



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA  
SEDE GUAYAQUIL  
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**El proceso de shotblasting y los riesgos en la salud de los trabajadores de la empresa  
Astinave EP**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del  
Título de Ingeniero Industrial**

**AUTORES: Cristhian Daniel Bone Pilataxi  
Bryan Steven Chancay Cárdenas  
TUTOR: Ing. Ángel Eduardo González Vásquez, PhD.**

**Guayaquil – Ecuador**

**2023**

## CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Cristhian Daniel Bone Pilataxi con documento de identificación N° 0803590835 y con Bryan Steven Chancay Cárdenas documento de identificación N°0952663102; manifestamos que:


Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 22 de marzo del año 2023

Atentamente,



Cristhian Daniel Bone Pilataxi  
0803590835



Bryan Steven Chancay Cárdenas  
0952663102

## **CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACION A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Cristhian Daniel Bone Pilataxi con documento de identificación No. 0803590835 y Bryan Steven Chancay Cárdenas con documento de identificación No. 0952663102, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Artículo científico: El proceso de *shotblasting* y los riesgos en la salud de los trabajadores en la empresa Astinave EP, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

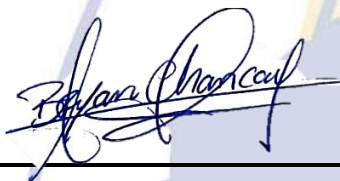
En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 22 de marzo del año 2023

Atentamente,



Cristhian Daniel Bone Pilataxi  
0803590835



Bryan Steven Chancay Cárdenas  
0952663102

## CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Ángel Eduardo González Vásquez con documento de identificación N° 0911019529, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: El proceso de *shotblasting* y los riesgos en la salud de los trabajadores de la empresa Astinave EP, realizado por Cristhian Daniel Bone Pilataxi con documento de identificación N° 0803590835 y por Bryan Steven Chançay Cárdenas con documento de identificación N° 0952663102, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Artículo Científico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 22 de marzo del año 2023

Atentamente,



---

Ing. Ángel Eduardo González Vásquez, PHD  
C.I. 0911019529

## RESUMEN

Minimizar los riesgos latentes ya sean estos variados o solo uno siempre será la prioridad de cada empresa puesto que de su bajo índice de suceso depende la mayor parte de la efectividad y productividad. El ruido es un riesgo que toma un papel importante al momento de realizar el proceso de *shotblasting* hablando en términos de mantenimiento industrial y seguirá siendo una de las problemáticas que predominan dentro de los astilleros navales a pesar de ser controladas. El objetivo de los autores es determinar de qué manera el proceso de *shotblasting* impacta en la salud de los trabajadores que conforman el taller de granallado dentro de la empresa Astinave EP y el análisis de una posible propuesta. Para este modelo de estudio se empleó una investigación de campo con el personal involucrado, de esta manera se pudo conocer a ciencia cierta el proceso para su posterior segregación, haciendo uso de métodos cuantitativos y de herramientas de indagación como lo fue una encuesta virtual, se pudo evidenciar de forma técnica y confidente el cómo influye el riesgo físico del ruido en la salud auditiva de los trabajadores. Además, para poder corroborar, se obtuvo acceso a la información dosimétrica documentada de manera formal por parte de la empresa realizada durante el año vigente que la rige. La norma empleada para determinar los resultados fue la ISO 9612:2009, la cual proporciona un acercamiento por etapas para determinar el nivel del ruido. Dicha norma especifica tres estrategias de medición distintas tales como, la medición basada en la tarea, en la función y en una jornada de trabajo completa, siendo el último punto el enfoque de este trabajo. Según el resultado arrojado por la dosimetría, el nivel sonoro del proceso de *shotblasting* es de 125 dB. Se concluye que el trabajo realizado mediante el análisis del estudio dosimétrico, métodos y herramientas cuantitativas indicó resultados, tales que la salud auditiva en el personal operativo tiene un impacto neutral mostrando la insatisfacción de los niveles de mitigación e incomodidad del personal en el uso de los epp a pesar de que se otorguen los ya mencionados por parte de la empresa, para ello se analizó una posible propuesta en términos de recomendación mejorando así el tema en cuestión.

**Palabras clave:** *shotblasting*, ruido, equipos de protección personal, salud auditiva, riesgos laborales, granallado.

## ABSTRACT

Minimizing latent risks, whether they are varied or just one, will always be the priority of each company since most of the effectiveness and productivity depend on its low rate of success. Noise is a risk that plays an important role when carrying out the shotblasting process, speaking in terms of industrial maintenance, and it will continue to be one of the prevailing problems within shipyards despite being controlled. The objective of the authors is to determine how the shotblasting process impacts the health of the workers that make up the shotblasting workshop within the company Astinave EP and the analysis of a possible proposal. For this study model, a field investigation was used with the personnel involved, in this way it was possible to know for sure the process for its subsequent segregation, making use of quantitative methods and inquiry tools such as a virtual survey, It was possible to demonstrate in a technical and confident way how the physical risk of noise influences the hearing health of workers. In addition, in order to corroborate, access was obtained to the dosimetric information formally documented by the company carried out during the current year that governs it. The standard used to determine the results was ISO 9612:2009, which provides a stepwise approach to determine the noise level. Said standard specifies three different measurement strategies such as measurement based on the task, on the function and on a full working day, the last point being the focus of this work. According to the result of the dosimetry, the sound level of the shotblasting process is 125 dB. It is concluded that the work carried out through the analysis of the dosimetric study, methods and quantitative tools indicated results, such that the hearing health in the operational personnel has a neutral impact, showing the dissatisfaction of the levels of mitigation and discomfort of the personnel in the use of the epp despite the fact that the aforementioned are granted by the company, for this a possible proposal was analyzed in terms of recommendation, thus improving the subject in question.

**Keywords:** *Shotblasting*, noise, personal protective equipment, hearing health, occupational hazards.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	8
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	12
OBJETIVO GENERAL .....	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
2. MARCO TEÓRICO .....	12
3. METODOLOGÍA.....	13
4. RESULTADOS .....	15
5. CONCLUSIONES.....	17
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	18

## 1. INTRODUCCIÓN

Se denomina como *blasting* al método de procesamiento en limpieza de superficies a través de la colisión de material abrasivo, cuando la materia usada en cuestión es arena el proceso se denomina *sandblasting* que proviene de los vocablos en Inglés *sand* (arena) y *blast* (presión), de esta manera el nombre cambia dependiendo el material. El *shotblasting* proviene también de los términos en inglés *shot* (Roca Volcánica) y *blast* (presión), por lo que referencia a la terminología roca volcánica a presión tradicional y comúnmente conocido como “granallado”, la cual también es una operación dentro de un proceso de mantenimiento que consiste en expeler el material abrasivo granulado por una máquina de aire comprimido a altas velocidades por medio de un brocal, dentro de la misma se combina el aire con el material abrasivo transportándose de esta manera por un conducto de mano para poder direccionar las partículas al área que se desea trabajar (Apaza, 2019).

En agosto de 1870, Inglaterra, Reino Unido, Benjamin Chew Tilghman considerado como el padre del *sandblasting* inventa la primera máquina para el proceso de *shotblasting*; Nacido en Filadelfia, Pennsylvania, el 26 de octubre de 1821, tercer hijo de Benjamin y Anne Marie; presento su patente en maquinado en los Estados Unidos de Norte América que dio paso al primer tratamiento de limpieza por *shotblasting* en octubre 18 de 1870 detallando muchas de las aplicaciones y especificaciones de la técnica para la cual estaba diseñada, como limas de afilado, botellas de grabado, limpieza de calderas o sacando la veta de la madera (Peralta, 2018).

La historia relata que Tilghman cuando aún era general en el ejército, vio el efecto de la arena arrastrada por el viento en las ventanas del desierto, y esta fue la base para su invención del pulido con chorro de arena o granallado como se lo conoce hoy en día. Mejoró la técnica para varios objetivos y en 1877 adquirió una patente (US Pat. 252.279) para bruñir y que posteriormente mercantilizo como "*Liquid Grindstone*". Alrededor del año 1879 el padre del granallado se traslada a Londres y consolida una organización "*Tilghman's Patent Sand*" y otra en Gran Bretaña que se convirtió en una de los centros de industrias de limpieza por *blasting* más renombradas para en 2005 cambiar su nombre a *Wheelabrator Tilghman*" y continua con su visión de inicio y mejoramiento paulatino tanto en el material abrasivo primo como en la maquinaria, todavía sigue en operación (Plaster, 1993).

El *shotblasting* se usa comúnmente para eliminar el óxido o cualquier tipo de cubrimiento superficial, de este modo se preparará dicha área para a un recubrimiento ya sea este de pintura o algún material epóxico, pero no es el único rol que cumple. Aparte de las funciones de *shotblasting* ya mencionadas, existen muchos otros roles por ejemplo dar acabados en acero, plástico, madera, desbroce de lechado de concreto, limpieza de muros de ladrillos y piedra (Oblitas, 2018).



Los principales componentes utilizados en este proceso son: el tipo de material abrasivo, la pistola de *shotblasting*, compresor, manguera y boquilla cada uno de los cuales se selecciona en función del componente a procesar. Hay varias opciones de nombramiento para este proceso, tales como granallado, arenado, *shotblasting* (la palabra sanblasteadado no existe), voldadura o disparo puesto que en la actualidad todavía existe una gran falta del correcto uso del léxico y pronunciación de dicho proceso (Apaza, 2019).

Los beneficios de usar esta técnica son los costos de mano de obra, menor tiempo de actividad, menor tiempo de mantenimiento, mayor limpieza del material con el mínimo esfuerzo, mejor fijación y adhesión del recubrimiento. Cabe recalcar que para esta maquinaria que expulsa material abrasivo paulatinamente por periodos se requieren de estándares y conjuntos de protección diseñados para esta actividad puesto que también contiene riesgos que afectan a la salud e integridad completa del personal autorizado para la ejecución del *shotblasting*.

Desde la invención del granallado el mismo se ha ido expandiendo a lo largo del mundo entero a través de los años en ciertos países y zonas determinadas, por ejemplo, en América como Canadá, Usa, México, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil, Venezuela, Argentina etc., por sus condiciones tanto físicas como litosférica por la cantidad de emisión sonora que dicho proceso emite dando lugar a riesgos.

Riesgo es el nombre que se le da a una combinación creada por el desarrollo de probabilidades y resultados que conducen a un evento o eventos con consecuencias negativas. Existen latentes diferentes tipos de riesgo que van desde laborales o legales hasta riesgos tecnológicos o ambientales. Sin embargo, cuando se trata del mundo de la industria astillera se subdividen en 6 secciones las cuales son riesgos ergonómicos, psicosociales, biológicos, físicos, mecánicos y químicos. De todos los antes mencionados los autores se enfocarán específicamente en el riesgo físico que engloba la problemática del ruido.

Dentro de la provincia del Guayas, uno de los 3 astilleros industriales más relevantes quienes se encargan del mantenimiento de los diferentes navíos de organizaciones tanto públicas como privadas es la empresa “Astinave Ep”, la cual parte del mantenimiento es el *shotblasting* dentro de un orden cronológico dependiendo de los trabajos de este que el cliente desea en su navío. Astinave (Astilleros Navales Ecuatorianos) fue fundada oficialmente en 1972, empresa pública ecuatoriana con sede en el cantón Guayaquil con el fin de brindar sus servicios en tecnológicas soluciones para la defensa y seguridad naval entre otras.

El objetivo de toda empresa de brindar excelentes resultados en sus servicios, para llegar a esos resultados es necesario pasar por un proceso y todo proceso contiene riesgos ya sean estos que tengan un nivel alto, medio o bajo de exposición como lo es el caso del *shotblasting* o granallado considerado un proceso industrial de alta peligrosidad para la salud auditiva de los trabajadores (Torres, 2020).

Se exteriorizó que, el personal quien realiza el proceso de *shotblasting* tienen dificultades y malestares causados por el mismo, aun usando los respectivos equipos de protección personal (EPP). Es por esta razón que los creadores proponen un medio o forma para poder elevar el nivel de mitigación del riesgo físico que es el ruido, la idea nace del desarrollo de las prácticas profesionales de los autores en el campo de la seguridad industrial a partir del descubrimiento efectuado en la empresa Astinave EP, al momento de realizar una de las actividades no rutinarias la cual fue el levantamiento de información para la matriz de riesgos en los diferentes puestos de trabajos, explorando, así que los ya existentes se encuentran controlados a un nivel de exposición “dictada bajo el amparo de la ley de gestión ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental” (Hurtado, 2022).

A pesar de esto, el riesgo en cuestión al cual está enfocada la problemática sigue causando malestares en el personal del taller encargado de efectuar esta operación puesto que el *shotblasting* tiene un nivel de exposición sonora entre 60 y 125 dB y los equipos de protección empleados en la empresa tales como tapones ‘libus modelo quantum’ y orejeras 3M reducen los niveles de exposición al ruido haciendo uso de ambos al mismo tiempo en un total de 50 dB regularizados por la normativa ANSI S319-1974 (Álvarez, 2018).

El proceso de *shotblasting* se lo puede realizar en cualquier parte del casco de un navío ya sea este en proa, popa, banda de estribor o banda babor dependiendo el tipo de granallado que se requiera aplicar. Existen 3 tipos de aplicaciones que se decidirán según la necesidad del navío previo a la examinación de espesor de sus planchas, presupuesto del cliente y el tiempo que dispone el navío para su mantenimiento (Márquez, 2018).

En primer lugar, se encuentra el granallado puntual, este tipo de operación consiste en la aplicación del proceso de granallado o *shotblasting* enfocada en coordenadas exactas del navío, el proceso puede variar en tiempo dependiendo el número de coordenadas que exista, pero en un promedio de 4 a 5 horas si son entre 15 y 20 coordenadas, todo esto por días según lo amerite el caso.

Como segundo tipo está el granallado comercial, este método consiste en la aplicación del proceso a un nivel bajo de presión con la finalidad de limpiar la base de impurezas sin comprometer el espesor reglamentario del planchaje sin afectar el equilibrio de presurización del casco, el proceso en este tipo varía también dependiendo del tamaño de la embarcación, de 2 a 3 horas si es un navío pequeño, 4 a 5 horas si es un navío mediano y de 6 a 8 horas si se lo realiza en un navío grande, todo esto por días según lo amerite el caso.

Finalmente, el granallado tipo metal, esta operación consiste en la aplicación del proceso de granallado o *shotblasting* a un nivel alto de presión para remover el material oxidado previo a los respectivos estudios de espesor de planchaje que conforman el casco y a su vez los restos biológicos acuáticos adheridos al antes mencionado por su larga función principal la cual es la navegación. Este proceso en este tipo varia también dependiendo del tamaño de la embarcación, de 2 a 3 horas si es un navío pequeño, 4 a 5 horas si es un navío mediano y de 6 a 8 horas si nos referimos a un navío grande, todo esto por días según lo amerite el caso (Chirinos e Hidalgo, 2019).

La idea de los autores es proponer un nuevo e innovador equipo de protección que mitigue a gran escala los niveles sonoros en el personal operativo ya que de esta manera y bajo un control riguroso se podrá mejorar el periodo de producción en finalización de la tarea, esto involucraría un menor tiempo de operación por concentración, cuidado de la salud integral del personal y minimización de plazo en la línea continua de para los procesos siguientes a desarrollarse. Cabe recalcar que la solución a la problemática revolucionaria la industria ecuatoriana debido que esta propuesta de proyección futura está en mejora continua elevando los estándares de mitigación actuales, también tiene la atención de otros países principalmente como USA, Reino Unido, Gran Bretaña, China e India, claramente Ecuador no se puede quedar atrás en el mejoramiento continuo que nunca cesa a nivel mundial con el paso del tiempo (Hoyle, 2019).

Uno de los órganos más importantes y complejos que forma parte de los 5 sentidos naturales del ser humano es el oído. Recibe información de audio y la conduce hacia el cerebro para su inmediato análisis e identificación y así permita la comunicación con el entorno. Además, parte del órgano atribuye a la estabilidad del organismo. El oído es muy delicado y necesita de cuidados continuos ya que el no control sonoro e higiénico del mismo puede conducir a la pérdida de la audición no regenerativa ocasionando consecuencias irreversibles como lo es la sordera.

El funcionamiento de un saludable oído es siempre y cuando el sonido se reciba en el monitor o pabellón, sigue un camino preciso, pasando por tres partes del órgano auditivo las cuales son oído extrínseco, conducto e intrínseco. Durante este viaje, se magnifica su amplitud y transforma la misma para que el cerebro pueda entenderlo. El monitor capta el sonido y luego lo envía al canal auditivo como vibraciones al tímpano.

Estas vibraciones pasan al oído conducto donde son amplificadas por el martillo, el yunque y el estribo para su transmisión al oído intrínseco. El oído conducto protege también el oído intrínseco de los sonidos fuertes por encima de los 80 dB. La cóclea será presionada por el estribo, en el oído intrínseco. Dentro de la ya mencionada hay células ciliadas, cuyos cilios conceden la conversión de vibraciones en señales electromagnéticas sensoriales que interpreta el cerebro.

Las células ciliadas muestran la diferencia entre el funcionamiento del oído sordo y el funcionamiento del oído sano. Las antes mencionadas son más delicadas y pueden deteriorarse repentina o gradualmente cuando se exponen a una alta intensidad de sonido. El problema es que no se regenera y no se puede curar o reemplazar. Cuando se daña por completo una célula ciliada, la señalización al cerebro se vuelve inadecuada y provoca dificultad para oír. Por otro lado, cuando la célula ciliada se destruye, ya no puede enviar señales al cerebro: por lo tanto, ya no puede escuchar. Este apocope de audición es irreversible (Álvarez, 2019).

### **Formulación del problema**

¿De qué manera el proceso de *shotblasting* impacta en la salud de los trabajadores de la empresa Astinave EP?

### **Objetivo general**

- Evaluar el índice de impacto en la salud auditiva de los trabajadores de Astinave EP generada por el proceso de *shotblasting* mediante análisis cuantitativo.

### **Objetivos específicos**

- Determinar de qué manera las emisiones sonoras impactan en la salud de los trabajadores que laboran en el área del proceso de *shotblasting*.
- Analizar una propuesta de mitigación innovadora para la salud de los trabajadores de la empresa Astinave EP.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **Variable Independiente (X): Proceso de shotblasting.**

El proceso de *shotblasting* consiste en la remoción de impurezas metálicas mediante compresores de aire usados a velocidades elevadas, siendo así transportadas por un conducto para dirigir las partículas del material abrasivo hacia el área de trabajo correspondiente. Hacer uso de esta tecnología tiene ventajas tanto en mano de obra, tiempo de eficiencia y productividad. Cabe recalcar que los equipos de remoción de impurezas metálicas se necesita brindarles mantenimientos por periodos de tiempo, evitando de esta manera perjudicar el funcionamiento de la maquinaria y a su vez la seguridad del personal autorizado. Desde la invención del *shotblasting* que se ha extendido por todas las regiones del mundo siendo la más importantes América entre los cuales sobresalen países como Canadá, México, Estados Unidos, Ecuador, Brasil y Argentina.

## **Variable Dependiente (Y): Salud de los trabajadores de la empresa Astinave EP**

Según la NIOSH (Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional) la pérdida auditiva relacionada con el trabajo sigue siendo uno de los problemas más importantes dentro de los 21 temas de indagación prioritarias del siglo XXI. El ruido, tiene un impacto significativo en la salud de los trabajadores en el mundo, causando el 22% de la pérdida auditiva según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Es totalmente prevenible la pérdida de la audición inducida, pero una vez afectada es totalmente irreversible por esta razón existen precauciones para la protección la cual está vigente en el decreto presidencia 2393 del reglamento de la seguridad y salud de los trabajadores.

### **3. METODOLOGÍA**

El presente estudio corresponde a un enfoque metodológico cuantitativo, cuya finalidad fue el análisis y recopilación de datos de fuentes primarias de información con relevancia teórica que permitan a los autores respaldar su propuesta. El tipo de investigación utilizada es la documental con veracidad académica y científica relacionadas con las variables de estudio y de campo, en vista de que se requiere el levantamiento de información. Se toman como referencia aspectos técnicos y procedimientos. Uno de los puntos relevantes para considerar es la investigación de campo.

#### **Método Cuantitativo**

Las encuestas y cuestionarios son herramientas esenciales para la recopilación de datos y la observación directa para receptor información de carácter puntual. Esta investigación plantea el conocimiento teórico de la terminología *shotblasting*, además de un planteamiento a manera de recomendación más efectivo de mitigación de las emisiones sonoras perjudiciales para el oído humano, la cual también aportara al conocimiento y al mejoramiento de la prevención de riesgos.

La encuesta tuvo presente las siguientes interrogantes.

1. ¿En qué planta desempeña su labor, centro o sur?
2. ¿Qué tiempo tiene trabajando en la empresa?
3. ¿Cuánto tiempo permanece en su puesto de trabajo?
4. ¿Conoce las normas de seguridad laboral aplicables a la actividad que desarrolla?
5. ¿Conoce usted acerca del material abrasivo que se emplea para el proceso de *shotblasting*?
6. ¿En una escala del 1 al 5 que tan cómodo considera su equipo de protección personal auditivo? Siendo 1 el nivel menos cómodo y 5 el nivel más cómodo.

7. ¿En una escala del 1 al 5 que tan efectivo considera su equipo de protección personal auditivo? Siendo 1 el nivel menos efectivo y 5 el nivel más efectivo.
8. ¿Cada que tiempo la empresa entrega equipos de protección personal (epp)?
9. ¿Durante la permanencia en la empresa ha sufrido alguna molestia relacionada con su trabajo?
10. ¿Cuántas horas al día trabaja la máquina con la que trabaja?
11. ¿Conoce usted que es tinnitus?

## Dosimetría

Un estudio dosimétrico es un análisis que mide la exposición sonora dentro de un área o rango determinado, el fin de este estudio es la constatación de no sobrepasar la cantidad en decibeles por exposición a actividades de carácter industrial como lo es el *shotblasting* en términos de mantenimiento naval, cuyo valor expresado en porcentaje no deberá ser mayor que 100%. El objetivo de la medición de dosis de ruido es evaluar los niveles sonoros en función al límite ya estandarizado y posteriormente establecido por el reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente del área laboral, según el decreto No. 2393.

**Tabla 1** Límites permisibles en exposición a niveles de ruido en Ecuador

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

*Nota: datos tomados de PI deproin S.A.*

Previos estudios fueron realizados por parte la empresa y facilitados para esta investigación los cuales nos permitieron obtener datos reales adicionales sobre los niveles de contaminación acústica o sonora que existe en el campo laboral,

## Escalas de medición

Para poder interpretar los niveles sonoros medidos que produce el proceso de *shotblasting* se hizo uso de una escala de medición; es un proceso en comparativa cuantitativa a partir de dos o más elementos, que tiene como punto de partida 10 dB que produce una simple conversación entre dos personas hasta los 140 dB que los produce el despegue de un avión

**Tabla 2** Escala de decibeles (dB)

dB	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

*Nota: datos tomados de dosimetría realizada en Astinave EP*

De la misma forma para poder interpretar el nivel de mitigación sonora que produce los equipos de protección actuales se hizo uso de la misma escala de medición pero con un enfoque distinto hacia la atenuación teniendo como punto de inicio y referencia 60 dB como una `situación de sobreprotección` hasta los 65 dB, entre 65 dB a 70 dB como una `situación aceptable`, entre 70 dB a 75 dB como una `situación satisfactoria`, entre 75 dB a 80 dB como una `situación poco aceptable` y de 80 dB a 90 dB como una `situación en riesgo de pérdida auditiva`, de esta forma llegar a una diagnóstico final.

**Tabla 3** Escala de adaptabilidad al entorno sonoro (dB)

60-64	65-70	71-75	76-80	81-90
Sobreprotección	Satisfactorio	Neutral	Aceptable	Riesgo de pérdida auditiva

*Nota: datos tomados de Cotral Lab*

## 4. RESULTADOS

### Resultados descriptivos

Según el resultado arrojado por la dosimetría hecha y brindada por parte de la empresa, el nivel sonoro del proceso de *shotblasting* es de 125 dB. Los equipos de protección que se emplean para este tipo de proceso brindan 50 dB de atenuación, 30 dB por parte de las orejeras 3M modelo Peltor y 20 dB por parte de los tapones de oídos Libus modelo Quantum, realizando una sustracción de 50 dB a los 125 dB obtiene como resultado un nivel neutral de adaptabilidad al entorno sonoro de 75 dB.

Diez preguntas fueron realizadas a través de un medio virtual mediante una encuesta para una eficiente recopilación de datos a los integrantes pertenecientes al taller de *shotblasting* (el total del personal operario encuestadas fueron 10), se trató temas referentes al conocimiento de los riesgos existentes, planes de acción inmediatos ante cualquier incidente, materia prima utilizada y enfermedad laboral provocada por el proceso de granallado. (encuesta corrobora la percepción de la salud de los trabajadores)

Se analizó las respuestas de los operadores del taller de pintura pudimos evidenciar que el 60% de los trabajadores realizan el trabajo de *shotblasting* en planta sur debido que es una zona más grande en donde podemos encontrar más embarcaciones de la armada y el 40% de los trabajadores se encuentran en planta centro realizando trabajos de mantenimiento a menor escala.

El 20% de los encuestados, es decir, dos de los trabajadores llevan de entre 3 a 6 meses trabajando en esta área de mantenimiento, el 40% llevan dentro de entre 1 a 3 años, de 3 a 5 años un total de dos personas de las 10 encuestadas y por último personal operativo que mantiene realizando sus mismas labores por más de 5 años un total de 2 personas.

También se analizó las respuestas del tiempo promedio que permanecen en su puesto de trabajo podemos ver una gran variación en las contestaciones de los encuestados debido que existen agendas rotativas según el tipo de mantenimiento naval que se deba realizar a la o las embarcaciones. El 20% de los encuestados respondieron que su tiempo promedio de permanencia en su puesto de trabajo fue de 5 horas diarias, el 40% de los encuestados respondieron que su tiempo fue de 7 horas diarias, un 30% respondieron que su tiempo fue de 8 horas diarias y finalmente el 10% restante respondió que su tiempo fue de 12 horas diarias.

En cuanto al conocimiento de las normas de seguridad laboral el 80% de los trabajadores responden que tienen buenos conocimientos para ser aplicados en su lugar de trabajo, cabe agregar que al momento de la encuesta el 20% de los encuestados afirmaron tener conocimientos generales de seguridad industrial no específicos para su actividad laboral que es el *shotblasting*.

Siguiendo con el análisis para conocer si los trabajadores conocen acerca del material abrasivo que emplea para realizar este proceso obtuvimos entre respuestas de sí y no un 50 y 50 % lo cual nos dice que la mitad del personal conoce sobre el material y la otra parte no.

También decidimos preguntar qué tan cómodo se sienten con el empleo de los equipos de protección personal otorgados por la empresa, valorándolo del 1 al 5 siendo 1 el nivel menos cómodo y 5 un nivel aceptado de comodidad, el 50% de los encuestados calificaron con un 2, 30% calificaron con 3 y el 20% restante calificaron con un 4 los equipos de protección personal.

De igual manera en cuanto a nivel de efectividad de mitigación de ruido decidimos realizar la interrogante con el mismo nivel de ponderación del 1 al 5 siendo 1 en nivel menos efectivo y 5 el nivel de mayor efectividad, obteniendo respuestas de un 50% de los operadores los califican en un nivel 2 de efectividad, 20% lo califican dentro de un nivel 4 y por último el 30% restante lo califica dentro de un nivel aceptable que sería el nivel 5.



Además, para conocer qué tan responsable es la empresa en el cuidado de los trabajadores optamos por preguntar cada que tiempo se les brinda equipos de protección personal, el cual obtuvimos respuestas que 50% del personal los recibe cada semana, un 20% cada 3 días y un 30% cada dos días, cabe aclarar que estos datos varían porque es el mismo personal que se encarga de la petición de equipos de protección la cual pasa por una revisión por parte de los técnicos de seguridad en donde se evalúa el estado de deterioro de los equipos.

Se consultó si durante su permanencia en la empresa ha sufrido alguna molestia relacionada con su trabajo, y se llegó al análisis de un 70% de los encuestados si han sentido molestias durante la ejecución de sus labores y el restante 30% no han llegado a sentir molestia alguna. Incluso se pudo conocer el número de horas que la maquina funciona dentro de las jornadas laborales en donde pudimos analizar que varían las horas de funcionamiento, entre 4 a 5 horas un 60%, un 30% en un rango de 2 a 3 horas y finalmente entre 6 a 8 horas el 10%.

Por último, se decide consultar si es de su conocimiento lo que es la *tinnitus* para poder analizarse saben sobre esta enfermedad laboral que afecta al sistema auditivo, en este caso el 80% a 8 de los trabajadores encuestados desconocen de este tipo de enfermedad laboral y el restante 20% que equivale a dos personas encuestadas si la conocen.

## 5. CONCLUSIONES

El resultado de la investigación realizada mediante el método cuantitativo de la encuesta, de la mano con el plus de la dosimetría brindada por la empresa muestra que la salud auditiva en el personal operativo del *shotblasting* tiene un impacto neutral puesto que los equipos de protección personal brindados por la ya mencionada ayudan a mitigar el ruido, pero sigue existiendo esa inconformidad y no comodidad por parte del personal encargado del proceso.

Toda gran industria tiene a disposición diversos medios como lo son: bienes materiales patrimoniales, financieros, tecnológicos y humano. Se hace énfasis en teoría a los recursos tanto humanos como financieros puesto que de ahí nace la diferencia entre todas las empresas y su capacidad de resolver problemas. Por ende, es vital conocer el potencial del personal y sus dificultades desde la más leve hasta la más crítica, se correlaciona este hecho con la constante investigación de la mejora continua.

*Bionner* es el resultado descubierto y contemplado dentro de la investigación con su opción innovadora con el fin de ser usada en toda área industrial pero principalmente en el mantenimiento a presión. Especializado para personal que trabaja en arduos entornos con niveles de ruido bastante elevados, permite suprimir únicamente ruidos que atenten contra la salud auditiva, escuchar activamente el ambiente y hacerse participe mediante teléfono o radio, lo que hace que el uso de protectores auditivos pasivos pase a ser obsoletos. Cuando se habla de protección auditiva y filtros, la mejora continua ha sido parte de este durante más de 2 décadas (Rodríguez, 2020).

Creado por Cotral Lab, *Bionner* sigue siendo un producto de mejora continua teniendo énfasis en la eficiencia, facilidad y comodidad, cabe recalcar el ya mencionado laboratorio tiene planeado continuar en la línea de mejoramiento auditivo innovando en las soluciones de supervisión del ruido, de forma que sus futuros equipos de protección permitan que los niveles de ruidos tanto exteriores como interiores sean registrados en el ya mencionado para salvaguardar y garantizar aún más el valimiento auditivo de los usuarios. De manera puntual se recomienda la implementación de *Bionner* (Álvarez, 2018).

Se espera que el presente artículo ayude de la mejor manera a la comprensión de estos resultados y tomando en consideración la posible recomendación dentro del ámbito de la mejor continua ya que parte de la eficiencia y la productividad de un proceso dependen del personal operativo y su entorno.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez, A. (2019). Partes del oído—Funcionamiento del oído humano.  
<https://www.cotral.es/blog/prevencion-riesgos-auditivos/el-funcionamiento-del-oidohumano.html>

Álvarez, A. (2018). Auriculares inteligentes en la feria CES 2018: Valoración de la experiencia.  
<https://www.cotral.es/blog/proteccion-auditiva/auriculares-inteligentes-en-la-feria-ces-consumer-electronic-show-2018-valoracion-de-la-experiencia.html>.

Álvarez, A. (2018). Prevención de riesgos ocupacionales: El ruido.  
<https://www.cotral.es/blog/prevencion-riesgos-auditivos/por-que-es-perjudicial-elruido.html>.

Álvarez, A. (2018). Protectores individuales contra el ruido: ¿cómo elegirlos?  
<https://www.cotral.es/blog/proteccion-auditiva/cuales-son-los-criterios-paraseleccionar-los-protectores-individuales-contraelruido.html>.

Apaza, C. (2019). Estudio de los principales productos para granallado, que se fundamentan en el proceso de sandblasting, en tareas de limpieza y preparación de superficies, en variados tipos de industrias, Arequipa—Perú, 2019.

- Apaza, C. (2019). Propuesta para el diseño de plato giratorio y soporte de manguera para cabina de granallado, para tareas de limpieza y preparación de superficies metálicas, en la empresa Ferreyros S.A., Arequipa—Perú, 2019.
- Chirinos, G. y Hidalgo, A. (2019). Propuesta de un plan de mejora para optimizar el proceso de arenado de embarcaciones en un astillero del Callao. 136.
- Hurtado, M, Leones, M, Herrera, E. (2022). Legislación Ambiental en Ecuador. *RECIMUNDO*,6(1),182-190.[https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(1\).ene.2022.182-190](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(1).ene.2022.182-190).
- Hoyle, C. y Jave, K. (2019). Análisis modal de fallos y efectos potencial para un plan de control dimensional de los procesos de arenado y pintado en la Empresa L & S Nassi S.A.C., 2018.
- Macias, C. y Niveló, M. (2017). Factores de pérdida auditiva en trabajadores expuestos a ruido en la minería subterránea de la empresa PROMINE CIA. LTDA., y desarrollo de medidas preventivas. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/6936>.
- Márquez, C. (2018). Estructura de costos de servicios para la empresa Arenados Torbellino SAC., Trujillo—2018.
- Oblitas, F. (2018). Innovación en la preparación de superficie de estructuras metálicas mediante la técnica de granallado, para optimizar el proceso de limpieza Arequipa - 2017. 129.
- Peralta, S. (2018). Estudio de factibilidad de la construcción de una cámara de granallado en la empresa Kubiec S.A. 57.

Plaster, H. J. (1993). A Tribute to Benjamin Chew Tilghman. Oxford: Proc. 5th Int. Conf. Shot Peening. Recuperado de

<https://web.archive.org/web/20060323163739/http://www.shotpeener.com/library/pdf/1993055.pdf>.

Rodríguez, P. (2020). Descubra las protecciones auditivas del futuro de Cotral Lab.

<https://www.cotral.es/blog/proteccion-auditiva/las-protecciones-auditivas-delfuturo.html>

Torres, J. (2020). Diseño de un sistema de gestión de operaciones de servicios para aumentar la productividad en una Mype Metalmecánica. 171.