



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA DE INDUSTRIAL

TEMA:

**MEJORA DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ENVASADO ANTE
LA EXPOSICIÓN DE FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICOS Y DE RUIDO EN
UNA EMPRESA CERVECERA.**

Trabajo de Integración curricular previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor

Luis Marcelo Sópalo Flores

Tutor

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

QUITO, ECUADOR

2025

**AUTORIZACION POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA,
REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL
TRABAJO DE TITULACIÓN**

Yo, Luis Marcelo Sópalo Flores declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “MEJORA DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ENVASADO ANTE LA EXPOSICIÓN DE FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICOS Y DE RUIDO EN UNA EMPRESA CERVECERA”, como requisito para optar al grado de Ingeniero Industrial y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 30 días del mes septiembre de 2025, firmo conforme:

Autor: Sópalo Flores Luis Marcelo

Firma:

Número de Cédula: 1719431601

Dirección: Tumbaco, calle Gral. Eloy Alfaro y psje Juan Bernardo León Correo

Electrónico: lsopalo@indoamerica.edu.ec

Teléfono: 0987088132

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación “MEJORA DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ENVASADO ANTE LA EXPOSICIÓN DE FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICOS Y DE RUIDO EN UNA EMPRESA CERVECERA” presentado por Sópalo Flores Luis Marcelo, para optar por el Título de Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte de los pares examinadores que se designe.

Quito, 30 de septiembre del 2025

.....

Ing. Pablo Elicio Ron Valenzuela MSc.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 30 de septiembre del 2025

.....
Luis Marcelo Sópalo Flores 1719431601

APROBACIÓN DE EXAMINADORES

El Trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: MEJORA DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ENVASADO ANTE LA EXPOSICIÓN DE FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICOS Y DE RUIDO EN UNA EMPRESA CERVECERA, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del Trabajo de Titulación.

Quito, 30 de septiembre del 2025

.....

Ing. Fabian Sarmiento Ortiz, MSc.

.....

Ing. Joel Segura D'Rouville MSc.

DEDICATORIA

Con profundo orgullo y amor a mis hijos y en especial a mi esposa, quienes han sido mis pilares fundamentales y mi mayor apoyo a lo largo de mi vida. Su guía inquebrantable, sus valiosas recomendaciones y sus sólidos principios morales y éticos han sido las bases sobre las cuales he construido mis logros académicos y profesionales. No podría haber alcanzado mis metas sin su constante aliento y confianza en mis capacidades. Además, quiero expresar mi más sincero cariño y gratitud a mis compañeros de trabajo, cuyo apoyo durante todo el proceso en todos los proyectos formativos me dieron la determinación y la motivación necesarias para finalizarlo. A toda mi familia por su constante ayuda y cooperación durante esta etapa tan importante de mi vida. Este trabajo es sincero obsequio a su amor, dedicación y sacrificio, su apoyo incondicional ha sido la fuerza que me ha llevado a culminar este proyecto con éxito.

AGRADECIMIENTO

Al concluir esta etapa tan significativa de mi formación académica, deseo expresar mi más profunda gratitud a quienes han sido pilares fundamentales en este camino. A mis hijos, por su apoyo incondicional y su paciencia infinita tras no haber podido compartir muchos momentos especiales con ellos, en especial a mi esposa, cuyo aliento y comprensión han sido mi fuerza en los momentos más desafiantes.

A mis estimados docentes, por compartir generosamente su sabiduría y experiencia, su guía ha sido invaluable en mi crecimiento profesional y personal. A todos los que de una u otra forma contribuyeron a la realización de esta tesis, mi sincero agradecimiento, sus aportes han enriquecido enormemente este trabajo y mi propia formación.

Gracias por creer en mí y por ser parte esencial de este logro.

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	III
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	IV
APROBACIÓN DE EXAMINADORES	V
DEDICATORIA.....	VI
AGRADECIMIENTO.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
RESUMEN EJECUTIVO	XIV
ABSTRACT.....	XV
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes.....	3
Justificación	7
Objetivos.....	8
Objetivo General.....	8
Objetivos Específicos.....	8
CAPÍTULO II INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	10
Diagnóstico de la situación actual de la empresa.....	10
Descripción del proceso del área de envasado.....	12
Identificación y estimación del riesgo ergonómicos en los tres puestos de trabajo.....	18
Evaluación de ruido en el área de envasado	22
Evaluación del riesgo ergonómico.....	24
Resultados del riesgo de ruido	26
Identificación de riesgos ergonómicos.....	46
Área de estudio	54

Modelo operativo	55
CAPÍTULO III PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS.....	58
Propuesta de medidas preventivas para control de riesgo físico por exposición a ruido a través de controles administrativos	58
Intervenciones Ergonómicas Específicas.....	62
Cálculo del modelo de transportador	65
Fortalecimiento del Sistema de Gestión SST.....	68
Resultados esperados	69
Cronograma de actividades.....	72
Análisis de Costo – Tiempo	74
Indicadores financieros	75
CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	77
Conclusiones.....	77
Recomendaciones	78
BIBLIOGRAFÍA	80
ANEXOS	82
Anexos 1. Fichas de evaluación ergonómica por puesto	82
Anexos 2. Plan de capacitación técnica	85
Anexos 3. Programa de vigilancia de la salud auditiva	87
Anexos 4. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo.....	89
Anexos 5. Programa de audiometrías – vigilancia de salud auditiva	92

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Área y trabajadores de la empresa	11
Tabla 2. Aplicación de la matriz de Kinney	19
Tabla 3. Matriz IPER de Kinney para riesgo ergonómico	20
Tabla 4. Identificación y estimación del riesgo físico (ruido) en los tres puestos de trabajo ..	21
Tabla 5. Características para el puesto de manejo del llenador de botellas	22
Tabla 6. Características para el puesto de encajonadora	23
Tabla 7. Características del puesto de manejo de la lavadora de botellas.....	23
Tabla 8. Puestos de trabajo evaluados.....	24
Tabla 9. Semaforización y categorización del nivel de exposición REBA y MAC.....	25
Tabla 10. Categorización según el nivel de exposición NIOSH	26
Tabla 11. Parámetro de medición llenadora	27
Tabla 12. Datos de atenuación del protector auditivo utilizado.....	29
Tabla 13. Cálculo de atenuación del equipo	29
Tabla 14. Resultados con el uso del proyector.....	32
Tabla 15. Nivel de exposición protegida.....	33
Tabla 16. Valores de medición de la encajonadora	35
Tabla 17. Datos de atenuación del protector auditivo usado	37
Tabla 18. Cálculo de la atenuación del equipo utilizado	37
Tabla 19. Resultados con el uso del protector.....	39
Tabla 20. Nivel de exposición protegida.....	39
Tabla 21. Parámetro de medición lavadora de botellas.....	41
Tabla 22. Datos de atenuación del protector auditivo usado	43
Tabla 23 Cálculo de atenuación del equipo usado	44
Tabla 24. Resultados con el uso del protector.....	45

Tabla 25. Nivel de exposición protegida.....	46
Tabla 26. Nivel de riesgo ergonómico por actividad evaluada en llenadora	48
Tabla 27. Nivel de riesgo ergonómico por actividad evaluada en encajonadora.....	50
Tabla 28. Nivel de riesgo ergonómico por actividad evaluada en lavadora de botellas	51
Tabla 29. Ficha Técnica – Orejeras Peltor Optime II	59
Tabla 30. Diseño propuesto con medidas	65
Tabla 31. Comparativa de los resultados	70
Tabla 32. Expectativas de la empresa frente a la implementación de la propuesta	71
Tabla 33. Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta.....	72
Tabla 34 Flujo de caja proyectado	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cadena de valor	12
Figura 2. Diagrama de proceso	13
Figura 3. Depaletizadora.....	14
Figura 4. Desencajonadora.....	14
Figura 5. Lavadora de botellas.....	15
Figura 6. Inspector de botellas vacías	15
Figura 7. Llenadora.....	16
Figura 8. Etiquetadora.....	16
Figura 9. Encajonadora	17
Figura 10. Paletizadora	17
Figura 11. Control por software.....	18
Figura 12. Área de trabajo llenadora.....	26
Figura 13. Curva de medición llenadora.....	27
Figura 14. Medición en bandas de octava.....	28
Figura 15. Operador de llenadora	34
Figura 16. Área de trabajo de encajonadora	34
Figura 17. Curva de medición de la encajonadora.....	35
Figura 18. Medición en bandas de octava de encajonadora.....	36
Figura 19. Operador encajonadora.....	40
Figura 20. Área de trabajo de la lavadora	41
Figura 21. Curva de medición lavadora de botellas.....	42
Figura 22. Medición en bandas de octava de la lavadora	43
Figura 23. Modelo operativo de la investigación.....	55
Figura 24. 3M™ PELTOR™ Optime™ II Orejeras H520A	60

Figura 25. Plataforma con el registro de capacitaciones.....	60
Figura 26. Material de capacitación para empleados.....	61
Figura 27. Señalización de EPP auditivo obligatorio	62
Figura 28. Traslado de carga.....	63
Figura 29. Evidencia de la propuesta.....	64
Figura 30. Transportador de cajas.....	66
Figura 31. Puente grúa móvil en la empresa.....	68
Figura 32. Análisis de Curva “S”	74

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: MEJORA DE LOS PUESTOS DE TRABAJO EN EL ÁREA DE ENVASADO ANTE LA EXPOSICIÓN DE FACTORES DE RIESGO ERGONÓMICOS Y DE RUIDO EN UNA EMPRESA CERVECERA

AUTOR: Sópalo Flores Luis Marcelo

TUTOR: MSc. Pablo Elicio Ron Valenzuela

RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio se realiza en el área de envasado de una empresa cervecera en Quito, donde se identifican riesgos ergonómicos y de exposición a ruido que afectan la salud de los operarios. El objetivo fue diseñar una propuesta técnica preventiva que permita reducir dichos riesgos, mediante la aplicación de metodologías como REBA, MAC y NIOSH, además de mediciones de ruido ocupacional. Se utiliza un enfoque descriptivo con técnicas de observación directa, fichas de evaluación y equipos de medición sonora. Se obtuvo como resultado de las evaluaciones problemas en manipulación de cargas, riesgos ergonómicos y traslados extensos durante las tareas operativas. A partir de los mismos, se plantean mejoras como la incorporación de un puente transportador, un puente grúa móvil, reubicación de materiales, señalización, uso obligatorio de protectores auditivos y programas de capacitación. También se propuso un cronograma valorado con análisis de costo y tiempo (curva "S"), y planes complementarios como mantenimiento de maquinaria y vigilancia de salud auditiva. La propuesta permite mejorar las condiciones laborales, reducir lesiones musculoesqueléticas, prevenir daño auditivo y cumplir con normativas de seguridad. De acuerdo a las medidas consideradas los riesgos tienen una valoración de 70 dB en los puestos de trabajo con presencia de ruido y nivel de riesgo 3. Se concluye que la aplicación de esta propuesta técnica contribuirá al bienestar del personal y al desempeño eficiente de las operaciones.

DESCRIPTORES: Ergonomía industrial, Prevención laboral, Ruido ocupacional, Seguridad en el trabajo.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TOPIC: IMPROVING WORKSTATIONS IN THE PACKAGING AREA DUE TO EXPOSURE TO ERGONOMIC AND NOISE RISK FACTORS IN A BREWING COMPANY

AUTHOR: Sópalo Flores Luis Marcelo

TUTOR: MSc. Pablo Elicio Ron Valenzuela

ABSTRACT

This study was conducted in the packaging area of a brewery in Quito, where ergonomic and noise exposure risks affecting workers' health were identified. The objective was to design a preventive technical proposal to reduce these risks by applying methodologies such as REBA, MAC, and NIOSH, in addition to occupational noise measurements. A descriptive approach was used with direct observation techniques, evaluation sheets, and sound measurement equipment. The evaluations revealed problems in load handling, ergonomic risks, and extensive transfers during operational tasks. Based on these, improvements were proposed, such as the incorporation of a conveyor belt, a mobile overhead crane, material relocation, signage, mandatory use of hearing protectors, and training programs. A cost- and time-based analysis ("S" curve) was also proposed, along with complementary plans such as machinery maintenance and hearing health monitoring. The proposal improves working conditions, reduces musculoskeletal injuries, prevents hearing damage, and complies with safety regulations. According to the measures considered, the risks are rated at 70 dB in noise-prone workplaces with a risk level of 3. It is concluded that the implementation of this technical proposal will contribute to the well-being of staff and the efficient performance of operations.

DESCRIPTORS: Industrial Ergonomics, Occupational Prevention, Occupational Noise, Occupational Safety

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La industria cervecera representa una de las actividades económicas más relevantes a nivel global, no solo por su contribución al Producto Interno Bruto (PIB) de numerosos países, sino también por su impacto en la generación de empleo y en la dinámica socioeconómica. Según datos del Banco Mundial, el sector cervecero contribuye significativamente al desarrollo económico, especialmente en países emergentes donde la demanda de productos fermentados ha experimentado un crecimiento sostenido (Banco Mundial, 2023). Este crecimiento ha impulsado la modernización de los procesos productivos, incorporando tecnologías avanzadas que, si bien mejoran la eficiencia, también introducen nuevos desafíos en términos de salud y seguridad laboral.

En el ámbito de la salud ocupacional, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha señalado que los factores de riesgo ergonómicos y la exposición al ruido son causas significativas de enfermedades laborales, afectando la calidad de vida de los trabajadores y la productividad de las empresas (OMS, 2017). Estos riesgos son particularmente prevalentes en industrias manufactureras, donde las condiciones de trabajo pueden propiciar la aparición de trastornos musculoesqueléticos y pérdida auditiva inducida por ruido.

En América Latina, la industria cervecera ha experimentado una notable expansión, con países como México, Brasil y Colombia liderando la producción y exportación de cerveza en la región. Este auge ha llevado a la implementación de líneas de producción más automatizadas y a un aumento en la demanda de mano de obra especializada. Sin embargo, estudios recientes han evidenciado que, en muchas plantas cerveceras de la región, las condiciones ergonómicas de los puestos de trabajo y los niveles de ruido exceden los límites recomendados, poniendo en riesgo la salud de los trabajadores (Chacín-Almarza et al., 2002).

En particular, la planta de envasado se ha identificado como una de las áreas con mayor exposición a factores de riesgo ergonómicos y acústicos. Las tareas repetitivas, las posturas forzadas y la manipulación manual de cargas son comunes en esta etapa del proceso productivo. Además, el funcionamiento continuo de maquinaria genera niveles de ruido que, si no se controlan adecuadamente, pueden superar los 85 decibelios, límite establecido por la normativa internacional para una jornada laboral de ocho horas (Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo, 2022).

En el contexto específico de la Cervecería Nacional Quito, estos desafíos también se hacen presentes. El área de envasado concentra una alta carga de trabajo físico, donde los operarios ejecutan movimientos repetitivos, manipulan maquinaria en ciclos continuos y se exponen a un ambiente acústico intenso. La interacción simultánea de estos factores representa una amenaza para la salud de los trabajadores, pudiendo desencadenar desde fatiga muscular hasta pérdida auditiva inducida por ruido, tal como ha sido advertido por el National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIH, 2022).

La empresa ha reconocido esta situación como prioritaria dentro de su política de Seguridad y Salud en el Trabajo, promoviendo una evaluación integral de los factores de riesgo presentes en los puestos operativos. En este sentido, se considera urgente identificar las condiciones ergonómicas deficientes y medir adecuadamente los niveles de exposición sonora, con el fin de diseñar estrategias correctivas. Estas medidas no solo buscan cumplir con la normativa vigente, sino también mejorar el bienestar de los colaboradores, disminuir el ausentismo laboral y optimizar los procesos productivos. La intervención en esta área responde así a una necesidad técnica, legal y humana, en coherencia con el compromiso institucional de la Cervecería Nacional Quito por preservar la salud y seguridad de su equipo de trabajo.

Antecedentes

En la industria cervecera, especialmente en el área de envasado, los trabajadores enfrentan condiciones que implican esfuerzos físicos repetitivos, posturas forzadas y una constante exposición al ruido industrial. Esta realidad ha sido ampliamente documentada por investigaciones que coinciden en que las condiciones disergonómicas y el exceso de presión sonora son factores de riesgo que comprometen tanto la salud física de los operarios como la productividad del sistema productivo. En este contexto, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha advertido que los trastornos musculoesqueléticos (TME) asociados al trabajo representan una de las causas más frecuentes de enfermedad ocupacional en el mundo, generando ausentismo, disminución del rendimiento y gastos significativos para las empresas.

La relevancia de estos riesgos en el contexto cervecero ha sido corroborada por estudios que identifican altos niveles de exposición a movimientos repetitivos, bipedestación prolongada, manipulación de cargas y ruidos mecánicos constantes en las etapas de producción y envasado. Por ejemplo, una evaluación ergonómica realizada en una empresa cervecera venezolana reveló que los trabajadores del área de envasado, específicamente en el puesto de “ayudante de mesa de baja presión”, enfrentan niveles de riesgo ergonómico desde moderado hasta muy alto, con una incidencia importante de posturas incómodas y sobrecarga muscular en zonas como espalda, hombros y muñecas (Ron et al., 2018).

En Ecuador, estudios recientes como el desarrollado por Gavilima (2022) en la cervecería artesanal “CARAN” de Ibarra, identificaron mediante el método ROSA y mediciones con sonómetros que los trabajadores están expuestos a niveles de ruido que, en el caso de los operarios de planta, superan los 85 dB, y a posturas repetitivas que incrementan el riesgo de desarrollar TME. Este trabajo evidenció la necesidad de implementar medidas correctivas, como el rediseño de mobiliario y el uso de equipos de protección auditiva, así como pausas activas estructuradas para mitigar los efectos acumulativos del esfuerzo físico diario.

Adicionalmente, Peña Varela (2020), en su estudio sobre una fábrica de cerveza artesanal en España, destaca que las actividades de manipulación de cargas, los movimientos repetitivos y la exposición constante al ruido en las zonas de fermentación y embotellado son factores que, si no son debidamente controlados, elevan el riesgo de accidentes laborales y problemas de salud a largo plazo, especialmente en microempresas que no cuentan con planes estructurados de prevención.

Estos antecedentes reflejan que la problemática de los factores de riesgo ergonómicos y físicos como el ruido no es exclusiva de una región o tipo de industria cervecera, sino una constante en el diseño y organización del trabajo en estos entornos productivos. Por tanto, la identificación, evaluación y rediseño de los puestos de trabajo en función del bienestar del trabajador es una necesidad apremiante que debe atenderse con criterios técnicos y normativos, en línea con los estándares de salud y seguridad ocupacional.

Durante el trabajo continuo en el área de envasado de la Cervecería Nacional Quito, se han podido identificar una serie de situaciones que comprometen las condiciones de trabajo y la salud ocupacional de los operarios. Las características de esta área, altamente demandante tanto a nivel físico como sensorial, evidencian la presencia constante de factores que podrían derivar en afectaciones al bienestar de los colaboradores si no se gestionan adecuadamente.

Uno de los problemas más notorios es la exposición continua al ruido generado por el funcionamiento de las máquinas, el movimiento de botellas, y los impactos propios del proceso de envasado. Este entorno sonoro, además de dificultar la comunicación efectiva entre los trabajadores, genera un ambiente de tensión auditiva permanente que podría derivar en molestias, distracciones e incluso fatiga. Esta situación resulta especialmente preocupante en un contexto donde la concentración y la precisión son esenciales para la operación segura de los equipos.

Por otro lado, se observan múltiples tareas que requieren movimientos repetitivos, manipulación manual de cargas y mantenimiento de posturas poco ergonómicas durante periodos prolongados. Actividades como el abastecimiento de materiales, la vigilancia de máquinas en operación o el retiro de productos en las líneas de producción demandan esfuerzos físicos constantes que, al no estar adecuadamente compensados por pausas o ajustes en el diseño del puesto, incrementan el riesgo de aparición de trastornos musculoesqueléticos.

A pesar de contar con maquinaria moderna y protocolos de seguridad, estos problemas permanecen como aspectos no resueltos en el entorno laboral del área de envasado. La falta de adecuaciones ergonómicas en los puestos, la escasa rotación de tareas y el diseño operativo centrado en la velocidad y la eficiencia antes que, en el confort del trabajador, son elementos que agravan la situación.

En este sentido, se considera necesario desarrollar una propuesta de mejora que permita intervenir en estos factores de riesgo de manera integral, promoviendo un ambiente de trabajo más saludable, seguro y productivo. La experiencia y el conocimiento operativo acumulado en el lugar respaldan la necesidad de una acción técnica que transforme esta realidad y aporte al bienestar del personal y al fortalecimiento de la cultura de prevención en la empresa.

La ergonomía, como campo de estudio aplicado al entorno laboral, permite comprender las relaciones entre las personas y las condiciones en las que desarrollan sus tareas cotidianas. Su propósito fundamental es mejorar tanto la salud como el desempeño de quienes operan dentro de un sistema productivo, ajustando los espacios, herramientas y dinámicas de trabajo a las capacidades físicas y cognitivas del ser humano (IEA, 2024). Dentro del ámbito industrial, esta disciplina adquiere un papel esencial, ya que muchas de las actividades que se realizan implican movimientos repetitivos, posturas mantenidas y manipulación de cargas que exigen esfuerzos sostenidos. En las líneas de envasado, estas condiciones se presentan con frecuencia,

convirtiendo a los operarios en una población expuesta a riesgos ergonómicos que, si no son gestionados adecuadamente, pueden derivar en afectaciones funcionales.

Otro elemento que influye directamente en la seguridad y el bienestar del trabajador en ambientes industriales es el ruido. Se trata de un agente físico que, al mantenerse constante o en niveles elevados, puede ocasionar daños auditivos y consecuencias secundarias como fatiga, estrés y alteraciones en la capacidad de atención. La Organización Mundial de la Salud ha advertido que la exposición prolongada a niveles superiores a los 85 decibelios constituye un factor de riesgo significativo para la salud auditiva de los trabajadores (INNST, 2025). En plantas de envasado, donde las máquinas operan sin interrupción y los impactos entre botellas son constantes, los niveles sonoros suelen sobrepasar los límites recomendados, lo que genera un entorno poco favorable para la comunicación e incrementa la probabilidad de incidentes laborales por desatención o falta de percepción auditiva.

Los trastornos musculoesqueléticos representan una de las consecuencias más comunes de la exposición continua a condiciones ergonómicamente desfavorables. Estas afecciones involucran tejidos blandos como músculos, tendones, ligamentos y nervios, y se manifiestan por lo general en forma de dolores persistentes, inflamaciones o pérdida de movilidad. Se ha identificado que los factores más recurrentes en su aparición son las posturas forzadas, los movimientos repetidos y la carga física excesiva (Paredes y Vásquez, 2018). En los procesos de envasado, los trabajadores suelen realizar actividades de este tipo de manera prolongada, lo que incrementa el riesgo de que desarrollen lesiones ocupacionales si no se implementan estrategias preventivas.

En el contexto normativo ecuatoriano, la protección del trabajador frente a estos riesgos está contemplada en disposiciones como el Acuerdo Ministerial 174, que establece la obligación del empleador de evitar condiciones insalubres en el ambiente laboral, incluyendo aquellas relacionadas con factores físicos y ergonómicos. Asimismo, el Decreto Ejecutivo 255

fija como valor máximo de exposición sonora los 85 decibelios ponderados en escala A y especifica que las mediciones deben realizarse con equipos certificados y correctamente calibrados (Ministerio de Trabajo y Empleo, 2017). Estas normativas sientan las bases legales para la evaluación técnica de los puestos de trabajo y permiten fundamentar acciones correctivas orientadas a garantizar ambientes productivos seguros, especialmente en sectores como el cervecero, donde los riesgos físicos y disergonómicos se encuentran de forma simultánea.

Justificación

La importancia de desarrollar una propuesta para mejorar los puestos de trabajo en el área de envasado ante la exposición a factores de riesgo ergonómicos y de ruido radica en la necesidad de actuar sobre condiciones laborales que, actualmente, no garantizan un entorno saludable y seguro para los trabajadores. En un proceso donde la precisión operativa depende en gran parte del estado físico y mental del personal, descuidar estos aspectos puede generar un impacto negativo tanto en la salud del operario como en la productividad general de la planta. Esta situación refuerza el compromiso con la prevención como herramienta fundamental para proteger al recurso humano y fortalecer la eficiencia del sistema.

El impacto que se espera con la aplicación de esta propuesta es multidimensional. Por un lado, se busca mitigar los riesgos que pueden derivar en enfermedades ocupacionales como hipoacusia o trastornos musculoesqueléticos; por otro lado, se espera incidir positivamente en la calidad del trabajo y el clima organizacional.

Su utilidad se manifiesta en la posibilidad de generar cambios sostenibles que vayan más allá del cumplimiento normativo, transformando las condiciones físicas del entorno y promoviendo buenas prácticas en seguridad y salud en el trabajo. La atención simultánea al ruido y a los factores disergonómicos permitirá lograr mejoras integrales en los procesos productivos.

Desde esta perspectiva, los beneficiarios directos de la propuesta son los trabajadores del área de envasado, quienes desempeñan labores físicamente exigentes bajo condiciones ambientales adversas. Sin embargo, también se consideran beneficiarios indirectos la empresa en su conjunto, que podrá reducir ausentismo, evitar rotación innecesaria de personal y fortalecer su reputación corporativa.

El alcance de esta propuesta permite visualizar un efecto positivo a mediano y largo plazo, no solo en términos de bienestar, sino también en indicadores de eficiencia y competitividad empresarial. En cuanto a la factibilidad, la propuesta es viable técnica y operativamente. Se cuenta con un conocimiento profundo de los procesos productivos y las características del entorno laboral, así como con personal capacitado y equipos disponibles.

Los cambios sugeridos pueden ser implementados progresivamente, sin interrumpir de forma significativa el ritmo productivo. Esto garantiza que las mejoras puedan aplicarse de forma realista, con recursos internos o mediante gestiones específicas, lo que reafirma su pertinencia como parte del plan de mejora continua en la Cervecería Nacional Quito.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una propuesta de mejora en los puestos de trabajo del área de envasado en una empresa Cervecera, mediante la aplicación de metodologías ergonómicas y mediciones de ruido, promoviendo un entorno laboral más seguro, saludable y eficiente.

Objetivos Específicos

- Identificar las condiciones actuales de trabajo en los puestos críticos del área de envasado, aplicando una evaluación de riesgos con la metodología de KINNEY y las fuentes de emisión de ruido determinando los factores de riesgo ergonómico y sonoro.
- Aplicar metodologías ergonómicas REBA, NIOSH, MAC, y técnica del nivel de exposición al ruido mediante el uso de evaluaciones y un sonómetro certificado,

direccionado al cálculo de bandas de octava observando niveles de exposición de ruido en las tareas operativas.

- Proponer medidas correctivas y preventivas viables que mejoren las condiciones laborales ergonómicas y de ruido mediante la aplicación de barreras duras y blandas y que se integren al sistema de gestión de seguridad y salud ocupacional de la empresa.

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

Diagnóstico de la situación actual de la empresa

Como se dispuso en el artículo 7 del Decreto Ejecutivo 255 establece que la creación del Programa Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo es una responsabilidad conjunta del Ministerio del Trabajo y de la autoridad sanitaria nacional. Este programa se concibe como un instrumento estratégico para promover una cultura preventiva en los espacios laborales, orientada a reducir riesgos, evitar accidentes y proteger la salud de los trabajadores (Noboa, 2024). Su diseño debe apoyarse tanto en el marco legal vigente como en experiencias y buenas prácticas reconocidas a nivel nacional e internacional. Además, el programa debe fijar metas claras, objetivos específicos e indicadores que permitan evaluar de manera continua los avances, garantizando así la construcción progresiva de entornos laborales más seguros y saludables.

Para ello en Cervecería Nacional Quito que es una planta industrial ubicada en la ciudad de Quito, dedicada a la elaboración y envasado de productos cerveceros de alto consumo nacional. El área de envasado motivo de la investigación e intervención se caracteriza por su dinamismo, su alto nivel de automatización parcial y la constante demanda de supervisión, control de procesos y actividades de carga y descarga por parte del personal. En esta sección se tiene 70 trabajadores en la parte operativa; distribuidos en turnos rotativos de 7:00 a 15:00 de 15:00 a 23:00 y de 23:00 a 7:00 del siguiente día, según se muestra en la Tabla 1 lo que exige mantener condiciones de trabajo que prioricen tanto la productividad como la seguridad ocupacional.

Tabla 1*Área y trabajadores de la empresa*

Área	No. Trabajadores	No. de puestos de trabajo intervenidos	No. de puestos de trabajo por intervenir	Factores de riesgo ergonómico
Envasado	36 personas	6	3	Posturas forzadas, levantamiento manual de cargas y movimientos repetitivos

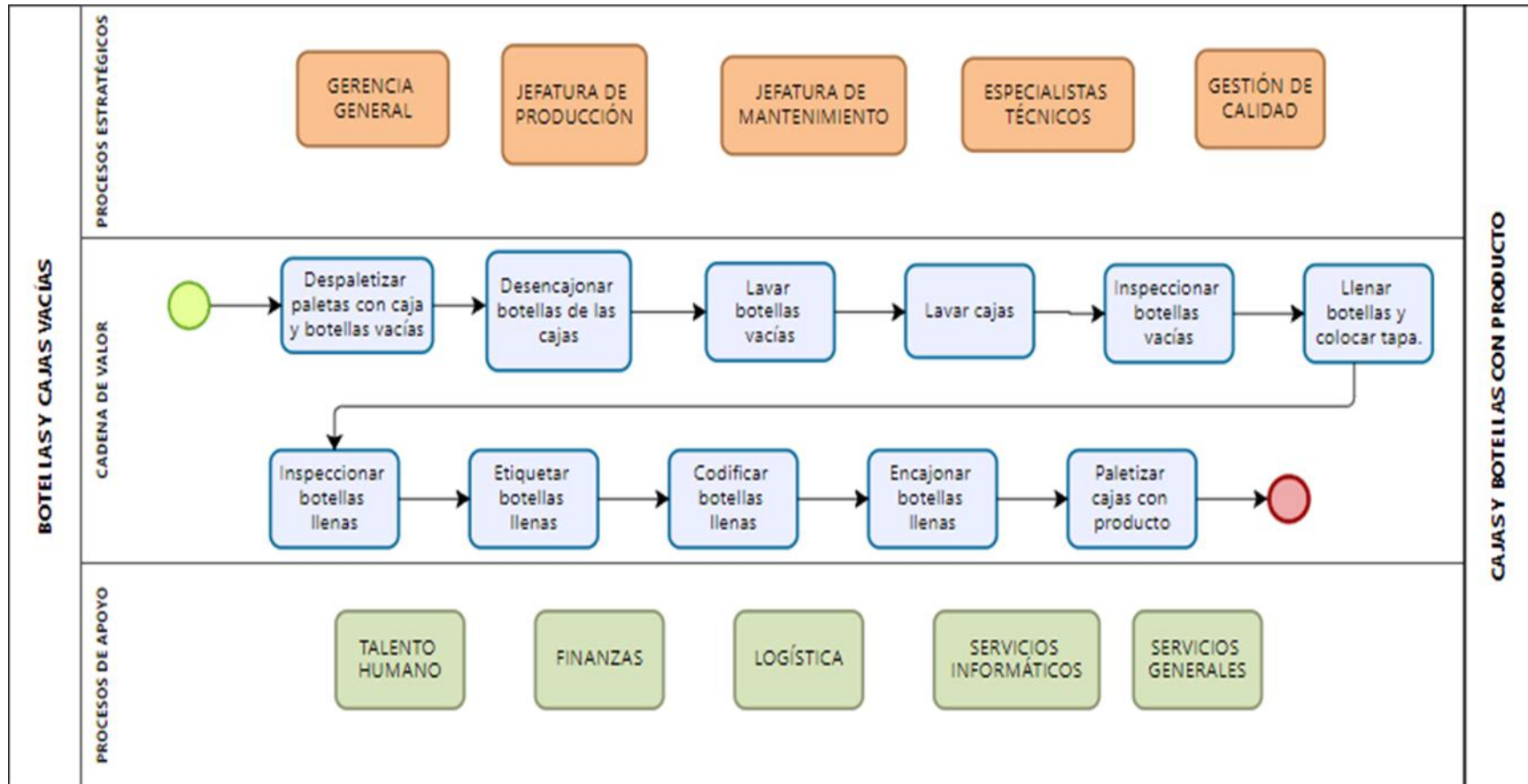
Nota. El área evaluada será la de envasado que cuenta con 12 trabajadores debido a los turnos de la empresa en los 3 puestos de trabajo por intervenir. Elaborado por el investigador, 2025.

El área evaluada comprende una serie de etapas secuenciales altamente automatizadas, diseñadas para garantizar eficiencia, inocuidad del producto y cumplimiento con los estándares de calidad. A continuación, en la Figura 1 y 2 se presenta el recorrido del producto a través de los diferentes procesos.

Descripción del proceso del área de envasado

Figura 1

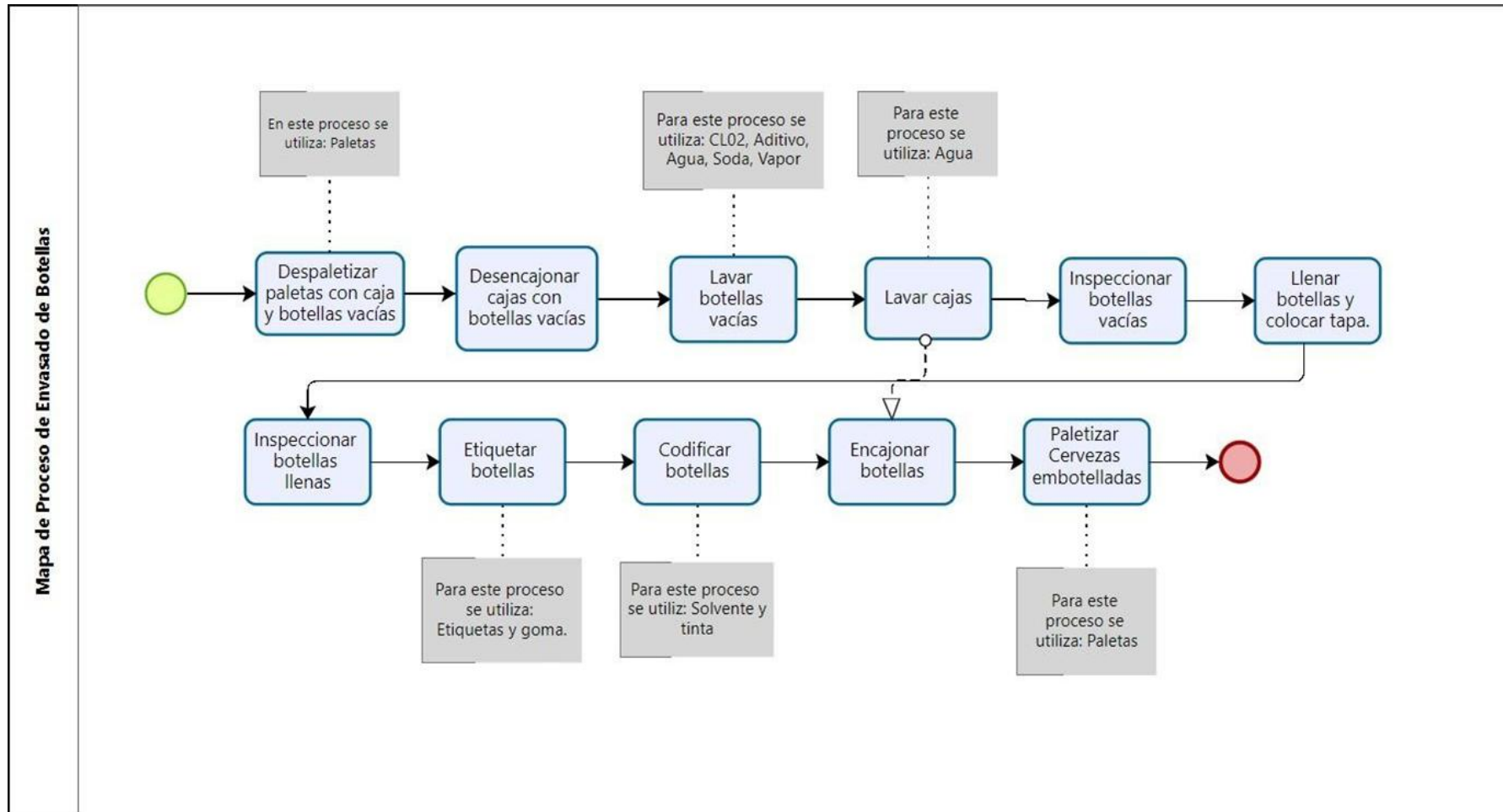
Cadena de valor



Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Figura 2

Diagrama de proceso



Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Depaletizadora

Aquí inicia el recorrido del envase vacío. Las paletas que llegan del mercado son colocadas en una banda transportadora mediante montacargas. Un sistema robotizado se encarga de retirar capa por capa las cajas, colocándolas en un transportador que las dirige hacia la descajonadora.

Figura 3

Depaletizadora



Nota. Tomado de Cervecería Nacional

Descajonadora

Una vez transportadas, las cajas con envases vacíos ingresan a esta estación, donde un sistema automatizado extrae las botellas y las coloca en otra cinta transportadora, dirigiéndolas hacia la lavadora.

Figura 4

Descajonadora



Nota. Tomado de Cervecería Nacional

Lavadora de botellas

Este equipo consta de diez tanques y es responsable de limpiar a fondo las botellas reutilizables. Las botellas ingresan por acumulación y son sumergidas secuencialmente en soluciones químicas, vapor y agua. El sistema garantiza la remoción de residuos y microorganismos.

Figura 5

Lavadora de botellas



Nota. Tomado de Cervecería Nacional

Inspector de botellas vacías

Mediante cámaras de alta precisión, se inspecciona cada botella desde el gollete hasta la base, descartando aquellas que presenten anomalías, cuerpos extraños o suciedad. Este paso asegura la calidad del envase antes de ser llenado.

Figura 6

Inspector de botellas vacías



Nota. Tomado de Cervecería Nacional

Llenadora

Las botellas limpias ingresan al sistema de llenado. Se utiliza CO₂ para desplazar el oxígeno residual y se realiza el llenado con precisión, asegurando que el producto mantenga sus propiedades sensoriales y microbiológicas.

Figura 7

Llenadora



Nota. Tomado de Cervecería Nacional

Etiquetadora

En esta etapa, las botellas llenas reciben sus etiquetas mediante pinzas automatizadas que giran las botellas para posicionarlas correctamente. Posteriormente, se imprime la fecha de caducidad.

Figura 8

Etiquetadora



Nota. Tomado de Cervecería Nacional

Encajonadora

Las botellas etiquetadas son recogidas en grupos por un robot neumático y colocadas dentro de cajas, listas para su despacho.

Figura 9

Encajonadora



Nota. Tomado de Cervecería Nacional

Paletizadora

Finalmente, las cajas son apiladas en paletas por un sistema automatizado. Estas paletas están listas para ser enviadas a los centros de distribución.

Figura 10

Paletizadora



Nota. Tomado de Cervecería Nacional

Control por software

Durante todo el proceso, un sistema digital permite el monitoreo en tiempo real de variables críticas como temperatura, presión, caudales y consumo. Además, se visualizan los indicadores clave de desempeño (KPI), permitiendo actuar de inmediato ante cualquier desviación.

Figura 11

Control por software



Nota. Tomado de Cervecería Nacional

Con el fin de analizar las condiciones laborales en esta área y establecer una base diagnóstica para futuras mejoras, se realizó un estudio técnico enfocado en identificar riesgos físicos y disergonómicos en tres puestos clave: operador de llenadora, operador de encajonadora y operador de lavadora de botellas. La elección de estos puestos se basó en la detección de peligros y evaluación del nivel de riesgo según la metodología de Kinney, como se detalla en la Tabla 4, considerando además el esfuerzo físico requerido y la exposición directa a fuentes de ruido.

Identificación y estimación del riesgo ergonómicos en los tres puestos de trabajo

Para realizar la identificación de peligros y estimación del riesgo ergonómico se aplicará la matriz IPER de Kinney mostrada en la Tabla 2, en esta matriz se analiza la

probabilidad y la consecuencia que produce un riesgo ergonómico a los trabajadores y en base a ello establecer posibles medidas correctivas a través de controles de ingeniería en la fuente, medio de transmisión y en el trabajador.

Tabla 2

Aplicación de la matriz de Kinney

Puesto de trabajo	Peligro identificado	Probabilidad (P)	Exposición (E)	Consecuencia (C)	Nivel de riesgo	Valoración del riesgo
Llenadora	Postura forzada de brazos y cuello al supervisar el llenado	10	3	3	90	Alto
Encajonadora	Movimientos repetitivos al manipular cajas	10	3	3	90	Alto
Lavadora de botellas	Manipulación manual de carga pesada en el traslado de cajas	6	6	3	105	Alto

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 3

Matriz IPER de Kinney para riesgo ergonómico

	Centro Trabajo:	Planta Quito	Dirección:		Realizado por:	JOSEPH VERGARA	Fecha realización:	01-may-25
	VP:	Supply	Gerecia:	Envase	Revisado por:	VALERIA HERRERA	Aprobado por:	R. TRUJILLO

Evaluación del Riesgo (Kinney)															Gestión Preventiva			
Cargo	Actividad específica	N° Personal expuesto	Tipo de actividad (Retinarias, No retinaria)	Peligro: (Descripción)	Riesgo	Factor de riesgo	Evento es:	Probabilidad	si la acción- evento ocurre	frecuencia	Cuando es factible es siguiente impacto	Impacto	Riesgo	Resultado de evaluación	Acción	Fuente	Medio	Receptor
Operador de lavadora de botellas	Cambio de portacastos	4	Retinaria	Sobreesfuerzos : levantamiento de canastillas	fizica- lesion musculo esquelética	Ergonómico	Esperado	10.0	Semanalmente	3.0	Lesión con baja	3.0	30	Riesgo considerable	Requiere corrección	N/A	RECOMENDACIONES PARA EL LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS. Pausas activas Exámen ocepacional anual: Rx de torax , Rx de columna lumbar	Capacitación del SOP:
Operador de llenadora	Cambio de formato, cambio de estrellas	4	Retinaria	Movimientos forzados- Sobreesfuerzos	Lesion musculo esquelética	Ergonómico	Esperado	10.0	Semanalmente	3.0	Lesión con baja	3.0	30	Riesgo considerable	Requiere corrección	N/A	Revisión y aplicación del SOP: QUI-SEG-SOP-0034-UIO RECOMENDACIONES PARA EL LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS Pausas activas Exámen ocepacional anual: Rx de torax , Rx de columna lumbar Ayuda ergonómica coche para traslado de estrellas.	Capacitación del SOP:
Operador de encajonadora	Retiro de cajas rechazadas por el inspector de cajas llenas hacia el transportador	4	Retinaria	Manipulación de cargas (rechazo cajas con botellas llenas (23.17 Kg) Sobreesfuerzos	Fatiga fizica- lesion musculo esquelética	Ergonómico	Muy posible	6.0	Diario	6.0	Lesión con baja	3.0	108	Riesgo considerable	Requiere corrección	N/A	Revisión y aplicación del SOP: QUI-SEG-SOP-0034-UIO RECOMENDACIONES PARA EL LEVANTAMIENTO MANUAL DE CARGAS	Capacitación del SOP:

Nota. Elaborado por el autor

Tabla 4

Identificación y estimación del riesgo físico (ruido) en los tres puestos de trabajo

	Centro Trabajo:	Planta Quito	Dirección:		Realizado por:	JOSEPH VERGARA	Fecha realización:	01-may-25
	VP:	Supply	Gerencia:	Envase	Revisado por:	LUIS SÓPALO	Aprobado por:	R. TRUJILLO

Evaluación del Riesgo (Kinney)															Gestión Preventiva			
Cargo	Actividad específica	N° Personal expuesto	Tipo de actividad (Retinarias, No retinaria)	Peligro: (Descripción)	Riesgo	Factor de riesgo	Evento es:	Probabilidad	si la acción- evento ocurre	secuencia	Cuando es factible es siguiente	impacto	Riesgo	Resultado de la evaluación	Acción	Fuente	Medio	Receptor
Operador de lavadora de botellas	Operación de la máquina de lavadora de botellas, toma de datos y pruebas de calidad	4	Retinaria	Ruido	Hipoacusia (sordera)-traumas acusticos-fatiga auditiva	Físico	Esperado	10.0	Continuamente	10.0	Lesión sin baja	1.0	100	Riesgo considerable	Requiere corrección	N/A	Inspección del EPP, Revisión y aplicación de los SOP: QUI-SEG-SOP-0005 - UIO- LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EPP'S QUI-SEG-SOP-0018 - UIO USO ADECUADO DE PROTECCIÓN PERSONAL - TAPONES AUDITIVOS. Exámenes ocupacional anual: audiometría Capacitación de uso adecuado de tapones auditivos. Evaluación de la exposición al ruido - sonómetro	Capacitación del SOP:
Operador de llenadora	Operación de llenadora de botellas	4	Retinaria	Ruido	Hipoacusia (sordera)-traumas acusticos-fatiga auditiva	Físico	Esperado	10.0	Continuamente	10.0	Lesión sin baja	1.0	100	Riesgo considerable	Requiere corrección	N/A	Inspección del EPP, Revisión y aplicación de los SOP: QUI-SEG-SOP-0005 - UIO- LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EPP'S QUI-SEG-SOP-0018 - UIO USO ADECUADO DE PROTECCIÓN PERSONAL - TAPONES AUDITIVOS. Exámenes ocupacional anual: audiometría Capacitación de uso adecuado de tapones auditivos. Evaluación de la exposición al ruido - sonómetro	Capacitación del SOP:
Operador de encajonadora	Operación del robot de la encajonadora, levantar botellas desde la banda transportadora de botellas llenas al ingreso de la mesa de agrupación de botellas.	4	Retinaria	Ruido	Hipoacusia (sordera)-traumas acusticos-fatiga auditiva	Físico	Esperado	10.0	Continuamente	10.0	Lesión sin baja	1.0	100	Riesgo considerable	Requiere corrección	N/A	Inspección del EPP, Revisión y aplicación de los SOP: QUI-SEG-SOP-0005 - UIO- LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE EPP'S QUI-SEG-SOP-0018 - UIO USO ADECUADO DE PROTECCIÓN PERSONAL - TAPONES AUDITIVOS. Exámenes ocupacional anual: audiometría Capacitación de uso adecuado de tapones auditivos. Evaluación de la exposición al ruido - sonómetro	Capacitación del SOP:

Nota. Elaborado por el autor

Evaluación de ruido en el área de envasado

La evaluación de los factores de exposición al ruido se llevó a cabo en los puestos de trabajo de Llenadora, Encajonadora y Lavadora de botellas, ubicados en el área de envasado de la Cervecería Nacional Quito. Estos puestos han sido identificados como críticos debido a las exigencias operativas y a la incidencia directa que tienen sobre la salud de los trabajadores. A continuación, en las Tablas 5, 6 y 7 se detalla la descripción funcional y operativa de cada uno de ellos.

Tabla 5

Características para el puesto de manejo del llenador de botellas

Características del puesto de trabajo	
Horario	8 horas
Tiempo de alimentación (min)	40
Pausas (min)	0
Tiempo de exposición (min)	440
Actividades	Operación de la máquina llenadora
Equipo de protección auditiva	Tapones auditivos de espuma estándar
Capacitación en el uso de EPP	Si
Reposición del EPP	Si
Fuente de ruido más importante	Botellas vacías en el ingreso a la máquina llenadora, ruido de la máquina, explosión de botellas (promedio de 8/turno).

Nota. Tomado en Cervecería Nacional.

Tabla 6*Características para el puesto de encajonadora*

Características del puesto de trabajo	
Horario	8 horas
Tiempo de alimentación (min)	40
Pausas (min)	0
Tiempo de exposición (min)	440
Actividades	Operación del robot de la encajonadora, levantar botellas desde la banda transportadora de botellas llenas al ingreso de la mesa de agrupación de botellas.
Equipo de protección auditiva	Tapones auditivos de espuma estándar
Capacitación en el uso de EPP	Si
Reposición del EPP	Si
Fuente de ruido más importante	Mesa de carga de máquina lavadora

Nota. Tomado en Cervecería Nacional.**Tabla 7***Características del puesto de manejo de la lavadora de botellas*

Características del puesto de trabajo	
Horario	8 horas
Tiempo de alimentación (min)	40
Pausas (min)	0
Tiempo de exposición (min)	440

Actividades	Operación de la máquina de lavadora de botellas, toma de datos y pruebas de calidad.
Equipo de protección auditiva	Tapones auditivos de espuma estándar
Capacitación en el uso de EPP	Si
Reposición del EPP	Si
Fuente de ruido más importante	Mesa de carga de máquina lavadora

Nota. Tomado en Cervecería Nacional.

Evaluación del riesgo ergonómico

Se realizaron seis evaluaciones relacionadas con riesgos ergonómicos, distribuidas entre los tres puestos de trabajo analizados, tal como se detalla en la Tabla 8.

Tabla 8

Puestos de trabajo evaluados

Ítem	Área	Puesto de trabajo	No	Factor de riesgo	Método aplicado
1	Envasado	Llenadora	2	Levantamiento manual de cargas	NIOSH
2	Envasado	Llenadora	1	Posturas forzadas	REBA
3	Envasado	Llenadora	1	Desplazamiento	MAC
4	Envasado	Encajonadora	1	Levantamiento manual de cargas	NIOSH
5	Envasado	Lavadora de botellas	1	Desplazamiento	MAC

Nota. Detalle del método aplicado para la evaluación ergonómica.

Con base en los puntajes obtenidos a partir de los métodos REBA, NIOSH y MAC, se definieron distintas categorías de exposición y niveles de intervención necesarios, lo cual

permitió clasificar el grado de riesgo ergonómico asociado a cada tarea evaluada según se puede observar en la Tabla 9.

Tabla 9

Semaforización y categorización del nivel de exposición REBA y MAC

Puntaje		Categoría de riesgo	Efectos sobre el sistema musculo- esquelético	Acción correctiva
REBA	MAC			
1 a 3	0 a 4	BAJO	Postura normal sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético.	No requiere acción
4 a 7	5 a 12	MODERADO	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano.
8 a 10	13 a 20	ALTO	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético.	Se requieren acciones correctivas lo antes posible.
11 a 15	21 a 32	CRÍTICO	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético	Se requiere tomar acciones correctivas inmediatamente.

Nota. Categorización en base a Applied Ergonomics (rula 1993-reba 2000).

Tabla 10

Categorización según el nivel de exposición NIOSH

Índice de levantamiento (IL)	Categoría de riesgo	Acción correctiva
IL menor o igual a 1	BAJO	La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas.
IL mayor que 1 y menor que 3	MODERADO	La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar las modificaciones pertinentes.
IL mayor o igual a 3	ALTO	La tarea ocasionará problemas a la mayor parte de los trabajadores. Debe modificarse.

Nota. Categorización en base a Applied Ergonomics

Resultados del riesgo de ruido

A continuación, se presenta los resultados de la evaluación por cada puesto de trabajo:

Operador de llenadora de botellas

Figura 12

Área de trabajo llenadora



Nota. Tomado en Cervecería Nacional.

Tabla 11

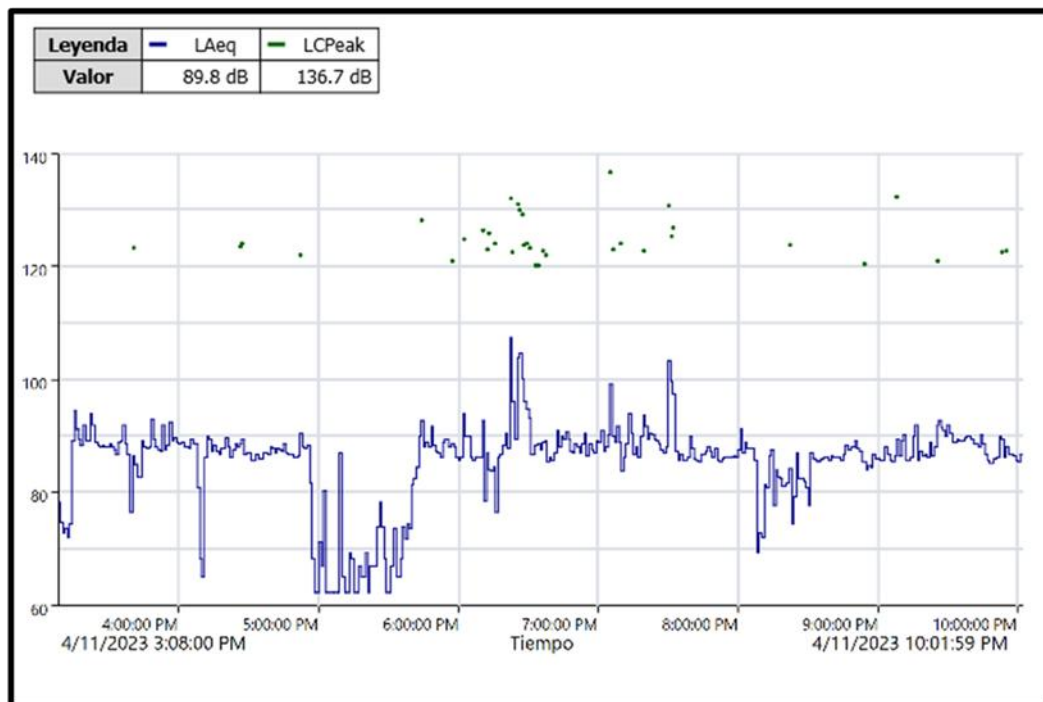
Parámetro de medición llenadora

Parámetro	Valor
Tiempo de medición	06:54:01
Leqd	89.8 dB(A)
Lpico	136.7 dB(C)
Dosis	253.0 %
Tasa de intercambio	3
Ponderación	A
Respuesta	Lenta

Nota. Tomado de Cervecería Nacional.

Figura 13

Curva de medición llenadora



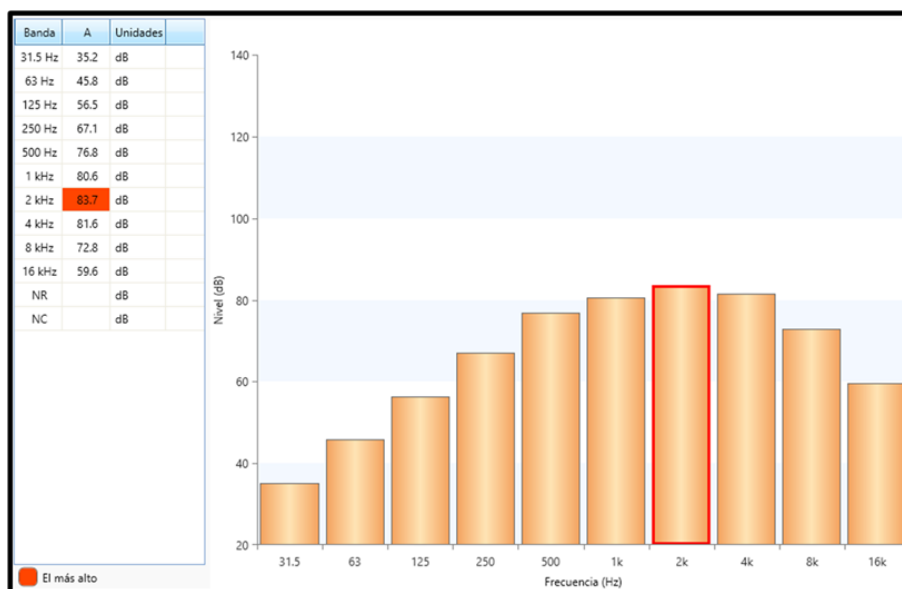
Nota. Valores obtenidos del sonómetro de medición.

El nivel continuo equivalente diario (Leqd) y el nivel pico (Lpico) registrados en el puesto de trabajo de la llenadora fueron comparados con los valores límite establecidos en el Decreto Ejecutivo 255, que rige la normativa ecuatoriana en materia de higiene y seguridad industrial. Esta normativa establece como nivel máximo permisible de presión sonora los 85 dB(A) para Leqd y los 140 dB(C) para Lpico, utilizando instrumentos de medición con ponderación A y respuesta lenta.

En las mediciones realizadas se obtuvo un Leqd de 89.8 ± 2 dB(A), lo cual supera el límite permitido y confirma la existencia de un riesgo higiénico por exposición al ruido continuo para lo cual según la normativa tiene una categoría de insuficiente en la protección que se usa actualmente. Asimismo, el nivel pico alcanzado fue de 136.7 ± 2 dB(C), valor que, si bien se mantiene dentro del límite permitido por la normativa ecuatoriana, se encuentra muy próximo al umbral crítico de 140 dB(C). Por tanto, el puesto de llenadora presenta condiciones que representan un riesgo acústico para la salud de los trabajadores, particularmente por el nivel de exposición diaria al ruido.

Figura 14

Medición en bandas de octava



Nota. Medición por medio de la técnica de bandas de octava para ruido.

En el puesto de trabajo evaluado se ha dotado de tapones auditivos de espuma estándar, su nivel de atenuación se expresa en la Tabla 12:

Tabla 12

Datos de atenuación del protector auditivo utilizado

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Mf (dB)	13,1	11,2	13,4	26,9	33,9	32,0	33,5	36,9
Sf (dB)	2,3	2,0	1,9	1,8	1,9	2,4	1,8	1,8
APVf (dB)	10,8	9,2	11,5	25,1	31,9	29,6	31,7	35,1

Nota. SNR = 26 dB H = 32 dB M = 23 dB L = 15 Db

Tabla 13

Cálculo de atenuación del equipo

	Cálculo atenuación EPP, método bandas de octava A			Protector auditivo:		Tampones auditivos de espuma estándar			
	Llenador								
	Tpo exp. (min)	12 5 Hz	25 0 Hz	50 0 Hz	1.0 00 Hz	2.00 0 Hz	4.0 00 Hz	8.0 00 Hz	LAS Sum a Rui do total
Nivel Resulta	440.0	56. 5	67. 1	76. 8	80. 6	83.7	81. 6	72. 8	87.5

nte dBA									
PROTECTOR									
Valor	12	25	50	1.0	2.00	4.0	8.0		
EPI	5	0	0	00	0	00	00		
	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz		
mf:	11.	13.	26.	33.	32.0	33.	36.		
Atenuaci	2	4	9	9		5	9		
ón									
banda									
octava									
Desv.	2.0	1.9	1.8	1.9	2.4	1.8	1.8		
Típica									
EPI									
APVf	9.2	11.	25.	32.	29.6	31.	35.		
(84%)		5	1	0		7	1		
RECEPTOR									
Nivel en	LAS	12	25	50	1.0	2.00	4.0	8.0	LAS
Oído	(LA-	5	0	0	00	0	00	00	~
	APVf)	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Rui
									do
									final
									EPI
		47.	55.	51.	48.	54.1	49.	37.	60.0
		3	6	7	6		9	7	

ATENUACIÓN CORREGIDA (Criterio HSE)	64.0
--	-------------

Nota. Con los tapones auditivos actualmente utilizados, la atenuación estimada deja al trabajador con un nivel de ruido residual superior a los 70 dB(A), lo cual aún representa un riesgo moderado.

La atenuación que, en condiciones de laboratorio, se atribuye al protector auditivo según especificaciones del fabricante puede disminuir significativamente cuando se traslada al entorno real de trabajo. Esta reducción puede estar influenciada por diversos factores, entre ellos:

- El tiempo efectivo de uso del protector en comparación con el total de exposición al ruido.
- La forma en que el trabajador utiliza el equipo, considerando aspectos como una correcta colocación, condiciones de higiene, ajuste anatómico y el desgaste progresivo del dispositivo.

Respecto al primer elemento, se observa que la efectividad de la atenuación del ruido disminuye de manera exponencial conforme se interrumpe el uso continuo del protector auditivo, lo que significa que incluso pausas breves pueden comprometer significativamente su rendimiento. En cuanto al segundo aspecto, aunque se utilicen los protectores durante toda la jornada laboral, existen limitaciones propias del entorno real que afectan su desempeño. Por esta razón, se adopta el criterio establecido por el Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido, el cual recomienda descontar 4 dB del valor de atenuación obtenido en condiciones de laboratorio, con el fin de reflejar de forma más precisa la protección efectiva en escenarios prácticos.

Tabla 14

Resultados con el uso del proyector

Atenuación obtenida mediante método de Bandas de Octava	Atenuación obtenida mediante método de Bandas de Octava y corregido con coeficiente reductor HSE
60.0	64.0

Nota. Resultados de las mediciones.

Con el fin de determinar si la protección auditiva ofrecida por el equipo empleado en el puesto de la llenadora resulta adecuada, se aplicó el criterio técnico establecido por la norma internacional UNE-EN 458, la cual proporciona lineamientos para la correcta selección, utilización, mantenimiento y conservación de protectores auditivos. Aunque se trata de una normativa europea, sus principios son reconocidos internacionalmente y resultan aplicables en el contexto ecuatoriano, especialmente ante la ausencia de una norma nacional que aborde con igual nivel de especificidad estos aspectos. Cabe señalar que la normativa ecuatoriana vigente, representada por el Decreto Ejecutivo 255, fija límites máximos de exposición al ruido, pero no contempla de manera detallada los lineamientos sobre posibles situaciones de sobreprotección auditiva.

Según el resultado obtenido en la Figura 14 en el cálculo de bandas de octava corregido con el criterio HSE, el nivel de presión acústica en el oído del trabajador tras el uso del EPP fue de 64.0 dB(A). De acuerdo con la clasificación de la UNE-EN 458, este valor corresponde a una situación de sobreprotección. Este nivel se encuentra por debajo del umbral inferior recomendado para exposición protegida según se puede observar en la Tabla 15, el cual se sitúa idealmente entre 70 y 80 dB(A) para asegurar protección sin comprometer la audición funcional del entorno.

Tabla 15*Nivel de exposición protegida*

Nivel de exposición protegida o Nivel de presión sonora efectivo en dB (A)	Protección
> 85	Insuficiente
80 – 85	Aceptable
75 – 80	Optima / ideal
70 – 75	Aceptable
< 70	Sobrepotección

Nota. Escala de protección frente al nivel de exposición de ruido.

Aunque en principio el nivel de ruido resultante tras la aplicación del equipo de protección auditiva podría interpretarse como aceptable, la sobrepotección auditiva también representa un riesgo operativo. En áreas como la de envasado, donde los trabajadores necesitan mantener una comunicación verbal constante y estar atentos a señales sonoras de advertencia, una atenuación excesiva puede dificultar el desempeño, generar aislamiento sensorial y comprometer la seguridad.

Actualmente, en el puesto de llenadora se utilizan tapones auditivos de espuma, los cuales, si bien brindan cierto nivel de protección, no garantizan una atenuación óptima para este tipo de entorno. Por tal motivo, se plantea como medida correctiva el reemplazo de estos tapones por orejeras auditivas tipo diadema, por un modelo tipo 3M Peltor Optime I que ofrezcan una atenuación que sitúe el nivel en oído entre 70 y 80 dB(A). Este rango es recomendado por guías técnicas internacionales para garantizar una protección eficaz sin afectar la capacidad del trabajador para interactuar con su entorno.

Figura 15

Operador de llenadora



Nota. Tomado en Cervecería Nacional

Operador Encajonadora

Figura 16

Área de trabajo de encajonadora



Nota. Tomado en Cervecería Nacional

Tabla 16

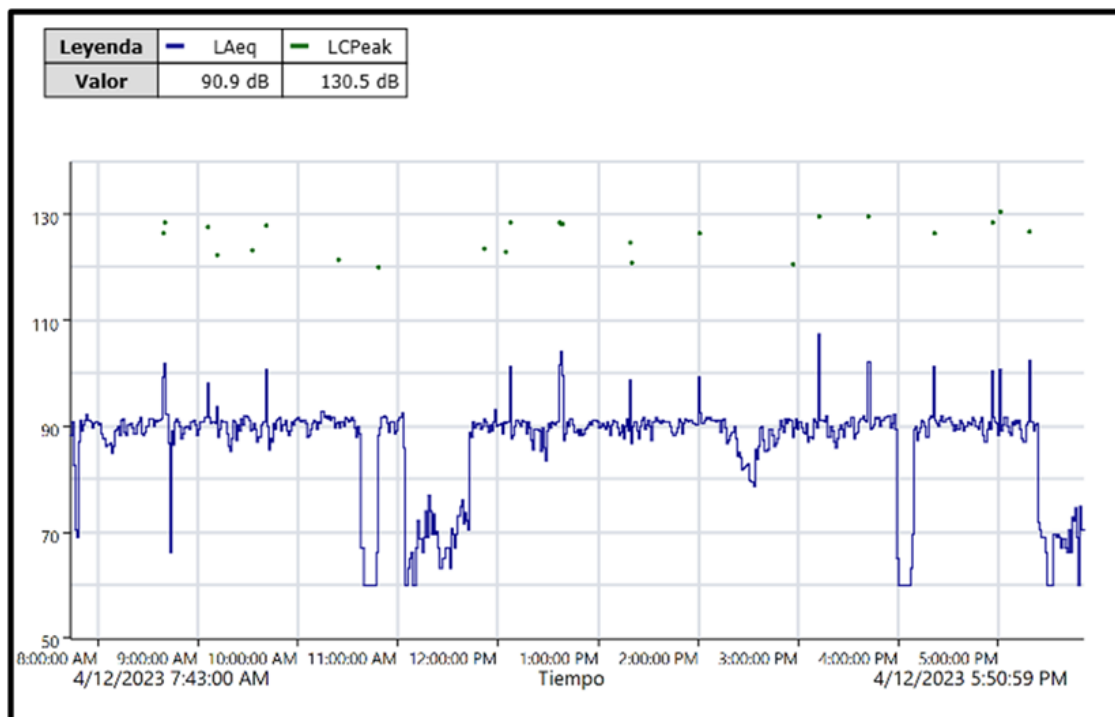
Valores de medición de la encajonadora

Parámetro	Valor
Tiempo de medición	10:07:56
Leqd	90.9 dB(A)
Lpico	130.5 dB(C)
Dosis	477.0 %
Tasa de intercambio	3
Ponderación	A
Respuesta	Lenta

Nota. Tomado de Cervecería Nacional.

Figura 17

Curva de medición de la encajonadora



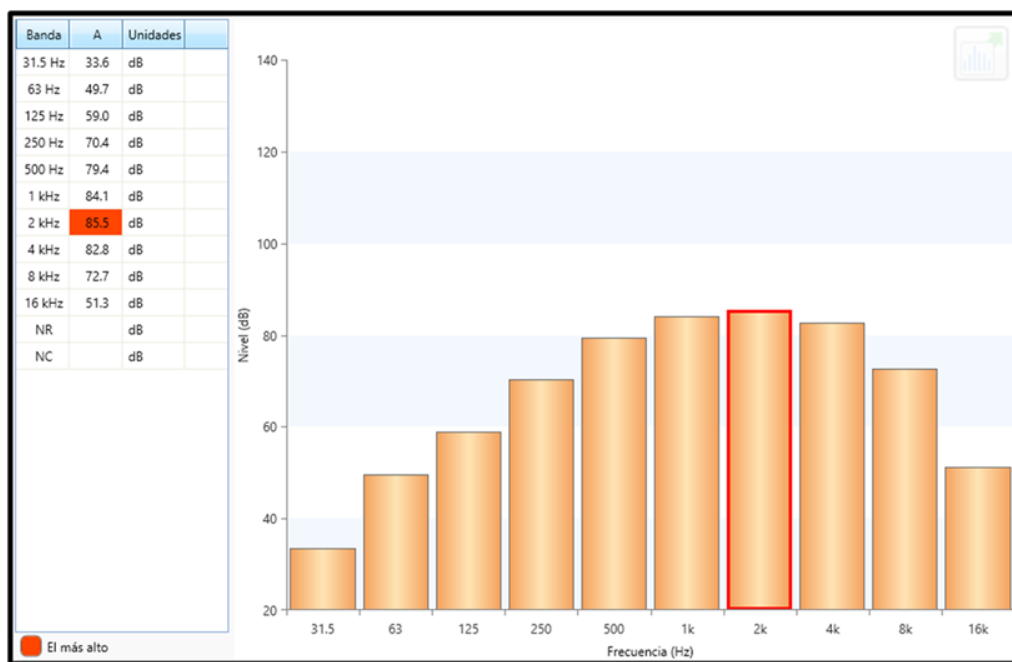
Nota. Valores obtenidos del sonómetro de medición.

En el análisis del nivel de exposición al ruido en el puesto de encajonadora, se registró un nivel sonoro equivalente (L_{eq}) de $90,9 \pm 2$ dB(A) y un nivel pico (L_{pico}) de $130,5 \pm 2$ dB(C), tal como se muestra en la Figura 17. Estos resultados superan los valores límite permitidos por la normativa ecuatoriana, que establece un máximo de 85 dB(A) para exposiciones continuas. Por lo tanto, se evidencia la existencia de un riesgo higiénico relevante asociado a la exposición al ruido en este entorno laboral.

Durante el levantamiento de información se identificó que los operarios de este puesto utilizan actualmente tapones auditivos genéricos, cuya capacidad de atenuación es limitada y varía según el uso real, el ajuste anatómico y la calidad del material. Para verificar si la protección auditiva proporcionada es adecuada, se aplicó el método de bandas de octava, tal como establece la normativa UNE-EN 458. Esta metodología permite determinar si el nivel de presión acústica en el oído, tras la atenuación del protector auditivo, se encuentra dentro del rango de seguridad.

Figura 18

Medición en bandas de octava de encajonadora



Nota. Medición por medio de la técnica de bandas de octava para ruido.

Tabla 17

Datos de atenuación del protector auditivo usado

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atenuación media (dB)	19.0	14.1	22.2	31.1	39.7	36.6	37.0	37.9
Desviación normal (dB)	4.5	2.2	2.1	2.7	3.2	3.2	3.7	3.4
Valor de protección asumida (dB)	14.5	11.9	20.1	28.4	36.6	33.5	33.3	34.5

Nota. Asimismo, se obtuvo que: SNR=31 dB; H=34dB; M=29dB y L=20dB

Tabla 18

Cálculo de la atenuación del equipo utilizado

	Cálculo atenuación EPP, método bandas de octava A								Protector auditivo:	Tapones auditivos de espuma estándar
	Lavador de Botellas									
	Tpo exp. (min)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	LAS Suma Ruido total	
Nivel Resultante dBA	440.0	59.0	70.4	79.4	84.1	85.5	82.8	72.7	89.6	
	PROTECTOR									
	Valor EPI	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz		

	mf:	14.1	22.2	31.1	39.7	36.6	37.0	37.9	
	Atenuación banda octava								
	Desv. Típica EPI	2.2	2.1	2.7	3.2	3.2	3.7	3.4	
	APVf(84%)	11.9	20.1	28.4	36.5	33.4	33.3	34.5	
RECEPTOR									
Nivel en Oído	LAS' (LA- APVf)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	LAS' Ruido final EPI
		47.1	50.3	51.0	47.6	52.1	49.5	38.2	57.8
ATENUACIÓN CORREGIDA (Criterio HSE)									61.8

Nota. Con los tapones auditivos actualmente utilizados, se obtuvieron los resultados mostrados.

Como parte de la propuesta correctiva, se evaluó el uso de orejeras auditivas 3M Peltor X2, cuyo desempeño está documentado con datos técnicos. En la Tabla 18 se muestran los resultados del cálculo de atenuación. El nivel de ruido residual en oído tras aplicar el protector fue de 57.8 dB(A). Considerando los factores limitantes del entorno laboral real (colocación, tiempo de uso, mantenimiento), se aplicó el criterio HSE, reduciendo la eficacia estimada en 4 dB, lo que arrojó una atenuación corregida de 61.8 dB(A) (Tabla 18).

Tabla 19*Resultados con el uso del protector*

Atenuación obtenida mediante método de Bandas de Octava	Atenuación obtenida mediante método de Bandas de Octava y corregido con coeficiente reductor HSE
57.8	61.8

Nota. Resultados de las mediciones.

De acuerdo con la clasificación técnica de la UNE-EN 458, este resultado se interpreta como un caso de sobreprotección auditiva, ya que el nivel resultante se encuentra por debajo del umbral inferior del rango recomendado (70–80 dB(A)). Esta condición puede afectar la seguridad operativa, ya que disminuye la capacidad del trabajador para escuchar instrucciones, advertencias auditivas o señales del entorno de trabajo.

Tabla 20*Nivel de exposición protegida*

Nivel de exposición protegida o Nivel de presión sonora efectivo en dB (A)	Protección
> 85	Insuficiente
80 – 85	Aceptable
75 – 80	Optima / ideal
70 – 75	Aceptable
< 70	Sobreprotección

Nota. Escala de protección frente al nivel de exposición de ruido.

La Tabla 20 presenta un resumen de los niveles de exposición registrados en este puesto. Con base en dicha información, se determina que los tapones auditivos actualmente empleados no brindan una protección suficiente frente al ruido presente. Por otro lado, la opción recomendada —las orejeras modelo X2— garantiza una atenuación efectiva, aunque su nivel de protección resulta superior al requerido para las condiciones específicas del entorno evaluado.

Por lo tanto, se recomienda seleccionar un modelo de orejera de atenuación moderada, que permita reducir el nivel en oído a un rango entre 70 y 80 dB(A), brindando un equilibrio adecuado entre seguridad y funcionalidad auditiva. Esta decisión busca garantizar la protección del trabajador sin comprometer su capacidad para comunicarse o responder a situaciones de riesgo en su entorno.

Figura 19

Operador encajonadora



Nota. Tomado en Cervecería Nacional

Operador lavador de botellas

Figura 20

Área de trabajo de la lavadora



Nota. Tomado en Cervecería Nacional

Tabla 21

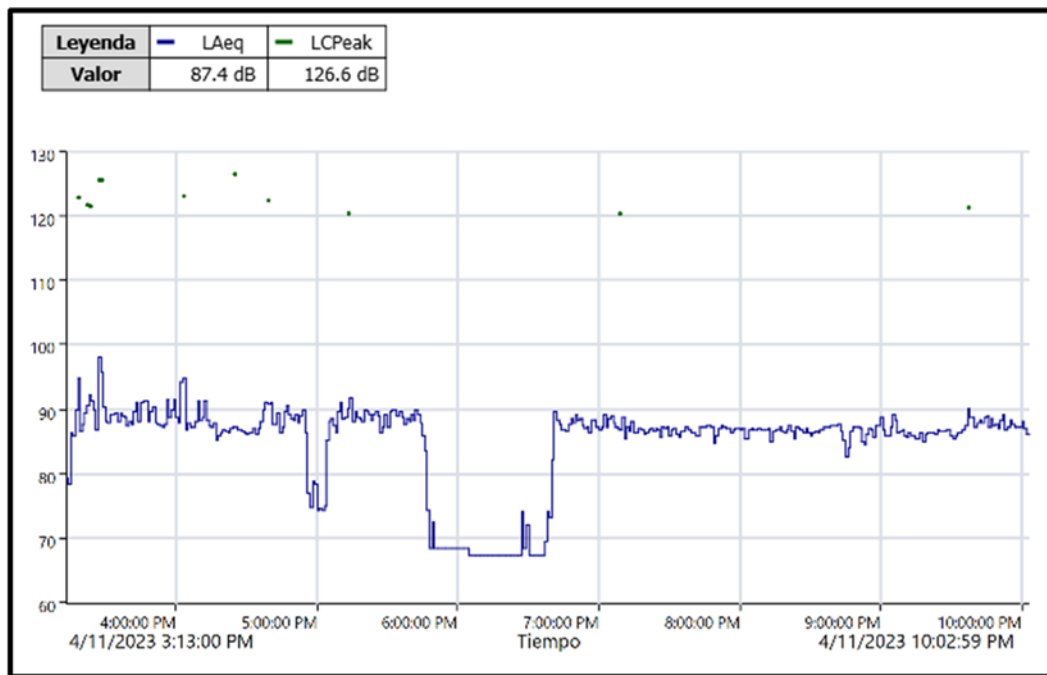
Parámetro de medición lavadora de botellas

Parámetro	Valor
Tiempo de medición	06:49:45
Leqd	87.4 dB(A)
Lpico	126.6 dB(C)
Dosis	147.0 %
Tasa de intercambio	3
Ponderación	A
Respuesta	Lenta

Nota. Tomado en Cervecería Nacional

Figura 21

Curva de medición lavadora de botellas



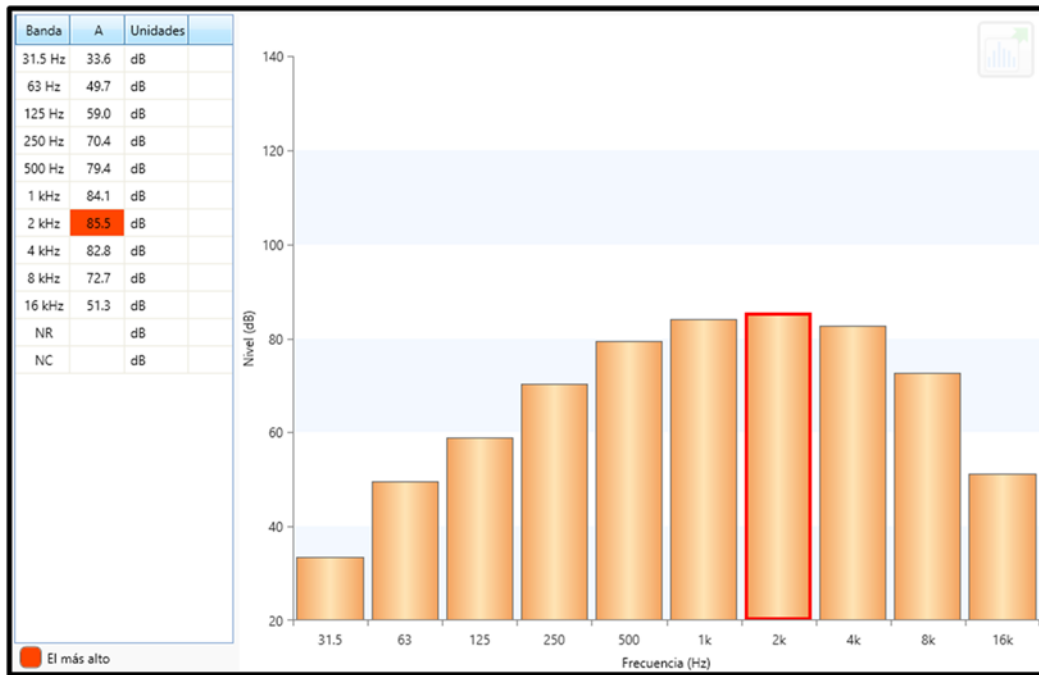
Nota. Valores obtenidos del sonómetro de medición.

En el puesto de trabajo correspondiente a la lavadora de botellas, se realizó una medición continua del ruido ambiental mediante sonometría certificada. Los resultados muestran un nivel continuo equivalente diario (Leq) de 87.4 ± 2 dB(A) y un nivel pico (Lpico) de 126.6 ± 2 dB(C). Como se aprecia en la Figura 21, estos niveles superan los valores máximos permisibles establecidos por el Decreto Ejecutivo 255, confirmando la existencia de riesgo higiénico por exposición a ruido laboral.

En el proceso de diagnóstico se identificó que el trabajador hace uso de tapones auditivos convencionales como medida de protección frente al ruido. No obstante, se comprobó que estos no proporcionan una barrera eficaz ante los niveles de presión sonora detectados en el área. Ante esta situación, se consideró como medida correctiva la incorporación de orejeras 3M Peltor X2, con el propósito de analizar si esta opción ofrece una protección auditiva más adecuada sin incurrir en una sobre atenuación.

Figura 22

Medición en bandas de octava de la lavadora



Nota. Medición por medio de la técnica de bandas de octava para ruido.

Tabla 22

Datos de atenuación del protector auditivo usado

Frecuencia (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Atenuación media (dB)	19.0	14.1	22.2	31.1	39.7	36.6	37.0	37.9
Desviación normal (dB)	4.5	2.2	2.1	2.7	3.2	3.2	3.7	3.4
Valor de protección asumida (dB)	14.5	11.9	20.1	28.4	36.6	33.5	33.3	34.5

Nota. Asimismo, se obtuvo que: SNR=31 dB; H=34dB; M=29dB y L=20dB

Tabla 23

Cálculo de atenuación del equipo usado

	Cálculo atenuación EPP, método bandas de octava A							Protector auditivo:	Tapones auditivos de espuma estándar
	Lavador de Botellas								
	Tpo exp. (min)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	LAS Suma Ruido total
Nivel Resultante dBA	440.0	59.0	70.4	79.4	84.1	85.5	82.8	72.7	89.6
	PROTECTOR								
	Valor EPI	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1.000 Hz	2.000 Hz	4.000 Hz	8.000 Hz	
	mf: Atenuación banda octava	14.1	22.2	31.1	39.7	36.6	37.0	37.9	
	Desv. Típica EPI	2.2	2.1	2.7	3.2	3.2	3.7	3.4	
	APVf(84%)	11.9	20.1	28.4	36.5	33.4	33.3	34.5	
	RECEPTOR								
Nivel en	LAS´ (LA-	125	250	500	1.000	2.000	4.000	8.000	LAS´

Oído	APVf)	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Hz	Ruido final
									EPI
		47.1	50.3	51.0	47.6	52.1	49.5	38.2	57.8
ATENUACIÓN CORREGIDA (Criterio HSE)									61.8

Nota. Con los tapones auditivos actualmente utilizados, se obtuvieron los resultados mostrados.

A través del análisis por bandas de octava se calculó el nivel de atenuación en oído al emplear este tipo de protector auditivo. Los resultados indicaron que el nivel residual de exposición sonora fue de 57.8 dB(A), tal como se muestra en la Figura 22. Posteriormente, y conforme al criterio del Health and Safety Executive (HSE) del Reino Unido, que sugiere restar 4 dB a la atenuación teórica para reflejar las condiciones reales de uso, se obtuvo un valor corregido de 61.8 dB(A), detallado en la Tabla 24.

Tabla 24

Resultados con el uso del protector

Atenuación obtenida mediante método de Bandas de Octava	Atenuación obtenida mediante método de Bandas de Octava y corregido con coeficiente reductor HSE
57.8	61.8

Nota. Resultados de las mediciones.

Este nivel final se clasifica como sobreprotección según la guía técnica UNE-EN 458, la cual sugiere que el valor ideal de presión sonora en oído debe mantenerse entre 70 y 80 dB(A). Una atenuación excesiva puede comprometer la comunicación entre operarios y

dificultar la percepción de señales sonoras críticas, generando así un nuevo riesgo operativo en lugar de mitigar el existente.

Tabla 25

Nivel de exposición protegida

Nivel de exposición protegida o Nivel de presión sonora efectivo en dB (A)	Protección
> 85	Insuficiente
80 – 85	Aceptable
75 – 80	Optima / ideal
70 – 75	Aceptable
< 70	Sobreprotección

Nota. Escala de protección frente al nivel de exposición de ruido.

La Tabla 25 presenta un resumen de los valores obtenidos para este puesto de trabajo. Con base en estos resultados, se determina que ni los tapones auditivos actualmente en uso ni las orejeras de alta atenuación evaluadas como propuesta ofrecen una solución adecuada de forma individual. En consecuencia, se sugiere optar por un modelo alternativo de protección auditiva ya sea tipo tapón u orejera con un índice de reducción sonora más moderado, que permita mantener el nivel de presión acústica en oído dentro de un rango que garantice una protección eficaz sin comprometer la capacidad funcional del operario.


Identificación de riesgos ergonómicos


Como parte del desarrollo de esta investigación, se llevó a cabo un análisis ergonómico detallado de las labores ejecutadas en tres puestos clave del área de envasado: operador de la llenadora, operador de la encajonadora y operador de la lavadora de botellas. El estudio tuvo como objetivo identificar condiciones disergonómicas asociadas a posturas

incómodas, manipulación y traslado manual de cargas, así como a la frecuencia e intensidad de las actividades realizadas. Para esta evaluación se recurrió a herramientas metodológicas reconocidas internacionalmente, tales como REBA (Evaluación Rápida de Todo el Cuerpo), el método del Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional—NIOSH— y las gráficas de evaluación del manejo manual —MAC—.

Tabla 26

Nivel de riesgo ergonómico por actividad evaluada en llenadora

N.º	Área / Puesto de trabajo	Tarea	Actividad evaluada	Frecuencia de la tarea	Imagen	Método aplicado	Nivel de riesgo	Observación
1	Envasado/ Operador llenadora	Cambio de formato	Colocar la mesa a máquina llenadora	Frecuencia semanal y una duración de 480 min. Peso de la carga 16.3 Kg, 02 piezas.		NIOSH	BAJO	Aceptable

1.1	<p>Trasladar las estrellas a máquina llenadora</p> <p>Frecuencia semanal y una duración de 480 min.</p> <p>Peso de la carga 15.85 Kg.</p> <p>04 piezas.</p>		MAC	MODERADO	<p>Peso de la estrella es de 15.85 Kg. Materiales en los cuales las manos pueden hacer una "pinza", distancia recorrida 4 metros.</p> <p>Transporte de la carga con una sola mano en un costado del trabajador. 04 piezas.</p>
-----	---	---	-----	-----------------	--

Nota. Tomado en Cervecería Nacional

Tabla 27


Nivel de riesgo ergonómico por actividad evaluada en encajonadora

N.º	Área / Puesto de trabajo	Tarea	Actividad evaluada	Frecuencia de la tarea	Imagen	Método aplicado	Nivel de riesgo	Observación
2	Envasado/ Operador Encajonadora	Retiro de cajas de rechazo de la línea	Colocar las cajas completas a la línea de producción	Frecuencia diaria y una duración de 90 min. Peso de la caja 23.17 Kg. 30		NIOSH	MODERADO	Distancia entre la carga y suelo en un plano vertical (80 cm), diferencia entre la altura de la carga al inicio y final del levantamiento (5 cm). Peso de la carga 23.17 Kg. Cantidad 30 cajas durante el turno con frecuencia diaria.

Nota. Tomado en Cervecería Nacional

Tabla 28

Nivel de riesgo ergonómico por actividad evaluada en lavadora de botellas

N.º	Área / Puesto de trabajo	Tarea	Actividad evaluada	Frecuencia de la tarea	Imagen	Método aplicado	Nivel de riesgo	Observación
3	Operador lavador de botellas	Cambio de porta canastos	Retirar la porta canastos de la maquina lavadora de botellas	Frecuencia semanal y una duración de 240 min. Peso de porta canasta 40 Kg, lo levantan		MAC	MODERADO	Peso de porta canasto es de 40 Kg. Lo realizan entre dos personas. Materiales en los cuales las manos pueden hacer una "pinza", distancia recorrida 2 metros. Son 10 porta canastos por turno con frecuencia semanal.

10

unidades.



Nota. Tomado en Cervecería Nacional

En la Tabla 26, se detalla el nivel de riesgo ergonómico para el operador de la llenadora, específicamente en las tareas de cambio de formato y traslado de componentes. La tarea de colocar la mesa en la máquina llenadora, evaluada mediante el método NIOSH, se clasificó con un riesgo bajo y aceptable, dado el peso moderado de la carga (16.3 kg) y la frecuencia semanal. Por otro lado, la actividad de trasladar las estrellas, evaluada con el método MAC, fue calificada como de riesgo moderado, debido al peso de las piezas (15.85 kg), el uso de una sola mano y la distancia recorrida.

En la Tabla 27, correspondiente al puesto de operador de encajonadora, se evaluó la tarea de retiro de cajas de rechazo con una carga de 23.17 kg, repetida 30 veces por turno. La aplicación del método NIOSH determinó un riesgo moderado, influenciado por la altura de levantamiento y la repetitividad de la acción durante la jornada laboral.

En el caso de la lavadora de botellas, resumido en la Tabla 28Tabla 28, se analizó la actividad de cambio de porta canastos, en la cual dos operarios deben levantar y trasladar porta canastos de 40 kg en una distancia de 2 metros. Aunque el peso se distribuye entre dos personas, la tarea fue calificada como de riesgo moderado al aplicar el método MAC, por la frecuencia semanal, la forma de agarre y las condiciones del entorno.

Además del resumen tabular, se identificaron dos niveles de riesgo con mayor impacto para la salud del trabajador:

Riesgo crítico

En la actividad observada, se identificó que el trabajador adopta una postura con flexión y rotación del tronco superior a 60°, elevación de los brazos por encima de 90°, flexión del antebrazo menor a 60° y una inclinación de la muñeca inferior a 15°. Durante esta maniobra, manipula una carga de aproximadamente 120 kg que es arrastrada de forma individual y repentina. Según el análisis realizado con el método REBA, esta tarea presenta un nivel de

riesgo crítico, lo que hace imprescindible una intervención inmediata para rediseñar el proceso o incorporar mecanismos de asistencia que mitiguen el esfuerzo físico.

Riesgo alto

En actividades recurrentes como el apilamiento de cajas o traslado manual en escaleras, se identificaron patrones posturales como la extensión constante del cuello, flexión de brazos por encima de 90° y antebrazos en ángulos reducidos, lo cual, junto al peso de las cargas (entre 10 y 20 kg), constituye un riesgo alto. También se reportaron situaciones en las que las cargas eran transportadas con los brazos extendidos, el cuerpo desalineado y las manos en pinza, recorriendo distancias significativas como 30 metros o tramos de escaleras. Estos resultados se basaron en las evaluaciones mediante REBA y MAC.

Las fichas individuales con las puntuaciones específicas de cada tarea evaluada se encuentran adjuntas en el Anexo I. Este diagnóstico evidencia la necesidad de implementar mejoras ergonómicas específicas por puesto, priorizando las tareas con niveles de riesgo moderado a crítico, y promoviendo una reorganización del entorno físico, el rediseño de herramientas, y la formación continua del personal.

Área de estudio

- **Dominio:** Tecnología y Sociedad
- **Línea de investigación:** Seguridad, salud laboral y ambiente.
- **Campo:** Ingeniería Industrial
- **Área:** Seguridad
- **Aspectos:** Mejora de los puestos de trabajo en el área de envasado ante la exposición de factores de riesgo ergonómicos y de ruido en una empresa cervecera.
- **Objeto de estudio:** Con criterios mediante la aplicación de metodología ergonómicas y mediciones de ruido, promoviendo un entorno laboral más seguro, saludable y eficiente en una empresa cervecera.

- **Período de análisis:** Mayo del 2025

Modelo operativo

El contenido del modelo operativo ha sido diseñado a partir del análisis específico de los riesgos presentes en los puestos de trabajo del área de envasado, con un enfoque integral que considera tanto la exposición al ruido como los factores ergonómicos.

Figura 23

Modelo operativo de la investigación



Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Esta estructura parte de una matriz general que organiza las medidas correctivas en dos grandes dimensiones: la reducción del ruido y la mejora ergonómica. Para el primer caso, se incluyen controles administrativos y el uso obligatorio de Equipos de Protección Personal (EPP), con el fin de mitigar la exposición sonora a través de protocolos organizativos y recursos

individuales. En cuanto a la ergonomía, se ha planteado la implementación de controles de ingeniería como el uso de transportadores de carga y medios de desplazamiento, los cuales buscan reducir posturas forzadas y el esfuerzo físico innecesario

Control administrativo: El primer componente es el diagnóstico de condiciones actuales, en el cual se recopila información mediante observación directa, aplicación de instrumentos validados y análisis técnico. En esta etapa se identifican los puestos críticos (llenadora, encajonadora y lavadora de botellas), y se realizan mediciones con sonómetro certificado para cuantificar la exposición sonora, así como evaluaciones ergonómicas mediante métodos REBA, NIOSH y MAC para determinar el nivel de riesgo asociado a cada actividad.

Equipos de protección personal para exposición a ruido: Tras la identificación de los factores de riesgo asociados a la exposición sonora, se abordó el segundo componente del análisis: la evaluación técnica de los datos recolectados. En esta etapa, se confrontaron los niveles medidos con los límites establecidos por normativas vigentes tanto nacionales como internacionales, como el Decreto Ejecutivo 255 y la norma UNE-EN 458. A partir de esta comparación, se determinó el nivel de riesgo, clasificándolo en categorías de aceptable, moderado, alto o crítico. Esta clasificación resultó fundamental para jerarquizar las acciones correctivas y definir las medidas de control específicas para cada puesto evaluado.

Medidas correctivas ergonómicas: El tercer componente corresponde al diseño de propuestas de mejora, orientadas a reducir la exposición a factores de riesgo identificados. Estas propuestas incluyen la selección técnica de equipos de protección auditiva adecuados, rediseño de tareas que implican sobrecarga biomecánica, redistribución de herramientas y materiales, implementación de pausas activas y capacitación en buenas prácticas ergonómicas. Las soluciones se ajustan a las características reales del entorno y se validan con base en su viabilidad técnica y operativa.

Controles de ingeniería: Finalmente, el modelo incluye un componente orientado al seguimiento y control, que considera la creación de fichas técnicas por actividad y la recopilación sistemática de retroalimentación por parte del personal operativo. Este mecanismo permite valorar la efectividad de las acciones implementadas, comprobar la disminución del nivel de riesgo y garantizar la continuidad de las mejoras en el tiempo, promoviendo así un entorno laboral más seguro y sostenible.

CAPÍTULO III

PROPUESTA Y RESULTADOS ESPERADOS

A partir del análisis técnico efectuado en la zona de envasado de la Cervecería Nacional Quito, se evidenciaron riesgos ergonómicos y niveles de ruido que exceden los límites establecidos por la normativa vigente. Ante esta problemática, se diseñó una propuesta de intervención preventiva que busca optimizar las condiciones laborales, preservar la salud de los trabajadores y consolidar una cultura organizacional enfocada en la seguridad y el bienestar en el entorno industrial.

La propuesta se compone de un conjunto de medidas preventivas organizadas en dos ejes de acción principales: el control del riesgo por exposición al ruido y la mitigación del riesgo disergonómico derivado de posturas forzadas, manipulación de cargas y diseño inadecuado de los puestos de trabajo. Estas medidas se desarrollan a través de programas de acción técnica con responsables designados, cronograma de implementación y evaluación de costos proyectados.

Propuesta de medidas preventivas para control de riesgo físico por exposición a ruido a través de controles administrativos

- Procedimiento o instructivo de uso del EPP
- Mantenimiento preventivo de maquinaria con la implementación de un cronograma sistemático de mantenimiento para evitar desgastes que eleven la emisión sonora.
- Programa de mantenimiento (Anexo 4)
- Instalación de silenciadores industriales en fuentes emisoras críticas.
- Uso obligatorio de protectores auditivos adecuados, asimismo se propone el reemplazo de protectores de tapón auditivo por las orejeras Peltor que mantengan la presión sonora entre 70-80 dB(A) en el oído, para evitar sobreprotección.

Tabla 29*Ficha Técnica – Orejeras Peltor Optime II*

Elemento	Descripción Técnica
Marca / Modelo	3M™ Peltor™ Optime II – H520A
Tipo de protección auditiva	Orejera con banda de cabeza ajustable
Nivel de atenuación sonora	SNR 31 dB – Apropiado para niveles de presión sonora entre 70 y 105 dB(A)
Norma de certificación	EN 352-1:2002 / ANSI S3.19-1974
Material del acolchado	Espuma blanda con almohadillas líquidas
Peso aproximado	210 gramos
Diseño ergonómico	Doble banda acolchada, presión de sujeción baja para mayor comodidad en jornadas largas
Compatibilidad	Puede usarse con cascos, gafas y otros EPP
Vida útil estimada	3 a 5 años dependiendo del uso y condiciones de almacenamiento
Mantenimiento recomendado	Limpieza semanal con paño húmedo, cambio de almohadillas cada 6 meses
Observaciones	Ideal para entornos con ruido continuo de maquinaria industrial

Nota. Especificaciones tomadas de https://www.3m.com.es/3M/es_ES/p/d/v101736121/

Figura 24

3M™ PELTOR™ Optime™ II Orejeras H520A



Nota. Tomado de https://www.3m.com.es/3M/es_ES/p/d/v101736121/

- Capacitación continua sobre el uso, mantenimiento y reposición del EPP auditivo (**Anexo 2**). Se cuenta con una plataforma donde se encuentran centralizados todos los procedimientos, además se puede realizar las evaluaciones para cada uno de ellos.

Figura 25

Plataforma con el registro de capacitaciones



Nota. Tomado de la Plataforma ACADIA

- Material de entrenamiento disponible sobre el ruido.

Figura 26

Material de capacitación para empleados



RUIDO



La norma base para la evaluación es la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 9612: Acústica, la norma permite medir la exposición al ruido de los trabajadores.

El ruido va interactuar con otros riesgos, incrementando la posibilidad de que se produzcan daños en tu salud:

- Aumenta el riesgo de que tengas un accidente, al dificultarte la audición de señales de aviso o alarma.
- Te obliga a subir el tono de voz, provocando molestias en las cuerdas vocales.
- Se convierte en un factor de estrés laboral.
- Te reduce el estado de vigilancia, el rendimiento y la comunicación

con el entorno, aumentándose la dificultad para concentrarse.

ASPECTOS A TENER EN CUENTA EN LA VIGILANCIA DE LA SALUD

Objetivos empresariales	Más de 80 dB(A)	Más de 85 dB(A)	Más de 87 dB(A)
Evaluar y medir el ruido	*	*	*
Eliminar el ruido de origen			*
Programar de medición de ruidos		Nivel poco 137 dB	*
Informar y formar sobre el ruido	*	*	*
Practicar un reconocimiento médico inicial	Nivel poco 135 dB (Aunque los solde)	Nivel poco 137 dB	*
Repasar la vigilancia médica	Cada 5 años	Cada 3 años	Cada año
Comunicar protectores auditivos	Nivel poco 135 dB (Aunque los solde)	Obligatorio	Obligatorio
Anular los resultados de las evaluaciones de los riesgos de y los controles médicos	*	*	*
Definir los puestos de trabajo y restringir el acceso a los mismos		Nivel poco 137 dB	*
Informar de dicho programa			*



LÍMITES PARA NIVELES DE RUIDO

Nivel de ponderación "A"	Tiempo de Exposición Máximo en una jornada Laboral
82 dB	16 horas/día
83 dB	12 horas/día
83.6 dB	11 horas/día
84.3 dB	9.35 horas/día
85 dB	8 horas/día
86 dB	4 horas/día
91 dB	1 1/2 horas/día
94 dB	1 horas/día

¿QUÉ TENGO QUE SABER CÓMO TRABAJADOR?

- Los resultados de las evaluaciones y mediciones de ruido, así como la explicación de su significado y riesgos potenciales.
- Las medidas adoptadas para eliminar o reducir al mínimo los riesgos derivados del ruido.
- El uso y mantenimiento correcto de los protectores auditivos, así como su capacidad de atenuación del ruido.
- Las zonas obligatorias de utilizar equipo de protección individual frente al ruido cualquiera que sea el tiempo de permanencia.

ABInBev USO ADECUADO DEL PROTECTOR AUDITIVO: OREJERAS TIPO DIADEMA

Documento: QUI-SEG-SOP-0015 Revisión en: 17 de junio de 2026 18:12
 Propietario: Ricardo Trujillo Revisado: 17 de junio de 2025 18:12
 Colección: Quito Vigente: 27 de marzo de 2028 0:00

Descripción

*El correcto uso de este epp puede prevenir lesiones y enfermedades auditivas

1

Verificar el estado de las orejeras

- 1.1 Realizar una inspección visual del protector auditivo.
- 1.2 Verificar que el protector auditivo esté en buenas condiciones.
- 1.2 Realizar el check list para orejeras.



2

Colocarse el EPP

- 2.1 Colóquese las orejeras antes de entrar al área de trabajo.
- 2.2 Ajuste las orejeras según sea necesario, teniendo en cuenta que debe cubrir todo el oído.
- 2.3 No se retire las orejeras en el área.



3 Al finalizar su uso

- 3.1 Las orejeras deben ser lavados con agua tibia usando jabón para manos, enjuagarlos en agua limpia, y secarlo completamente antes de usarlo, el interior de la copa auditiva no deberá mojarse.
- 3.2 Guarde las orejeras, en un ambiente seco y abierto para permitir que la humedad que pudo haber sido absorbida dentro de las copas se evapore.

Nota. Elaborado por el investigador, 2025

- Uso adecuado del EPP.
- Señalización obligatoria en zonas de alto nivel sonoro.

Figura 27

Señalización de EPP auditivo obligatorio



Nota. Elaborado por el investigador, 2025

- Programa de vigilancia de salud auditiva con audiometrías periódicas, siguiendo las directrices del Ministerio de Trabajo del Ecuador (**Anexo 5**).

Intervenciones Ergonómicas Específicas

Operador de llenadora

Tarea evaluada: Para optimizar la tarea de traslado de las estrellas hacia la máquina llenadora, se propone reubicar la tina de piezas en una posición adyacente al equipo, minimizando así los desplazamientos del operario durante la manipulación. Asimismo, con el fin de mejorar la ergonomía en el levantamiento de carga, se recomienda limitar la

manipulación a una sola pieza por ciclo, lo que contribuye a reducir el esfuerzo físico y el riesgo de lesiones musculoesqueléticas.

Figura 28

Traslado de carga



Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Impacto de la mejora aplicada al traslado de carga: La implementación del cambio propuesto consiste en reubicar la tina de piezas más cerca de la máquina llenadora, tuvo un impacto significativo en la reducción del tiempo y esfuerzo físico durante la tarea de traslado; previo a la intervención, el operador realizaba desplazamientos continuos de hasta 4 metros por ciclo, lo que implicaba una postura forzada y un riesgo elevado de trastornos musculoesqueléticos, principalmente en zona lumbar y miembros superiores. Tras la mejora, el trayecto se redujo a menos de 1 metro, disminuyendo la carga biomecánica y optimizando la postura durante el levantamiento. Esta modificación se complementó con la instrucción de levantar una sola pieza a la vez, reduciendo así el esfuerzo por carga puntual.

Figura 29

Evidencia de la propuesta



Nota. Elaborado por el investigador, 2025

En la Figura 29 se muestra la evidencia fotográfica del nuevo diseño del proceso de traslado, el cual permitió eliminar la necesidad de arrastre o levantamiento excesivo. El análisis posterior evidenció una reducción del 43% en el tiempo total de la tarea y una mejora sustancial en la ergonomía del puesto de trabajo.

Operador de encajonadora

Tarea evaluada: Para la tarea de retiro de cajas de rechazo en la línea de producción, se plantea la incorporación de un puente transportador entre la faja de rechazo y la faja de retorno. Esta intervención busca minimizar la exigencia física derivada del levantamiento manual repetitivo. La propuesta cobra especial importancia considerando que dicha actividad se ejecuta diariamente, implicando el traslado de aproximadamente 30 cajas por turno, cada una con un peso promedio de 23.17 kg, lo que representa una carga significativa para el operario.

Cálculo del modelo de transportador

Parámetros de diseño:

- Cantidad de cajas por turno: 30
- Peso por caja: 23,17 kg
- Distancia aproximada a cubrir: 3 metros
- Altura de trabajo desde el piso: 0,80 m
- Frecuencia estimada: 1 caja cada 2 minutos

Tipo de transportador recomendado: Transportador de rodillos por gravedad Cálculo de carga

total por turno:

- 30 cajas x 23,17 kg = 695,1 kg por turno
- Carga máxima simultánea esperada: 5 cajas simultáneas sobre el transportador \approx 115,85 kg

Selección del modelo:

- Se requiere un transportador de rodillos con capacidad de mínimo 120 kg distribuidos.
- Se recomienda estructura en acero galvanizado o inoxidable.
- Rodillos de acero con diámetro de 50 mm, paso entre rodillos: 100 mm

Diseño:

Tabla 30

Diseño propuesto con medidas

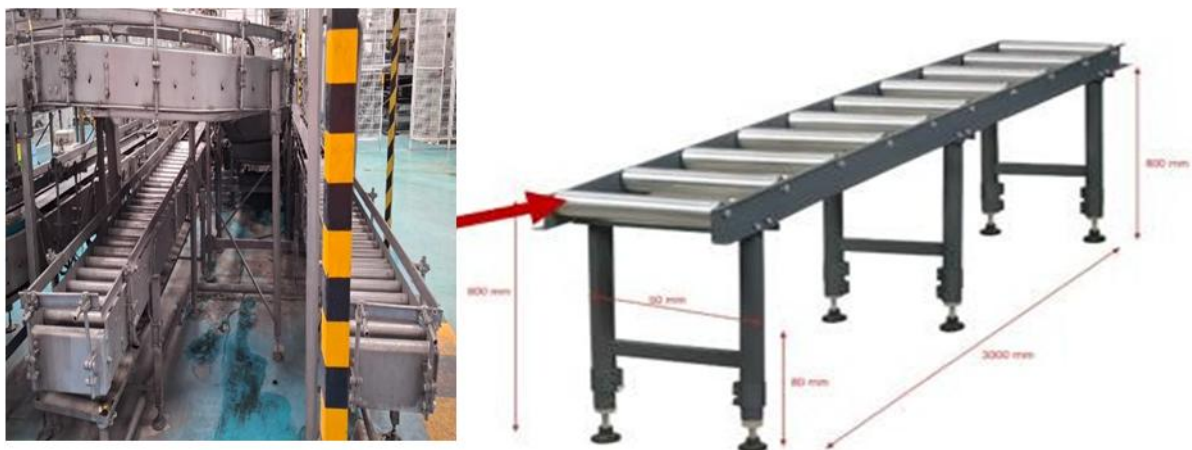
Elemento del diseño	Medida referencial
Largo total del transportador	3000 mm (3 m)
Ancho útil (caja de 40 cm)	500 mm
Altura del transportador	800 mm
Diámetro del rodillo	50 mm

Distancia entre rodillos	100 mm
Tipo de soporte	Regulable en altura
Capacidad por metro lineal	100-150 kg
Inclinación recomendada	2-3 % para facilitar el deslizamiento

Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Figura 30

Transportador de cajas



Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Operador de lavadora de botellas

Tarea evaluada: Para la actividad de cambio de porta canastos en el área de lavadora de botellas, se sugiere evaluar la implementación de un puente grúa móvil provisto de sistemas de sujeción adecuados. Esta solución facilitaría el izado y desplazamiento de la porta canastos de forma segura, contribuyendo a disminuir el esfuerzo físico directo requerido por el operario y optimizando la eficiencia operativa de la tarea.

Cálculo del diseño del puente grúa móvil

Peso de carga (W):

- Cada porta canastos puede llegar a pesar aproximadamente 40 kg (estimado con carga de botellas húmedas).

- Se aplica un factor de seguridad del 25% → Carga máxima considerada: $40 \text{ kg} \times 1.25 = 50 \text{ kg} = 0.50 \text{ kN}$

Longitud del puente grúa (L):

- Longitud estimada del recorrido transversal: 3.0 m → Distancia máxima entre los extremos del riel donde debe desplazarse el sistema.

Altura útil requerida (h):

- Altura desde el gancho al suelo para levantar los canastos sin contacto con otros elementos: 1.8 m de elevación mínima efectiva.

Selección del polipasto eléctrico:

- Capacidad: mínimo 100 kg (1 kN)
- Velocidad de izado: $4\text{--}8 \text{ m/min}$
- Tensión: 220V o 380V trifásico
- Tipo: polipasto eléctrico de cadena con gancho giratorio

Viga del puente (perfil estructural):

- Perfil sugerido: viga IPE 100 o 120 (según estándar europeo)
- Material: acero al carbono ASTM A36
- Verificación de flexión:

$$\sigma = \frac{M}{W} \rightarrow M = \frac{W * L}{4}$$

$$M = \frac{0.50 * 3}{4} = 0.375 \text{ kNm}$$

Para una viga IPE 120 con módulo resistente:

$$W = 26.5 * 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\sigma = \frac{0.375}{26.5 * 10^{-6} \text{ m}^3} = 14.15 \text{ MPa}$$

Muy por debajo del límite de fluencia del acero A36 (250 MPa)

Estructura soporte / riel de traslación:

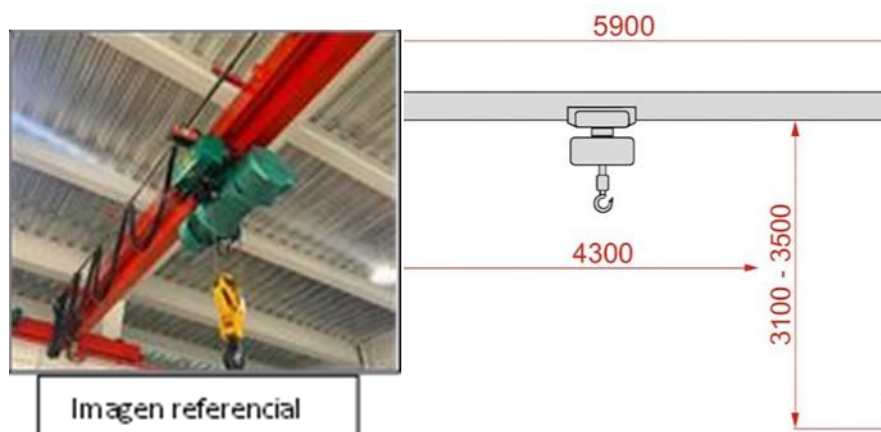
- Perfil sugerido: riel UNP 120 o ángulo doble reforzado
- Fijación mediante ménsulas ancladas a viga superior
- Desplazamiento mediante ruedas de nylon o metálicas sobre riel

Seguridad y ergonomía:

- Control de izado mediante botón colgante (pendant) o control remoto
- Limitadores de recorrido y freno automático
- Altura de control ≤ 1.4 m desde el suelo

Figura 31

Puente grúa móvil en la empresa



Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Las medidas propuestas se fortalecen mediante la capacitación del personal en principios de ergonomía aplicada y la implementación de pausas activas durante la jornada laboral. Estas acciones están orientadas a disminuir la fatiga muscular acumulada, prevenir la aparición de trastornos musculoesqueléticos (TME) y consolidar una cultura organizacional enfocada en la prevención y el bienestar en el entorno de trabajo.

Fortalecimiento del Sistema de Gestión SST

- Creación de un programa interno de inspección ergonómica mensual.

- Incorporación de evaluaciones periódicas con métodos NIOSH, MAC y REBA.
- Registro y seguimiento individualizado de casos que presenten molestias físicas o síntomas auditivos.

La implementación de esta propuesta está diseñada para ser progresiva y sostenible, contemplando tanto recursos técnicos como humanos, con resultados medibles a corto y mediano plazo. Se espera que, con su ejecución, se logre una reducción de al menos el 30% en la carga física y una mejora en la percepción del confort acústico y físico del entorno laboral.

Resultados esperados

La implementación de las medidas propuestas tiene como finalidad mejorar las condiciones laborales del área de envasado en la Cervecería Nacional Quito, con un enfoque específico en la reducción del riesgo ergonómico y la exposición a niveles elevados de ruido. Se espera que, mediante la aplicación de soluciones técnicas, organizativas y formativas, se logre una mejora en el bienestar físico de los trabajadores, el cumplimiento de la normativa vigente y un incremento en la eficiencia operativa.

Entre los principales resultados esperados se incluyen: la reducción de los niveles de carga física y auditiva, la minimización de la incidencia de trastornos musculoesqueléticos, la mejora en el uso y selección del equipo de protección personal (EPP), el fortalecimiento de la cultura preventiva dentro del entorno laboral y la disminución de posibles interrupciones en la producción relacionadas con lesiones o afecciones ocupacionales.

Tabla 31

Comparativa de los resultados

Riesgo Ergonómico	Puesto	Valoración inicial	Ayuda Ergonómica	Método utilizado	Valoración final	Ayuda Ergonómica
	Llenadora	90 - Alto	No	MAC	20 - Bajo	Si
	Encajonadora	90 - Alto	No	NIOSH	20 - Bajo	Si
	Lavadora de botellas	108 - Alto	No	MAC	30 - Bajo	Si
Riesgo Físico (Ruido)			EPP Inicial			EPP Final
	Llenadora	89.8 dB			70 – 80 dB	
	Encajonadora	90.9 dB	Tapones de espuma	Banda de	70 – 80 dB	Orejeras PELTOR
	Lavadora de botellas	87.4 dB		octavas	70 – 80 dB	Optime II

Nota. Elaborado por el investigador, 2025

De igual forma, se anticipa que la empresa logre cumplir con los lineamientos de la normativa ecuatoriana en salud y seguridad en el trabajo, especialmente en lo referente al control de riesgos físicos y disergonómicos, lo que podría traducirse también en una imagen institucional más sólida ante sus trabajadores y entes reguladores.

Tabla 32

Expectativas de la empresa frente a la implementación de la propuesta

Ámbito	Expectativa	Indicador de cumplimiento
Salud y seguridad	Reducción del riesgo ergonómico y auditivo en los puestos críticos de trabajo	Disminución en reportes de molestias físicas o lesiones
Productividad	Mejora en la eficiencia operativa y reducción de pausas por fatiga o dolencias	Incremento en la continuidad operativa
Cumplimiento legal	Alineación con la normativa ecuatoriana de seguridad y salud ocupacional (Norma Técnica INEN- ISO)	Informes de auditorías sin observaciones
Cultura preventiva	Fortalecimiento de las buenas prácticas en seguridad laboral	Participación en capacitaciones y cumplimiento de protocolos
Satisfacción laboral	Incremento en la percepción de bienestar y condiciones de trabajo por parte de los trabajadores	Resultados positivos en encuestas internas
Imagen institucional	Mejora de la reputación organizacional en relación con el cuidado del talento humano	Reconocimiento interno y externo de buenas prácticas

Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Cronograma de actividades

Tabla 33

Cronograma de actividades para la aplicación de la propuesta

N.º	Actividad / Componente	Costo estimado (USD)	Fecha estimada	Responsable	Observaciones
1	Capacitación en uso de EPP y pausas activas	\$450,00	04/07/2025 – 08/07/2025	RR.HH. / Salud Ocupacional	Incluye material didáctico y facilitadores externos
2	Compra de protectores auditivos industriales (auriculares tipo copa) x 30 unidades	\$900,00	09/07/2025 – 12/07/2025	Departamento de Compras	Precio unitario promedio: 30 USD
3	Señalización de uso obligatorio de EPP (impresión, instalación)	\$150,00	10/07/2025 – 13/07/2025	Seguridad Industrial	Señales PVC reflectantes, instalación permanente
4	Mantenimiento preventivo de maquinaria	\$600,00	15/07/2025 – 20/07/2025	Mantenimiento Técnico	Incluye repuestos menores y mano de obra técnica

5	Instalación de silenciadores en equipos ruidosos	\$1.200,00	21/07/2025 – 26/07/2025	Ingeniería de Planta	Adaptación en llenadora y encajonadora
6	Instalación de barreras acústicas en zona de producción	\$1.800,00	21/07/2025 – 26/07/2025	Ingeniería de Planta	Paneles acústicos modulares
7	Fabricación e instalación de puente transportador	\$2.500,00	28/07/2025 – 03/08/2025	Departamento Técnico	Incluye estructura metálica, rodamiento y fijación
8	Reubicación de tina de carga en llenadora (ajuste de layout)	\$300,00	04/08/2025 – 06/08/2025	Ingeniería de Procesos	Mano de obra, transporte y señalización
9	Instalación de puente grúa móvil para porta canastos	\$3.500,00	07/08/2025 – 12/08/2025	Ingeniería / Proveedores	Equipamiento certificado con capacidad de carga y seguridad industrial
10	Evaluación funcional post implementación	\$200,00	13/08/2025 – 15/08/2025	Comité de Seguridad	Medición de niveles de ruido y posturas

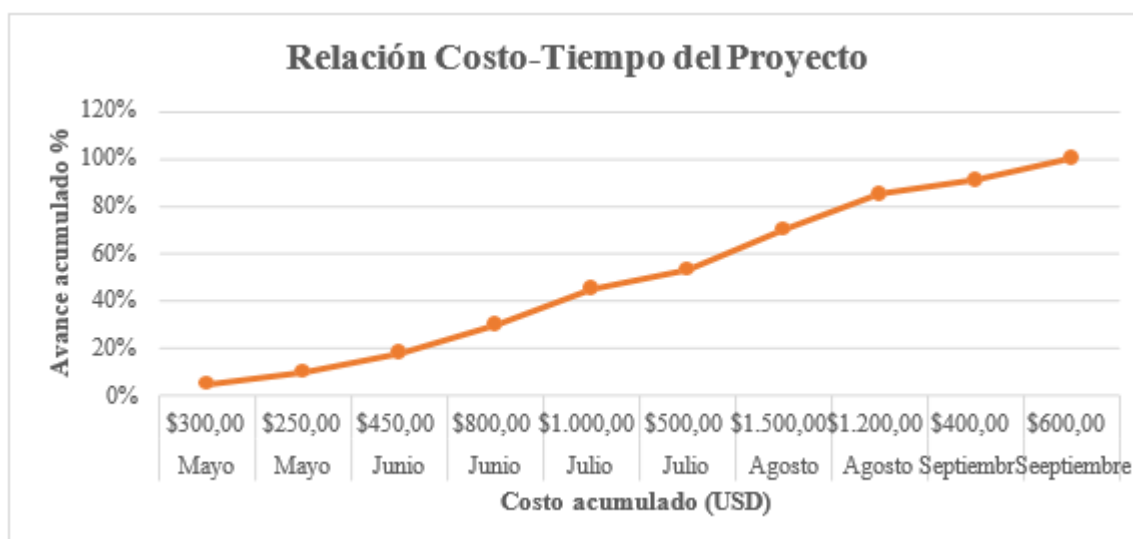
11	Encuesta de satisfacción y análisis ergonómico final	\$150,00	16/08/2025 – 18/08/2025	RR.HH. / Seguridad	Incluye análisis gráfico y recomendaciones
12	Elaboración de informe final y presentación	\$250,00	19/08/2025 – 21/08/2025	Responsable del proyecto	Informe técnico y presentación a comité gerencial
TOTAL		\$12.000			

Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Análisis de Costo – Tiempo

Figura 32

Análisis de Curva “S”



Nota. Elaborado por el investigador, 2025

El análisis de la curva refleja que el avance más significativo del proyecto se concentra entre los meses de julio y agosto, período en el cual se ejecutan las actividades de mayor impacto presupuestario, como la instalación de barreras acústicas, adquisición de equipos de protección auditiva, implementación del puente grúa móvil y ajustes ergonómicos en las

estaciones de trabajo. Esta concentración de recursos en la fase media del proyecto genera el clásico perfil en forma de “S”, donde el inicio y el cierre presentan un ritmo más lento de ejecución y menor demanda de inversión.

La utilidad de esta representación radica en su capacidad para anticipar desviaciones presupuestarias y temporales, facilitando la toma de decisiones correctivas en tiempo real. Además, permite evaluar la coherencia entre el avance físico y el financiero, lo que es crucial para asegurar el cumplimiento de los objetivos propuestos. En este caso, se espera alcanzar un 100% de ejecución al finalizar septiembre, con una inversión total estimada de \$12.000,00, alineada con los recursos disponibles por parte de la empresa.

Indicadores financieros

- Inversión inicial: \$12.000 (en julio-agosto 2025).
- Periodo de evaluación: 3 años (2025–2028).
- Beneficio económico anual esperado (por reducción de ausentismo, menor rotación, prevención de lesiones, ahorro por reducción de incidentes, multas o mejoras en productividad): \$5.000 anuales por 3 años.
- Tasa de descuento (costo de oportunidad del capital): 10%.

Tabla 34

Flujo de caja proyectado

Año	Flujo neto
0 (2025)	-\$12.000 (inversión inicial)
1 (2026)	+\$5.000
2 (2027)	+\$5.000
3 (2028)	+\$5.000

Nota. Elaborado por el investigador, 2025

Cálculo del VAN

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+r)^t} - I$$

Donde:

- F_t : flujo de caja en el año t
- r : tasa de descuento (10% = 0,10)
- I : inversión inicial

$$VAN = \frac{5000}{(1+0.10)^1} + \frac{5000}{(1+0.10)^2} + \frac{5000}{(1+0.10)^3} - 12000$$

$$VAN = 4545.45 + 4132.23 + 3756.57 - 12000$$

$$VAN = 434.25$$

Cálculo del TIR

- La TIR es la tasa r que hace que $VAN = 0$. En este caso, con los flujos de: -12000, +5000, +5000, +5000
- La TIR aproximada usando interpolación es:

$$TIR = 13.9\%$$

Para evaluar la viabilidad económica de la propuesta de intervención ergonómica y preventiva, se realizó un análisis financiero con base en los costos estimados del cronograma valorado y los beneficios proyectados derivados de la reducción de accidentes laborales, ausentismo y mejora en la productividad. Con una inversión inicial de \$12.000, se estiman beneficios económicos anuales de \$5.000 durante tres años. Aplicando una tasa de descuento del 10%, se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$434,25 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 13,9%. Estos indicadores evidencian la rentabilidad del proyecto, lo que respalda su ejecución como una alternativa técnica, económica y socialmente favorable.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

A partir del análisis técnico realizado en los tres puestos de trabajo evaluados en el área de envasado de la Cervecería Nacional Quito llenadora, encajonadora y lavadora de botellas, se concluye que existe una exposición constante a factores de riesgo ergonómicos y físicos, particularmente al ruido industrial. Los resultados de las mediciones indicaron niveles de presión sonora que superan los valores máximos permitidos por la normativa nacional, con niveles equivalentes diarios (Leq_d) superiores a los 85 dB(A), lo cual confirma la existencia de riesgo higiénico auditivo. A esto se suman posturas forzadas, manipulación de cargas y tareas repetitivas que comprometen el bienestar musculoesquelético de los operarios.

La aplicación de herramientas de evaluación ergonómica como REBA, MAC y NIOSH permitió identificar niveles de riesgo entre moderado (3), (2) y (1.1) respectivamente y alto en tareas específicas como el cambio de formato en la llenadora, el retiro de cajas en la encajonadora y el manejo de porta canastos en la lavadora. Estas condiciones laborales, de mantenerse sin intervención, representan un riesgo significativo de desarrollo de trastornos musculoesqueléticos (TME) y deterioro progresivo de la capacidad auditiva de los trabajadores. Asimismo, se verificó que los protectores auditivos actualmente empleados generan una situación de sobreprotección, reduciendo el nivel de presión sonora a niveles inferiores a los recomendados por normas técnicas como la UNE-EN 458.

Esto compromete la comunicación verbal entre operarios y la percepción de señales de alerta, lo que constituye un riesgo operativo adicional. Por lo tanto, se identificó la necesidad de seleccionar dispositivos de protección auditiva más adecuados al entorno y diseñar mejoras ergonómicas específicas por puesto.

Por último, se evidencia que la propuesta de intervención presentada que incluye rediseños técnicos, implementación de elementos mecánicos de ayuda, capacitación continua y control administrativo no solo es técnicamente viable, sino también económicamente factible, como se demostró mediante la planificación presupuestaria y la curva de análisis de costo-tiempo. Su implementación se alinea con los principios de salud ocupacional y productividad, generando beneficios directos en la seguridad, salud y eficiencia del entorno laboral.

Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos y las conclusiones derivadas, se recomienda, en primer lugar, ejecutar de manera prioritaria las mejoras físicas propuestas en los puestos críticos del área de envasado. La implementación del puente grúa móvil, el rediseño del punto de carga en la llenadora y el puente transportador para la encajonadora son intervenciones clave para reducir el esfuerzo físico y minimizar el riesgo ergonómico asociado a la manipulación de cargas pesadas y repetitivas.

Es fundamental sustituir los protectores auditivos actuales por modelos que ofrezcan un nivel de atenuación entre 70 y 80 dB(A), asegurando un equilibrio entre protección auditiva y percepción sonora funcional. Además, se sugiere reforzar el programa de selección, uso y mantenimiento de equipos de protección personal auditiva, acompañado de capacitaciones periódicas dirigidas al personal expuesto. Para garantizar la mejora continua, se propone institucionalizar una política interna de ergonomía que contemple evaluaciones periódicas, seguimiento a indicadores de salud ocupacional y la participación activa de los trabajadores en la identificación de riesgos. Esta política debe estar respaldada por un plan de vigilancia epidemiológica que incluya controles médicos audio métricos y musculoesqueléticos a intervalos regulares.

Finalmente, es necesario el monitoreo continuo de los niveles de ruido mediante instrumentos calibrados y certificados, y realizar auditorías semestrales sobre las condiciones

de trabajo. Estos mecanismos contribuirán no solo a cumplir con la normativa vigente, sino también a consolidar una cultura de prevención que beneficie tanto al trabajador como a la organización.




BIBLIOGRAFÍA




- Banco Mundial. (2023). Informe sobre el desarrollo mundial 2023: Empleo y transformación económica. <https://www.worldbank.org>
- Chacín-Almarza, B., Corzo-Álvarez, G., Rojas-González, L., Rodríguez-Chacín, E., & Corzo-Ríos, G. (2002). Estrés organizacional y exposición a ruido en trabajadores de la planta de envasado de una industria cervecera. *Investigación Clínica*, 43(4), 271-289. https://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0535-51332002000400006&script=sci_arttext
- Gavilima, J. T. (2022). *Propuesta de un plan integral para la prevención de riesgos y salud laboral en la cervecería artesanal "CARAN" de la ciudad de Ibarra* [Universidad Técnica del Norte]. Repositorio Institucional UTN. <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/12892>
- IEA [International Ergonomics & Human Factors Association]. (2024). Competencias básicas en ergonomía y factores humanos (EFH). <https://iea.cc/wp-content/uploads/2024/03/CORE-COMPETENCIES-SPANISH.pdf>
- INNST [Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo]. (2025). Higiene industrial. <https://www.insst.es/documents/94886/4155697/Tema%2B9.%2BRuido.pdf>
- Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2022). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relacionados con la exposición al ruido*. <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/guia-tecnica-para-evaluacion-y-prevencion-de-riesgos-relacionados-con-exposicion-al-ruido-en-lugares-trabajo-ano-2022>
- Ministerio de Trabajo y Empleo. (2017). *Reglamento de seguridad*. <https://pymsservices.com/wp-content/uploads/2020/02/AM-174-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-PARA-LA-CONSTRUCCIÓN-Y-OBRA-PÚBLICAS.pdf>




- National Institute on Deafness and Other Communication Disorders (NIH). (2022). *Noise-Induced Hearing Loss*. <https://www.nidcd.nih.gov/health/noise-induced-hearing-loss>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Protección de la salud de los trabajadores*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/protecting-workers'-health>
- Paredes Rizo, M., & Vázquez Ubago, M. (2018). Estudio descriptivo sobre las condiciones de trabajo y los trastornos musculoesqueléticos en el personal de enfermería (enfermeras y AAEE) de la Unidad de Cuidados Intensivos Pediátricos y Neonatales en el Hospital Clínico Universitario de Valladolid. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 64(251), 161-199. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0465-546X2018000200161&lng=es&tlng=es
- Peña Varela, J. (2020). *Análisis y prevención de riesgos laborales en una fábrica de cerveza artesanal* [Trabajo de Fin de Grado, Universidad de Sevilla]. <https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/93343/fichero/TFG-3343+PEÑA+VARELA%2C+JUAN.pdf>
- Ron, M., Escalona, E., & Cáceres, J. L. (2018). Evaluación ergonómica del puesto de trabajo ayudante de mesa de baja presión en una empresa cervecera. *Salud de los Trabajadores*, 26(1), 20-33. <https://www.redalyc.org/journal/3758/375857991003/html/>
- Noboa, D. (2024). Decreto Ejecutivo No. 255. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2024/01/DECRETO-EJECUTIVO-255-REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-DE-LOS-TRABAJADORES.pdf>

ANEXOS

Anexos 1. Fichas de evaluación ergonómica por puesto

FICHA DE EVALUACION DE FACTORES DE RIESGO DISEÑERGONOMICO: EVALUACION DEL LEVANTAMIENTO DE CARGA - ECUACION DE NIO 8H						
EMPRESA:	CERVECERIA NACIONAL S.A.			FECHA: 15/02/2025		
ÁREA DE TRABAJO:	ENVASADO					
PUESTO:	1. OPERADOR DE LLENADORA					
TAREA/ACTIVIDAD:	1.1 CAMBIO DE FORMATO / COLOCAR LA MESA A MAQUINA LLENADORA					
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO:						
El puesto de trabajo se encarga del monitoreo del proceso en planta (operación de la maquina), cambio de formato (semanal para club 850 ml: pieza mesa pesa 18.3 Kg; pieza estrella completa pesa 15.85 kg, cantidad 02), limpieza y mantenimiento de equipos (01 vez por semana), despacho de merma (01 vez en el turno), reemplazar en la operación de la maquina lavadora de botellas e IBV (almuerzo), abastecimiento de tapas a la tolva (peso de la caja 20.6 kg, cantidad 22 cajas, frecuencia diaria). Jornada de trabajo de 8 horas diarias.						
Código de la Actividad	Descripción de la tarea	Frecuencia	Duración (Min)			
1.1	Monitoreo del proceso	Diario	220			
1.2	Cambio de formato	Semanal	480			
1.3	Despacho de merma	Diario	30			
1.4	Reemplazo en operación de máquinas (almuerzo)	Diario	60			
1.5	Abastecimiento de tapas a la tolva	Diario	70			
1.6	Otras actividades	Diario	40			
1.7	Almuerzo	Diario	60			
IMAGEN DE LA ACTIVIDAD		IMAGEN DE LA ACTIVIDAD		IMAGEN DE LA ACTIVIDAD		
METODO NIO 8H						
PESO REAL Y CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA					PESO REAL	
Peso de la carga (pieza: mesa)					18.3 KG	
VALORACIÓN DEL RIESGO SEGÚN FACTORES						
FACTOR EVALUADO	DESCRIPCIÓN			PUNTUACIÓN		
FACTOR DE DISTANCIA HORIZONTAL	Distancia proyectada en un plano horizontal (cm)	H	25	HM	1.00	
FACTOR DE DISTANCIA VERTICAL	Distancia entre la carga y suelo en un plano vertical (cm)	V	40	VM	0.80	
FACTOR DE DESPLAZAMIENTO	Diferencia entre la altura de la carga al inicio y final del levantamiento (cm)	D	110	DM	0.88	
FACTOR DE ASIMETRÍA	Ángulo de giro (°)	A	0	AM	1.00	
FACTOR DE FRECUENCIA	Frecuencia (mov/min), Duración del trabajo y V		V = 40	FM	0.84	
FACTOR DE AGARRE	Tipo de agarre		V = 40	CM	0.86	
RWL - PESO LÍMITE RECOMENDADO						
RWL	LC	HM	VM	DM	AM	FM
PESO LÍMITE RECOMENDADO	CONST. DE CARGA	FACTOR DE DIST. HORIZ.	FACTOR DE DIST. VERT.	FACTOR DE DESP. VERT.	FACTOR DE ASIMETRÍA	FACTOR DE FRECUENCIA
=	25	X 1.00	X 0.80	X 0.88	X 1.00	X 0.84
0.86						
RWL PESO LÍMITE RECOMENDADO			17.20			
INDICE DE LEVANTAMIENTO			0.95			
Persona Evaluada: Luis Marcelo Sópalo Flores						
La tarea puede ser realizada por la mayor parte de los trabajadores sin ocasionarles problemas.						

FICHA DE EVALUACION DE FACTORES DE RIESGO DISERGONOMICOS EVALUACIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE CARGA - ECUACION DE NIOSH						
EMPRESA:	CERVECERIA NACIONAL S.A.			FECHA:	16/02/2025	
ÁREA DE TRABAJO:	ENVASADO					
PUESTO	2. OPERADOR DE ENCAJONADORA					
TAREA/ACTIVIDAD	2.2 RETIRO DE CAJAS DE RECHAZO DE LA LINEA / COLOCAR LAS CAJAS COMPLETAS A LA LINEA DE PRODUCCION					
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO:						
El puesto de trabajo se encarga del monitoreo del proceso en planta (operación de la máquina), cambio de formato (semanal para club 850 ml: pieza mesa pesa 16.3 Kg), limpieza y mantenimiento de equipos (01 vez por semana), retiro de cajas de rechazo de la línea (frecuencia diaria, 30 cajas por turno, peso de la caja con botellas llenas de 1 L es 23.17 kg), reemplazar en la operación de la máquina desenchufadora (almuerzo). Jornada de trabajo de 8 horas diarias.						
Código de la Actividad	Descripción de la tarea	Frecuencia	Duración (Min)			
2.1	Monitoreo del proceso en planta	Diario	220			
2.2	Cambio de formato	Semanal	480			
2.3	Retiro de cajas de rechazo de la línea	Diario	90			
2.4	Reemplazo en operación de máquinas (almuerzo)	Diario	70			
2.5	Otras actividades	Diario	40			
2.6	Almuerzo	Diario	60			
IMAGEN DE LA ACTIVIDAD		IMAGEN DE LA ACTIVIDAD		IMAGEN DE LA ACTIVIDAD		
METODO NIOSH						
PESO REAL Y CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA					PESO REAL	
Peso de la carga					23.17 G K	
VALORACIÓN DEL RIESGO SEGÚN FACTORES						
FACTOR EVALUADO	DESCRIPCIÓN			PUNTUACION		
FACTOR DE DISTANCIA HORIZONTAL	Distancia proyectada en un plano horizontal (cm)	H	30	HM	0.83	
FACTOR DE DISTANCIA VERTICAL	Distancia entre la carga y suelo en un plano vertical (cm)	V	80	VM	0.99	
FACTOR DE DESPLAZAMIENTO	Diferencia entre la altura de la carga al inicio y final del levantamiento (cm)	D	5	DM	1.00	
FACTOR DE ASIMETRÍA	Ángulo de giro (°)	A	0	AM	1.00	
FACTOR DE FRECUENCIA	Frecuencia (pzs/min), Duración del trabajo y V		V = 80	FM	0.79	
FACTOR DE AGARRE	Tipo de agarre		V = 80	CM	1.00	
RWL - PESO LÍMITE RECOMENDADO						
PESO LÍMITE RECOMENDADO	LC	HM	VM	DM	AM	FM
	CONST. DE	FACTOR DE	FACTOR DE	FACTOR DE	FACTOR DE	FACTOR DE
	25	0.83	0.99	1.00	1.00	0.79
	X	X	X	X	X	X
	= 1.00					
RWL PESO LÍMITE RECOMENDADO	16.21					
INDICE DE LEVANTAMIENTO	1.43					
Persona Evaluada: Luis Marcelo Sópalo Flores						
La tarea puede ocasionar problemas a algunos trabajadores. Conviene estudiar el puesto de trabajo y realizar mediciones						

FICHA DE EVALUACIÓN DE ERGONOMÍA PARA EL MANEJO MANUAL DE CARGA E EVALUACIÓN DE TAREAS DE TRANSPORTE (CAMINAR CON CARGA)									
EMPRESA:	CERVECERIA NACIONAL S.A.				FECHA:	17/02/2025			
ÁREA:	INGENIERIA								
PUESTO:	S. OPERADOR LAVADORA DE BOTELLAS								
TAREA/ACTIVIDAD	S.1 CAMBIO DE PORTACANASTOS / RETIRAR EL PORTACANASTOS DE LA MAQUINA LAVADORA DE BOTELLAS								
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO:									
El puesto de trabajo se encarga del monitoreo del proceso en planta (operación de la máquina), cambio de porta canastos (frecuencia semanal, peso de la porta canasto 40 kg, cantidad 10 unidades; lo realizan entre 02 personas), reemplazar en la operación de la máquina a sus compañeros (almuerzo), limpieza y mantenimiento de máquina, sacar muestras, análisis de muestras. Jornada de trabajo de 8 horas diarias.									
Código de la Actividad	Descripción de la tarea				Frecuencia	Duración (Min)			
3.1	Monitoreo del proceso desde cabina de control				Diario	220			
3.2	Cambio de porta canastos				Semanal	240			
3.3	Cambio de canastos				Diario	60			
3.4	Limpieza y mantenimiento de máquina				Diario	55			
3.5	Reemplazo en operación de máquinas (almuerzo)				Diario	60			
3.6	Otras Actividades				Diario	25			
3.7	Refrigerio				Diario	60			
IMAGEN DE LA ACTIVIDAD		IMAGEN DE LA ACTIVIDAD		IMAGEN DE LA ACTIVIDAD					
METODO MAC (MANUAL ASSESSMENT CHART)									
FACTOR EVALUADO		DESCRIPCION							
Peso manejado y frecuencia		Moderado							
Distancia entre las manos y la espalda		Los brazos están verticalmente alineados y el tronco erguido.							
Carga asimétrica sobre la espalda		Brazos y mano simétricamente dispuestos en el frente del tronco.							
Restricciones posturales		No existe restricción postural.							
Acoplamiento mano-objeto		Materiales en los cuales las manos pueden hacer una "pinza".							
Superficie de tránsito		Pisos secos y limpios, en buenas condiciones de mantenimiento.							
Otros factores ambientales cumplen.		-							
Distancia de traslado		Desde 2 metros hasta 4 metros.							
Obstáculos		Sin obstáculos.							
INDICE DE RIESGO DEBIDO A TAREAS DE TRANSPORTE									
Peso manejado y frecuencia	Distancia entre las manos y la espalda	Carga asimétrica sobre la espalda	Restricciones posturales	Acoplamiento mano-objeto	Superficie de tránsito	Otros factores ambientales cumplen.	Distancia de traslado	Obstáculos	Puntaje Total
4	0	0	0	1	0	0	0	0	6
Persona Evaluada: Luis Marcelo Sópalo Flores									
Categoría de acción: Se requiere acciones correctivas.									

Anexos 2. Plan de capacitación técnica

Capacitación en uso de EPP auditivo, prácticas ergonómicas y pausas activas para operarios del área de envasado de la Cervecería Nacional Quito

Objetivos

General

Fortalecer las competencias del personal operativo en el uso adecuado de equipos de protección auditiva y en la aplicación de buenas prácticas ergonómicas que reduzcan la exposición a riesgos físicos y musculoesqueléticos.

Específicos

- Sensibilizar a los trabajadores sobre los riesgos del ruido ocupacional y los TME.
- Capacitar en la correcta selección, colocación, mantenimiento y reposición de protectores auditivos.
- Instruir al personal en la identificación de posturas disergonómicas y su corrección.
- Promover la implementación de pausas activas como estrategia preventiva en la jornada laboral.
- Evaluar el conocimiento adquirido mediante herramientas prácticas y cuestionarios.

Temario

Unidad	Tema	Contenidos específicos
1	Introducción a los riesgos físicos y ergonómicos	Definición de riesgos físicos y TME; normativa legal ecuatoriana aplicable
2	Uso adecuado de EPP auditivo	Tipos de protectores; colocación correcta; limpieza; duración de uso; errores comunes
3	Principios de ergonomía en el puesto de trabajo	Posturas correctas e incorrectas; levantamiento de cargas; adaptación de equipos

4	Pausas activas en la jornada laboral	Beneficios físicos y mentales; ejercicios prácticos; frecuencia recomendada
5	Evaluación final y retroalimentación	Prueba escrita, dinámica práctica y devolución del facilitador

Modalidad y metodología

Modalidad: Presencial (en sala de capacitación interna o zona de reuniones)

Duración total: 8 horas distribuidas en 2 jornadas

Metodología:

- Exposiciones dinámicas con apoyo audiovisual
- Demostraciones prácticas en sitio
- Simulaciones con EPP
- Actividades grupales y ejercicios de pausa activa
- Evaluación teórico-práctica final

Cronograma de ejecución

Fecha	Horario	Módulos impartidos	Responsable / Facilitador
08/07/2025	08h00 – 12h00	Unidades 1, 2 y 3	Téc. Salud Ocupacional / Ing. Seguridad
09/07/2025	08h00 – 12h00	Unidades 4 y 5	Instructor Fisioterapeuta / Psicólogo

Anexos 3. Programa de vigilancia de la salud auditiva

Objetivos del programa

Tipo de objetivo	Descripción
General	Detectar precozmente posibles afectaciones auditivas en trabajadores expuestos a ruido, a fin de prevenir la hipoacusia laboral.
Específicos	<ul style="list-style-type: none">- Establecer un sistema periódico de evaluación auditiva.- Realizar seguimiento individual mediante fichas clínicas.- Aplicar medidas correctivas y preventivas según resultados.

Protocolo de audiometrías

Fase	Descripción	Responsable
Evaluación inicial	Audiometría tonal en campo libre para establecer línea base auditiva.	Médico ocupacional
Evaluaciones periódicas	Audiometrías anuales para comparar con valores iniciales y detectar pérdidas auditivas.	Médico ocupacional
Evaluación post exposición	Audiometría al finalizar relación laboral o en caso de transferencia de puesto con menor exposición.	Médico ocupacional
Revisión de resultados	Análisis e interpretación médica de audiometrías para clasificación (normal, sospecha, pérdida leve/moderada/severa).	Médico ocupacional
Registro y seguimiento	Registro en ficha clínica individual, con trazabilidad a lo largo de la vida laboral.	Responsable SST

Frecuencia de controles auditivos

Tipo de trabajador	Frecuencia de audiometría	Observaciones
--------------------	---------------------------	---------------

Expuesto a ≥ 85 dB (8h)	Anual	Puede adelantarse si se sospecha afectación auditiva.
Expuesto a < 85 dB, pero con molestias	Cada 2 años	Evaluación complementaria bajo criterio médico.
Sin exposición a ruido	No aplica	Salvo que lo solicite el trabajador o su superior.

Acciones según hallazgos auditivos

Resultado de audiometría	Acción recomendada	Responsable
Umbrales normales	Continuar con controles periódicos.	Médico ocupacional
Pérdida leve (≤ 25 dB)	Refuerzo en capacitación y control del uso de EPP.	SST + RRHH
Pérdida moderada (26-40 dB)	Reevaluación del puesto; rotación si es posible; seguimiento semestral.	SST + Médico
Pérdida severa (>40 dB)	Derivación médica externa; cambio de puesto inmediato.	Médico + Talento Humano

Anexos 4. Programa de mantenimiento preventivo y correctivo

Equipo o Máquina	Frecuencia de Mantenimiento	Tipo de Mantenimiento	Actividades Principales	Responsable	Observaciones
Llenadora de botellas	Mensual	Preventivo	Revisión de partes móviles, lubricación, verificación de ruidos anómalos	Técnico de mantenimiento	Registrar en bitácora cualquier anomalía detectada
Encajonadora automática	Mensual	Preventivo	Ajuste de correas, verificación de sensores y frenos, limpieza general	Técnico de mantenimiento	Parar la línea 30 minutos para revisión completa
Lavadora de botellas	Trimestral	Correctivo	Revisión del puente grúa móvil, limpieza de filtros,	Jefe de mantenimiento	Coordinar con el operador para no interrumpir carga

			inspección del motor		
Transportador de cajas	Mensual	Preventivo	Revisión de rodillos, engranajes, lubricación de ejes	Técnico de mantenimiento	Agendar revisión en turnos nocturnos
Puente grúa móvil	Semestral	Correctivo	Inspección de cables, pruebas de carga, verificación de gancho de izaje	Jefe de mantenimiento	Certificar cumplimiento de normas de seguridad
Barreras acústicas	Semestral	Preventivo	Revisión de fijaciones, limpieza de materiales fonoabsorbentes	Técnico en seguridad	Verificar eficacia con medición de decibeles
Equipos de ventilación	Trimestral	Preventivo	Limpieza de rejillas, verificación de	Técnico de mantenimiento	Prioritario en temporada de calor

vibraciones y

ruidos

Anexos 5. Programa de audiometrías – vigilancia de salud auditiva

Elemento	Descripción
Objetivo	Detectar precozmente alteraciones auditivas en trabajadores expuestos a niveles sonoros superiores a 80 dB(A), a fin de prevenir hipoacusia.
Población objetivo	Trabajadores expuestos a niveles de ruido iguales o superiores a 80 dB(A) en sus jornadas laborales (por ejemplo, operadores de llenadora).
Frecuencia de evaluación	<ul style="list-style-type: none">- Inicial (pre ocupacional): antes del ingreso del trabajador.- Periódica: anual para expuestos a ≥ 85 dB(A), bienal para 80–84 dB(A).- Salida laboral: al finalizar la relación laboral.
Metodología	Evaluación mediante audiometría tonal liminar en cabina audio métrica con calibración anual, bajo norma ISO 8253-1.
Condiciones previas a la prueba	<ul style="list-style-type: none">- 14 horas sin exposición a ruido laboral.- No uso de audífonos personales 24 horas antes.- Reposo auditivo documentado.
Responsables	Médico ocupacional, enfermera del trabajo, técnico en seguridad industrial, laboratorio externo acreditado.
Registro y seguimiento	Ficha individual auditiva con resultados, evolución, diagnósticos y recomendaciones. Archivos en custodia por mínimo 5 años.
Acciones según resultado	<ul style="list-style-type: none">- Normal: seguimiento anual.- Sospecha de pérdida: re testeo en 30 días.- Confirmado: cambio de puesto o reubicación laboral, informe al IEISS.

Normativa base	Acuerdo Ministerial MDT-2021-195 (Norma Técnica de Vigilancia de la Salud de los Trabajadores), Código de Trabajo del Ecuador.
Indicadores de evaluación	% de trabajadores evaluados, % con pérdida auditiva detectada, % reubicados, % con seguimiento actualizado.

Anexos 6. Aprobación del ABSTRACT

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTY OF ENGINEERING

Industrial Engineering

AUTHOR: SOPALO FLORES LUIS MARCELO

TUTOR: RON VALENZUELA PABLO ELICIO

ABSTRACT

IMPROVING WORKSTATIONS IN THE PACKAGING AREA DUE TO EXPOSURE TO ERGONOMIC AND NOISE RISK FACTORS IN A BREWING COMPANY

This study was conducted in the packaging area of a brewery in Quito, where ergonomic and noise exposure risks affecting the health of operators were identified. The objective was to design a preventive technical proposal to reduce these risks through the application of methodologies such as REBA, MAC, and NIOSH, in addition to occupational noise measurements. A descriptive approach was used with direct observation techniques, evaluation forms, and sound measurement equipment. The evaluations revealed problems with load handling, ergonomic risks, and the need for extensive transfers during operational tasks. Based on these findings, improvements were proposed, including the incorporation of a conveyor bridge, a mobile bridge crane, the relocation of materials, the installation of signage, the mandatory use of hearing protection, and the development of training programs. A schedule was also proposed, with cost and time analysis (S-curve), and complementary plans such as machinery maintenance and hearing health monitoring. Based on these findings, improvements are proposed, including the incorporation of a conveyor bridge, a mobile crane bridge, the relocation of materials, the installation of signage, the mandatory use of hearing protection, and the implementation of training programs. A schedule was also proposed, with cost and time analysis (S-curve), and complementary plans such as machinery maintenance and hearing health monitoring. The proposal aims to enhance working conditions, reduce musculoskeletal injuries, prevent hearing damage, and ensure compliance with safety regulations. According to the

KEYWORDS: Industrial Ergonomics, Occupational Prevention, Occupational Noise, Occupational Safety



measures considered, the risks are rated at 70 dB in workplaces with noise, corresponding to a risk level of 3. It is concluded that the implementation of this technical proposal will contribute to the well-being of personnel and the efficient performance of operations.



KEYWORDS: Industrial Ergonomics, Occupational Prevention, Occupational Noise, Occupational Safety

