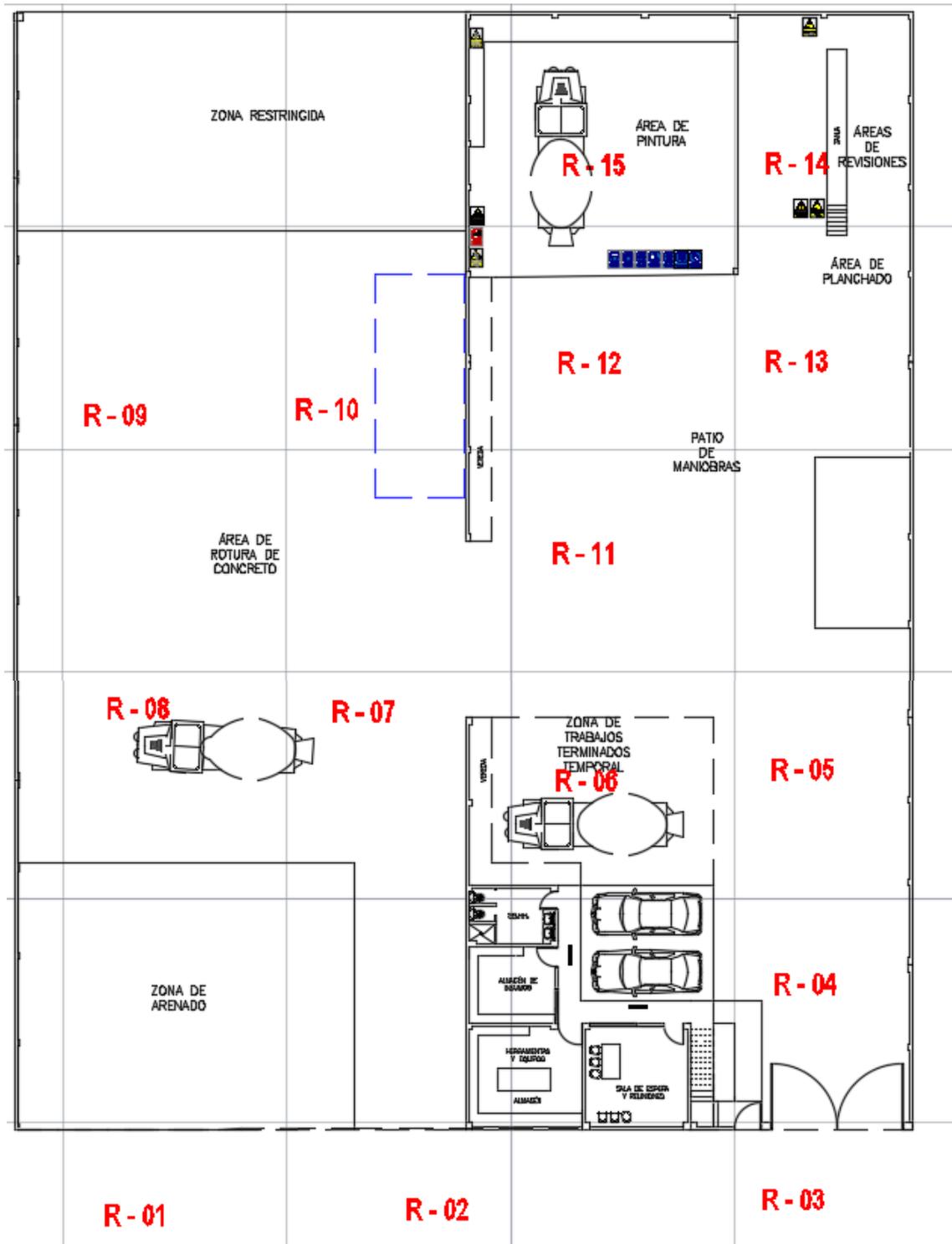
Fuente: Elaboración propia.

### Anexo N° 05: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	METODOLOGIA DE INVESTIGACION
<p><b>Problema general:</b></p> <p>¿En qué medida el encapsulamiento acústico reduce la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales &amp; FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017?</p>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la efectividad del encapsulamiento acústico para reducir la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales &amp; FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>El encapsulamiento acústico reduce la contaminación del ruido en la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales &amp; FM S.A.C. en el Distrito de Villa el Salvador, 2017.</p>	<p><b>Variable Independiente:</b></p> <p>Encapsulamiento acústico</p>	<p>Cantidad de Material aislante acústico</p>	<p>- Plancha de cartón compactado (m2 y espesor)</p> <p>- Jabas de huevo (m2 y espesor)</p>	<p>Razón</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>El tipo de investigación que se adapta al presente trabajo es el Experimental</p> <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>Para el presente trabajo de investigación es Aplicativo</p> <p><b>Tratamiento estadístico:</b></p> <p>Prueba de hipótesis T de Student</p>
<p><b>Problemas específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>¿Existen diferencias de niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales &amp; FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017?</li> <li>Cuanto será los resultados del nivel de ruido después del encapsulamiento acústico, para cumplir la ECA del ruido en el exterior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales &amp; FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.</li> </ul>	<p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medir los niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales &amp; FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.</li> <li>Comparar los resultados de nivel de ruido después del encapsulamiento acústico, con la ECA del ruido en el exterior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales &amp; FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Existen diferencias significativas de niveles de ruido en el ámbito de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales &amp; FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.</li> <li>Los resultados de nivel de ruido después del encapsulamiento acústico, cumplirá con la ECA del ruido en el exterior de la empresa metalmecánica AJ Servicios Generales &amp; FM S.A.C. en el distrito de Villa el Salvador, 2017.</li> </ul>	<p><b>Variable Dependiente:</b></p> <p>Reducción de la contaminación del ruido</p>	<p>Intensidad del ruido</p>	<p>Nivel de ruido antes ( dBA )</p> <p>Nivel de ruido después ( dBA )</p>	<p>Razón</p> <p>Razón</p>	
			<p>Mapa de ruido</p>	<p>El comportamiento de niveles de ruido, antes y después del encapsulamiento acústico (dBA)</p>	<p>Razón</p>		

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo N° 06: Ubicación de puntos de medición de ruido



<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b>		
TITULO: IMPLEMENTACION DEL ENCAPSULAMIENTO ACÚSTICO		
PLANO: UBICACIÓN DE PUNTOS DE MONITOREO DE RUIDO		
Elaborado: Juan Carlos Cardenas Gomez		Plano N°
Fecha: Enero 2017	Escala: 1:100	Formato: A4
		<b>02</b>

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo N° 07: Fotos de trabajo en campo (Monitoreo)



Figura N° 08: Monitoreo de ruido en el exterior de la empresa



Figura N° 09: Monitoreo de ruido en el área de maniobra



Figura N° 10: Monitoreo de ruido en el área de planchado (Rotura de concreto)



Figura N° 11: Monitoreo de ruido en el área de rotura de concreto



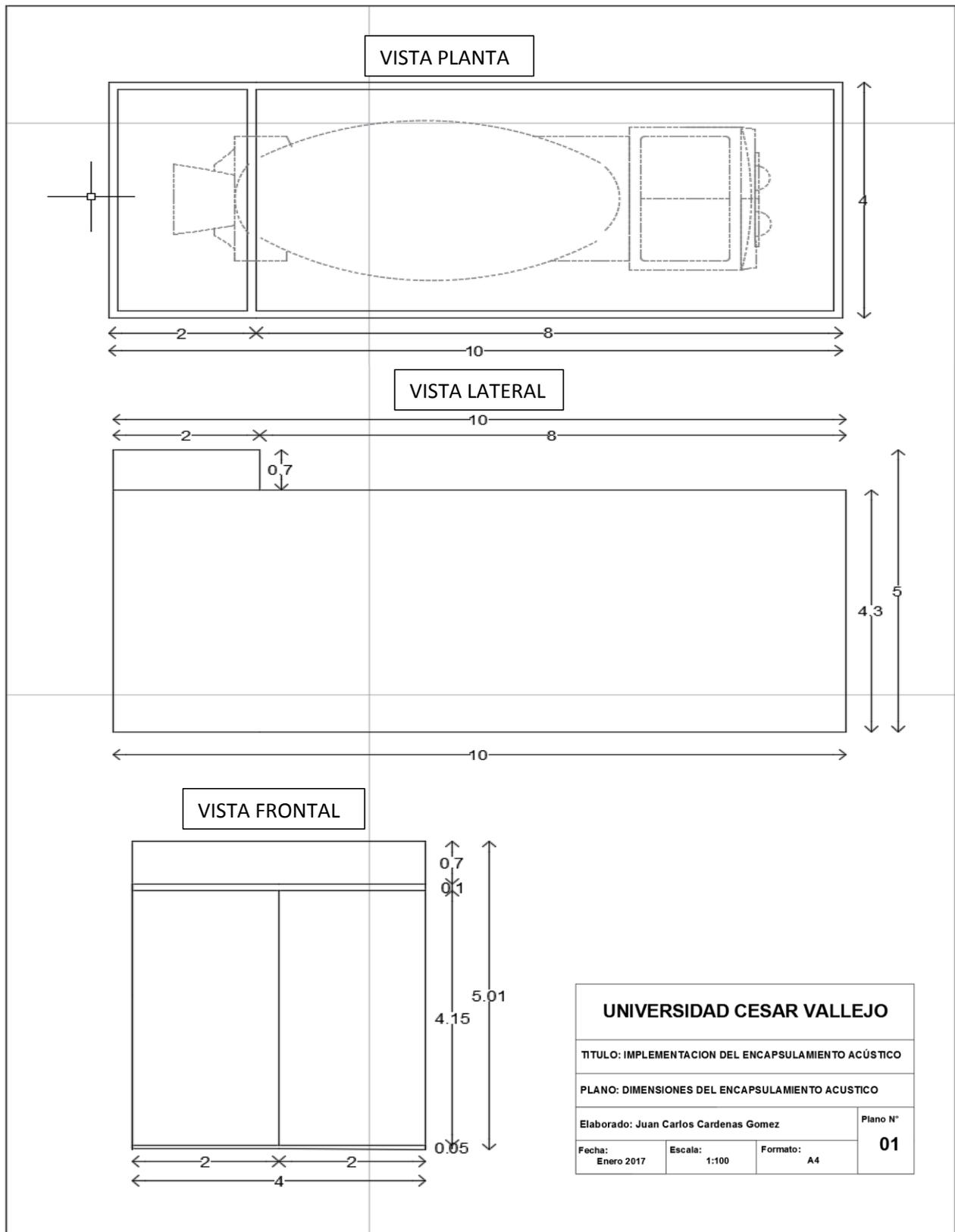
Figura N° 12: Monitoreo de ruido en el área de rotura de concreto



Figura N° 13: Monitoreo de ruido en el área de pintura

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo N° 08: Plano de dimensiones del encapsulamiento acústica



Fuente: Elaboración propia.

## Anexo N° 09: Proceso de implementación del encapsulamiento acústico



Figura N° 14: Área del encapsulamiento acústico



Figura N° 15: Cimentación para colocar la estructura del encapsulamiento



Figura N° 16: Corte de tubo cuadrado para la estructura



Figura N° 17: Trabajos de soldadura



Figura N° 19: Recubrimiento de listones de madera en el contorno de la estructura



Figura N° 18: Estructura metálica principal del encapsulamiento



Figura N° 20: Recubrimiento de planchas de cartón compactado



Figura N° 21: Colocar la calamina al techo e instalación la puerta

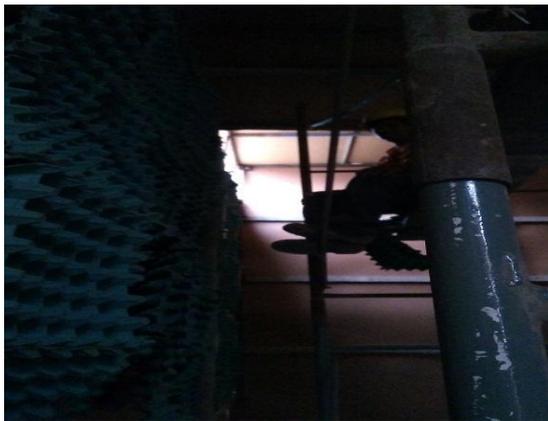


Figura N° 22: Instalación de jabas de huevo



Figura N° 23: Instalación de absorbente acústico



Figura N° 25: Instalación de malla rashell



Figura N° 24: La celosía acústica



Figura N° 26: Instalación de la extractora de aire



Figura N° 27: encapsulamiento acústica final

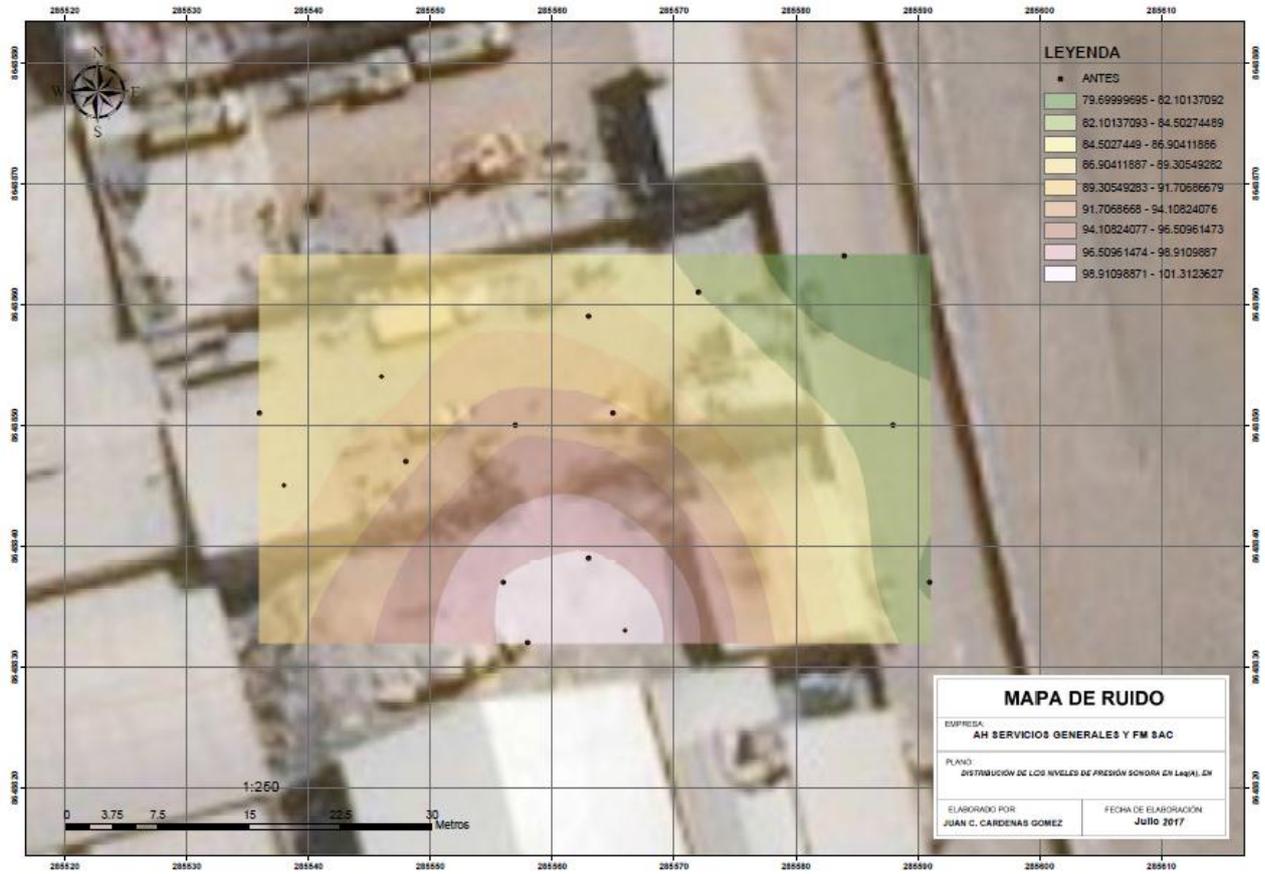


Figura N° 28: Acabado del interior del encapsulamiento acústico

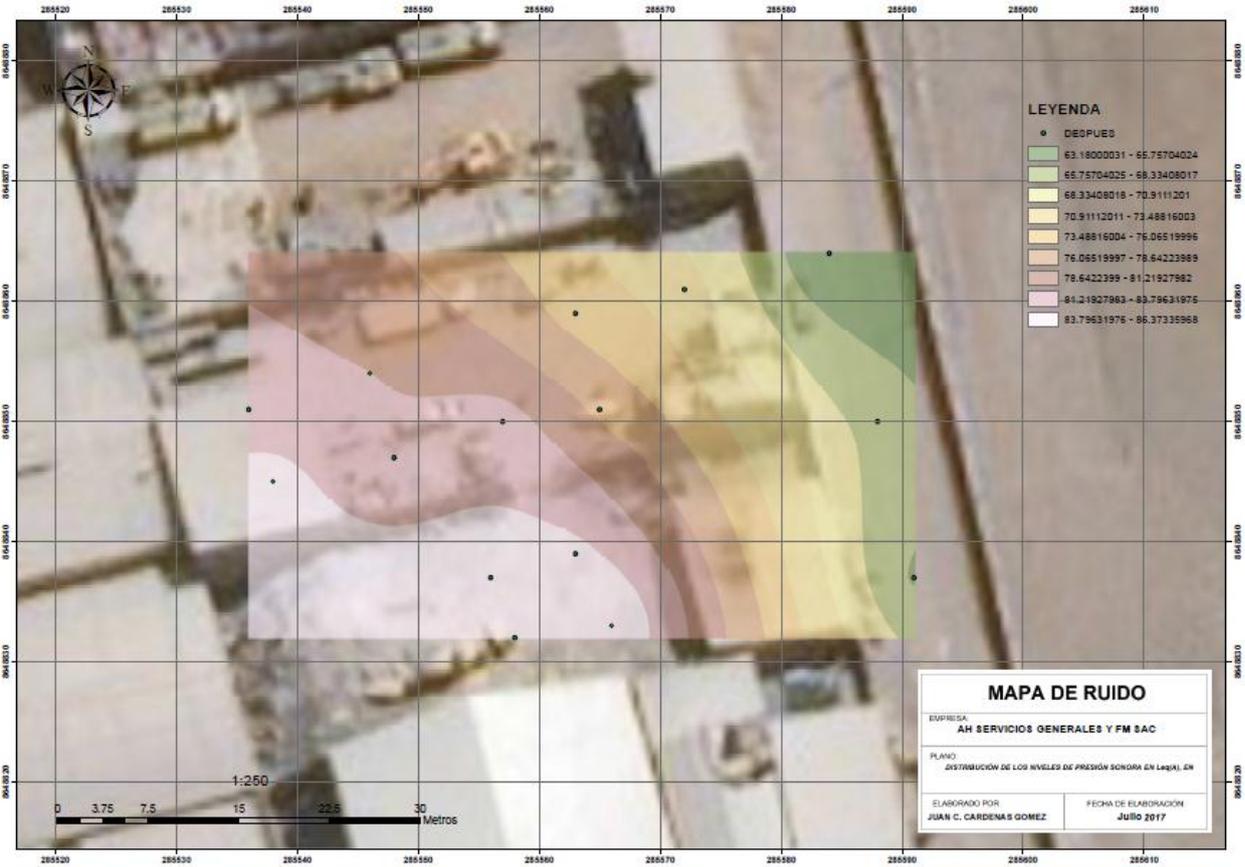
Fuente: Elaboración propia.

# Anexo N° 10: Mapa de ruido antes y después

## Antes



# Después



## Anexo N° 11: Certificado de calibración del sonómetro



### Certificado de Calibración

LAC - 041 - 2017

Laboratorio de Acústica

Página 1 de 10

Expediente	93152	<p>Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)</p> <p>La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrologías a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).</p> <p>La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las intercomparaciones que éste realiza en la región.</p> <p>Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.</p>
Solicitante	CENTRO DE ESPECIALIZACIÓN AMBIENTAL SAC	
Dirección	Av. Arenales 956, Jesús María - Lima	
Instrumento de Medición	Sonómetro	
Marca	QUEST	
Modelo	SOUNDPRO SE/DL	
Procedencia	ESTADOS UNIDOS	
Resolución	0,1 dB	
Clase	1	
Número de Serie	BJK110027	
Micrófono	BRUEL&KJAER 4336	
Serie del Micrófono	2767574	
Fecha de Calibración	2017-04-06	

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Responsable del Área de Electricidad y Termometría	Responsable del laboratorio
 2017-04-07	 EDUARDO FRANCO GUILLENARTE	 HENRY DIAZ CHONATE

Instituto Nacional de Calidad - INACAL  
 Dirección de Metrología  
 Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú  
 Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501  
 Email: [metrologia@inacal.gob.pe](mailto:metrologia@inacal.gob.pe)  
 Web: [www.inacal.gob.pe](http://www.inacal.gob.pe)

## Anexo N° 12: Certificado de calibración del medidor de gases



### Certificado de Calibración CYVLM0016-020217

#### 1.- SOLICITANTE

Expediente : 16150  
Razón social : ANALYTICAL LABORATORY E.I.R.L.  
Dirección : Zaramilla Nr. 02 Lt. 3 - Bellavista - Callao

#### 2.- INSTRUMENTO DE MEDICIÓN:

Monitor de Gases

Marca : RAE SYSTEMS INC  
Modelo : MultiRAE LITE - POM6208  
N° de Serie : M03CA02944  
Codigo : EM-OPS-57  
Procedenda : EDJU

#### 2.1.- SENSORES INSTALADOS

Sensor	Serial N°	N° de Parte	Rango	Resolución	
Sulfuro de Hidrógeno	H <sub>2</sub> S	SC03ARD18053	CD3-0907-001	0 a 100 ppm	1 ppm
Monóxido de Carbono	CO	SC0306033823	CD3-0913-000	0 a 1000 ppm	1 ppm
Gases combustibles	LEL	SC0313012754	CD3-0911-000	0 a 100% LEL	1% LEL
Oxígeno	O <sub>2</sub>	SC0342019924	CD3-0943-000	0 a 30 %	0.1%
Isobutileno	VOC	SC03A3025353	CD3-0912-003	0 a 1000 ppm	1 ppm

#### 3.- METODO DE CALIBRACIÓN

REFERENTE AL PROCEDIMIENTO QJ-012 PARA LA CALIBRACIÓN DE DETECTORES DE GASES DE UNO O MAS COMPONENTES. Del COM de España

#### 4.- FECHA Y LUGAR DE CALIBRACIÓN

- \* El equipo fue recibido el 02/02/2017
- \* La calibración se realizó en el Área de Físico-Química del laboratorio Calibraciones y Verificaciones SAC el 02/02/2017

#### 5.- PATRONES DE REFERENCIA

Gas Patrón	Marca	Modelo	N° de Lote	Fecha de Expiración
Isobutileno VOC	Rae systems INC	600-0003-000	1726531 Cyl 27	12/4/2018
Sulfuro de Hidrógeno H <sub>2</sub> S	Rae systems INC	600-0050-070	1801775 Cyl 40	1/6/2017
Monóxido de Carbono CO				
Gases combustibles LEL				
Oxígeno O <sub>2</sub>				

#### 6.- CONDICIONES AMBIENTALES

Proceso	Temperatura Ambiental	Humedad Relativa	Presión atmosférica
INICIO	19,8 °C	59,8 %	1000,5 mbar
TERMINO	20,1 °C	60,1 %	1000,1 mbar

Este certificado de calibración solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos y/o modificaciones requieren la autorización del Laboratorio de Metrología CYVLAB  
Certificado sin firma y sello carecen de validez.

Sello



Técnico Metrólogo

Roger Chavez Riquero

Jefe de laboratorio

Juan Arribasplata Huaman

Anexo N° 13: Análisis por el programa TURNITIN

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS</b>	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 31-03-2017 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, Carlos Cabrera Carranza, docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Cesar Vallejo, Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada.

ENCAPSULAMIENTO ACÚSTICO PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN DEL RUIDO EN LA EMPRESA METALMECÁNICA AJ SERVICIOS GENERALES & FM S.A.C. EN EL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR, 2017, del estudiante Juan Carlos Cardenas Gomez constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscito (a) analizo dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Los Olivos, 18 de Julio de 2017



Firma

Dr. Carlos Francisco Cabrera Carranza

DNI: 17902784-

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------