



Instituto Tecnológico de Costa Rica

Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental

“Propuesta de programa de prevención y control de riesgos por exposición a altas temperaturas y espacios confinados en el proceso de horneado en la empresa CooperStandard Cartago”

Trabajo final de graduación para optar por el grado académico de licenciatura plan

2151

Moisés David Arias Salas

Cartago, 2023

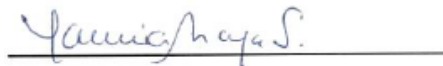


This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Constancia de defensa pública

Informe presentado a la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental del Instituto Tecnológico de Costa Rica como requisito parcial para optar por el título de Ingeniera en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental con el grado de licenciatura.

Miembros del Tribunal



Ing. Tannia Araya Solano

Asesor académico



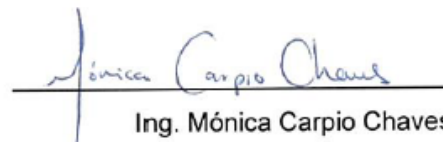
Ing. Andrés Robles Ramirez

Profesor Evaluador



Ing. Marvin Bermudez Chacon

Profesor Evaluador



Ing. Mónica Carpio Chaves

Coordinadora de Trabajo Final de Graduación

En representación de la Dirección EISLHA

15 de junio, 2023

Dedicatoria y agradecimientos

Quiero agradecer a Dios por esta nueva etapa en mi vida alcanzada y culminada de la mejor forma. Le dedico este éxito a mis padres por todo el esfuerzo que durante años han realizado para que mi persona hoy llegase a ser un profesional y persona de bien para la sociedad, además a mis hermanos por estar ahí siempre presentes. A todos los familiares que de alguna u otra manera siempre estuvieron apoyándome y pendientes de mis estudios.

Agradezco profundamente a Tatiana Lizano y Marilyn Quiros del departamento de HSE CooperStandard Cartago, por brindarme la oportunidad de finalizar mis estudios de la mano con su confianza, apoyo, conocimiento, guía y facilidades brindadas; más que jefas fueron tutoras y compañeras que me brindaron con mucha voluntad, su apoyo para mi crecimiento personal y profesional.

Finalmente agradecer a todas las personas involucradas en mi etapa como estudiante universitario, desde compañeros de carrera, profesores, funcionarios y demás colaboradores que tuvieron algún aporte para que hoy en día este éxito personal se concrete.

Resumen

El presente proyecto fue desarrollado en la empresa Cooper Standard Cartago, la cual se encuentra ubicada en el Parque Industrial Z, esta encarga de la manufactura de componentes automotrices para sistemas de transmisión mecánica y de fluidos. En el análisis interno de evaluación y control de riesgos (Job Hazard and Risk Assessment) se identificó que en el proceso de horneado existen factores de riesgo por exposición ocupacional a altas temperaturas y, además, los técnicos de mantenimiento correctivo de hornos no poseen un plan de trabajo seguro para trabajos en espacios confinados.

Para alcanzar el objetivo del proyecto, se aplicaron instrumentos como encuestas higiénicas, muestreos de campo, listas de verificación y cumplimiento, requerimientos de normativas y softwares para análisis de datos como Spring 3.0, para el cálculo del índice de TGBH interiores y variables termo higrométricas que lo definen.

Los resultados de una encuesta higiénica aplicada indicaron que los principales síntomas relacionados a la exposición a calor que inciden en la población en estudio son el dolor de cabeza, fatiga o agotamiento y sudoración excesiva (40% cada uno) y sed (89%). Según el índice de TGBH para interiores, los puestos de entrada y salida de hornos sobrepasan los límites de exposición (28 °C) con un 27.5 °C y 29.6 °C respectivamente. Se evaluaron riesgos presentes en las condiciones de trabajo en espacios confinados por mantenimiento correctivo de hornos, como carencia de un plan de emergencia y rescate, ausencia de medición de la concentración de gases y vapores durante las tareas y la no capacitación al personal, los cuales según las evaluaciones se deben intervenir de forma inmediata.

Dentro de las principales conclusiones se determina de que los colaboradores del área de horneado se encuentran expuestos a riesgos por estrés térmico y los técnicos en mantenimiento a riesgo por trabajos en espacios confinados, por lo que se generará una propuesta de programa que prevenga y controle todos los riesgos por exposición a altas temperaturas y tareas de mantenimiento en espacios confinados.

Palabras clave: exposición a calor, espacios confinados, TGBH, hornos

Abstract

This project was developed in the company Cooper Standard Cartago, which is in the Z industrial park, it is responsible for the manufacture of automotive components for mechanical and fluid transmission systems. In the internal analysis of risk evaluation and control (Job Hazard and Risk Assessment) it was identified that in the baking process there is a risk factor due to occupational exposure to elevated temperatures and the corrective maintenance technicians of ovens do not have a work plan. safe for work in confined spaces; Therefore, this project aims to propose a program for the prevention and control of risks due to exposure to elevated temperatures and confined spaces for collaborators in the baking process.

To meet the objective of the project, instruments such as hygienic surveys, field sampling, verification and compliance lists, regulatory requirements, and software for data analysis such as Spring 3.0 were applied.

The results indicated that the main symptoms related to heat exposure are headache, fatigue or exhaustion and excessive sweating (40% each) and thirst (89%). According to the TGBH index for interiors, the kiln entry and exit positions exceed the exposure limits (28 °C) with 27.5 °C and 29.6 °C, respectively. Risks were identified and evaluated in the working conditions in confined spaces for corrective maintenance of furnaces, such as the lack of an emergency and rescue plan, the absence of measurement of the concentration of gases and vapors during the tasks, and the lack of training for personnel are risks with a category I level, where intervention must be carried out immediately.

Among the main conclusions, it is determined that the employees of the baking area are exposed to risks due to thermal stress and maintenance technicians at risk due to work in confined spaces, for which a program proposal will be generated that prevents and controls all risks from exposure to elevated temperatures and maintenance tasks in confined spaces.

Keywords: exposure to heat, confined spaces, TGBH, ovens

Índice

I.	Índice de Figuras.....	8
II.	Indices de cuadros	9
III.	Introducción.....	1
A.	Identificación de la empresa.....	1
B.	Planteamiento del problema.....	9
C.	Justificación.....	11
D.	Objetivos	13
E.	Alcance y Limitaciones.....	14
IV.	Marco teórico.....	15
V.	Metodología.....	19
A.	Tipo de investigación	19
B.	Fuentes de información.....	19
C.	Población y Muestra.....	21
D.	Operacionalización de las variables.....	23
E.	Descripción de las herramientas	27
F.	Plan de análisis	34
VI.	Análisis de la situación actual.....	38
A.	Identificación de las condiciones de riesgo por exposición a altas temperaturas y por trabajos de mantenimiento en el proceso de horneado.	38
B.	Evaluación de la exposición a riesgos por altas temperaturas y espacios confinados en el proceso de horneado.....	56
VII.	Conclusiones.....	70
VIII.	Recomendaciones.....	71
IX.	Alternativas de Solución	72
X.	Bibliografía	72
XI.	Apéndices.....	75
XII.	Anexos	115

I. Índice de Figuras

Figura 1. Política HSE CooperStandard.....	3
Figura 2. Localización satelital CooperStandad Cartago.....	4
Figura 3. Organigrama de la empresa.....	5
Figura 4. Diagrama de flujo del proceso productivo de Cooper Standard, Cartago	8
Figura 5. Plan de Análisis.....	34
Figura 6. Características físicas de la fuente en entrada y salida	38
Figura 7. Características de la tarea en entrada de hornos	40
Figura 8. Características de la tarea en salida de hornos	41
Figura 9. Ubicación física del área de hornos en Planta 1 CooperStandard Cartago ...	45
Figura 10. Cantidad y tipo de síntomas presentes relacionados a la exposición a altas temperaturas	47
Figura 11. Cantidad y tipo de síntomas presentes relacionados a tareas por mantenimiento correctivo de hornos	48
Figura 12. Características del espacio de trabajo en tareas de mantenimiento de horno	50
Figura 13. Comportamiento de variables termo higrométricas durante muestreo día 3 puesto entrada hornos	57
Figura 14. Resultados día crítico (día 3) puesto entrada hornos en software Spring 3.0	58
Figura 15. Índice de sobrecarga calórica para el puesto de entrada de hornos.....	59
Figura 16. Índice de sudoración requerida (SWreq) para el puesto entrada hornos	60
Figura 17. Comportamiento de las temperaturas de bulbo húmedo, seco y globo durante el muestreo del día 4 en puesto salida hornos.....	62
Figura 18. Resultados día crítico (día 4) puesto salida hornos en software Spring 3.0.	63
Figura 19. Índice de sobrecarga calórica para el puesto de salida de hornos.....	64
Figura 20. Índice de sudoración requerida (SWreq) para el puesto salida hornos.....	65

II. Índices de cuadros

Cuadro 1. Horarios jornada de trabajo	6
Cuadro 2. Distribución de la cantidad de empleados por departamento	7
Cuadro 3. Distribución de personal presente en los puestos del área de horneado en turno 1	22
Cuadro 4. Campo de evaluación, muestra y tema de evaluación por puesto de trabajo	22
Cuadro 5. Operacionalización de las variables	23
Cuadro 6. Verificación para tareas de mantenimiento correctivo del horno	51
Cuadro 7. Cumplimiento de requisitos para tareas en espacios confinados	52
Cuadro 8. Resumen valores máximos alcanzados por días en puesto entrada hornos	56
Cuadro 9. Resumen valores máximos alcanzados por días en puesto salida de hornos	61
Cuadro 10 Resultados muestreo de gases y vapores presentes dentro del horno	66
Cuadro 11. Valoración del nivel de riesgo presente en las tareas de mantenimiento correctivo de hornos.....	67

III. Introducción

A. Identificación de la empresa

Cooper Standard es una empresa multinacional dedicada a la manufactura de componentes automotrices y proveedor certificado de calidad, en Costa Rica se encuentra ubicada en Parque Industrial Z en Cartago.

Visión

“Impulsar el valor a través de la cultura, la innovación y los resultados” (Cooper Standard, 2022).

Misión

“Ser la primera opción de los interesados a los que servimos” (Cooper Standard, 2022).

Antecedentes de la empresa

Todo inició en el año 2005 con Hutchings Automotive Products (HAP) una empresa norteamericana dedicada a la fabricación de productos de transporte de fluidos de alta calidad para aplicaciones de sistemas de refrigeración y transmisión automotrices.

HAP empezó sus operaciones en Cartago, Costa Rica con una nave industrial comprada en el Parque Industrial Zeta. En ese momento contaban únicamente con 29 colaboradores. Posteriormente se inicia con la construcción de una segunda nave industrial, la cual se terminó en el año 2006.

En el año 2007 Hutchings Automotive Products (HAP) se certificó bajo la Norma INTE ISO 14001:2004 Sistema de Gestión Ambiental, y para la Norma ISO/TS 16949:2009 Sistema de Gestión de Calidad. Con dichas certificaciones, para el año 2008 General Motors les otorga la distinción de suplidores del año y con ello se logró comprar una tercera nave dentro del mismo Parque Industrial Zeta.

Para el año 2018 en el cuarto trimestre, (HAP) fue comprada por Cooper Standard Holdings Inc. una compañía pequeña que nació en el año 1914 que se dedicaba al remiendo de llantas, sin embargo, a partir del 2004 proceden a operar a través del segmento automotriz de Cooper Tire & Rubber Company.

Con los años Cooper Standard Holdings Inc. se fue expandiendo y diversificando su cartera de clientes, esto mediante una combinación de crecimiento orgánico y adquisiciones estratégicas. Actualmente, la empresa cuenta con 159 instalaciones ubicadas en 21 países entre estos: Brasil, Corea, Costa Rica, Tailandia, Japón, India, China, Alemania, Países Bajos, Republica Checa, Francia, Reino Unido, Serbia, Suecia, España, Polonia, Italia, Canadá, México, Estados Unidos.

Política Salud Ocupacional

Figura 1. Política HSE CooperStandard



Vivir una cultura de seguridad total, esforzándonos por lograr cero incidentes

Política de salud, seguridad y medio ambiente

La cultura de seguridad total es un valor fundamental de Cooper Standard. Nos dedicamos a realizar prácticas comerciales de forma responsable y cumplir con todas las reglamentaciones de salud, seguridad y medio ambiente.

Estamos comprometidos a:

- Considerar la salud y seguridad de nuestros empleados, contratistas y visitantes con la mayor importancia, asumiendo que todos los incidentes se pueden prevenir.
- Realizar prácticas comerciales sostenibles para minimizar el consumo de agua y energía, las emisiones al medio ambiente y la generación de residuos.
- Mejorar continuamente nuestro desempeño en cuanto a salud, seguridad y medio ambiente como líder de clase mundial.
- Asociarnos con nuestros clientes, proveedores y contratistas para promover la excelencia en salud, seguridad y medio ambiente.
- Mejorar y apoyar a las comunidades donde trabajamos y vivimos.

En Cooper Standard, creemos que cada persona tiene un rol y una responsabilidad para vivir nuestra cultura de seguridad total.



Jeffrey S. Edwards
Chairman y CEO



Patrick R. Clark
VP Sénior, Director global de
fabricación y Director comercial global

Política de salud, seguridad y medio ambiente - Revisión 3.1, 1 de enero de 2022 - ES (LA)

Fuente: Departamento HSE (2022)

Ubicación geográfica

En Costa Rica las instalaciones de Cooper Standard se encuentran ubicadas en el Parque Industrial Z en Guadalupe Cartago, específicamente en los edificios 19 y 20.

Figura 2. Localización satelital CooperStandad Cartago.

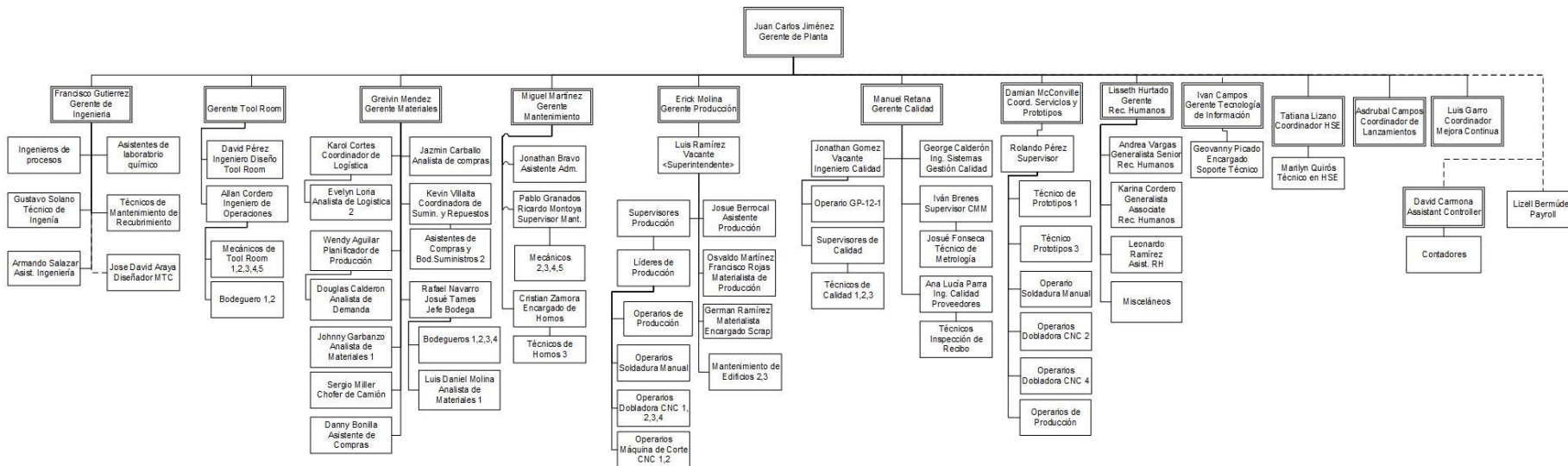


Fuente: Google Earth (2022)

Organigrama de la organización

La empresa se encuentra conformada por catorce departamentos, entre ellos: Gerencia General, Calidad, HSE, IT, Producción, Recursos Humanos, Ingeniería, Tool Room, Lanzamientos, Materiales, Mejora Continua, Finanzas, Servicios y Prototipos.

Figura 3. Organigrama de la empresa



Fuente: CooperStandard, Cartago (2022)

Cantidad de empleados

En la actualidad, Cooper Standard posee una total de 541 colaboradores, los cuales se dividen en los diferentes catorce departamentos y sus respectivas subdivisiones. El total de trabajadores expuestos en el proceso que se va a evaluar (horneado), es de 8 colaboradores entre operarios de producción y técnicos de mantenimiento.

Cuadro 1. Horarios jornada de trabajo

Área de trabajo	Jornada
Oficinas administrativas	De lunes a viernes de 7:00 am a 5:00pm
Producción	Turno 1: lunes a viernes de 6:00 am a 3:36 pm
	Turno 2: lunes a viernes de 2:00 pm a 10:00 pm
	Turno 3: lunes a viernes de 6:00 am a 3:36 pm

Fuente: Recursos Humanos (2022)

Cuadro 2. Distribución de la cantidad de empleados por departamento

Gerencias	Cantidad HC
Gerencia General	1
Producción	382
Recursos Humanos	9
Ingeniería	14
Tool Room	19
Lanzamientos	2
Materiales	24
Calidad	43
Mantenimiento	29
Mejora Continua	1
HSE	2
TI	2
Finanzas	2
Servicios y Prototipos	11
Total	541

Fuente: Recursos Humanos (2022)

Mercado

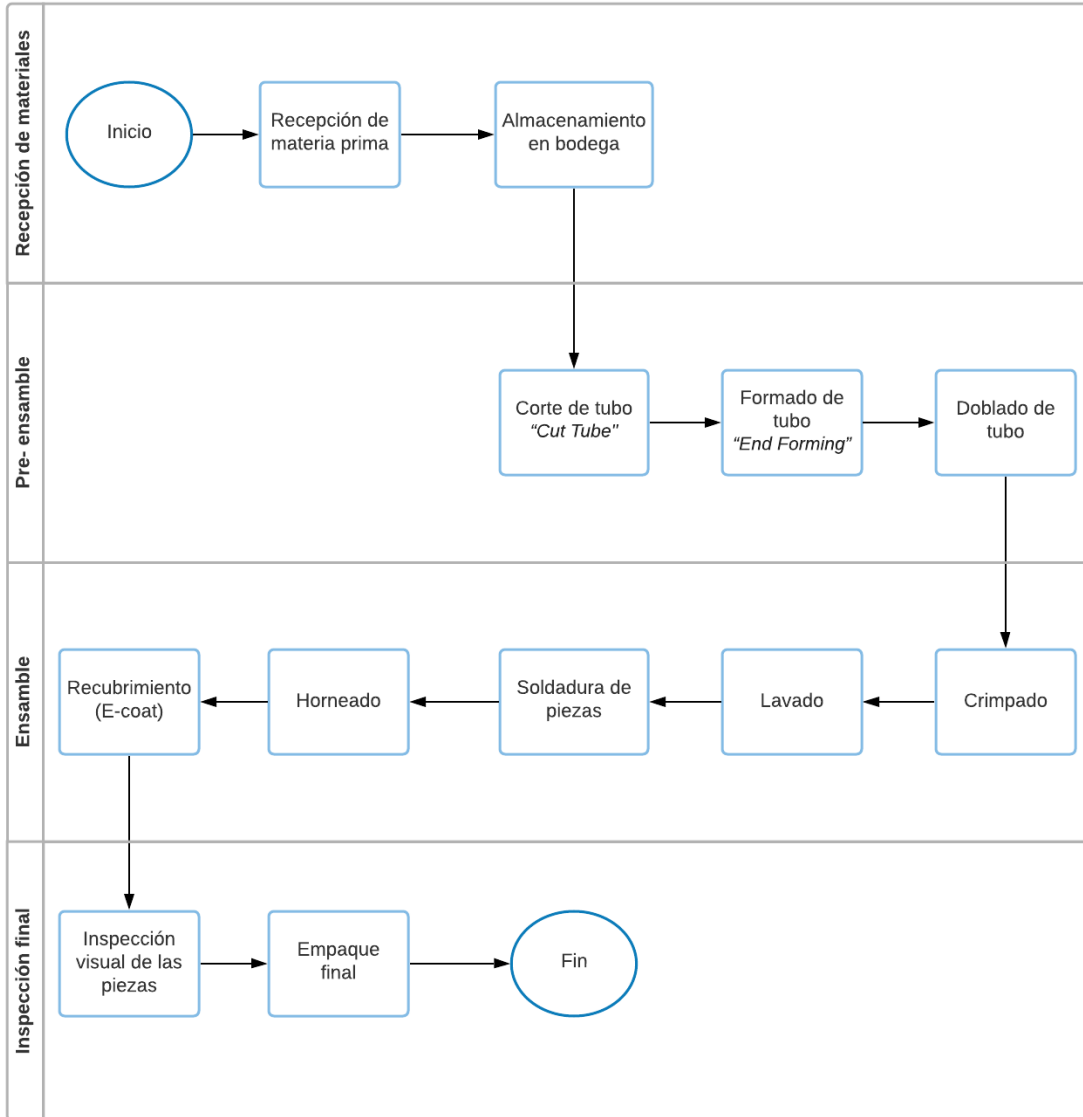
La empresa Cooper Standard localizada en Cartago exporta principalmente a Estados Unidos, México, Corea y Canadá. En estos países se encuentran plantas de ensamblaje de automóviles y comercializadores de productos automotrices. Los clientes principales de la empresa son: “General Motors”, “Ford Motor” “Company”, “Continental”, “Fiat Chrysler Automóviles”, “Linamar” y “Tristone”.

Proceso productivo y productos

Actualmente se manufacturan 126 productos de transferencia de fluidos en las plantas productivas. Los grupos de productos son los siguientes: tuberías de transmisión de aceite refrigerante y transmisión interna, tubos de calentador y entrada de salida, refrigerantes de radiador, succión del aceite del motor, medición de aceite, purga del aire y líneas de lubricación y turbo refrigerantes.

Los procesos productivos varían dependiendo del tipo de producto o número de parte. Sin embargo, el procedimiento general es: recepción de materiales, pre-ensamble, ensamble e inspección final. A continuación, en la figura 4 se muestran los procesos en cada una de las etapas de producción. El presente proyecto se plantea en el área de horneado de las piezas, el proceso se muestra a continuación.

Figura 4. Diagrama de flujo del proceso productivo de Cooper Standard, Cartago



Fuente: CooperStandard, Cartago (2023)

B. Planteamiento del problema

En el proceso de horneado realizado en la empresa Cooper Standard, Cartago, la exposición ocupacional a ambiente térmico por altas temperaturas es un factor de riesgo que a pesar de haber sido identificado en el análisis de riesgo interno Job Hazard and Risk Assessment (JHRA), ha quedado sin resolver debido a la priorización por parte de corporativo en la asignación de presupuesto.

En el mes de noviembre del año 2022, se realizó un muestreo previo de un solo día sobre las condiciones termo higrométricas presentes en el área, como resultado se obtuvo un índice crítico de TGBH para interiores de 27.4 °C en la entrada del horno y 25.4 °C para la salida del horno, donde sí se contemplan los errores asociados del método en la parte subjetiva y equipo utilizado de ± 0.5 °C, los niveles alcanzados sobrepasan los valores límites (28 °C) establecidos en la norma (INTECO, 2016) y estaríamos ante un posible riesgo por estrés térmico; cabe destacar que las mediciones se realizaron en un día ligeramente soleado pero en época lluviosa de la zona, donde no prevalece la mayor radiación solar del año.

Derivado a esto, cuando el departamento de seguridad, salud e higiene se ha acercado al área de horneado, los operarios de producción han expresado de forma verbal el inconfort térmico que poseen en su trabajo. Estas molestias no se han registrado de forma alguna para su debida estadística, sin embargo, el departamento de HSE ha realizado evaluaciones no participativas y subjetivas del proceso y se ha identificado la presencia de altas temperaturas en el área.

Debido a estas manifestaciones de inconfort térmico, se aplicó una encuesta higiénica a los operarios del área de horneado de la organización, la cual indicó que, del total de operarios encuestados, el 88.89% considera que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas y con el mismo porcentaje, no han percibido interés de parte de la empresa por abarcar esta problemática.

Aunado a esto, el departamento de HSE mediante la aplicación de su sistema interno para evaluación de riesgos JHRA, ha identificado la ausencia de medidas de control para las actividades de mantenimiento correctivo de los hornos, las cuales debido a sus características son consideradas a nivel interno de la empresa como espacios confinados y trabajos de alto riesgo.

Los técnicos designados para las labores de mantenimiento correctivo de hornos no poseen un plan de trabajo para controlar y prevenir los riesgos en cuanto a seguridad a la hora de realizar estas tareas en espacios confinados, para los cuales no se les ha capacitado ni brindado el equipo de protección idóneo, creando en ellos una percepción de inseguridad. Los mismos deben hacer ingreso al horno donde hay una ventilación limitada, condiciones de riesgo por cortaduras y atrapamientos, polvos y partículas como viruta metálica o fibra de vidrio y agentes físicos como temperaturas e iluminación. Por lo que, Cooper Standard Cartago tiene como interés implementar un programa de prevención y control para la exposición ocupacional a estos riesgos anteriormente descritos.

C. Justificación

El proceso de horneado se considera uno de los más fundamentales dentro de la empresa en estudio, esto debido a que la organización trabaja bajo el modelo de negocio contra pedido, donde se debe satisfacer la capacidad contratada del cliente. Específicamente por el proceso de horneado, de los 130 partes productos manufacturados, en total 44 necesitan el horneado; es decir, un 34% aproximadamente. Además, de los 10 tipos de productos con mayor capacidad contratada con clientes, el 50% necesita pasar por el horno para ser soldadas con algún componente.

Lo anterior, indica que la demanda de trabajo y operación para los colaboradores en el proceso de hornos es alta ya que semanalmente en promedio se procesan 93000 piezas, por lo que esto representaría una exposición ocupacional continua y permanente. Al ser un proceso fundamental, es necesario considerar la seguridad e higiene laboral dentro de la actividad, ya que, si ocurre algún evento relacionado a estas, representaría costos y pérdidas considerables para la organización.

En Costa Rica, según las cifras de siniestralidad laboral reportadas por el Consejo de Salud Ocupacional, el sector industrial se encuentra dentro de las cuatro primeras actividades económicas con mayor cantidad de accidentes laborales (893) reportados en el año 2021. Además, dentro del total de enfermedades del trabajo reportadas por riesgos del trabajo, el 4% (218) corresponden a enfermedades causadas por exposición a temperaturas extremas (CSO, 2021); donde este último se encuentran presentes como riesgos en el proceso de horneado en Cooper Standard, Cartago.

En algunos centros de trabajo, los trabajadores tienen que laborar en ambientes con altas temperaturas por periodos largos. Cuando el cuerpo humano no puede mantener una temperatura normal, se pueden presentar síntomas y enfermedades por calor que pueden llegar a causar padecimientos graves o la muerte; factores como altas temperaturas y humedad, exposición directa al sol (sin sombra), exposición en lugares interiores a otras fuentes de calor radiado (como hornos), limitada circulación del aire (sin brisa), bajo consumo de líquidos, esfuerzo físico intenso, prendas y equipo de protección personal pesados, mal estado físico y problemas de salud, falta de aclimatación y factor

edad pueden llegar a ocasionar algún padecimiento en los colaboradores relacionado a la exposición prolongada a altas temperaturas (NIOSH, 2015).

Los puestos de trabajo en el área de horneado de Cooper Standard Cartago, se consideran de exposición directa a altas temperaturas, debido a su cercanía con la fuente de radiación térmica la cual opera a una temperatura máxima de 2090° F (1143 °C) y debido a las características de trabajo que posee como: la ejecución de actividades fijas en la tarea y posición de pie durante toda la jornada, recolectar tubos de contenedores, colocar la soldadura de cobre en el componente para después colocarlos en las bandas del horno y finalmente recolectarlas en la salida del horno, además del aporte del consumo metabólico propio de cada persona.

Un estudio descriptivo de campo realizado en Venezuela a operarios de un proceso de fundición en una empresa metalúrgica, demostró que a pesar de que los 20 trabajadores muestreados están debidamente aclimatados a su puesto de trabajo, los mismos poseen disconfort térmico debido a la carencia de ventilación óptima para la pérdida de calor por evaporación; además, mediante el método del índice de TGBH demostraron que están cerca del límite de acción y aun así es necesario establecer programas de prevención de exposición por calor (Fagúndez, 2005).

Debido a la asignación de presupuesto establecida por corporativo en años anteriores, es que el departamento de HSE no ha podido intervenir en la identificación, evaluación y control de los factores de riesgo por estrés térmico en el área de horneado, poniendo de manifiesto la necesidad de realizar los estudios correspondientes para mejorar el confort térmico de los trabajadores, cumplir con la normativa nacional, los requisitos corporativos y garantizar el bienestar de los trabajadores del área.

Dicho lo anterior, es de suma importancia para la organización poder abarcar esta problemática de riesgos por exposición a altas temperaturas y labores de mantenimiento en espacios confinados, debido a que está afectando tanto en el alcance de la meta de los índices de rendimiento corporativo como el Safety Balance Score Card y Planta Diamante, así como la política global de seguridad de cero accidentes; donde el índice de desempeño en cultura y condiciones de HSE es el segundo con mayor peso en el rendimiento de estos indicadores, por lo que en caso de que se materialice un evento en

materia de seguridad en la planta Cartago traería consecuencias en el alcance de los objetivos a nivel interno de la planta y a nivel corporativo global por la exposición de sus colaboradores a riesgos que han sido identificados, pero no así evaluados ni tratados.

D. Objetivos

Objetivo general

- Proponer un programa de prevención y control de riesgos ocupacionales por exposición a altas temperaturas y espacios confinados en el proceso de horneado en Cooper Standard, Cartago.

Objetivos específicos

- Identificar las condiciones de trabajo por exposición a altas temperaturas en los operarios de producción y por trabajos en espacios confinados de los técnicos en mantenimiento correctivo en el proceso de horneado.
- Evaluar la exposición a riesgos por trabajos a altas temperaturas en los operarios de producción y por trabajos en espacios confinados de los técnicos en mantenimiento correctivo en el proceso de horneado.
- Diseñar controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones de trabajo de los operarios de producción y técnicos de mantenimiento en el proceso de horneado.

E. Alcance y Limitaciones

Alcance

El presente proyecto pretende mejorar las condiciones de trabajo en el proceso de hornos según los resultados obtenidos en el análisis de riesgo interno (JHRA), las evaluaciones de campo y del análisis de las variables termo higrométricas por medio de soluciones que se apeguen a la problemática hallada, para que las mismas garanticen condiciones óptimas de trabajo en los operarios del área de horneado de Cooper Standard, Cartago.

Para la identificación y evaluación de las condiciones de trabajo por exposición a altas temperaturas y por trabajos en espacios confinados de los técnicos de mantenimiento de hornos, se tomarán como muestra de estudio a los colaboradores del turno 1, debido a que según la identificación del JHRA, es el horario en el que mayor incidencia de altas temperaturas poseen debido a la radiación solar extra durante el día en el local de trabajo y los técnicos presentes en dicho turno, son los que siempre realizan las labores de mantenimiento correctivo del horno.

Finalmente, se integrará a las soluciones ingenieriles y administrativas del programa de prevención y control por exposición a altas temperaturas, una propuesta de plan de trabajo de mantenimiento de hornos a los técnicos encargados para garantizar su seguridad en las tareas por realizar.

Limitaciones

Debido a las características de las tareas en hornos y las dimensiones del material o equipos utilizados, a la hora de realizar las evaluaciones termo higrométricas, el equipo utilizado para realizar las mediciones no pudo ser colocado exactamente en la posición natural de trabajo en el que el operario se posiciona debido a que puede ser golpeado e interrumpir el proceso, sin embargo, se colocó a un costado de la posición natural del operario en la cual no sobrepasó el metro de distancia.

IV. Marco teórico

La seguridad y salud en el trabajo se define como el conjunto de acciones que, aplicadas en los procesos productivos, al trabajo con máquinas, a las instalaciones y hasta a los hábitos del trabajador, que pueden prevenir y evitar accidentes de trabajo (UNA, 2015). Es la promoción y mantenimiento del mayor grado de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones mediante la prevención de las desviaciones de la salud, control de riesgos y la adaptación del trabajo a la gente, y la gente a sus puestos de trabajo (OPS, 2009).

Dentro del ámbito laboral, la exposición a temperaturas extremas (calientes o frías) se considera un factor de riesgo tradicional y se clasifica dentro de los factores de riesgo físico para la salud de los trabajadores en los centros de trabajo (Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores, 2016).

El estrés térmico por calor corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan. Cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo, éste puede causar diversas alteraciones y efectos patológicos en el individuo (Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, 2015) .

El cuerpo humano es un organismo homeotermo, esto implica que las reacciones metabólicas requieren una temperatura interna constante (37 ± 1 °C) para desarrollarse. Esta temperatura interna sólo puede ser mantenida si existe un equilibrio entre el calor producido constantemente por el organismo y el cedido o disipado al ambiente; el mantenimiento de la temperatura corporal sólo es posible con un mecanismo de regulación del calor muy complejo (termorregulación), compensando las pérdidas y ganancias de calor (INSHT, 2015).

El intercambio de calor entre el ser humano y el ambiente se produce específicamente por convección, radiación, conducción y por evaporación, estos mecanismos están afectados por las condiciones del ambiente, como la temperatura seca, humedad

relativa, velocidad del aire, temperatura radiante media, y por la temperatura de la piel (Menéndez, 2009).

La exposición a ambientes calurosos, desde el punto de vista conductual, puede provocar la pérdida de la motivación por la actividad, la disminución de la concentración y de la atención, con el consecuente incremento de los accidentes, y una disminución de la calidad del trabajo y del rendimiento, que puede, según algunos autores, decaer hasta en un 40% (Stérling, 2015).

En el ámbito fisiológico el estrés térmico puede provocar: deshidratación, quizás calambres debido a un trabajo pesado con sudoración abundante e ingestión de grandes cantidades de agua, síncope de calor con la pérdida del conocimiento debido a un largo período de inmovilidad en ambientes calurosos, agotamiento por deshidratación y pérdida de sal por exposición de varios días en sujetos no aclimatados; o, de súbito, tras esfuerzos físicos intensos y prolongados, manifestaciones de naturaleza digestiva (náuseas y vómitos), cardiovascular (hipotensión, malestar general, lividez, dolores de cabeza, taquicardia, etcétera), neurológica (vértigos y desorientación), golpe de calor (pérdida súbita del conocimiento, piel seca y caliente, incremento de la temperatura interna hasta más de 40°C, convulsiones y estado de coma) (Gregori, Mondelo, & Úriz, 1995).

Existen múltiples factores de riesgo ocupacional que incrementan la probabilidad al trabajador de sufrir sobrecarga térmica en su respectivos centros de trabajo; las altas temperaturas y humedades en el ambiente, exposición directa a fuentes radiantes externas como el sol e internas como hornos y calderas, poca ventilación presente en el área, deficiencia en el consumo de líquidos como agua, esfuerzo físico muy elevado, indumentaria de trabajo y equipo de protección pesado, problemas de condición física o problemas crónicos de salud, ingesta permanente de medicamentos, embarazos, falta de aclimatación a puesto de trabajo con altas temperaturas, enfermedades previas debido a la exposición al calor y tener una edad avanzada o superior a los 65 años de edad (OSHA, 2011).

El índice WBGT se utiliza, por su sencillez, para discriminar rápidamente si es o no admisible situación de riesgo de estrés térmico o discomfort, aunque su cálculo permite

a menudo tomar decisiones, en cuanto a las posibles medidas preventivas que aplica; la norma NTP 322 plantea que el índice WBGT se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire, TA (INSST, 1991).

La cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo es una variable que es necesario conocer para la valoración del estrés térmico. Para estimarla se puede utilizar el dato del consumo metabólico, que es la energía total generada por el organismo por unidad de tiempo (potencia), como consecuencia de la tarea que desarrolla el individuo, despreciando en este caso la potencia útil (puesto que el rendimiento es muy bajo) y considerando que toda la energía consumida se transforma en calorífica. La norma INTE/ISO 7243:2016 establece una serie de valores referencia sobre la clasificación de los niveles de consumo metabólico (INTECO, 2016).

La sobrecarga térmica por calor sólo puede reducirse modificando uno o más de los siguientes factores: metabolismo, intercambio de calor por convección, intercambio de calor por radiación, o intercambio de calor por evaporación, las cuales son variables que componen la ecuación de intercambio térmico. Carga de calor ambiental (C, R y E) pueden modificarse mediante controles de ingeniería (p. ej., ventilación, aire acondicionado, protección, aislamiento y modificación del proceso u operación), mientras que la producción de calor metabólico puede ser modificado por controles administrativos como las prácticas de trabajo y la aplicación de dispositivos de reducción de mano de obra, o como última opción ropa y equipo de protección (NIOSH, 2016).

Por otra parte, el espacio confinado se define como un espacio que por su diseño tiene un número limitado de aberturas de entrada y salida, cuenta con una ventilación natural desfavorable que podría contener o generar peligrosos contaminantes del aire, y no está destinado para una presencia continua de empleados. Los espacios confinados incluyen, entre otros, tanques desengrasantes, tanques de reacción, calentadores o calderas, ductos de ventilación y escape, alcantarillas, túneles, instalaciones subterráneas de servicios y tuberías (NIOSH, 2017).

Los riesgos de los espacios confinados pueden dividirse en cuatro categorías amplias y de largo alcance. Estas categorías son: de configuración cuando el diseño, forma o

dimensiones del espacio ponen en riesgo al ocupante, biológicos cuando el espacio cuenta con residuos, materias o propiedades que afecten la salud del trabajador, físicos que se derivan desde la maquinaria y herramientas hasta condiciones como temperatura, radiación, vibraciones etc.; y finalmente atmosféricos que hacen referencia a características del ambiente como oxígeno, atmosferas tóxicas y asfixiantes, inflamables o explosivas. Es importante comprender cada uno de estos grupos ya que, a menudo, se utilizan en la clasificación de riesgos específicos de los espacios confinados en un lugar de trabajo (3M Company, 2019).

Además de la acumulación de sustancias tóxicas o inflamables y escasez de oxígeno se añaden los ocasionados por la estrechez, incomodidad de posturas de trabajo, limitada iluminación, etc. Una característica de los accidentes en estos espacios es la gravedad de sus consecuencias tanto de la persona que realiza el trabajo como de las personas que la auxilian de forma inmediata sin adoptar las necesarias medidas de seguridad, generando cada año víctimas mortales. El origen de estos accidentes es el desconocimiento de los riesgos, debido en la mayoría de las ocasiones a falta de capacitación y adiestramiento, y a una deficiente comunicación sobre el estado de la instalación y las condiciones seguras en las que las operaciones han de realizarse (INSHT, 1986).

Es necesario garantizar las condiciones de seguridad para proteger la integridad física y la salud de las personas trabajadoras que realizan labores en espacios confinados; realizar un análisis de riesgos previo, categorizar el tipo de espacio confinado según las condiciones presentes, establecer las medidas de seguridad para realizar tareas, plan de atención a emergencias y rescate y captación al personal (INTECO, 2016).

V. Metodología

A. Tipo de investigación

El presente proyecto corresponde a una investigación de tipo descriptiva aplicada en el campo de higiene y seguridad ocupacional. Esto porque el mismo tiene como objetivo dar solución al inconfort térmico de los operarios, debido a la carencia de control de ambiente térmico por calor en el área de hornos; por medio de técnicas y metodologías para estimar la exposición térmica por calor y la creación de un plan de trabajo seguro en espacios confinados en el mantenimiento correctivo de los hornos.

Debido a esto, el enfoque del proyecto fue de tipo cualitativo y cuantitativo, en la recolección de datos e información, así como la aplicación de métodos y herramientas de muestreo en campo.

B. Fuentes de información

Primarias

Libros

- Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments. NIOSH. (2016).
- Higiene Industrial. Manual para la formación del especialista. Menéndez, F. (2009).

Normativas y reglamentos nacionales

- INTECO (2016). Condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados.
- INTECO. (2016). INTE/ISO 7243:2016 Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo húmedo).

- Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras Ref. N°MTSS-017. San José, Costa Rica. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2015).

Entrevistas a personal operario y técnico de hornos

Secundarias

Repositorio del Instituto Tecnológico de Costa Rica de trabajos finales de graduación

- Fletes-Somarribas, A. (2021). Propuesta de un programa de seguridad laboral para trabajos en espacios confinados realizados en la planta de la Agroindustria Zeledón Maffio S.A. Esparza, Costa Rica
- Kikut-Lobo, F., Pereira-González, M. (2021). Propuesta de programa de control de la exposición ocupacional a riesgos ergonómicos y a estrés térmico por calor para los colaboradores de las líneas de producción de la empresa HMA Maquilas S.A., ubicada en Heredia, Costa Rica

Terciarias

Bases de datos

- E-libro
- EBSCO host
- ProQuest Central
- Science Direct

Páginas web

- Ergonautas

C. Población y Muestra

El proyecto se desarrolló en la población de trabajadores del área de horneado de la empresa Cooper Standard, Cartago los cuales corresponden a un total de 16 colaboradores entre operarios de producción y técnicos de mantenimiento de hornos distribuidos en los tres turnos de trabajo, sin embargo, se tomó como muestra a los colaboradores del turno 1.

Para la evaluación de estrés térmico se tomaron como muestra a los operarios del turno 1 del área de hornos, quienes se consideran como el turno en el que más incidencia de altas temperaturas poseen debido al aporte extra de la radiación solar en el local de trabajo durante el día; en el área de hornos existen dos tipos de puestos de trabajo, entrada y salida del horno, sin embargo poseen tareas muy similares por lo que se consideran puestos homólogos en cuanto a tareas por realizar y exposición, sin embargo es de interés conocer la diferencia de grado térmico de exposición entre ambos puestos debido a la variación del diseño de la fuente en su entrada y su respectiva salida.

Las mediciones se realizaron durante cuatro días completos de la semana en un horario de 7 am a 4 pm en ambos puestos de trabajo, obteniendo las mediciones cada media hora durante dicho horario, lo cual representa un 80% de la jornada laboral por semana, esto para mayor representatividad. Estas evaluaciones de condiciones termo higrométricas se llevaron a cabo entre los meses de febrero y abril, donde prevalece la época seca característica del territorio nacional.

Para la evaluación de las condiciones de trabajo presentes en el proceso de mantenimiento correctivo de hornos, se tomaron como muestra a 3 técnicos de hornos del turno 1, debido a que estos son los colaboradores que durante varios años han realizado dichas labores de mantenimiento. En el cuadro 3 se resume la distribución de personal presente en los diferentes puestos del área de horneado en el turno 1 para la evaluación de exposición a altas temperaturas y mantenimiento de hornos.

Cuadro 3. Distribución de personal presente en los puestos del área de horneado en turno 1

Puesto de trabajo	Cantidad de operarios presentes en el puesto
Entrada Hornos	4
Técnico mantenimiento de hornos	3
Salida de Hornos	1

En el cuadro 4 se resume la metodología y la muestra que se tomaron para cada uno de los campos de evaluación, en el caso de los operarios de producción, se tomaron en cuenta para la evaluación de exposición a altas temperaturas y los técnicos en mantenimiento de hornos para exposición a riesgos en espacios confinados.

Cuadro 4. Campo de evaluación, muestra y tema de evaluación por puesto de trabajo

Departamento	Puesto a evaluar	Campo de evaluación	Muestra
Producción	Entrada de Hornos	Exposición a altas temperaturas	4 personas
	Salida de Hornos		1 persona
Mantenimiento	Técnico mantenimiento de hornos	Exposición a riesgos en espacios confinados	3 personas

D. Operacionalización de las variables

Cuadro 5. Operacionalización de las variables

Objetivo Específico	Variable	Conceptualización	Indicadores	Herramientas de evaluación
<p>Identificar las condiciones de riesgo ocupacional por exposición a altas temperaturas en los operarios de producción y por trabajos de mantenimiento de los técnicos en el proceso de horneado.</p>	<p>Condiciones de riesgo por exposición a altas temperaturas en los operarios de horneado</p>	<p>Situaciones laborales que influyen de manera directa en la sobrecarga calórica del trabajador en su puesto de trabajo. Características del entorno de trabajo, herramientas y procedimientos utilizados, tipos o características de las fuentes de calor y condiciones personales pueden influir en el óptimo desempeño del trabajador en ambientes calurosos.</p>	<p>Cantidad y tipo de síntomas relacionados a la exposición al calor</p>	<p>Encuesta higiénica al personal operario de horneado y al personal de mantenimiento de hornos</p>
			<p>Características de la tarea en el puesto de horneado y características de la fuente</p>	
			<p>Cantidad de capacitaciones para trabajo con exposición ocupacional al calor</p>	
			<p>Tiempo otorgado de aclimatación al personal de hornos</p>	
			<p>Cantidad de agua que ingiere el personal de hornos</p>	
			<p>Grado de aislamiento térmico de la ropa (clo)</p>	<p>Características de la vestimenta</p> <p>Software Online AIS - Estimación del aislamiento térmico de la ropa. Ergonautas. (Ergonautas, 2015)</p>

			Tasa de consumo metabólico (kcal/h) de los colaboradores del proceso de hornos	Matriz de cálculo de consumo metabólico de la Norma ISO 8996:2005
	Condiciones de riesgo por trabajos de mantenimiento de hornos	Características presentes en trabajos en espacios confinados, los cuales representan un riesgo directo a la integridad de la salud de los trabajadores a la hora de realizar las tareas.	Cantidad de riesgos presentes en tareas de mantenimiento correctivo	<p>Lista de verificación basada en las normas INTE 31-06-07:2011 e INTE 31-09-23:2016</p> <p>Lista de cumplimiento basada en el estándar ANSI/ASSE Z117.1-2009</p> <p>Observación no participativa</p> <p>Encuesta higiénica al personal técnico de hornos</p>
Evaluar la exposición a riesgos por altas temperaturas y espacios confinados en el proceso de horneado.	Exposición a riesgos por altas temperaturas en proceso de horneado	Nivel de riesgo por exposición prolongada altas temperaturas que posee un colaborador en el proceso de horneado.	Índice TGBH interiores	<p>Matriz de estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice de TGBH (INTECO, 2016)</p> <p>Equipo de medición QUESTTemp 36. Heat Stress Meter 3M</p> <p>Anemómetro Extech 407119-NIST</p> <p>Acta de muestreo de campo</p> <p>Software Spring 3.0</p>
			<p>Temperatura de Globo (°C)</p> <p>Temperatura de Bulbo Húmedo (°C)</p> <p>Temperatura Seca (°C)</p> <p>% Humedad Relativa</p> <p>Velocidad del aire (m/s)</p>	

			Índice de sobrecarga calórica (ISC)	Ecuación de intercambio térmico
			Cantidad de tiempo máximo de exposición	Software Spring 3.0
			Índice de Sudoración requerida (SWreq).	Índice de Sudoración Requerida (ISO, 2004)
	Exposición a riesgos por espacios confinados en el proceso de horneado	Nivel de riesgo por exposición a riesgos por exposición a espacios confinados de los técnicos en tareas de mantenimiento correctivo de los hornos	Nivel de riesgo presente en las tareas de mantenimiento correctivo de hornos	Matriz valoración de riesgos INTE/ISO 31-06-07:2011 Detector de gases Dräger X-am 5000 Acta de medición de gases y vapores
Diseñar una propuesta de controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones de trabajo en el proceso de horneado que integre un plan de trabajo preventivo para labores de mantenimiento de los hornos.	Controles Administrativos	Conjunto de estrategias y métodos con el objetivo de limitar o modificar la duración de la exposición, reducir el consumo metabólico, mejorar la aclimatación, capacitación al personal y valoraciones médicas ante los trabajos con exposición a altas temperaturas.	Cantidad de controles administrativos para reducir el riesgo por exposición a altas temperaturas	Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments (NIOSH).
			Cantidad de elementos del protocolo	Procedimiento para la elaboración del protocolo: hidratación, sombra, descanso y protección (CSO, 2021)

	Controles Ingenieriles	Métodos, estrategias y diseños que intervienen en el intercambio de calor por convección, radiación y evaporación entre la persona y el ambiente.	Cantidad de rediseños y controles al puesto de trabajo, características de la fuente e infraestructura según la propagación del calor hallada	Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments (NIOSH, 2016).
				Software AutoCAD
	Plan de trabajo preventivo para labores de mantenimiento de hornos	Metodologías y herramientas de trabajo para garantizar la salud de los trabajadores que realizan tareas en espacios confinados	Cantidad de elementos del plan de trabajo y condiciones de seguridad	Matriz de tratamiento de riesgos basada en INTE 31 09 23:2016 Salud. Condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados (INTECO, 2016).
			Cantidad de capacitaciones para trabajos en espacios confinados	
			Cantidad de elementos del protocolo de emergencia y rescate	

E. Descripción de las herramientas

Encuesta higiénica

Es una herramienta básica y de suma importancia para la recolección de información acerca de la situación actual o problemática en la organización y la población en estudio. La formulación de esta debe ir sustentada en una investigación literaria previa sobre el tema de interés y hallazgos encontrados en las visitas en campo.

La encuesta aplicada en el presente proyecto consta de tres apartados y un total de doce preguntas, con el objetivo de poder identificar los posibles factores de riesgo personales y ambientales presentes en el puesto de trabajo de horneado, la estructura de esta es: (**ver anexo 1**)

1. Datos Generales: edad, sexo, altura, peso, años de trabajar en la empresa y horario de la jornada laboral
2. Características del puesto: 10 preguntas sobre descripción breve de las tareas, consideraciones sobre el puesto de trabajo, tipos de prendas que utilizan, conocimiento sobre efectos de la exposición al calor, interés de la empresa, percepción de los controles existentes para mitigar el calor, hidratación y capacitaciones.
3. Información sobre salud: Prevalencia de sintomatología relacionada a la exposición al calor y eventos de seguridad relacionados al puesto de trabajo.

Software estimación del aislamiento térmico de la ropa

Es necesario conocer el grado de aislamiento que la ropa habitual o de trabajo proporciona al usuario. Esto resulta fundamental cuando se pretende evaluar el ambiente térmico del lugar de trabajo. Sin embargo, conocer exactamente el aislamiento que proporcionan las prendas es una tarea complicada.

Esta herramienta permite calcular el aislamiento térmico de la ropa a partir de combinaciones habituales de prendas, o bien mediante la selección personalizada de las prendas que configuran el atuendo del trabajador. Además, si la actividad se realiza en posición sentada, permite añadir al aislamiento calculado para la ropa el proporcionado por el asiento. El software Ergonautas integra las metodologías de cálculo indicadas en las normas ISO 7730 e ISO 9920 (Ergonautas, 2015).

Norma ISO 8996. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996, 2005)

Esta norma contiene diversos métodos para determinar la tasa metabólica en relación con la ergonomía del ambiente climático de trabajo. Para este proyecto se utilizará la observación, por medio del método de tablas donde consiste en agregar al metabolismo basal, las tasas metabólicas asociadas a la postura del cuerpo, tipo de trabajo y al movimiento del cuerpo; para esto las tablas contienen valores ponderados según cada categorización.

Este método es mucho más rápido y práctico de aplicar, debido a que el consumo metabólico es una variable bastante complicada de calcular y tratar, por lo que dicho método es bastante funcional, sin embargo, debido a su enfoque subjetivo contempla un margen de error de +/-20%.

Índice de TGBH

El índice TGBH se utiliza, por su sencillez, para discriminar rápidamente si es o no una situación de riesgo de estrés térmico o discomfort, aunque su cálculo permite a menudo tomar decisiones, en cuanto a las posibles medidas preventivas que aplica.

Se calcula a partir de la combinación de dos parámetros ambientales: la temperatura de globo TG y la temperatura húmeda natural THN. A veces se emplea también la temperatura seca del aire (INTECO, 2016).

Equipo de medición QUESTTemp 36. Heat Stress Meter 3M

Los modelos QUESTTemp 36 miden y calculan la temperatura del bulbo seco, la temperatura del bulbo, la temperatura de globo, el índice WBGT de interiores, el índice WBGT de exteriores, la humedad relativa y el índice de calor o Humidex. Es un equipo de medición bastante sencillo y práctico, pero a la vez muy preciso con un margen de error de +/-0.5°C. Posee un mecanismo para verificar el ajuste de este, llamada "T", la cual es un tipo de llave de información con medidas estándares que debe registrar el equipo antes y después de cada periodo de medición.

Anemómetro Extech 407119-NIST

Es un termo anemómetro de hilo caliente el cual utiliza una sonda telescópica que se extiende a más de 3 pies de largo, lo cual facilita la medición en diferentes dimensiones y espacios requeridos. Puede medir con precisión el flujo de aire, la velocidad del aire y la temperatura. El flujo de aire se puede mostrar como un valor instantáneo o hasta un promedio de 20 puntos. Las funciones adicionales incluyen retención de datos, mín./máx. y apagado automático. Posee un margen de error de +/- 0.5°C.

Acta de muestreo de campo condiciones termo higrométricas

Herramienta tipo bitácora, necesaria para llevar un registro y control de los datos con mayor orden y claridad. Es clave para todo higienista contar con un acta de muestreo para poder registrar los datos obtenidos en el momento de la medición de forma más rápida y al finalizar la medición, poder brindar un resumen para mayor interpretación de estos. **(ver apéndice 2)**

Software Spring 3

Software recopilado de las bases de datos de la biblioteca del Tecnológico de Costa Rica, el cual fue creado con el objetivo de integrar diferentes normativas ISO relacionadas a la exposición ocupacional a calor y bajas temperaturas, para poder tener una mayor representación gráfica e interpretación del comportamiento de cada una de las variables termo higrométricas del ambiente y personales, que por medio de la ecuación de intercambio térmico conocer el estado de la interacción entre el ser humano y su entorno; para así poder generar un criterio y soluciones pertinentes que se ajustan a la problemática hallada.

Índice de Sudoración Requerida

Describe un método para calcular los balances de calor, así como la tasa de sudor que el cuerpo humano debe producir para mantener este balance en equilibrio. Los diversos términos utilizados muestran la influencia de los diferentes parámetros físicos. No predice la respuesta fisiológica de sujetos individuales, sino que solo considera sujetos estándar en buen estado de salud y aptos para el trabajo que realizan.

Se basa en la comparación de los valores de dos variables, la humedad de la piel y la producción de sudor necesarias en unas determinadas condiciones de trabajo, frente a los valores fisiológicamente posibles de esas variables. La estimación de dichos valores se obtiene en el desarrollo de las siguientes etapas: determinación de la evaporación requerida (E_{req}) para que se mantenga el equilibrio térmico del organismo, determinación de la evaporación máxima permitida (E_{req}) por las condiciones

ambientales y el cálculo de la sudoración requerida (SWreq) y de la humedad requerida de la piel (Wreq) (ISO, 1989).

Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments (NIOSH, 2016).

Libro base como guía del proyecto debido a que tiene un carácter integral en el estudio científico de la exposición ocupacional a ambientes con altas temperaturas, contempla los riesgos asociados al calor, incidencia en la salud y bienestar del trabajador, tipos de transmisión de calor, metodologías para evaluarlo, medidas de control y una serie de recomendaciones que pueden beneficiar el éxito del presente proyecto.

AutoCAD

Software digital utilizado para dibujar, modelar y simular diferentes tipos de proyectos, de forma asistida por un ordenador. Es un programa conocido a nivel internacional por sus amplias capacidades y posibilidades de edición, que hacen posible el dibujo digital de planos para Ingeniería y Arquitectura.

Con esta herramienta se ejemplificará cada uno de los diseños ingenieriles por implementar para mayor apreciación visual, aunque cabe especificar la no tecnicidad de los dibujos realizados debido a la no especialización en el manejo del software.

Matriz de evaluación de riesgos INTE 31-06-07:2011

La norma INTE 31-06-07:2011 otorga un procedimiento y un formato de valoración de riesgos en áreas de seguridad y salud laboral, por lo que se utilizara para una categorización del nivel de cada riesgo hallado en tareas de mantenimiento correctivo de hornos en la etapa de identificación para así poder realizar una priorización de acciones preventivas. **(ver anexo 2).**

Encuesta al personal técnico de hornos

Encuesta básica dirigida al personal técnico en mantenimiento de hornos, donde detallan las consideraciones subjetivas sobre el trabajo que realizan y las diferentes condiciones de riesgo que poseen a la hora de realizar las tareas, además, especificar consideraciones técnicas de trabajo como materiales y herramientas involucrados, equipo de protección utilizado, protocolos de emergencia y demás **(ver apéndice 3)**.

Detector de gases Dräger X-am 5000

Es un equipo de medición directa de gases orgánicos y explosivos para atmósferas peligrosas como lo son los espacios confinados, el mismo permite cuantificar con exactitud el nivel de riesgo en cuanto a las concentraciones de estos gases presentes dentro de estos espacios, para minimizar o eliminar el peligro a las personas que tengan una exposición directa y prolongada en las tareas que deban realizar.

Lista de verificación basada en las normas INTE 31-06-07:2011 e INTE 31-09-23:2016

Instrumento utilizado para la identificación de riesgos presentes en espacios confinados según su categoría, la misma se aplica con el objetivo de poder identificar los riesgos presentes en las tareas de mantenimiento correctivo de hornos, para así posteriormente evaluar el nivel de cada riesgo identificado y finalmente tomar las acciones correctivas pertinentes **(ver apéndice 4)**.

Lista de cumplimiento basada en el estándar ANSI/ASSE Z117.1-2009

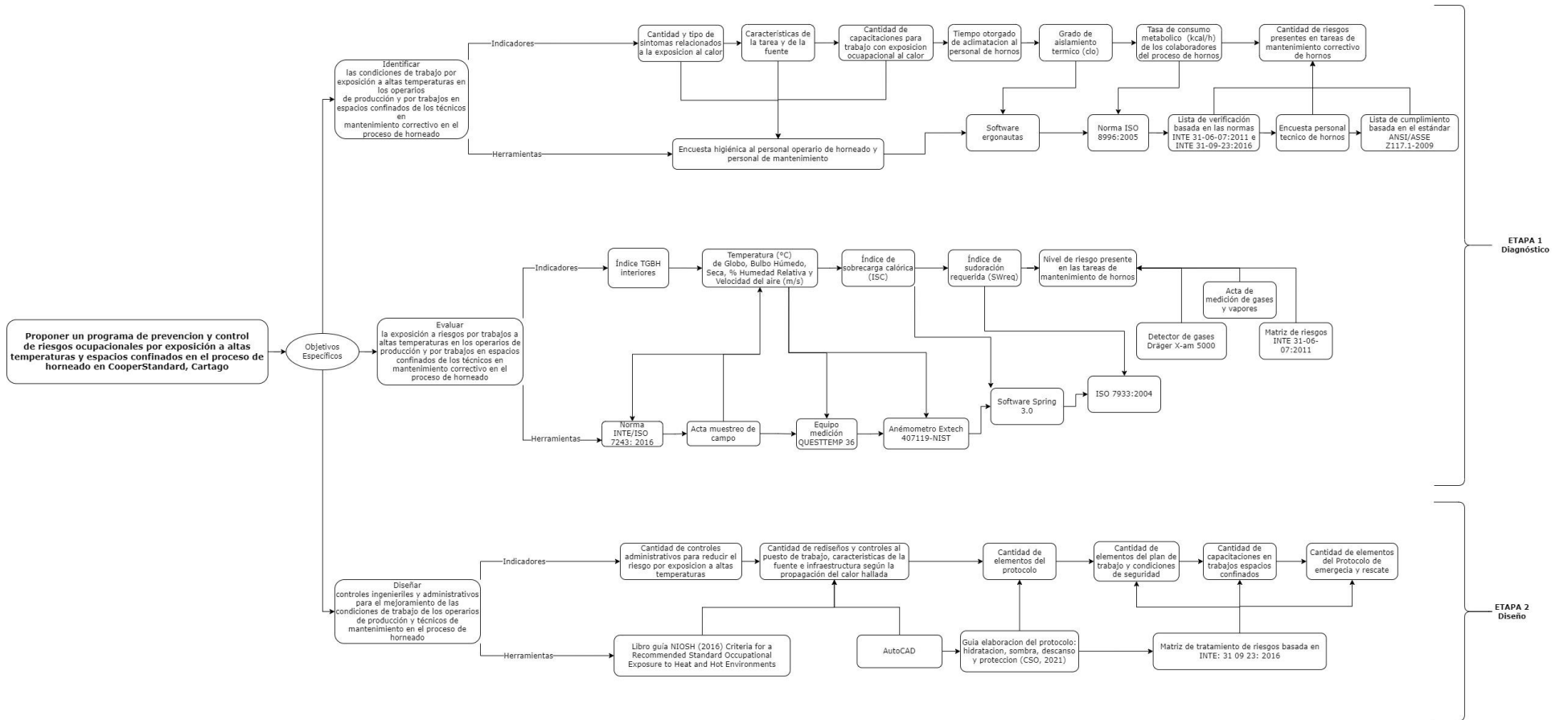
Herramienta para la identificación de riesgos y verificación del nivel de cumplimiento de requerimientos planteados por los estándares internacionales en trabajos de alto riesgo como espacios confinados **(ver apéndice 9)**.

Acta de medición de gases y vapores

Herramienta tipo bitácora, necesaria para llevar un registro y control de los datos con mayor orden y claridad. Es clave para todo higienista contar con un acta de muestreo para poder registrar los datos obtenidos en el momento de la medición de forma más rápida y al finalizar la medición, poder brindar un resumen para mayor interpretación de estos. **(ver apéndice 10)**

F. Plan de análisis

Figura 5. Plan de Análisis



El presente proyecto se desarrolló en dos etapas, en las cuales consta de la realización de los objetivos específicos que se dividen según su enfoque en objetivos de diagnóstico y objetivos de diseño.

Etapas 1.

Desarrollo de los objetivos de diagnóstico

- Identificar las condiciones de trabajo por exposición a altas temperaturas en los operarios de producción y por trabajos en espacios confinados de los técnicos en mantenimiento correctivo en el proceso de horneado.

Para llevar a cabo este objetivo, inicialmente se realizó una observación de campo para conocer el proceso, el área de trabajo y las condiciones propias de las fuentes, trabajo e infraestructura, luego se aplicó una encuesta higiénica al personal operario para identificar las diferentes condiciones de riesgo presentes en las tareas de horneado, donde se recopiló información sobre características de la tarea, puesto y de la fuente, consideraciones de los operarios sobre la exposición a calor, sintomatología relacionada al calor, características de la vestimenta, capacitaciones y datos generales de los operarios como edad, sexo y altura. Todo esto se resumió por medio de estadística con el uso de cuadros y gráficas para mejor interpretación de los datos.

Se utilizó la norma (ISO 8996, 2005) para el cálculo del consumo metabólico (kcal/h) por medio de la metodología de tablas que consta en la observación de tarea y combinación de los valores de la posición del cuerpo, tipo de trabajo y movimiento del cuerpo. Finalmente se utilizó el software online (Ergonautas, 2015) para el cálculo de aislamiento de la ropa (Clo).

Se realizó un proceso de identificación de riesgos sobre las condiciones de trabajo en el proceso de mantenimiento correctivo de hornos por medio de la aplicación de encuestas higiénicas al personal de mantenimiento, una lista de verificación basada en la normativa nacional INTECO y una lista de cumplimiento basada en los estándares de la norma ANSI/ASSE Z117.1-2009, donde posteriormente una vez clasificados cada tipo

de riesgo y su respectiva categorización, se organizó en una matriz de riesgos para la respectiva evaluación.

- Evaluar la exposición a riesgos por trabajos a altas temperaturas en los operarios de producción y por trabajos en espacios confinados de los técnicos en mantenimiento correctivo en el proceso de horneado.

La evaluación de las condiciones termo higrométricas presentes en el área de horneado se llevó a cabo en dos puestos de trabajo, los operarios en el área de entrada de hornos y al operario de salida en hornos, se tomaron como muestra trabajadores del turno 1. Por medio de una bitácora de trabajo se recopilaron los datos arrojados por el equipo QUESTTemp 36 y el anemómetro Extech 407119-NIST cada 30 min. Posteriormente se integraron los datos obtenidos en la fórmula de TGBH interiores que brinda la norma (INTECO, 2016) para determinar si los operarios se encuentran en una situación de estrés o discomfort térmico; todo esto en conjunto con la utilización del software Spring 3.0 para ver el comportamiento de las variables según la ecuación de intercambio térmico y poder determinar la variable crítica.

Además, se realizó una matriz integral de riesgos basada en la norma INTE 31-06-07:2011 donde se categorizó el nivel de riesgo presente en el área de horneado según la lista de verificación basada en la INTE 31-06-07:2011 e INTE 31-09-23:2016 aplicada en el objetivo anterior; y así a la hora de realizar las tareas de mantenimiento correctivo de hornos tener certeza del nivel de riesgo presente.

Etapas 2.

Desarrollo de los objetivos de diseño

- Diseñar controles ingenieriles y administrativos para el mejoramiento de las condiciones de trabajo de los operarios de producción y técnicos de mantenimiento en el proceso de horneado.

Al tener el análisis de todos los datos recopilados y debidamente interpretados sobre la variable termo higrométrica que más influye en las condiciones de trabajo, se plantearon medidas de control administrativas e ingenieriles ajustadas a las condiciones

halladas en el proceso de horneado, las mismas fueron integradas en el programa de control de riesgos por exposición al calor.

Se procedió a confeccionar un plan de trabajo con una serie de recomendaciones para garantizar el bienestar del personal técnico de hornos a la hora de realizar sus tareas basado en la norma (INTECO, 2016), el mismo fue integrado dentro del programa de control de riesgos por calor como un anexo para darle mayor integridad a dicho programa.

VI. Análisis de la situación actual

A. Identificación de las condiciones de riesgo por exposición a altas temperaturas y por trabajos de mantenimiento en el proceso de horneado.

Características de la fuente de calor

La fuente utilizada es un horno de resistencias eléctricas, el cual realiza la soldadura fuerte de cobre en componentes y se utilizan en el proceso de fabricación donde existe la necesidad de unir diseños simples o complejos de conjuntos de juntas. El horno consta de una banda transportadora la cual cruza dos secciones: horno y sistema de enfriamiento.

La primera sección, ‘horno’ está fraccionada en dos áreas de calentamiento por resistencias eléctricas. Asimismo, la sección trabaja bajo atmósfera controlada (Gas exotérmico, NO₂), adicionalmente con una cortina de fuego por medio de gas LP en el ingreso y salida de la banda; para evitar la contaminación dentro de esta unidad.

La segunda sección, ‘sistema de enfriamiento’ se desarrolla en los últimos 8 metros de la banda, por medio de una pared doble de ladrillo en la cual recircula agua; permitiendo la baja de la temperatura de las piezas por soldar en su interior a lo largo de toda la zona.

Figura 6. Características físicas de la fuente en entrada y salida

Entrada de hornos



Salida de hornos



Fuente: CooperStandard, Cartago (2023).

La temperatura máxima de operación del horno es de 2090 °F, donde la misma puede variar según el tipo de componentes que se estén procesando en dicho momento. El diseño de fabricante del horno permite la operación del mismo a altas temperaturas como la descrita anteriormente, por lo que la temperatura de operación no es un problema; el inconveniente principal se debe a que los recubrimientos de este en las bocas de entrada y salida donde se encuentran los quemadores están en muy mal estado (oxidados, incompletos, rotos) y además están hechos con lámina metálica, la cual es un material con baja resistencia térmica y todo esto no garantiza el adecuado aislamiento térmico de la fuente hacia los colaboradores.

Condiciones de trabajo

Descripción de la tarea

Los colaboradores del área de hornos deben de recolectar los componentes preensamblados provenientes desde las diferentes líneas de producción en contenedores, carritos o racks para proceder a aplicarles la soldadura en puntos clave para evitar fugas o temas de calidad del producto de forma manual en una mesa de trabajo.

Como se puede apreciar en la figura 7, en el área de entrada de hornos, la aplicación de la pasta de soldadura se realiza de forma manual por medio de una dosificadora de pasta con accionamiento de pedal para evitar esfuerzos en las muñecas, una vez aplicada la soldadura de forma precisa, se procede a colocar cada componente en la banda del horno, según el acomodo que ingeniería determinó para cada número de parte. En algunos casos, es necesario que el colaborador tenga que, con un trapo de lana, hacer limpieza los componentes debido a que por el tipo de proceso dicho componente contiene aceite para facilitar el preensamble, ya que este aceite altera la calidad de la adherencia de la pasta de soldadura.

Figura 7. Características de la tarea en entrada de hornos



Fuente: CooperStandard, Cartago (2023).

Además, los operarios o técnicos deben de estar vigilando el correcto funcionamiento del horno, asegurándose del acomodo de los tubos en la banda, velocidad de la banda según componente, vigilancia y control de la temperatura del horno y altura de la cortina de entrada para evitar entrada de aire y contaminación del horno.

En el área de salida de hornos como se puede observar en la figura 8, el colaborador debe de esperar los componentes que ya completaron el ciclo del proceso de horneado para proceder a retirarlos de la banda una vez que van saliendo del mismo y colocarlos en los contenedores correspondientes para después ser enviados al proceso de recubrimiento de Zinc-Niquel o ensamble en las líneas de producción según número de parte.

Cabe resaltar que, durante este proceso de recolectar los componentes una vez salidos del horno, el operario debe de estar revisando el acabado, calidad y la eficacia de la adherencia de la soldadura en los puntos clave, porque si no deben de ser devueltos y reprocesados dichos componentes.

Figura 8. Características de la tarea en salida de hornos



Fuente: CooperStandard, Cartago (2023).

Según lo descrito anteriormente, ambos puestos de trabajo del área de hornos (entrada y salida), se deben de realizar diversas tareas en posición de pie y con una serie de movimientos repetitivos. Esto provoca que la ejecución de estos trabajos aumenta la probabilidad de sufrir un agotamiento o cansancio debido a que mantener una postura de pie durante varias horas de trabajo representa un factor de riesgo ergonómico, al igual que la cantidad de movimientos repetitivos que ejecutan. A pesar de que no se requiere de mucho esfuerzo físico para realizar estos trabajos, la repetitividad y las condiciones ergonómicas en cuanto a posturas, pueden llegar a representar factores importantes en el óptimo desempeño de los colaboradores.

Duración de la tarea

Los operarios del área de hornos muestreados de turno 1 trabajan durante 8 horas al día, con un horario de 6 am a 3:36 pm, de lunes a viernes. Las tareas en el área de hornos se realizan de forma continua, es decir, durante la toda la jornada laboral se realizan las mismas tareas sin variación alguna. La recolección de componentes en contenedores y la aplicación de la soldadura a los mismos no poseen un tiempo de realización en específico, varía según agilidad y experiencia en el puesto del operario.

Debido a la demanda de volumen de trabajo en el proceso de hornos, no se realizan tiempos de descanso, ya que la manufactura de los diferentes números de parte que la organización produce es constate y simultánea. Para el caso de los periodos de descanso los operarios cuentan con 15 min para el desayuno-café y 30 min de almuerzo; con libertad para ir al baño cuando sea necesario y permiso para ingerir agua durante la realización de las tareas.

Esto puede representar un factor de riesgo debido a la falta de espacios para el descanso o pausas activas en el personal, con el objetivo de poder disminuir la probabilidad de un agotamiento o cansancio prolongado en los colaboradores durante su jornada laboral.

Grado de aislamiento térmico de la ropa (clo)

El cálculo del grado de aislamiento térmico de la ropa utilizada por los colaboradores del área de hornos se basa en las características y tipo de vestimenta que los mismos utilizan para trabajar durante la jornada laboral. Las prendas que utilizan con más frecuencia según la encuesta higiénica aplicada son: jeans, T-Shirt, guantes, mangas, zapatos y lentes de seguridad, ropa interior y calcetines delgados.

Se utilizaron los datos anteriores en el software online Ergonautas por medio del método AIS para obtener el grado de aislamiento térmico de la ropa (clo) de los colaboradores, el cual es una variable importante en la determinación del grado de exposición ocupacional a altas temperaturas. El resultado obtenido fue de un 0.56 clo, lo que refleja que según la indumentaria más común que utilizan los colaboradores del área de horneado es clasificada como ropa ligera para trabajar.

Tasa de consumo metabólico (kcal/h)

El cálculo del consumo metabólico de los operarios del área de horneado se realizó por medio del método de tablas de la norma (ISO 8996, 2005), el cual consiste en agregar al metabolismo basal, las tasas metabólicas asociadas a la postura del cuerpo, tipo de trabajo y al movimiento del cuerpo; para esto las tablas contienen valores ponderados según cada categorización. Este método es mucho más rápido y práctico de aplicar, debido a que el consumo metabólico es una variable bastante complicada de calcular y tratar, por lo que dicho método es bastante funcional, sin embargo, debido a su enfoque subjetivo contempla un margen de error de +/-20%.

Según el método descrito, el cálculo del consumo metabólico para el caso de los operarios del área de horneado es:

$$M = M.basal + Posicion\ y\ movimiento\ del\ cuerpo + Tipo\ de\ trabajo$$

Donde:

M = metabolismo

0.6 = posición de pie

2 = trabajo con dos brazos

Entonces:

$$M = 1 (kcal/ min) + 0.6 (de\ pie) + 2 (trabajo\ dos\ brazos)$$

$$M = 3.6\ kcal/min$$

Cálculo del consumo metabólico por hora:

$$= 3.6 \left(\frac{kcal}{min} \right) \times 60$$

$$= 216\ kcal/h$$

Por lo tanto, el consumo metabólico del personal del área de hornos es de 216 kcal/h, lo que se deduce que es un consumo metabólico moderado. Esto se debe mayoritariamente a la contribución por de consumo metabólico que generan la cantidad de movimiento repetitivos con dos brazos que realizan los colaboradores, aunado de que todos estos se realizan en una sola posición de pie. Sin embargo, para la aplicación del método del cálculo del índice de TGBH que va a ser utilizado para la evaluación de exposición a altas temperaturas, es necesario cambiar la escala de medición de la tasa metabólica a W/m².

$$1 \text{ W/m}^2 = 0.85986 \text{ kcal/h}$$

Entonces:

$$\begin{aligned} &= \frac{216 \text{ kcal/h}}{0.85986} \\ &= \mathbf{251 \text{ W/m}^2} \end{aligned}$$

Rotación de personal y capacitaciones

El personal de hornos nunca ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a riesgos por exposición a altas temperaturas, únicamente las otorgadas por el departamento de RRHH y el de producción en el momento de otorgar el entrenamiento para calificar al colaborador en la operación. El personal técnico de los hornos, de igual manera no ha recibido capacitaciones en cuanto a riesgos por trabajos en espacios confinados a la hora de realizar las tareas de mantenimiento correctivo de los hornos.

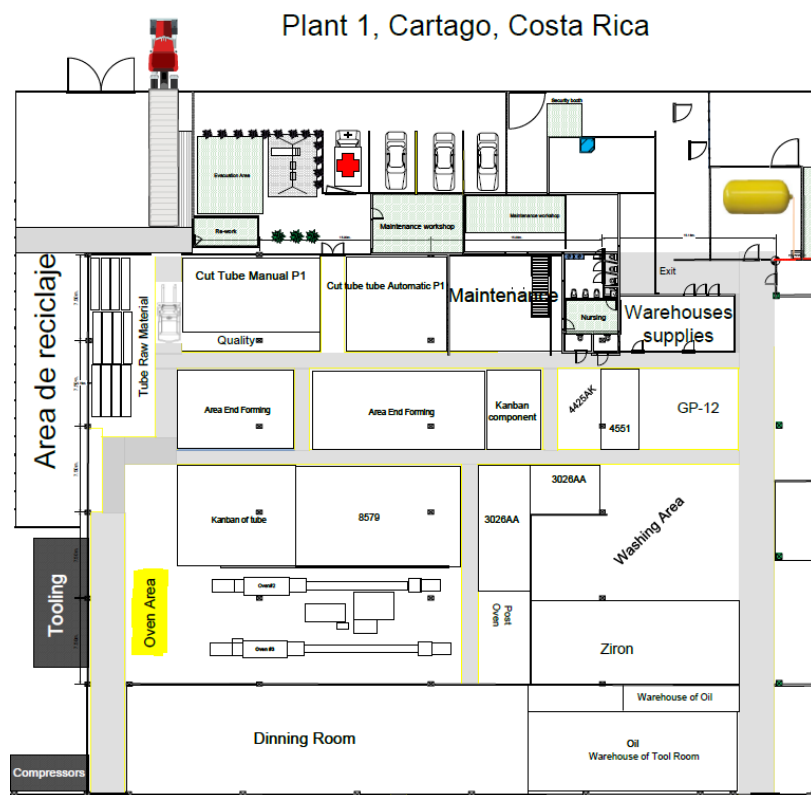
El sistema de rotación de personal en los hornos varía en la asignación de las tareas por realizar al inicio de la jornada por el supervisor del área, los mismos pueden ser designados al área de entrada del horno a coleccionar tubos, adherir pasta y colocar los componentes en la banda o en la salida recolectar los componentes al terminar el ciclo de horneado.

Características del local de trabajo

El área de hornos se encuentra ubicado en la planta 1 de producción de las instalaciones de CooperStandard, Cartago. Como se puede observar en la figura 9, el diseño de la nave industrial consta de una sola nave de local de trabajo y del total de espacio físico con el que se cuenta, 450 m² son destinados para el área de horneado, la altura del local de trabajo es de 9 metros.

El local de trabajo posee condiciones inadecuadas a nivel de infraestructura, como la ausencia de paredes divisorias que impidan que el calor se propague por todo el local de trabajo, los ventiladores existentes están mal ubicados en dirección al operario, falta de aberturas en techos y paredes para una adecuada evacuación del calor y mejorar las renovaciones de aire en el local, ya que solo se cuentan con unas celosías cercanas y la mayoría del tiempo permanecen cerradas por la altura en que se encuentran.

Figura 9. Ubicación física del área de hornos en Planta 1 CooperStandard Cartago



Fuente: CooperStandard, Cartago (2023)

Resultados encuesta higiénica sobre altas temperaturas en área de hornos

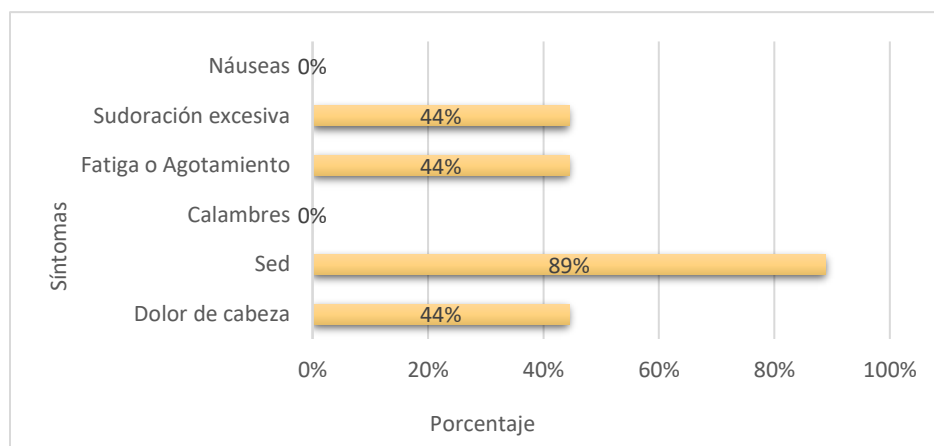
La aplicación de la encuesta higiénica ayudó a identificar diferentes condiciones de trabajo y personales de los colaboradores que pueden estar relacionadas a la exposición ocupacional a altas temperaturas; desde la caracterización del tipo de vestimenta que utilizan los colaboradores, hasta la cantidad y tipo de síntomas que han presentado relacionados al calor.

El promedio de edad de los colaboradores del área de hornos es de 39.11 años y el promedio de años de trabajar en la empresa es de 7.67, lo que indica que, a pesar de ser una población con tiempo considerable de estar en el puesto de trabajo de hornos, posee un riesgo alto y grado de vulnerabilidad importante por exposición prolongada a altas temperaturas debido al factor edad. **(ver apéndice 6).**

Todos los colaboradores encuestados son conscientes de que trabajar bajo exposición a altas temperaturas representa un riesgo para salud **(ver apéndice 6.1)**, sin embargo, solo el 77,78% tiene conocimiento de las consecuencias que dicha exposición podría generarles **(ver apéndice 6.2)**. A pesar de esto, 88,89% de los colaboradores encuestados, consideran que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas y que no han percibido interés por parte de la organización para abarcar esta problemática **(ver apéndice 6.3 y 6.4)**; de modo que un 100% menciona que nunca han recibido capacitación alguna sobre trabajos con altas temperaturas y el 77,78% considera que los controles implementados hasta el día de hoy no han tenido un impacto positivo en la disminución del calor en el área **(ver apéndice 6.5)**.

A pesar de que, según los colaboradores, poseen el hábito de consumo de agua durante la jornada laboral **(ver apéndice 6.6)** y poseer aclimatación en el puesto de trabajo; como se aprecia en la figura 10, la incidencia de síntomas relacionados a la exposición ocupacional a altas temperaturas es notoria en la población, donde síntomas como dolor de cabeza, sed, fatiga y agotamientos son los más frecuentes en presentar.

Figura 10. Cantidad y tipo de síntomas presentes relacionados a la exposición a altas temperaturas



Fuente: elaboración propia (2023)

En consecuencia, se puede evidenciar de que existen una serie de variables como un adecuado proceso de aclimatación, oportunidad de mejora en proceso de hidratación, rotación de personal y presencia de patologías relacionadas a la exposición a altas temperaturas que se derivan de la ausencia de una capacitación del personal de área de hornos expuestos a estas temperaturas.

Encuesta higiénica riesgo tareas de mantenimiento

La aplicación de la encuesta higiénica permitió identificar diferentes condiciones de trabajo y personales asociadas a las tareas de mantenimiento correctivo de hornos realizadas por los técnicos de mantenimiento, desde características propias de la vestimenta para realizarlas, hasta tipos de síntomas relacionados a la exposición a riesgos por trabajos en espacios confinados.

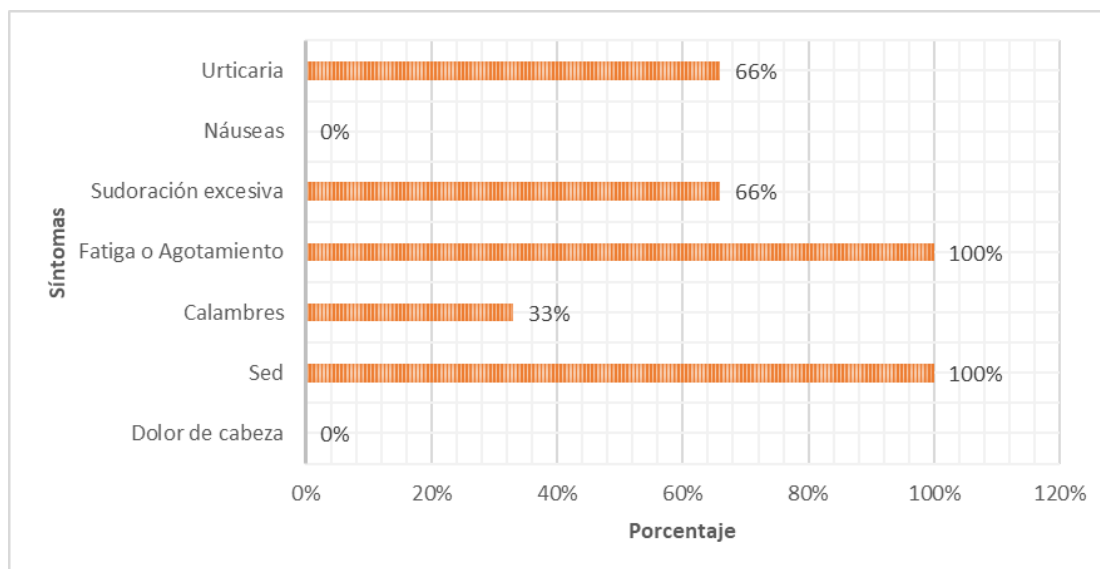
El 66,67% considera que las tareas realizadas en este mantenimiento correctivo de hornos se realizan bajo condiciones peligrosas, que estas representan un riesgo para su salud y si tienen conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a espacios confinados (**ver apéndice 7.1**).

Por otra parte, un 100% menciona que nunca han recibido capacitación alguna sobre trabajos en espacios confinados (**ver apéndice 7.2**). El 66,67% considera que los controles presentes hasta el día de hoy no son suficientes para minimizar los riesgos

presentes y que, a pesar de ello, no perciben interés alguno por parte de la empresa para solventar dicha problemática. (ver apéndices 7.3).

Los técnicos describen que cuando realizan estas labores de mantenimiento correctivo del horno, solo utilizan equipo de protección básico como lentes de seguridad, zapatos de seguridad y mangas para proteger los antebrazos. A pesar de esto, como se puede ver en la figura 11 mencionan que han presentado ciertos síntomas relacionados a la exposición por trabajos en espacios confinados como calambres, fatiga o agotamiento, urticaria, golpes, sed y una sudoración excesiva.

Figura 11. Cantidad y tipo de síntomas presentes relacionados a tareas por mantenimiento correctivo de hornos



Fuente: elaboración propia (2023)

Finalmente, como se puede apreciar, la falta de un plan de trabajo preventivo para tareas de mantenimiento correctivo de hornos, se derivan una serie de variables que califican estos trabajos como de alto riesgo debido a las condiciones inseguras bajo las cuales se realizan, como la falta de capacitación del personal en trabajos en espacios confinados, uso inadecuado de equipo de protección personal, metodologías de trabajo no establecidas y así una serie de variables que se combinan para aumentar el nivel de riesgo ocupacional en los colaboradores a la hora de desarrollar estos trabajos.

Lista de verificación y lista de cumplimiento tareas de mantenimiento correctivo del horno

Con el objetivo de identificar las condiciones de trabajo en las tareas de mantenimiento de hornos y los peligros presentes en dichas labores, se aplicó una lista de verificación basada en las normas INTE 31-06-07:2011 e INTECO 31-09-23:2016 sobre la identificación de peligros y evaluación de riesgos presentes en trabajos en espacios confinados, la misma toma como referencia diferentes áreas de seguridad, higiene y ergonomía en estos trabajos, para después en otras herramientas poder realizar una evaluación del nivel de riesgo presente.

Se realizó una observación no participante de las labores llevadas a cabo en las tareas de mantenimiento correctivo de los hornos, además de la recolección de información de los registros de trabajo ya realizados en ocasiones anteriores. En ella, se aplicó otra lista de verificación de cumplimiento de lineamientos y estándares normativos por parte de ANSI /ASSE Z117.1-2009 para trabajos seguros en espacios confinados (**ver cuadro 7**); de este modo, también se logró identificar que los técnicos de mantenimiento deben ingresar dentro del horno para poder realizar tareas como reemplazo de resistencias, retiro de material interno sobrante (scrap), reparación de paredes y techos del horno (ladrillos y metal), mantenimiento de la banda (soldadura) y limpieza general del mismo.


Figura 12. Características del espacio de trabajo en tareas de mantenimiento de horno



Fuente: CooperStandard, Cartago (2023)


Durante la realización de las tareas anteriormente mencionadas, los técnicos deben permanecer dentro del horno, donde por sus características es un espacio con poca facilidad para una óptima movilidad del colaborador y con el riesgo de presencia de gases y vapores peligrosos. Todas estas condiciones identificadas se pueden resumir en la aplicación de la lista de verificación mostrada en el cuadro 6 y en la lista de cumplimiento en el cuadro 7.

Cuadro 6. Verificación para tareas de mantenimiento correctivo del horno

		Lista de verificación para las tareas en espacios confinados basada en las normas INTE 31-06-07:2011 e INTE 31-09-23-2016	
INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre del evaluador		Moisés Arias S.	
Fecha		09-03-23	
Espacio confinado		Horno	
Marque con una x el peligro que se presenta en el espacio confinado			
Número de ítem	Ítem	Presencia de peligro	Observaciones
PELIGROS FÍSICOS			
1	Ruido (impacto intermitente y continuo)		
2	Iluminación (luz visible por exceso o deficiencia)	x	Inexistencia de luz natural
3	Temperaturas extremas (calor o frío)		
4	Vibración (cuerpo entero o segmentaria)		
PELIGROS QUÍMICOS			
5	Inhalación o ingestión de material particulado (polvos orgánicos e inorgánicos)	x	Posible inhalación de polvo inorgánico, como hollín y polvo de ladrillo
6	Fibras	x	Presencia de fibra de vidrio por material aislante de recubrimiento
7	Gases y vapores		Se realizó un muestreo y no hubo evidencia de riesgos asociados
8	Humos metálicos, no metálicos	x	Riesgo por humos metálicos por soldadura
PELIGROS BIOMECÁNICOS			
9	Postura (prolongada, mantenida, forzada)	x	Movimientos limitados por la dimensión del horno
10	Esfuerzo	x	
11	Movimiento repetitivo		
PELIGROS DE SEGURIDAD			
12	Asfixia por deficiencia de oxígeno		No se detectó nivel peligroso de O ₂ , 20,9%
13	Incendio	x	
14	Explosión		
15	Caídas a distinto nivel	x	
16	Caídas al mismo nivel		
17	Contacto eléctrico directo		
18	Contacto eléctrico indirecto		
19	Caída de herramientas, objetos o material	x	Caída de ladrillos y paredes del horno
20	Choques contra objetos inmóviles	x	Estructura interna del horno
21	Cortes con objetos o herramientas	x	Uso de herramientas manuales
22	Golpes con partes de máquinas (móviles o inmóviles)	x	Golpes por dificultad de movimiento contra estructura interna del horno
23	Proyección de partículas		

Fuente: (Somarribas A. F., 2019). Modificado por autor (2023)

Cuadro 7. Cumplimiento de requisitos para tareas en espacios confinados

		Lista de cumplimiento para las tareas en espacios confinados basada en el estándar ANSI /ASSE Z117.1-2009			
INFORMACIÓN GENERAL					
Nombre del evaluador			Moisés Arias		
Fecha			09/03/23		
Espacio confinado			Horno		
Marque con una x según corresponda: Cumple/ No cumple / No aplica (NA)					
Número de ítem	Ítem	Cumplimiento			Observaciones
		Si	No	NA	
ANTES DE REALIZAR LA TAREA					
1	¿Se realizó un análisis de riesgos sobre los peligros asociados a la tarea?	x			Se realiza inspección previa por medio de un permiso de trabajo
2	¿Se realizó una medición y monitoreo para detectar atmosferas peligrosas?		x		No hay equipo
3	¿Los espacios están correctamente clasificados (Tipo A, B o C)?				
4	¿Se cuenta con el personal necesario y capacitado para la supervisión e ingreso al espacio confinado?		x		El personal nunca ha recibido capacitación para trabajos en espacios confinados
5	¿El personal seleccionado cuenta con una valoración para determinar su actitud psicofísica para ingresar a espacios confinados?		x		No se realizan dichas evaluaciones
6	¿Los trabajadores se encuentran entrenados según los roles a ejecutar?		x		
7	¿Existe un vigilante o monitor para la persona que realiza trabajos en espacios confinados?	x			
8	¿Existen procedimientos de trabajo para ingresar a realizar tareas al espacio?		x		
9	¿Se realizó la inspección de equipos, herramientas y existe la certeza de que todo se encuentra en perfecto estado para ingresar al espacio?		x		Queda a criterio y responsabilidad de los técnicos la revisión de estos
10	¿Se estableció el modo seguro de utilizar los equipos y herramientas?		x		
11	¿Se brinda al personal EPP de acuerdo con la clasificación del espacio confinado?		x		Únicamente utilizan lentes de seguridad, zapatos de seguridad y mangas
12	¿Este EPP es revisado antes de ingresar al espacio?		x		No hay evidencia de revisión
13	¿Se le realiza mantenimiento preventivo al EPP?		x		No hay evidencia

14	¿Se cuenta con procedimientos, equipos para la comunicación entre los entrantes y el vigilante?	x			Se utiliza comunicación por radio entre los involucrados en las tareas
15	¿El equipo de medición es de lectura directa y cuenta con alarma de peligro por la detección de una atmosfera peligrosa?		x		
16	¿El equipo de medición se encuentra calibrado?		x		
17	¿Se le realizan pruebas de funcionamiento al equipo de medición de lectura directa antes de su uso? (verificación de los parámetros establecidos según la normativa)		x		
18	¿Se realizo una debida inspección y demarcación del espacio?	x			
19	¿Se han bloqueado y etiquetado todas las fuentes de energía peligrosa, fluidos, presión entre otras, por medio del uso de tarjetas y candados, así como de equipos o dispositivos?	x			
20	¿Los trabajadores cuentan con permisos de trabajo para ingresar a espacios confinados?	x			
21	¿Se brinda información, capacitación y entrenamiento al personal seleccionado para realizar tareas en espacios confinados?		x		
22	¿Se cuenta con un plan de rescate probado, personal de rescate y equipos disponibles para atender en caso de una emergencia?		x		No se cuenta con plan de rescate, pero si con equipo de primeros auxilios cercano
Porcentaje de cumplimiento					
$\frac{\text{Cantidad de items que cumple}}{\text{Cantidad total de items}} * 100$					27.27%
DURANTE LA REALIZACION DE LA TAREA					
24	¿Se coloca de forma visible en la entrada del espacio confinado) el permiso de ingreso que se emitió para realizar las tareas correspondientes?	x			
25	¿Se realiza el monitoreo de las condiciones atmosféricas durante la realización de las tareas?		x		
26	¿Se registran las mediciones con la periodicidad definida?		x		
27	¿Los trabajadores con permiso de entrada son los únicos que ingresan?	x			
28	¿Existe señalización para el ingreso a los espacios?	x			
29	¿El monitor o vigilante esta siempre presente mientras se realizan las tareas dentro del espacio?	x			

30	¿El monitor mantiene una comunicación constante con el trabajador que está dentro del espacio?	x			
31	¿El trabajador al interior del espacio comunica al monitor sobre las condiciones inseguras que identifica durante el desarrollo de sus actividades? ¿De qué manera lo hace y que procede con esa información?	x			
32	¿Existe ventilación al realizar las tareas dentro del espacio?	x			
33	¿Existe iluminación al realizar las tareas dentro del espacio?	x			
Porcentaje de cumplimiento					
$\frac{\text{Cantidad de items que cumple}}{\text{Cantidad total de items}} * 100$					80%
DESPUES DE LA REALIZACION DE LA TAREA					
34	¿El permiso de trabajo es cerrado después de terminar los trabajos en espacios confinados?	x			
35	¿El área de trabajo queda limpia y ordena (Se recogieron todos los elementos, equipos, residuos, entre otros).	x			
36	¿Se cerró de manera adecuada el ingreso y salida del espacio confinado?	x			
37	¿Se llevo a cabo de manera segura el establecimiento de todas las energías y se retiraron todos los elementos de bloqueo y etiquetado?	X			
38	¿El colaborador da aviso al encargado del equipo sobre la finalización de la tarea?	x			
39	¿El operario entrega el permiso de entrada para llevar a cabo su registro y archivo?	x			
40	¿Se realiza descontaminación o desinfección al EPP?		x		
41	¿El EPP personal es almacenado en un lugar ventilado?		x		
Porcentaje de cumplimiento					
$\frac{\text{Cantidad de items que cumple}}{\text{Cantidad total de items}} * 100$					75%

Fuente: (Somarribas A. F., 2019). Modificado por autor (2023)

Según los cuadros anteriores, se puede apreciar de que existe un nivel de incumplimiento de prevención de riesgos antes, durante y después de las tareas realizadas en las labores de mantenimiento de hornos, donde solo un 27% de los requerimientos y recomendaciones de prevención antes del inicio de las tareas son cumplidos o llevados a cabo de manera efectiva. Es importante mencionar de a pesar de que se cuenta con permisos de trabajo internos donde se debe realizar una valoración previa de las condiciones de trabajo antes de realizar las tareas en espacios confinados, existen muchas deficiencias en cuanto a prevención de riesgos por medio de utilización de procedimientos, metodologías de trabajo, equipos de medición, entrenamiento y capacitación al personal e inspección de los equipos o herramientas por utilizar.

Por lo tanto, se refuerza la intención de poder realizar un plan de trabajo preventivo para labores en espacios confinados, específicamente en mantenimiento correctivo de hornos, para así evitar cualquier eventualidad en dichas labores.

B. Evaluación de la exposición a riesgos por altas temperaturas y espacios confinados en el proceso de horneado.

Condiciones termo higrométricas y cálculo de índice TGBH

Las mediciones realizadas en los puestos de entrada y salida de hornos se llevaron a cabo durante 4 días de trabajo cada uno, en un periodo de nueve horas laborales por día, el horario evaluado fue de 7:00 a.m. a 4:00 p.m. y se tomaron las muestras cada 30 minutos al día. Esta metodología empleada representa el 80% de la jornada laboral por semana de los trabajadores del área de horneado, con el objetivo de tener mayor representatividad de la situación actual de trabajo en dicha área. Se registró en una bitácora de muestreo, todos los datos obtenidos en los cuatro días de evaluación de ambos puestos de trabajo evaluados (ver apéndices 8 y 9).

Evaluaciones puesto-entrada de hornos

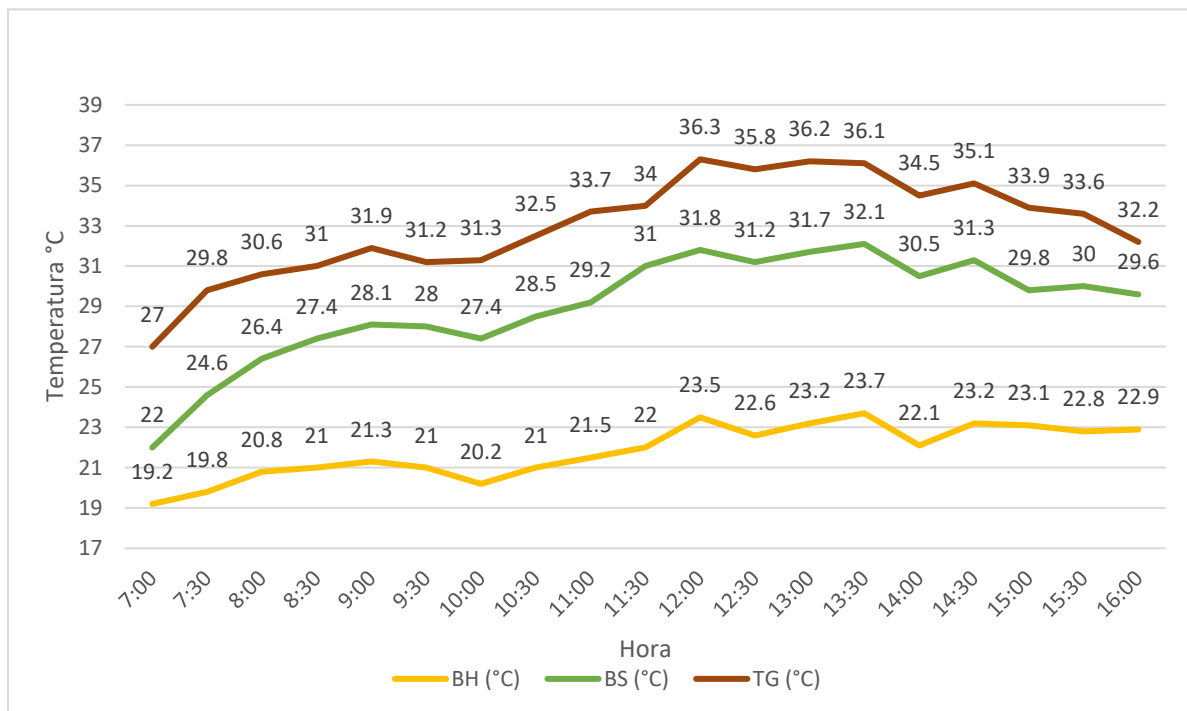
De acuerdo con los resultados, como se logra observar en el cuadro 8, el día dos presento las condiciones de temperatura más bajas y así con el índice de TGBH en comparación a los días uno, tres y cuatro. Los días tres y cuatro fueron los que presentaron condiciones de temperaturas más críticas, dando como resultados índices de TGBH para interiores de 27,6 °C y 27,5 °C cercanos al límite permitido (28 °C) de acuerdo con el consumo metabólico promedio de la persona trabajadora en el puesto, que según la norma INTE/ISO 7243:2016 (ver anexo 1) ya corresponde a un nivel de alarma y acción ante el riesgo por estrés térmico de los colaboradores.

Cuadro 8. Resumen valores máximos alcanzados por días en puesto entrada hornos

Día	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH °C obtenido (interiores)	Limite TGBH °C (interiores)
1	46	23.1	30.1	35.1	3	26.6	28
2	41	22.4	30.2	33.8	3	25.8	28
3	37	23.7	32.1	36.1	2.5	27.6	28
4	36	23.8	32.3	36.3	2	27.5	28

Tomando como referencia la información del cuadro anterior, se puede concluir que el día con los valores más críticos en cuanto a comportamiento de las condiciones termo higrométricas fue el día 3, con temperaturas de 23,7°C, 32,1°C y 36,1°C, para la temperatura de bulbo húmedo (BH), bulbo seco (BS) y de globo (TG) respectivamente, con una humedad relativa de 37% y una velocidad del viento máxima de 3 m/s, para lo cual se registró un índice de TGBH para interiores crítico de 27,6 °C. En la siguiente figura 13 se puede interpretar el comportamiento de las variables termo higrométricas completas durante el día 3 muestreado.

Figura 13. Comportamiento de variables termo higrométricas durante muestreo día 3 puesto entrada hornos



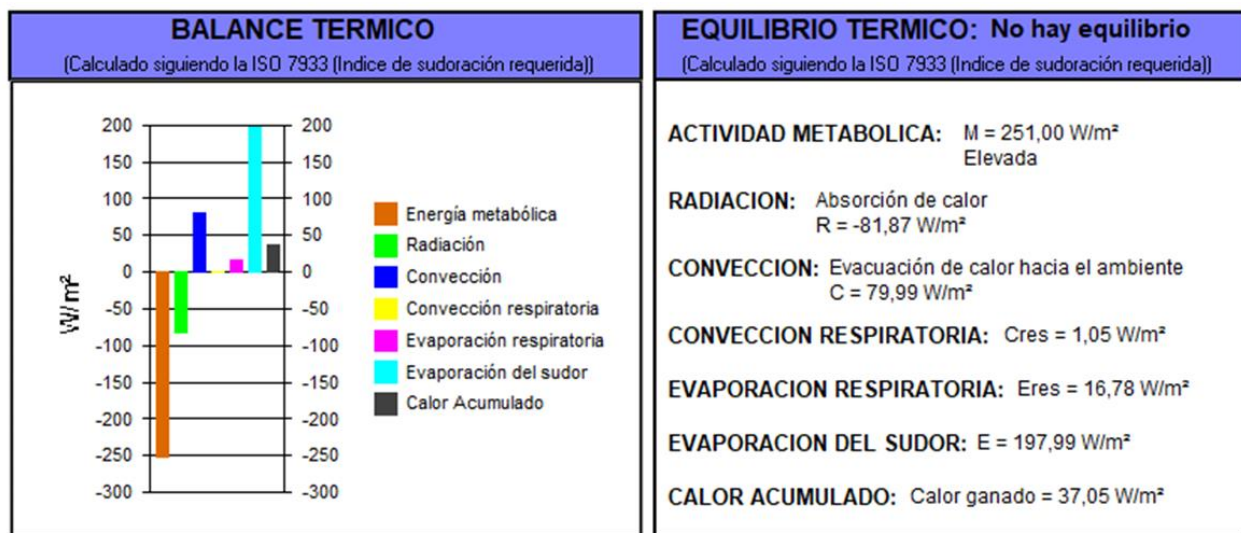
Fuente: elaboración propia (2023)

Para tener una mejor comprensión del comportamiento de las variables termo higrométricas del día 3 en el puesto de entrada de hornos, el cual fue el día crítico en mediciones, se utilizó el software Spring 3.0; esto permitió interpretar y graficar las variables en la ecuación de intercambio térmico para verificar si en el puesto de trabajo existe o no un equilibrio térmico para los operarios de producción según todas las variables ya cuantificadas.

Como se puede observar en la figura 14, el comportamiento de las variables termo higrométricas en la ecuación de intercambio térmico, reflejan que no hay un equilibrio en

la misma. Se puede interpretar que la variable de absorción por calor radiante posee incidencia en el equilibrio con un aporte desfavorable de $81,87 \text{ W/m}^2$ y esto se debe al aporte por calor radiante proveniente de la fuente con la que el colaborador tiene exposición. Además, el consumo metabólico por la actividad que se realiza se considera elevado según normativa, esto se puede deber a que toda la jornada laboral los colaboradores deben permanecer de pie, sin embargo, esta variable es la más difícil de interpretar y controlar debido a diferentes factores que la determinan como posición del cuerpo, tipo de actividad, características de la persona y demás otros.

Figura 14. Resultados día crítico (día 3) puesto entrada hornos en software Spring 3.0



Fuente: Software Spring 3.0

Una vez realizado el análisis de los datos y la interpretación de los mismos, se puede concluir que existe un riesgo por estrés térmico en los colaboradores del puesto de entrada de hornos, esto porque se sobrepasan los índices máximos permitidos de TGBH para interiores y en la ecuación de intercambio térmico no hay un equilibrio de la misma, por lo que según las especificaciones de la norma INTE/ISO 7243:2016, una vez identificado dicho riesgo es necesario hacer el cálculo de índice de sobrecarga térmica, tiempo máximo permisible de permanencia en el puesto y el índice de sudoración requerida (SWreq).

Indice de sobrecarga calórica (ISC)

El índice de sobrecarga calórica (ISC) en los colaboradores expuestos en la entrada del horno es muy severa, esto se puede apreciar en la figura 15, donde el porcentaje de ISC corresponde un 83,42 %, el cual no define un tiempo máximo de exposición, sin embargo, dicha exposición a largo plazo posee alta probabilidad de generar sintomatología relacionada con la exposición prolongada a altas temperaturas.

Figura 15. Índice de sobrecarga calórica para el puesto de entrada de hornos



Fuente: Software Spring 3.0

Indice sudoración requerida (SWreq)

El cálculo del índice de sudoración requerida (SWreq) permite conocer el ritmo de producción de sudor que el cuerpo requiere para mantener el equilibrio térmico. Se utilizó el software Spring 3.0 para obtener los valores de criterio de alarma y criterio de peligro para personas aclimatadas y no aclimatadas para el puesto de entrada de hornos.

Como se puede observar en la figura 16, la duración límite de exposición (DLE) para una persona aclimata en el puesto de entrada de hornos es de 377,49 minutos (6 horas) y para una persona no aclimatada es de 80,97 min (1,5 horas), en caso de que

algún colaborador supere estos tiempos tiene un alto riesgo de sufrir consecuencias debido al calor acumulado por estrés térmico. En el caso del índice de sudoración requerida para una persona aclimatada y no aclimata, los niveles de alarma son de 238 W/m² y 200 W/m².

Figura 16. Índice de sudoración requerida (SWreq) para el puesto entrada hornos

PERSONAS NO ACLIMATADAS:	CRITERIO DE ALARMA:	CRITERIO DE PELIGRO:
Humedad prevista de la piel (wp):	0,14	0,17
Tasa de evaporación (Ep, en W/m²):	197,99	235,04
Tasa de sudoración (SWp, en W/m²):	200,00	238,42
Cantidad de sudoración prevista (D, en g/h):	520,00	619,88
Duración límite de la exposición (DLE, en min):	80,97	314,58
PERSONAS ACLIMATADAS:	CRITERIO DE ALARMA:	CRITERIO DE PELIGRO:
Humedad prevista de la piel (wp):	0,17	0,17
Tasa de evaporación (Ep, en W/m²):	235,04	235,04
Tasa de sudoración (SWp, en W/m²):	238,42	238,42
Cantidad de sudoración prevista (D, en g/h):	619,88	619,88
Duración límite de la exposición (DLE, en min):	377,49	Ilimitado

Fuente: Software Spring 3.0

Evaluaciones puesto-salida de hornos

Como se logra observar en el cuadro 9, los resultados obtenidos en la evaluación realizada durante los cuatro días según la estrategia de muestreo planteada en el puesto de salida de hornos, el día uno presento las condiciones de temperatura más bajas y así con el índice de TGBH en comparación a los días dos, tres y cuatro, sin embargo, todos los días evaluados superaron el límite de TGBH para interiores. Los días dos, tres y

cuatro fueron los que presentaron condiciones de temperaturas más críticas, dando como resultados índices de TGBH para interiores de 28,5 °C, 28,6 °C y 29,6 °C sobrepasando al límite permitido (28 °C) de acuerdo con el consumo metabólico promedio de la persona trabajadora en el puesto, que según la norma INTE/ISO 7243:2016 (**ver anexo 1**) ya corresponde a un nivel de alarma y acción ante el riesgo por estrés térmico de los colaboradores.

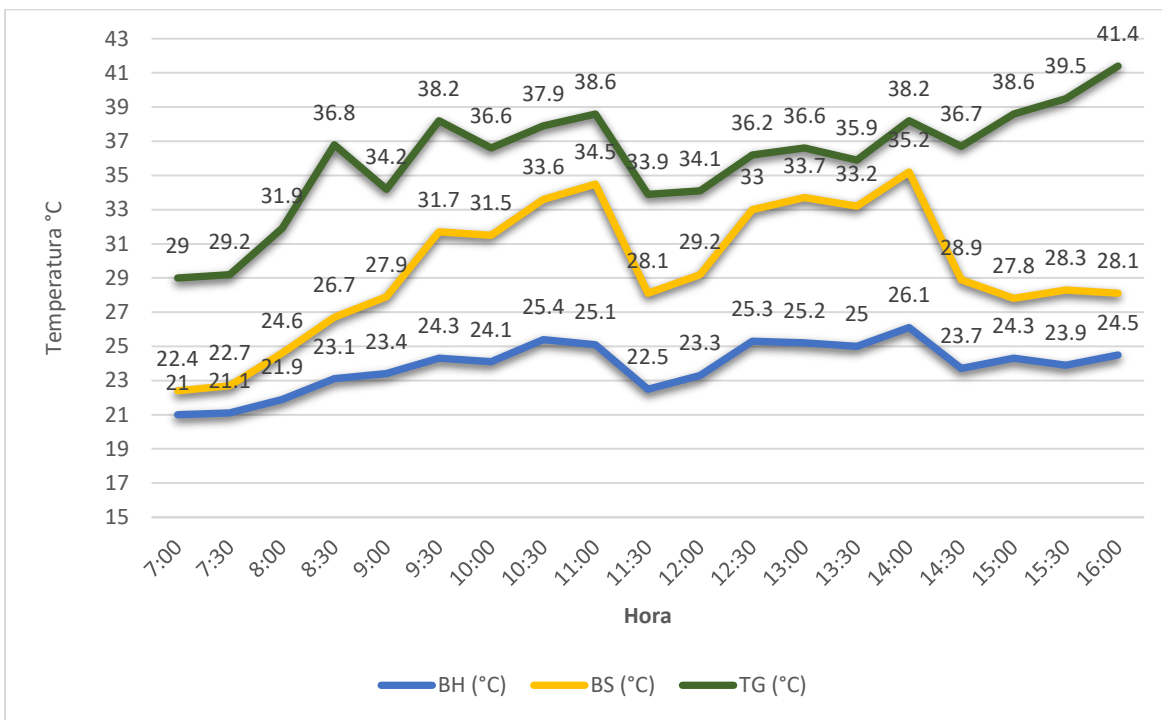
Cuadro 9. Resumen valores máximos alcanzados por días en puesto salida de hornos

Día	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores) °C	Límite TGBH interiores °C
1	28	23.3	32	37.1	0	27.4	28
2	31	24	34.5	38.9	0	28.5	28
3	36	24.4	31.8	39	0.5	28.6	28
4	32	26.1	35.2	38.2	0	29.6	28

Según el cuadro anterior, se puede concluir que el día crítico en las mediciones realizadas al puesto de salida de horno fue el día cuatro, donde se alcanzó un TGBH de 29,6 °C, sobrepasando de manera considerable el límite permitido. A pesar de que el día cuatro presentó irregularidades atmosféricas como lluvia fuerte durante la evaluación, se registraron temperaturas de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco y temperatura de globo de 26,1 °C, 35,2 °C y 38,2 °C respectivamente. La velocidad del viento es poco variable en el puesto según mediciones, ya que poseen un ventilador donde el mismo genera de forma continua 0,5 m/s de corriente de aire, sin embargo, la mayoría de la jornada laboral no hacen uso de este, ya que el mismo podría llegar a beneficiar al colaborador en la sensación térmica, pero además es necesario realizar un ajuste en la orientación de los ventiladores.

En la figura 17, se puede observar el comportamiento de las variables termo higrométricas durante toda la jornada laboral del día cuatro de evaluación.

Figura 17. Comportamiento de las temperaturas de bulbo húmedo, seco y globo durante el muestreo del día 4 en puesto salida hornos



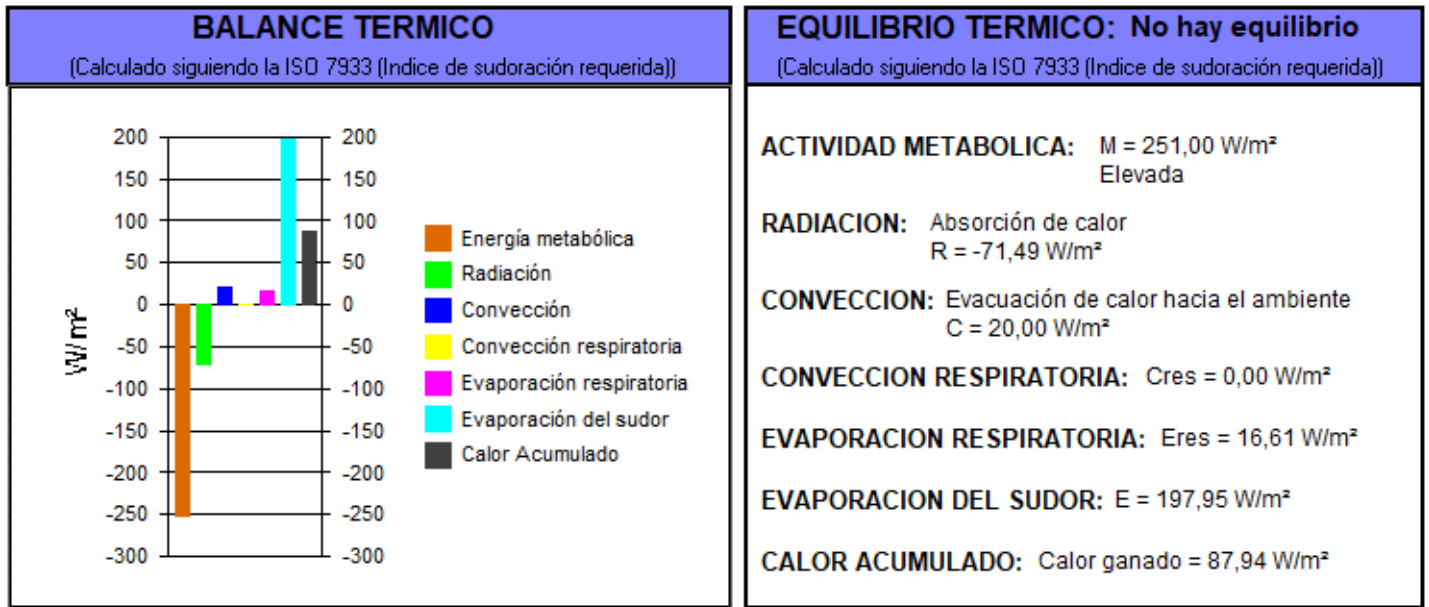
Fuente: elaboración propia (2023)

De igual forma, como se realizó en el puesto de entrada de hornos, se procedió a utilizar el software Spring 3.0 para analizar el comportamiento de las variables termo higrométricas que definieron al día cuatro de muestreo como el más crítico en el puesto de salida de hornos. Como se puede observar en la figura 18, es necesario interpretar que existe mucha incidencia de aporte por calor radiante y actividad metabólica, donde el aporte por calor radiante se debe nuevamente por las características de la fuente y las fugas de calor que este puede presentar. Se presenta un aporte desfavorable de 71,49 W/m² de calor radiante y la actividad metabólica registrada se considera elevada, pero la misma es un variable difícil de abarcar por las modificaciones que hay que realizar en cuanto a tipo de tareas, características de la persona, posición del cuerpo, esfuerzo y demás.

Se interpreta en el software poca efectividad en la disminución de calor por convección y convección respiratoria, el factor que puede estar perjudicando estas variables es la poca ventilación en el área menor a 3 m/s, sin embargo, si se aumenta la

ventilación del área con las condiciones de aporte por calor radiante presente, puede llegar a ser contraproducente debido a la recirculación de calor y aire caliente, donde puede aumentar el calor acumulado de forma considerable.

Figura 18. Resultados día crítico (día 4) puesto salida hornos en software Spring 3.0



Fuente: Software Spring 3.0

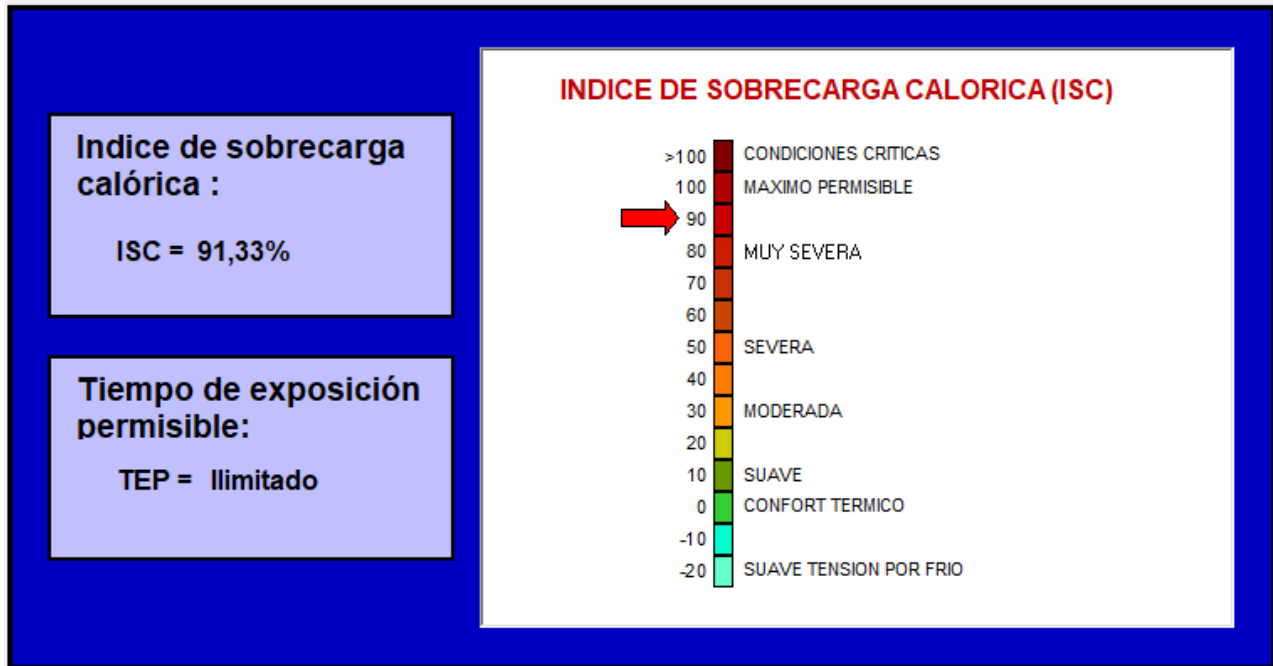
De la misma forma, una vez realizado el análisis de los datos y la interpretación de los mismos, se puede concluir que para el puesto de salida de hornos también existe un riesgo por estrés térmico en los colaboradores, esto porque de igual manera se sobrepasan los índices máximos permitidos de TGBH para interiores y en la ecuación de intercambio térmico no hay un equilibrio de la misma debido a la variable de calor radiante, por lo tanto, necesario hacer el cálculo de índice de sobrecarga térmica, tiempo máximo permisible de permanencia en el puesto y el índice de sudoración requerida (SWreq).

Índice de sobrecarga calórica (ISC)

El índice de sobrecarga calórica (ISC) en los colaboradores expuestos en la salida del horno es muy severa y cercana al límite de exposición permisible, esto se puede apreciar en la figura 20, donde el porcentaje de ISC corresponde un 91,33 %, el cual no define un tiempo máximo de exposición, sin embargo, dicha exposición a largo plazo

posee alta probabilidad de generar sintomatología relacionada con la exposición prolongada a altas temperaturas a los colaboradores del área de horneado.

Figura 19. Índice de sobrecarga calórica para el puesto de salida de hornos



Fuente: Software Spring 3.0

Índice sudoración requerida (SWreq)

Los resultados del índice de sudoración requerida (SWreq) para el puesto de salida de hornos se reflejan en el cuadro XX, donde para una persona aclimata y no aclimata, los valores de alarma son de 264,20 W/m² y 200 W/m² respectivamente.

La duración máxima de exposición (DLE) de igual forma, permite determinar el tiempo máximo que puede estar el colaborador en el puesto de trabajo sin llegar a sufrir un desequilibrio térmico por la acumulación de calor, para un colaborador aclimatado el criterio de alarma es de 340,65 minutos (5,6 horas) y no aclimatado 56,90 minutos (1 hora).

Figura 20. Índice de sudoración requerida (SWreq) para el puesto salida hornos

PERSONAS NO ACLIMATADAS:	CRITERIO DE ALARMA:	CRITERIO DE PELIGRO:
Humedad prevista de la piel (wp):	0,32	0,38
Tasa de evaporación (Ep, en W/m²):	190,07	231,57
Tasa de sudoración (SWp, en W/m²):	200,00	250,00
Cantidad de sudoración prevista (D, en g/h):	520,00	650,00
Duración límite de la exposición (DLE, en min):	56,90	300,00

PERSONAS ACLIMATADAS:	CRITERIO DE ALARMA:	CRITERIO DE PELIGRO:
Humedad prevista de la piel (wp):	0,40	0,40
Tasa de evaporación (Ep, en W/m²):	242,79	242,79
Tasa de sudoración (SWp, en W/m²):	264,20	264,20
Cantidad de sudoración prevista (D, en g/h):	686,92	686,92
Duración límite de la exposición (DLE, en min):	340,65	454,20

Fuente: Software Spring 3.0


Evaluación del riesgo en tareas de mantenimiento correctivo de hornos

De acuerdo con los resultados encontrados en la etapa de identificación de riesgos en las tareas de mantenimiento correctivo de hornos por medio de los instrumentos y herramientas aplicados (ver cuadro 6 y 7), es necesario realizar una evaluación del nivel de estos riesgos y la prioridad de criterio de intervención que deben de tener para poder mitigar la probabilidad de que ocurran eventualidades derivadas de estos riesgos identificados.

Se realizó un muestreo de un día de las concentraciones de gases y vapores presentes dentro horno, esto por medio de la ayuda de un técnico de hornos, se introdujo el medidor de gases por la banda hasta la mitad del horno y los resultados obtenido se pueden ver en el cuadro 10, donde no sobrepasaron los límites de concentración de cada uno de los gases medidos y el porcentaje de oxígeno fue óptimo dentro del rango permitido de 19,5-21,5 %. Es importante mencionar que las mediciones no se realizan

durante las tareas propias de mantenimiento, únicamente dentro del espacio de trabajo sin intervención alguna.

Cuadro 10 Resultados muestreo de gases y vapores presentes dentro del horno

					
Fecha	13/03/2023		Evaluador	Moisés Arias	
Espacio confinado a evaluar	Horno		Comentarios		
			Muestreo realizado durante horno detenido y sin realización de tareas de mantenimiento, ausencia del total de condiciones presentes regularmente		
Gas para monitorear	Niveles permitidos según INTE 31-08-04	NIOSH REL (ppm)		IDLH (ppm)	
Porcentaje de oxígeno (O ₂ %)	19.5 a 23.5	-		-	
Monóxido de carbono (CO ppm)	Menos de 20	TWA 35 CL 200		1200	
Dióxido de carbono (CO ₂ ppm)	Menos de 100	TWA 5000 ST 30000		40000	
Porcentaje del límite inferior de explosividad del metano (%LEL de CH ₄)	Menos de 10	-		-	
Sulfuro de hidrógeno (H ₂ S ppm)	Menos de 10	CL 10 (10 minutos)		100	
Hora	O ₂ %	CO (ppm)	CO ₂ (ppm)	LEL CH ₄ (%)	H ₂ S (ppm)
8 am	20.9	0	0	0	0
12 pm	20.5	0	0	0	0
2 pm	20.9	0	0	0	0

Fuente: elaboración propia (2023)

En el siguiente cuadro 11, se organizaron cada una de las condiciones identificadas previamente y sus respectivos riesgos asociados, se les aplicó una evaluación de consecuencia, deficiencia, exposición y probabilidad de ocurrencia, para así poder determinar el nivel de riesgo y su respectiva prioridad de intervención basada en la metodología de categorización del riesgo de la INTE/ISO T55:2011.

Cuadro 11. Valoración del nivel de riesgo presente en las tareas de mantenimiento correctivo de hornos

Ocupación	Tarea	Peligro	Riesgo	Controles propuestos	Responsable	C	D	E	P	NRR	Nivel de Intervención
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Espacio confinado	Atrapamiento	Plan de emergencia y rescate	Departamento HSE	100	6	1	6	600	I
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Posturas forzadas	Lesiones musculoesqueléticas	Capacitación, equipos y método de trabajo para facilitar movilidad	Departamento HSE	10	6	1	6	60	III
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Llamas abiertas	Quemaduras	Aplicación LOTO en válvulas de gas y conexión eléctrica	Técnico de mantenimiento	60	2	1	2	120	III
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Gases y vapores	Asfixia	Muestreo y monitoreo de gases y vapores en el lugar de trabajo; uso de EPP respiratorio	Técnico de mantenimiento y departamento HSE	100	6	1	6	600	I
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Fibra de vidrio	Lesiones dérmicas o cutáneas (urticaria)	Utilización de EPP como guantes y mangas, retirar fibras antes del ingreso al espacio	Técnico de mantenimiento	10	6	1	6	60	III
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Humos metálicos	Inhalación de humos metálicos pesados por soldadura	Uso de EPP respiratorio	Técnico de mantenimiento	10	2	1	2	20	IV

Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Deficiencia de iluminación	Golpes	Utilización de fuentes de iluminación artificial como linternas industriales	Departamento HSE y Técnico de mantenimiento	25	6	1	6	150	II
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Posturas forzadas	Lesiones musculoesqueléticas	Capacitación sobre prevención de riesgos ergonómicos y aplicación de métodos evaluación ergonomía	Departamento HSE	25	2	1	2	50	III
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Exposición a químicos	Inhalación polvos orgánicos o inorgánicos	EPP respiratorio para evitar inhalación de polvos de ladrillo u hollín residual del horno	Técnico mantenimiento	10	2	2	4	40	III
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Partes en movimiento de las máquinas	Golpe o atrapamiento con la banda del horno	Aplicación de LOTO a las fuentes de energía	Técnico mantenimiento	25	0	1	0	0	IV
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Incendio	Material combustible y fuentes de calor cercanas	Capacitación, permiso de trabajo, inspección previa, protocolo de emergencia y extintor cercano	Departamento de HSE y Técnico de mantenimiento	100	2	1	2	200	II
Técnico mantenimiento	Mantenimiento correctivo de hornos	Capacitación	Actos inseguros y carencia de prevención de riesgos	Capacitación al personal y análisis de riesgos asociados	Departamento de HSE y Técnico de mantenimiento	100	6	1	6	600	I

Técnico de Mantenimiento	Mantenimiento terrazas	Ausencia uso de EPP	Enfermedades laborales o lesiones	Capacitación, compra y uso de EPP requerido según análisis de riesgos	Departamento de HSE y Técnico de mantenimiento	60	6	1	6	360	II
Técnico de Mantenimiento	Aplicación de químicos	Partes o equipos calientes	No adecuado enfriamiento del horno	Inspección de las condiciones internas de horno, definir protocolo de ingreso	Departamento de HSE	60	2	1	2	120	III
Técnico de Mantenimiento	Reparaciones eléctricas	Partes inmóviles o superficies peligrosas	Golpes por caída de ladrillos o paredes internas del horno	Uso de EPP, inspección previa de las condiciones, herramientas de soporte	Departamento de HSE y Técnico de mantenimiento	60	2	1	2	120	III

Fuente: elaboración propia (2023). Basado en los estándares (INTECO, 2011)

Como se pudo observar, según el criterio de intervención, existen diversos riesgos asociados a las tareas de mantenimiento correctivo de hornos que deben ser abarcadas de forma prioritaria para evitar accidentes de trabajo durante su realización. Condiciones como carencia de un plan de emergencia y rescate, ausencia de medición de la concentración de gases y vapores durante las tareas y la no capacitación al personal son los riesgos evaluados con un nivel de intervención categoría I, lo que según la norma INTE T55:2011, corresponde a una condición crítica y debe ser corregida de forma inmediata.

Finalmente, se evaluaron varios riesgos ergonómicos, químicos y físicos con una categoría de intervención II y III, los cuales también son importantes y la norma específica que, aunque no sean críticos se deben de corregir en la medida de lo posible.

VII. Conclusiones

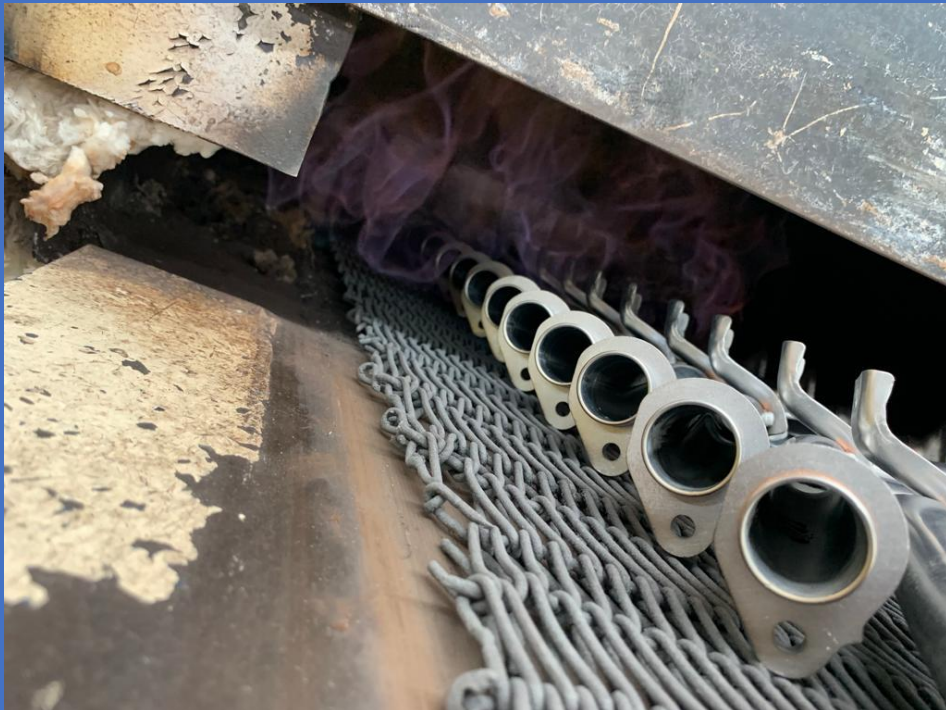
- Los operarios de los puestos de entrada y salida de hornos están expuestos a riesgo por estrés térmico, debido a que ambas evaluaciones de TGBH interiores sobrepasaron los límites para personas aclimatadas permitidos por la norma (28 °C), donde se obtuvieron valores de 27,5 °C y 29,5 °C respectivamente.
- El desequilibrio térmico en los colaboradores es ocasionado principalmente por un aporte de calor radiante de 38,2 °C proveniente del horno y consumo metabólico 251 W/m² por las características de las actividades que realizan.
- Las tareas de mantenimiento correctivo de horno presentan condiciones en espacios confinados con un grado de intervención inmediato e importante, debido al nivel de riesgo crítico por exposición ocupacional que representan para los técnicos de mantenimiento a la hora de desempeñarlas.
- Se identifica la necesidad de la implementación de controles ingenieriles y administrativos para abarcar el riesgo por estrés térmico en los operarios de horneado y mejorar las condiciones de trabajo presentes en las tareas de mantenimiento correctivo de hornos.

VIII. Recomendaciones

- Para eliminar el riesgo por estrés térmico en los colaboradores del área de hornos es necesario reducir el aporte por calor radiante de la fuente.
- Mejorar las metodologías de trabajo e instrumentos de los operarios del área de horneado para disminuir el aporte por calor originado por la tasa metabólica.
- Capacitar y certificar por un ente externo a los técnicos de mantenimiento de hornos y áreas similares en trabajadores calificados para trabajos en espacios confinados.
- Elaborar un plan de trabajo preventivo para tareas de mantenimiento correctivo de hornos.
- El programa de prevención y control de riesgos por exposición ocupacional a altas temperaturas y espacios confinados se debe ampliar a otros departamentos y áreas de producción de la organización, donde existen condiciones similares de trabajo como tanques de lavado y soldadura.

IX. Alternativas de Solución

Programa de prevención y control de riesgos por exposición a altas temperaturas y espacios confinados en el proceso de horneado



Moisés Arias Salas
CooperStandard, Cartago
2023

1.	Generalidades	5
	Introducción	5
	Definiciones	6
2.	Liderazgo.....	7
	Propósito	7
	Objetivos.....	7
	Alcance.....	7
	Metas.....	7
	Política de Salud y Seguridad.....	8
	Recursos	8
	Asignación de responsabilidades	9
3.	Ejecución del programa.....	11
	Controles ingenieriles para riesgos de estrés térmico por calor	11
	11
	11
	i. Propuesta de diseño I	13
	ii. Propuesta de diseño II	17
	iii. Propuesta de diseño III.....	22
	iv. Comparación de las propuestas de diseño	26
	v. Selección de la propuesta de diseño	27
	Controles administrativos para riesgos de estrés térmico por calor.....	28
	28
	28
	vi. Protocolo de rotación de personal de hornos	30
	vii. Protocolo de aclimatación del personal de área de horneado	32
	viii. Protocolo de hidratación y descanso	35
	Controles administrativos por exposición a riesgos en espacios confinados por tareas de mantenimiento correctivo de hornos.....	37
	37
	37
	ix. Procedimiento de trabajo preventivo para tareas de mantenimiento correctivo de hornos	38

x.	Plan de capacitación de trabajos en espacios confinados.....	44
	Fuente: elaboración propia (2023)	44
4.	Vigilancia de la salud.....	45
	Objetivo	45
	Alcance.....	45
	Responsables.....	45
	Evaluaciones	46
	Para poder llevar a cabo una vigilancia de la salud más efectiva y certera, es necesario garantizar la repetibilidad y reproducibilidad de las estrategias y herramientas de muestreo utilizadas en el presente proyecto, así poder generar una comparativa y registro estadístico sobre los avances y efectividad de los controles planteadas en el programa y poder determinar más acciones para la mejora continua de las condiciones de trabajo en el área de horneado.....	46
5.	Plan capacitación del programa	48
	Objetivo	48
	Alcance.....	48
	Responsables.....	48
	Plan de capacitación del programa.....	49
6.	Control y seguimiento del programa.....	51
7.	Cronograma y presupuesto del programa	54
8.	Conclusiones y recomendaciones del programa.....	56

Indice de Figuras

Figura 1. Diseño actual del horno	12
Figura 2. Plano propuesta de diseño I.....	14
Figura 3. 3D layout de propuesta de diseño I.....	15
Figura 4. Plano propuesta de diseño II.....	18
Figura 5. 3D layout propuesta diseño II, entrada de hornos.....	19
Figura 6. 3D layout propuesta diseño II, salida hornos	20
Figura 7. 3D layout propuesta de diseño III.....	23
Figura 8. 3D layout propuesta diseño 3 largo de la banda	23
Figura 9. 3D layout propuesta de diseño III vista frontal operario	24
Figura 10. 3D layout propuesta diseño III vista lateral.....	24

Indice de Cuadros

Cuadro 1. Características materiales de revestimiento para la propuesta de diseño I..	16
Cuadro 2. Características del material de la boca y campana de extracción en el diseño I	16
Cuadro 3. Características del material de revestimiento para propuesta de diseño II ..	21
Cuadro 4. Características del material de la boca y campanas de extracción de la propuesta de diseño II.....	21
Cuadro 5. Características materiales barrera aislante térmica.....	23
Cuadro 6. Comparación de las propuestas de diseño.....	26

1. Generalidades

Introducción

En Cooper Standard Cartago, se manufacturan componentes automotrices para sistemas de refrigeración y transmisión de fluidos. Los colaboradores del área de horneado tienen que desempeñarse en dos puestos de trabajo según la rotación de personal lo defina, el puesto de entrada de hornos y el puesto de salida de hornos. En el puesto de entrada los operarios deben de recolectar los tubos provenientes de las líneas de producción, aplicarles pasta de soldadura flux y colocarlos en la banda del horno; por otro lado, el puesto de salida de hornos, el operario debe de recolectar los componentes salientes del horno ya procesado, realizar una inspección del adecuado soldado y colocarlos en racks. También están presentes los técnicos de hornos, los cuales deben realizar trabajos de mantenimiento correctivo del horno cuando este se daña, los mismos deben hacer ingreso al horno (apagado) para realizar tareas de alto riesgo y las condiciones dadas se consideran tareas en espacios confinados.

Según la evaluación y los resultados obtenidos en el capítulo VI del presente documento, los colaboradores de los puestos de entrada y salida del horno, se encuentran expuestos a alto riesgo por estrés térmico debido a la incidencia de calor radiante proveniente de la fuente y la tasa metabólica que presentan; por otra parte los técnicos de mantenimiento correctivo de hornos están en riesgo por trabajos en espacios confinados, Por esta razón se determinó la necesidad de proponer un programa de prevención y control de riesgos por exposición a altas temperaturas y espacios confinados en el proceso de horneado, el cual proporciona alternativas de solución que tienen como fin mitigar la incidencia de calor en los operarios y los trastornos que pueden llegar a presentar para así acercarse lo máximo posible al confort térmico y brindar un plan de trabajo preventivo en labores de mantenimiento correctivo de hornos.

Definiciones

Riesgo: El riesgo es una medida de la magnitud de los daños frente a una situación peligrosa. El riesgo se mide asumiendo una determinada vulnerabilidad frente a cada tipo de peligro. Es la probabilidad de que un peligro se materialice en un daño o afectación a una persona.

Calor: Sensación que se experimenta al entrar en contacto con un cuerpo caliente o al estar en un ambiente caliente.

Altas temperaturas: periodo de mucho calor provocado por una fuente en específico que lo origina.

Espacios confinados: son un tipo de lugar de trabajo que por sus características de peligrosidad se consideran una zona de riesgo grave y específico en el que pueden tener lugar accidentes de gran gravedad. El acceso a dichas zonas es esporádico y suele efectuarse para operaciones de corta duración y no planificadas, como, por ejemplo: construcción, limpieza, mantenimiento, inspección o rescate.

Confort térmico: sensación térmica experimentada por el ser humano relacionada con el equilibrio térmico global de su cuerpo.

Estrés térmico: carga neta de calor a la que un trabajador puede estar expuesto como consecuencia de las contribuciones combinadas del gasto energético del trabajo, de los factores ambientales.

Aclimatación: proceso por el cual un organismo se adapta fisiológicamente a los cambios en su medio ambiente.

Hidratación: consiste en reponer los líquidos corporales que perdemos a través del sudor, al exhalar aire y al eliminar residuos por medio de la ingesta de agua o algún otro líquido con electrolitos.

2. Liderazgo

Propósito

El presente programa tiene como propósito el mejoramiento de las condiciones de trabajo de los colaboradores del área de hornos expuestos a riesgo por estrés térmico y técnicos de mantenimiento a riesgos por trabajos en espacios confinados por medio de una serie de procedimientos y controles ingenieriles.

Objetivos

Objetivo General

- Mejorar las condiciones de riesgo por exposición a altas temperaturas y trabajos en espacios confinados por tareas de mantenimiento correctivo en los colaboradores del área de horneado.

Objetivos Específicos

- Implementar controles ingenieriles y procedimientos administrativos para riesgos por exposición a altas temperaturas.
- Establecer controles administrativos para la prevención de riesgos en espacios confinados por tareas de mantenimiento correctivo de hornos.

Alcance

El programa está dirigido a la población de colaboradores expuestos a estrés térmico por calor y a técnicos de mantenimiento correctivo de hornos por riesgo de trabajos espacios confinados.

Metas

- Capacitar al menos 2 veces al año a los colaboradores del proceso de horneado, sobre la importancia de la prevención y control de riesgos por estrés térmico por calor a partir de octubre 2023.
- Reducir en al menos 3 °C el índice de TGBH para interiores en el área de horneado antes del 31 de julio del 2024.

- Lograr una disminución en la percepción del calor en la población de colaboradores del área de horneado por medio de la aplicación de nuevas encuestas higiénicas y protocolos planteados a partir de diciembre 2023.
- Auditar internamente la implementación de la propuesta de procedimiento de trabajo preventivo de riesgos por trabajos en espacios confinados en las tareas de mantenimiento correctivo de hornos a partir de octubre 2023.

Política de Salud y Seguridad

“Vivir una cultura de seguridad total, esforzándonos por lograr cero incidentes”, es la política de salud y seguridad de CooperStandard de forma que nos permita realizar prácticas comerciales de forma responsable y cumplir con todas las reglamentaciones de salud, seguridad y medio ambiente (CooperStandard, 2023).

Recursos

Humano

Corresponde a todo colaborador interno o externo requerido para la implementación de los controles ingenieriles y administrativos planteados en el programa.

Económico

Capital necesario para la ejecución de los controles ingenieriles y administrativos planteados en el programa y su implicación en la mano de obra, instalaciones, horas de trabajo y materia prima.

Tiempo

Tiempo necesario para poder llevar a cabo la implementación total del programa propuesto, desde su planteamiento hasta su ejecución, seguimiento y control.

Asignación de responsabilidades

Cuadro 1. Asignación de responsabilidades del programa

Responsable	Responsabilidades
Departamento de HSE	<ul style="list-style-type: none"> • Gestor del programa, desde su planificación hasta su respectiva ejecución. • Dar seguimiento y control de la aplicación del programa. • Actualizar constantemente el programa según nuevos riesgos asociados. • Aportar conocimientos técnicos en SSO para el éxito del programa
Gerencia General	<ul style="list-style-type: none"> • Aprobar la aplicación del programa para la disminución de riesgos laborales en la organización.
Departamento de Producción	<ul style="list-style-type: none"> • Otorgar espacio durante la jornada de trabajo a los colaboradores para que reciban las capacitaciones correspondientes del programa. • Tener en consideración las recomendaciones del programa para disminuir los riesgos laborales de sus colaboradores. • Aplicar los entrenamientos y capacitaciones requeridas en el programa para la mitigación de riesgos por estrés térmico por calor y espacios confinados
Consultorio médico	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyar al departamento de HSE en la aplicación del programa. • Dar seguimiento y control en la sintomatología de los colaboradores de hornos y técnicos de mantenimiento expuestos a altas temperaturas y tareas en espacios confinados. • Dar seguimiento y una estadística de la efectividad del programa en relación con las quejas recibidas y la

	sintomatología incidente relacionada a los riesgos de exposición a calor y tareas en espacios confinados.
Departamento de Mejora Continua	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar apoyo general en la aplicación del programa, así como otorgar retroalimentación para mejorar el mismo.
Departamento de ingeniería	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar soporte en el diseño y presupuesto de la implementación de los controles ingenieriles y administrativos del programa.

Cuadro 2. Matriz RACI

Actividades	HSE	GG	DP	CM	MC	DI
Planteamiento del programa	R	I	C	C	I	C
Presentación del programa	R	I	I	I	I	I
Aprobación del programa	I	R	C	I	I	C
Aprobación de presupuestos de controles ingenieriles	I	R	I	-	I	C
Asignación de recursos	C	R	I	-	I	A
Ejecución del programa	R	I	R	I	A	I
Implementación de los controles ingenieriles	A	I	C	-	C	R
Implementación de los controles administrativos de estrés térmico por calor	A	I	I	-	C	R
Implementación de los controles administrativos de riesgos por trabajos en espacios confinados en tareas de mantenimiento correctivo de hornos	A	I	I	-	C	R
Aprobación y aplicación del plan de trabajo preventivo por tareas de mantenimiento correctivo de hornos	R	R	I	-		
Plan de capacitación del programa	A	I	C	R	I	I
Vigilancia de la salud	I	-	I	R	-	-
Seguimiento y control	R	I	-	I	I	-
Especificaciones						
R (responsable): persona que realiza la tarea	HSE	Health, Security and Environment				
A (aprobador): responsable de que la tarea se ejecute	GG	Gerencia General				
C (consultado): tiene la información necesaria	DP	Departamento de Producción				
I (informado): debe ser informado sobre el progreso	CM	Consultorio Medico				
	MC	Mejora Continua				
	DI	Departamento de Ingeniería				

Fuente: elaboración propia (2023)

3. Ejecución del programa

Controles ingenieriles para riesgos de estrés térmico por calor



 CooperStandard

En el presente apartado, se detallan las propuestas de diseño ingenieril para mitigar el riesgo de estrés térmico por calor, presente en los colaboradores del área de horneado. Según las evaluaciones obtenidas en la etapa de análisis de situación actual, se pudo identificar que la variable de calor radiante es la que mayor origina sobrecarga térmica en los colaboradores, esto se debe a las fugas de calor que presenta la fuente (horno), debido a sus carencias en el diseño que posee.

Tomando como referencia las evaluaciones realizadas por el método de TGBH para interiores según la INTE/ISO 7243:2016 y las recomendaciones que establece el recurso técnico didáctico *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments*; los controles ingenieriles más recomendados para solventar la problemática por la incidencia de calor radiante, deben ir enfocados al asilamiento de la persona de la fuente, recubrimiento de la fuente de calor, encerramiento de la fuente, apantallamiento de la fuente y demás controles que tienen como objetivo modificar el diseño actual de la fuente en estudio.

Para el caso del horno, es necesario intervenir por medio de un rediseño de las bocas, campanas de extracción y distancias de la banda en entrada y salida de este, generando diferentes alternativas de solución por medio de materiales y diseños que no perjudiquen el proceso y calidad del tratamiento térmico que realiza el horno en la empresa.

Figura 1. Diseño actual del horno

Entrada del horno	Salida del horno



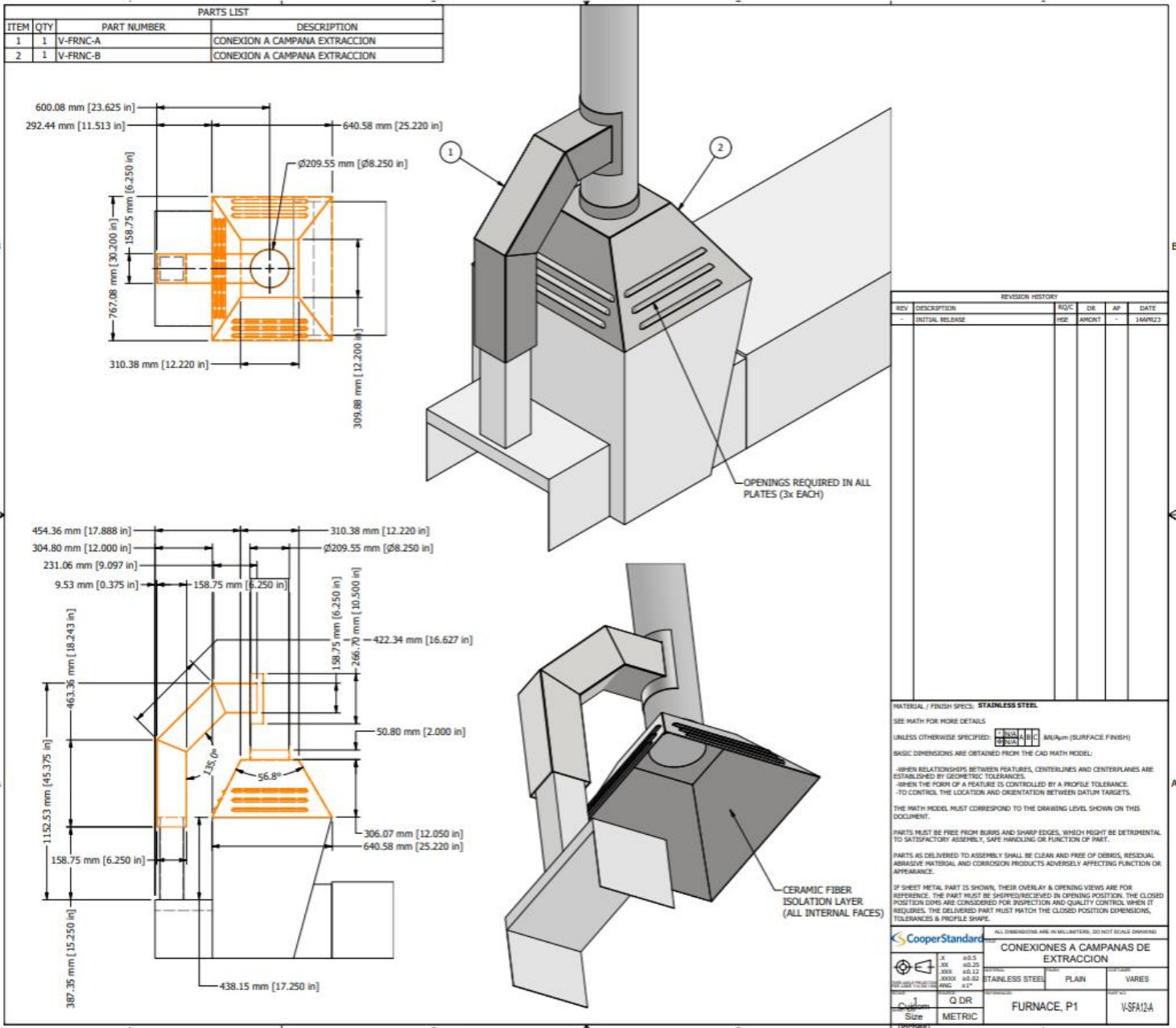
i. Propuesta de diseño I

Se propone un rediseño de las bocas de entrada y salida del horno con acero inoxidable grado 316, con el objetivo de poder retener la mayor cantidad de calor radiante y reducir la problemática que este incide sobre los colaboradores debido a las deficiencias que presentan los diseños actuales, además, para mejorar la evacuación del calor que emite el horno en sus dos extremos, se procederá a rediseñar las campanas de extracción, las mismas estarán incorporadas a las dimensiones de las bocas y serán del mismo material inoxidable.

Las nuevas campanas de extracción estarán incorporadas inmediatamente al extremo superior de las bocas del horno, sin dejar espacio alguno entre las mismas, esto para poder capturar el volumen total de calor que se emite y poder evacuarlo de mejor forma. A la campana se le diseñarán unas rejillas en todas sus caras para no interferir en el proceso de horneado, ya que el sistema requiere de oxígeno para poder mantener la flama de los quemadores que poseen las bocas en su interior. Estas campanas no serán un sistema mecánico automatizado de extracción, solamente capturarán y dirigirán el calor hacia el exterior del local.

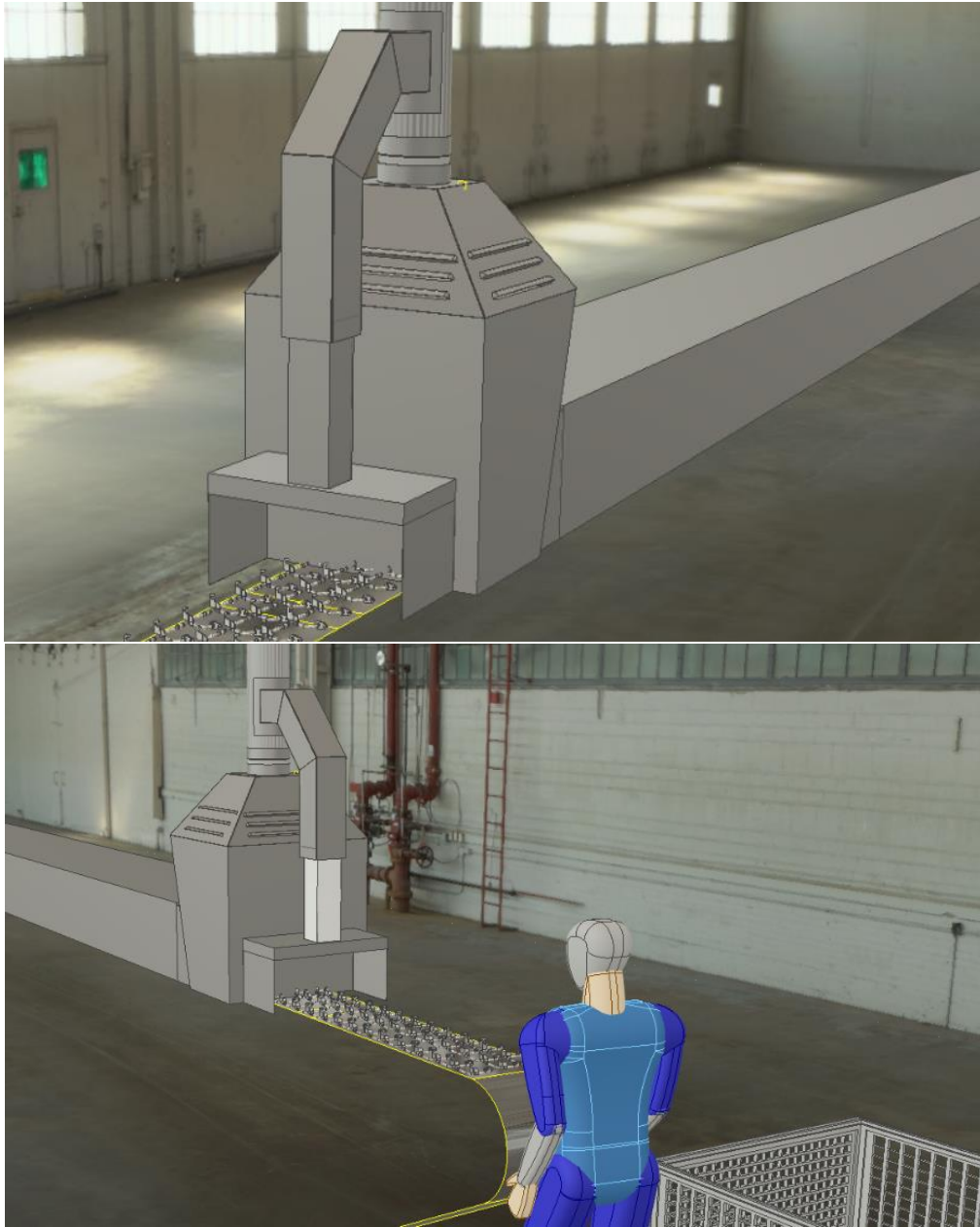
Las bocas y campanas en su interior contarán con un recubrimiento por material aislante de fibra de cerámica para mitigar aún más el calor radiante del horno y alargar la durabilidad del material de estas. También, esta captación de calor favorecerá la calidad del proceso y horneado de los componentes, ya que reducirá la fuga de calor y la cantidad excesiva de oxígeno que ingresaba al horno.

Figura 2. Plano propuesta de diseño I



Fuente: elaboración propia y Montoya, A. (2023)

Figura 3. 3D layout de propuesta de diseño I




Fuente: elaboración propia y Montoya, A. (2023)

En la figura 2, se puede apreciar el plano con la propuesta de diseño I, donde se muestran las dimensiones de forma explícita del rediseño de las bocas de entrada y salida del horno y sus respectivas campanas de extracción. Por otra parte, en la figura 3 se simula de mejor forma como quedaría el plano de trabajo del puesto de horneado con la propuesta de diseño una vez implementada, donde el objetivo de mitigar el calor

radiante proveniente del horno se pretende solucionar por medio del mejoramiento de las condiciones del diseño del horno.

Cuadro 1. Características materiales de revestimiento interno para la propuesta de diseño I

Descripción	Especificación
Modelo	MaxWool® 2600 Nutec refractory ceramic fiber product
Proveedor	NUTEC
Dimensiones	2" x 24 " x 12.5 "
Material	Fibra de cerámica aislante
Características	Material aislante para revestimientos de hornos, hornos industriales, estufas, calderas y otros procesos de altas temperaturas. Resistencia a más de 1400 °C
Muestra	
Cantidad requerida	2 cajas
Costo por unidad	\$130,45

Fuente: elaboración propia (2023)

Cuadro 2. Características del material de la boca y campana de extracción en el diseño I

Descripción	Especificación
Material	Acero inoxidable grado 316
Espesor	1/16"
Dimensiones bocas	Ver imagen 2
Dimensiones campanas	
Costo del rediseño	\$4000

Fuente: elaboración propia (2023)

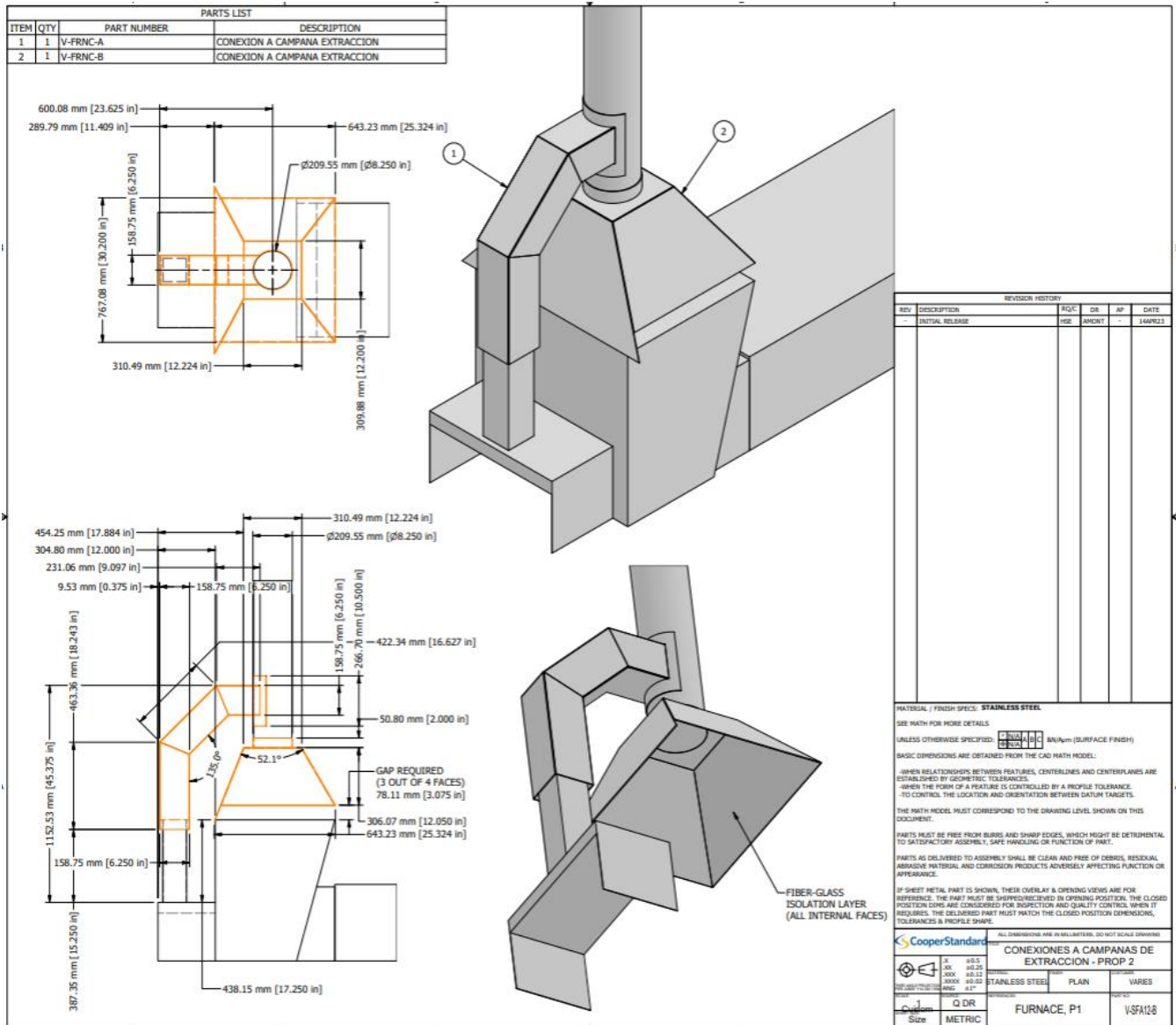
ii. Propuesta de diseño II

Con el mismo objetivo de poder reducir el calor radiante a los colaboradores del área de horneados, se plantea otro rediseño en las bocas de entrada y salida de hornos con material de acero inoxidable, para poder mejorar las dimensiones de estas y evitar las fugas de calor.

Las campanas de extracción también serán de acero inoxidable, además se rediseñarán de forma que se ajusten al área de las bocas de entrada y salida de horno, sin embargo, se dejará un espacio de 3 pulgadas entre las mismas para garantizar la oxigenación del horno y mantener la flama de los quemadores. Únicamente en la cara frontal de ambas bocas se colocará una continuación del acero inoxidable (lámina) en unión a las bocas para mitigar el calor radiante hacia el colaborador. Estas campanas no serán un sistema mecánico automatizado de extracción, solamente capturarán y dirigirán el calor hacia el exterior del local.

El rediseño completo de las bocas y campanas de extracción contarán con un revestimiento interno de fibra de vidrio como material aislante para aumentar el grado de aislamiento térmico y alargar la durabilidad del acero inoxidable del horno.

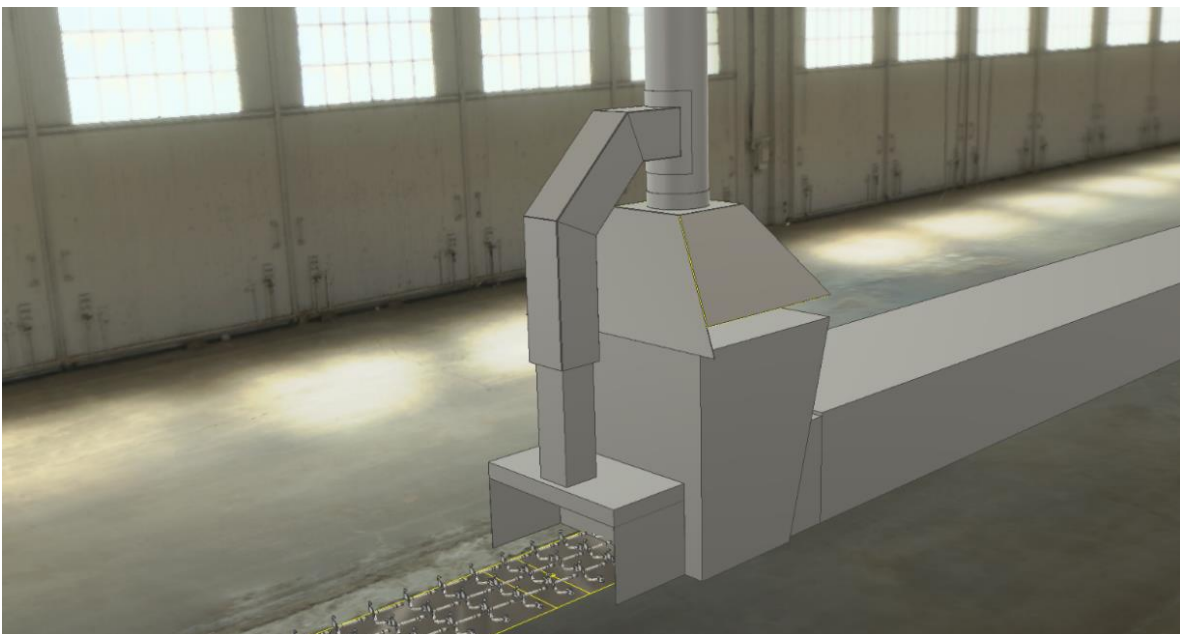
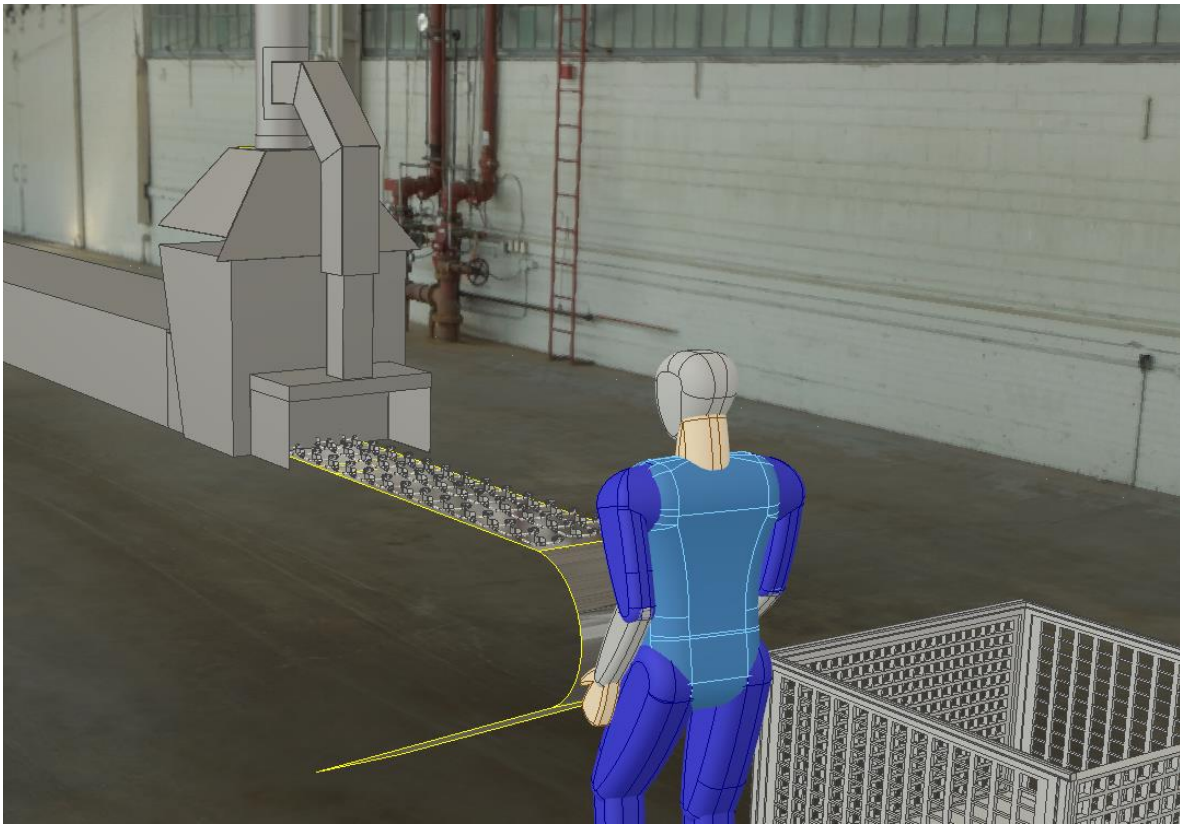
Figura 4. Plano propuesta de diseño II



Fuente: elaboración propia y Montoya, A. (2023)

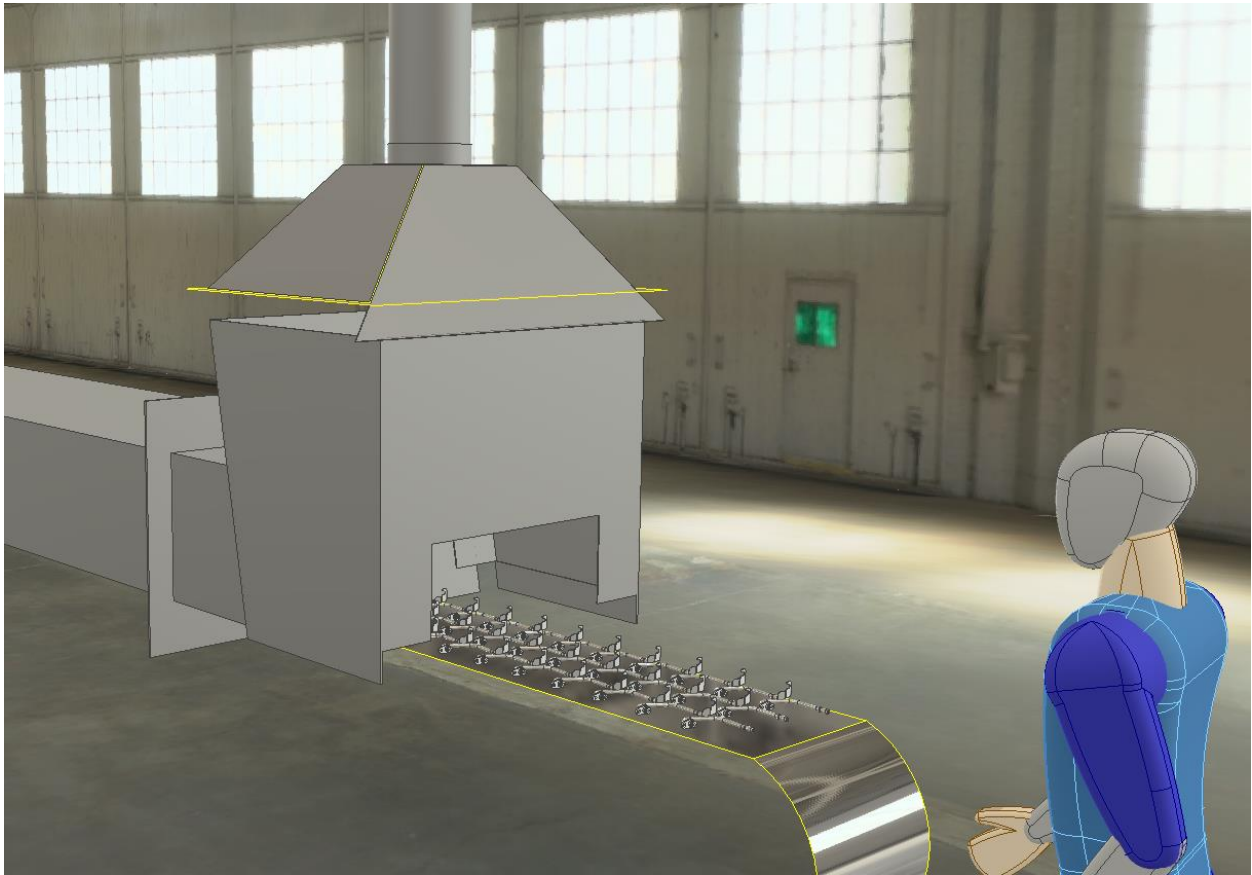
En la figura anterior, se puede determinar las dimensiones de la propuesta de diseño II, donde se pretende dejar una separación de 3 pulgadas entre la boca del horno y las campanas de extracción. El material también será de acero inoxidable grado 316, pero el revestimiento interno de las bocas y campanas estará hecho con lana de fibra de vidrio.

Figura 5. 3D layout propuesta diseño II, entrada de hornos



Fuente: elaboración propia y Montoya, A. (2023)


Figura 6. 3D layout propuesta diseño II, salida hornos



Fuente: elaboración propia y Montoya, A. (2023)

En las imágenes 5 y 6, se pueden apreciar los planos 3D de la propuesta de diseño II una vez implementada, se puede observar que se pretende mejorar las condiciones del diseño actual del horno por medio de un reforzamiento en el material y un revestimiento interno para conservar el calor y no afectar al colaborador, además de reducir el espacio entre las bocas del horno y sus respectivas campanas de extracción. En la cara frontal de la campana, se pretende colocar una lámina hasta topar con la boca del horno para proteger aún más al colaborador.

Cuadro 3. Características del material de revestimiento interno para propuesta de diseño II

Descripción	Especificación
Modelo	Sistema ThermoRange®
Proveedor	Owens Corning
Dimensiones	2" x 24 " x 12.5 "
Material	Lana de fibra de vidrio
Características	Recubrimiento de estufas, hornos, chimeneas, incineradores. Temperatura máxima de 538 °C
Muestra	
Cantidad requerida	2 cajas
Costo por unidad	\$325

Fuente: elaboración propia (2023)

Cuadro 4. Características del material de la boca y campanas de extracción de la propuesta de diseño II

Descripción	Especificación
Material	Acero inoxidable 304
Espesor	1/16"
Dimensiones bocas	Ver imagen 4
Dimensiones campanas	
Costo del rediseño	\$4600

Fuente: elaboración propia (2023)

iii. Propuesta de diseño III

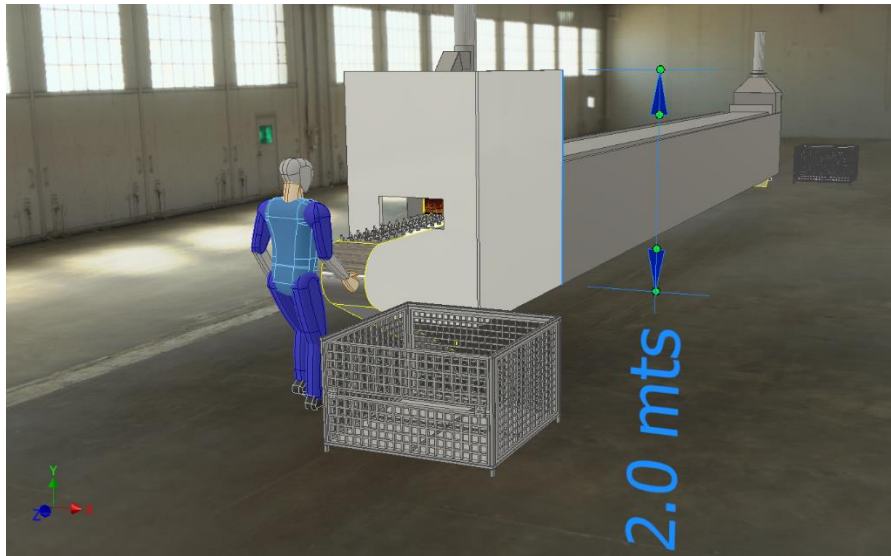
Como tercera propuesta de diseño, se plantea la combinación de la propuesta de diseño I, más dos aspectos de mejoras en aislamiento de la fuente de calor y aumentar la distancia entre la fuente y la persona.

De este modo, se propone colocar una barrera física aislante en los costados de las bocas del horno para disminuir la radiación térmica que emiten estas a los colaboradores, el material de dicha barrera será de playwood con refuerzos de acero en sus extremos para asegurarla al piso, la parte interna y externa de la barrera contará con un recubrimiento de pintura para alargar la durabilidad de la lámina, pero además en la parte interna de la barrera también contará con un revestimiento de material fibra cerámica para aumentar dicho aislamiento de calor.

Por otra parte, aumentar la distancia ente la persona y la fuente, se puede lograr por medio de un alargamiento de las bandas en entrada y salida de hornos, ya que las mismas actualmente tienen una distancia de 1.60 metros y 1.10 metros respetivamente. Con las medidas actuales el calor radiante incide sobre el colaborador a la hora de desempeñar sus tareas en ambos puestos según las evaluaciones obtenidas, por lo que se propone aumentar dichas medidas de las bandas a 2 metros de distancia entre el colaborador y el horno.

El proceso de alargamiento de la banda no requiere de una inversión económica externa, ya que la empresa consta de material para poder realizar ampliaciones y correcciones a las bandas del horno, sin embargo, el tema principal son los permisos de piso con el cliente.

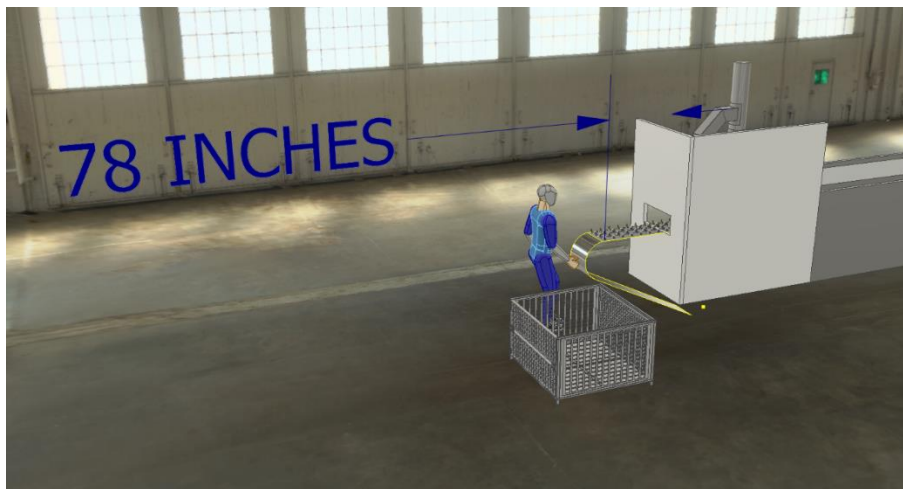
Figura 7. 3D layout propuesta de diseño III



Fuente: elaboración propia (2023)

Como se puede observar en la figura 7, la propuesta de diseño III plantea la combinación del rediseño del horno planteado en la propuesta de diseño I y sumarle un apantallamiento frontal y lateral al horno para aumentar la protección del calor radiante hacia el operario.

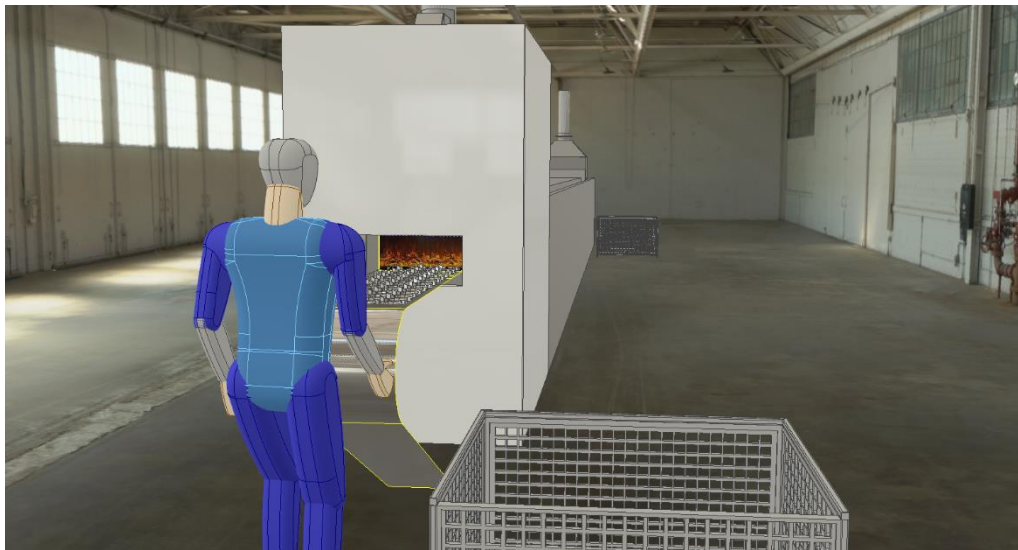
Figura 8. 3D layout propuesta diseño 3 largo de la banda



Fuente: elaboración propia (2023)

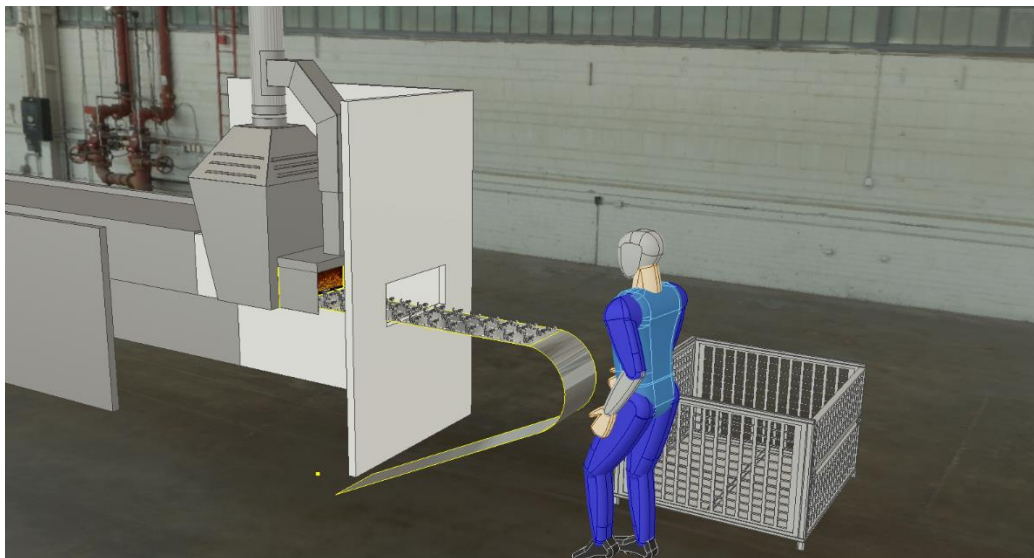
En la figura anterior, se especifica la nueva dimensión de la banda de entrada, la cual se extenderá de 1,60 metros a 2 metros de distancia desde la salida de la boca hasta el punto donde el operario coloca las piezas para ser horneadas. Finalmente, en las imágenes 9 y 10, presenta la vista frontal que tendría el operario a la hora de realizar sus funciones, donde el objetivo de aislar la fuente del colaborador se ve reflejada debido al apantallamiento frontal y lateral que se le realizará al horno.

Figura 9. 3D layout propuesta de diseño III vista frontal operario




Fuente: elaboración propia (2023)

Figura 10. 3D layout propuesta diseño III vista lateral



Fuente: elaboración propia (2023)

Cuadro 5. Características materiales de la barrera aislante térmica

Descripción	Especificación
Materiales	Lamina playwood
Proveedor	Construplaza
Dimensiones	1.22 x 2.44 metros
Espesor	10 mm
Características	elaborado por varias capas de madera, pegadas con las fibras transversalmente una sobre la otra utilizando pegamento mediante fuerte presión y calor, lo que maximiza la resistencia de la lámina
Muestra, requerimiento y precio	 <p>5 láminas // \$50 por unidad</p>
Pintura	Thermostyl (Pinturas Sur) \$45 por unidad
Fibra cerámica	 <p>2 cajas // \$130,45 por unidad</p>
Precio total del diseño III	<p>Coste propuesta diseño I + costo materiales barrera física $(4000 + 555.9)=$ \$4555.9</p>

Fuente: elaboración propia (2023)

iv. Comparación de las propuestas de diseño

Cuadro 6. Comparación de las propuestas de diseño

Propuesta	Salud y Seguridad	Ambientales	Económicos	Sociocultural	Calidad	Estándares aplicables
1	La propuesta de solución genera una reducción de calor radiante del horno debida al cerramiento total de la fuente en sus dimensiones.	Los materiales utilizados no representan un aspecto ambiental considerable en la generación de residuos	La implementación de esta propuesta propone una inversión económica de \$4200 .	La propuesta tiene una aceptación alta en gerencia y colaboradores. beneficia la totalidad de colaboradores del área.	La propuesta representa alteraciones en el proceso de horneado, debido a la reducción de oxigenación del horno y preservación de las flamas en quemadores.	Lineamientos y obligaciones del Decreto 39147 S-TSS
2	La propuesta de solución genera una reducción del calor radiante del horno, se plantea un encerramiento de un 80% del total de las dimensiones del horno debido al espaciado de 3" que hay entre la boca y las campanas de extracción.	Los materiales de la propuesta son de buena calidad y no generan aspectos ambientales en la generación de residuos.	Esta propuesta plantea una inversión de \$4925 debido a las dimensiones del revestimiento y el material aislante implementado	La propuesta tiene una aceptación media en gerencia y alta en colaboradores. beneficia la totalidad de colaboradores del área.	La propuesta no genera alteración en el proceso de horneado, debido al espaciado que se le otorga al horno para su respectiva oxigenación y preservación de las flamas en quemadores.	
3	La propuesta plantea una reducción de calor radiante del horno hacia los colaboradores debido a la combinación del revestimiento total de las dimensiones de la fuente y el agregado de una pared aislante como apantallamiento térmico.	Los materiales de la propuesta son de buena calidad y podrían generar aspectos ambientales en la generación de residuos debido a la construcción de la barrera con playwood y pintura	Esta propuesta propone realizar una inversión de \$4600 , debido a la combinación del coste de la propuesta I y las mejoras planteadas en la presente.	La propuesta tiene una aceptación baja en la gerencia y alta en los colaboradores. beneficia la totalidad de colaboradores del área.	La propuesta representa alteraciones en el proceso de horneado, debido a una mayor limitación de oxigenación del horno y preservación de las flamas en quemadores por la barrera que se plantea	

Fuente: elaboración propia (2023)

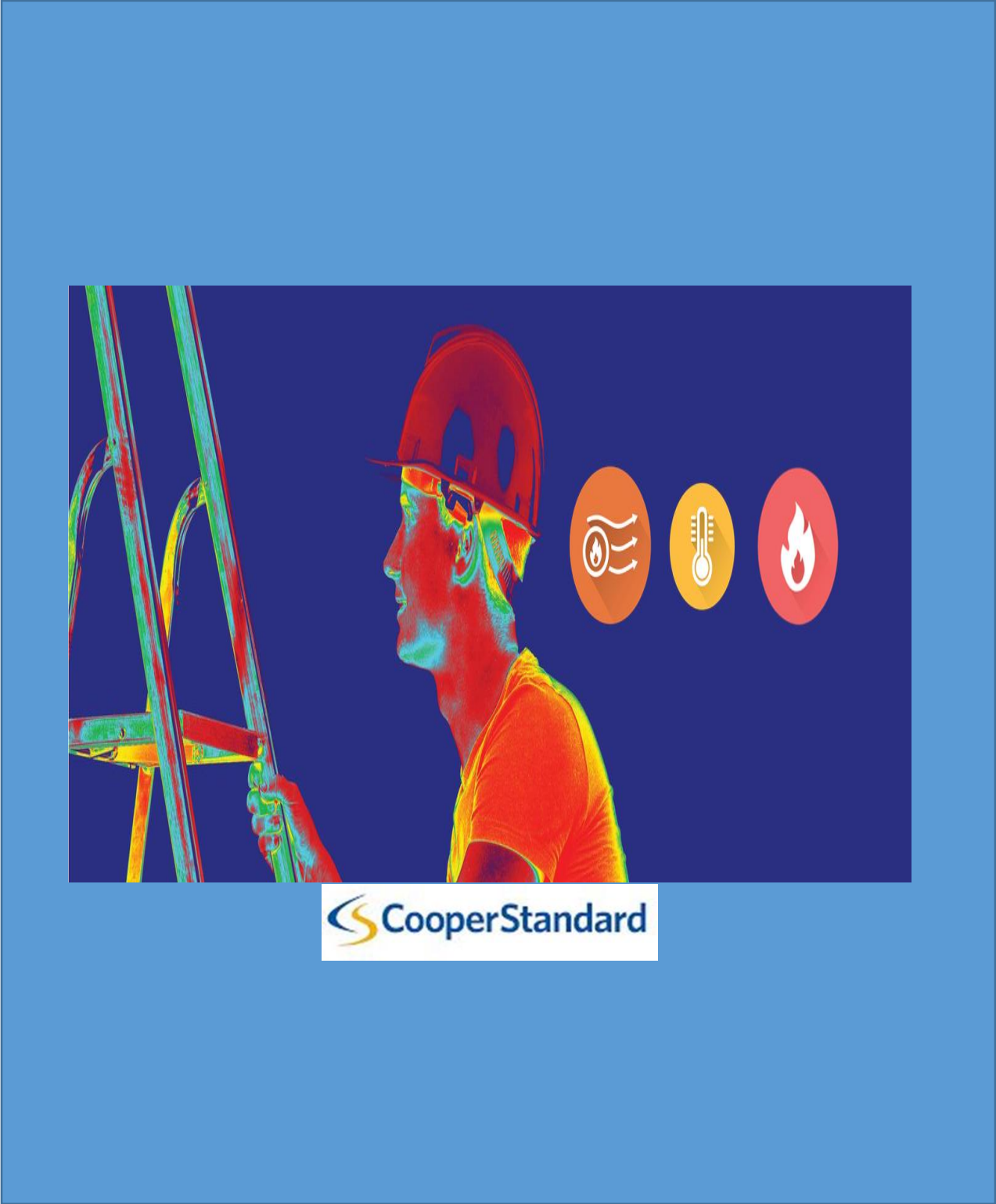
v. Selección de la propuesta de diseño

Con base en la comparación de las propuestas de diseño realizadas en el apartado anterior, se puede concluir que la propuesta con mayor factibilidad de realizar basado en los criterios de salud y seguridad, ambientales, económicos, sociocultural, calidad, estándares aplicables es la propuesta de diseño I.

Lo anterior es debido a que cumple con el objetivo de reducir el calor radiante del horno, su implementación no genera aspectos ambientales en la generación de residuos, económicamente es la más accesible de implementar (\$4200) y posee una buena aceptación a nivel gerencial, la cual además cumple con los lineamientos y obligaciones del Decreto 39147 S-TSS. De forma resumida, la propuesta de diseño I tiene como propósito:

- Rediseño de la boca y entrada de hornos con material de acero inoxidable grado 316 y un revestimiento interno de fibra cerámica.
- Rediseño de las campanas de extracción con las mismas características de las bocas del horno.
- Estas campanas no serán un sistema mecánico automatizado de extracción, solamente capturarán y dirigirán el calor hacia el exterior del local.
- Las bocas y las campanas estarán unificadas en un solo diseño, sin dejar espacio entre ellas.
- Colocar rejillas en las cuatro caras de las campanas de extracción para favorecer la oxigenación de los quemadores del horno.
- La propuesta de diseño I es la más económica de las tres propuestas.

Controles administrativos para riesgos de estrés térmico por calor



A continuación, se presentan las medidas de control administrativas para la disminución del riesgo de estrés térmico por calor en los colaboradores del área de hornos expuestos a altas temperaturas. Según las evaluaciones realizadas en el análisis de la situación actual, los colaboradores se encuentran bajo el riesgo de estrés térmico por calor, donde pueden llegar a sufrir consecuencias a nivel de su salud por la exposición prolongada a altas temperaturas.

Para ello se tomó como referencia la guía de elaboración del protocolo sombra, hidratación y descanso del Consejo de Salud Ocupacional y las recomendaciones sobre controles administrativos del libro *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments*; por lo que, dentro de los controles a desarrollar, se encuentran:

- Protocolo de rotación de personal
- Protocolo de aclimatación
- Protocolo de hidratación y descanso

vi. Protocolo de rotación de personal de hornos

Objetivo

- Reducir el riesgo por estrés térmico por calor en personal de área de hornos.

Alcance

- Población total de colaboradores del área de horneado.

Responsables

- Colaboradores: cumplir con las asignaciones y rotación de puesto de trabajo que defina el supervisor del área.
- Supervisor: poner en práctica el procedimiento de rotación de personal de hornos para mitigar el riesgo por estrés térmico por calor.
- Departamento HSE: definir el tiempo máximo permitido de exposición por jornada laboral en los colaboradores del área, así como la rotación necesaria de los mismos.

Desarrollo

- El departamento de producción debe planificar la distribución del personal del área de hornos según el volumen de producción proyectado en el Máster Production Shooting.
- Asegurarse de que cada colaborador haya recibido su proceso de capacitación y periodo de aclimatación de los puestos de trabajo por parte del departamento de HSE.
- El consultorio médico debe verificar que no cuentan con algún tipo de sintomatología previa al inicio de la jornada relacionada a la exposición por calor.
- Establecer una rotación de personal en los puestos de entrada y salida de hornos cada 2 horas, donde el tiempo máximo de exposición por día para el puesto de entrada es de 6 horas y para el puesto de salida es de 5 horas.
- Establecer rotación con las tareas del puesto de entrada de hornos entre recolectar tubos, colocar pasta y colocar las piezas en la banda.

- El personal de hornos deberá notificar al supervisor del área cualquier sintomatología relacionada a la exposición a calor y cuando considere que necesita una rotación por agotamiento o calor acumulado.

vii. Protocolo de aclimatación del personal de área de horneado

Objetivo

- Reducir el riesgo por estrés térmico por calor en el personal vigente y nuevo ingreso del proceso de horneado por medio de un plan de aclimatación.

Alcance

- Población total de colaboradores del área de horneado.

Responsables

- Colaboradores: cumplir con las asignaciones y periodos de aclimatación definidos por el supervisor y departamento de HSE.
- Supervisor: poner en práctica el procedimiento de aclimatación de personal de hornos para mitigar el riesgo por estrés térmico por calor.
- Departamento HSE: definir el procedimiento a seguir de aclimatación para el personal vigente y nuevo ingreso al área de horneado.

Desarrollo

- El consultorio médico, en la etapa de preempleo, debe verificar que los colaboradores destinados para el área de horneado no presentan alguna sintomatología relacionada al estrés térmico por calor o padecimiento crónico que los limite a la exposición a dicha área por medio de una valoración médica.
- Todo colaborador destinado para trabajar en el área de hornos debe recibir un proceso de capacitación previa sobre las condiciones de riesgo presentes en dicho trabajo por parte de HSE.
- Previo a la asignación al puesto de trabajo, el colaborador deber recibir un periodo de aclimatación de 2 semanas en los puestos de trabajo del área de horneado, el cual debe seguir lo siguiente:
 - Validación por parte del consultorio médico para labores por riesgo de estrés térmico.
 - Designación del puesto de trabajo.
 - Capacitación sobre las tareas por realizar.

- Capacitación sobre riesgos por exposición a estrés térmico por calor.
- Hidratación durante la jornada.
- Descansos cada vez que el colaborador lo requiera.
- Durante el periodo de aclimatación el personal debe estar acompañado y supervisado por otro colaborador o líder del área que garantice el buen estado de salud y desempeño durante las tareas para evitar cualquier situación que comprometa su seguridad.
- El tiempo máximo para personas no aclimatadas no debe exceder las 4 horas de trabajo por día durante el periodo descrito anteriormente.
- El tiempo máximo de exposición puede ir aumentando 30 minutos por día paulatinamente conforme avance el periodo de aclimatación.
- Las tareas designadas durante el periodo de aclimatación deben ser más ligeras que las realizadas por operarios ya aclimatados, como solo aplicación de pasta de soldadura o colocación de componentes en banda, esto para evitar fatiga o agotamiento por calor acumulado.
- Aumentar paulatinamente la intensidad y cantidad de tareas asignadas durante el periodo de aclimatación.
- Una vez concluido el periodo de aclimatación, el colaborador debe realizarse una reevaluación por parte del consultorio médico para descartar cualquier afectación directa en la salud.
- Todo colaborador debe de tener un periodo de enfriamiento previo a la salida del área por un tiempo prolongado, ya sea en el comedor cercano al área o en las zonas de descanso destinadas en planta.
- Se debe de otorgar 5 minutos de enfriamiento corporal cuando el colaborador va a disfrutar de su descanso de desayuno, café o almuerzo.
- Para el caso del fin de la jornada laboral (salida), el colaborador debe de contar con 15 minutos de enfriamiento corporal para evitar riesgos en la salud por un cambio abrupto de temperaturas.
- Durante estos periodos destinados para el regulamiento de la temperatura corporal, el colaborador debe de abandonar el área de horneado y buscar un área más fresca en temperatura.

- Los colaboradores del área de horneado deben de tener una vigilancia anual del estado de su salud, como hemogramas, hipertensión, exámenes de orina, exámenes psicológicos y chequeo general por parte de consultorio.

viii. Protocolo de hidratación y descanso

Objetivo

- Promover el hábito de la hidratación y el descanso en personal del área de hornos expuesto a riesgo de estrés térmico por calor.

Alcance

- Población total de colaboradores del área de horneado.

Responsables

- Colaboradores: cumplir con las asignaciones y periodos de hidratación y descanso definidos por el supervisor y departamento de HSE.
- Supervisor: poner en práctica el plan de hidratación y descanso del personal de hornos para mitigar el riesgo por estrés térmico por calor.
- Departamento HSE: definir el plan de hidratación según las necesidades y nivel de riesgo presente en la población del área de hornos.

Consideraciones

- El departamento de HSE y consultorio médico debe capacitar a todo colaborador del área de horneado sobre la importancia de la hidratación y las consecuencias de no hacerlo.
- Todo colaborador debe recibir una revisión con el consultorio médico sobre las condiciones de salud en cuanto a su nivel de hidratación y hábitos de alimentación.
- Asegurarse de que los colaboradores cuenten con una fuente de abastecimiento de agua potable cercana al puesto de trabajo.
- Todo colaborador debe contar con una botella de agua personal en su puesto de trabajo para el debido consumo.
- Cada 15 minutos los colaboradores del área de hornos tienen derecho a un tiempo prudente de no más de 2 minutos para ingerir agua, esto por el nivel de riesgo de estrés térmico por calor.

- El supervisor debe otorgar el espacio necesario para la ingesta de agua y solicitar al colaborador del uso de la botella de agua para su consumo.
- No se debe de esperar a tener sed para realizar la ingesta de agua, se deben de cumplir con los periodos descritos anteriormente.
- Utilizar los bebederos y los dispensadores de agua potable que se cuentan en varios puntos de las plantas para el consumo diario.
- Evitar el consumo de bebidas gaseosas, esto debido al alto índice de azúcar en su contenido.
- Evitar el consumo prolongado de café.
- Consumir frutas, verduras o sopas con alto contenido en agua.
- Otorgar espacios descanso de 10 minutos cada 3 horas a los colaboradores del área de horneado.
- Es recomendable para el colaborador el consumo de agua durante su tiempo fuera del trabajo, para mantener una mejor salud e hidratación.
- Implementar de forma personal el consumo de bebidas con electrolitos de forma periódica para aumentar y garantizar un mejor nivel de hidratación.
- Evitar el consumo de bebidas alcohólicas, fumado y otras sustancias.

Controles administrativos por exposición a riesgos en espacios confinados por tareas de mantenimiento correctivo de hornos



ix. Procedimiento de trabajo preventivo para tareas de mantenimiento correctivo de hornos

Objetivo

- Implementar un procedimiento de trabajo preventivo para las tareas de mantenimiento correctivo de hornos para controlar los riesgos presentes en espacios confinados.

Alcance

- Población de personal técnico de mantenimiento de hornos

Responsables

- Técnicos de mantenimiento de hornos: llevar a cabo el plan de trabajo preventivo en todos sus aspectos.
- Supervisores: Solicitar y supervisar el buen seguimiento del plan de trabajo para las tareas de mantenimiento correctivo de hornos.
- HSE: Crear y dar seguimiento al plan de trabajo preventivo. Capacitar a los técnicos de hornos.
- Departamento de mantenimiento: Brindar soporte a todas las partes interesadas y solicitar a sus colaboradores técnicos en hornos el acatamiento e implementación del plan de trabajo preventivo.

Definiciones

- **Espacio confinado:** cualquier espacio total o parcialmente cerrado, con aberturas limitadas de entrada y salida, y ventilación natural desfavorable, en el que se pueden acumular contaminantes tóxicos o inflamables, o tener una atmósfera deficiente en oxígeno y que no está concebido para una ocupación permanente.

- **Asistente:** persona capacitada y entrenada para dar soporte a las afueras del espacio confinado al colaborador que las realiza.
- **Permiso de trabajo:** documento que oficializa el aval por parte de HSE después del análisis integral de riesgos para proceder con las tareas de alto riesgo.
- **Peligro:** situación que produce un nivel de amenaza a la vida, la salud, la propiedad o el medio ambiente. Se caracteriza por la viabilidad de ocurrencia de un incidente potencialmente dañino.
- **Riesgo:** combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas.

Desarrollo

- Notificar al Gerente de mantenimiento sobre la fecha y hora del inicio de las tareas de mantenimiento correctivo de hornos por medio de las reuniones diarias de staff.
- Comunicar al departamento de HSE sobre la programación de las tareas y los requerimientos necesarios para poderlas realizar por medio de la solicitud de permiso de trabajo.
- El personal técnico de hornos debe tener una valoración médica por consultorio de empresa, sobre las condiciones de salud para trabajos en espacios confinados.
- El personal técnico debe contar con la capacitación de trabajos en espacios confinados propuesto en el presente programa por un ente externo que los valide como personal calificado.
- El técnico de mantenimiento de hornos en conjunto con su departamento debe de levantar un listado y descripción de las tareas, máquinas, equipos y herramientas a utilizar para poder ejecutar el trabajo, para el debido registro de las tareas de alto riesgo que solicita corporativo.
- Solicitar al departamento de HSE un análisis integral de los riesgos presentes en las tareas que se vayan a realizar, dentro de ellas:
 - Utilizar la matriz de identificación, prevención y control de riesgos asociados a trabajos en espacios confinados como guía (**ver cuadro 11**).
 - Medir el porcentaje de oxígeno presente al momento de realizar los trabajos. El mismo debe oscilar entre 19.5% y 23.5%.

- Aplicar la lista de comprobación de las condiciones del espacio confinado donde se realizarán los trabajos (**ver apéndice 4**).
- El horno debe estar totalmente frío, mínimo con un día de apagado y con la colocación del sistema LOTO en los diferentes sistemas de energía como gas, eléctrica y mecánica.
- Según los peligros identificados y riesgos evaluados en los pasos anteriores, se debe definir los controles pertinentes que más se ajusten a estos para llevar a cabo los trabajos de manera preventiva y segura.
- Se debe utilizar EPP requerido para trabajos en espacios confinados, como zapatos de seguridad, lentes, respiradores con suministro de oxígeno, overol para protección de cuerpo entero y guantes anticorte.
- Contar con un sistema de comunicación directa y constante entre colaboradores (radio).
- Si se garantizan las condiciones anteriores, llenar el permiso de trabajo de tareas de alto riesgo de corporativo para trabajos en espacios confinados.
- Definir un asistente de trabajo para el técnico de mantenimiento durante todo el tiempo en que se realice las tareas.
- Brindar todos los equipos de rescate en caso de que suceda un evento o accidente.
- Tener presente las condiciones y requerimientos del plan de rescate y emergencia.
- Al finalizar las tareas de mantenimiento correctivo de hornos, solicitar la firma del departamento de mantenimiento, técnico y asistente que realizaron el trabajo y el departamento de HSE para el debido cierre y registro de este.
- Si el trabajo se extiende por varios días, cada inicio de la jornada se debe de realizar cada uno de los pasos antes mencionados y realizar un permiso de trabajo diferente.

INFORMACIÓN GENERAL

Nombre del evaluador	
Fecha	
Espacio confinado	Horno

Marque con una x el peligro que se presenta en el espacio confinado

Número de ítem	Ítem	Presencia de peligro	Observaciones
PELIGROS FÍSICOS			
1	Ruido (impacto intermitente y continuo)		
2	Iluminación (luz visible por exceso o deficiencia)		
3	Temperaturas extremas (calor o frío)		
4	Vibración (cuerpo entero o segmentaria)		
PELIGROS QUÍMICOS			
5	Inhalación o ingestión de material particulado (polvos orgánicos e inorgánicos)		
6	Fibras		
7	Gases y vapores		
8	Humos metálicos, no metálicos		
PELIGROS BIOMECÁNICOS			
9	Postura (prolongada, mantenida, forzada)		
10	Esfuerzo		
11	Movimiento repetitivo		
PELIGROS DE SEGURIDAD			
12	Asfixia por deficiencia de oxígeno		
13	Incendio		
14	Explosión		
15	Caídas a distinto nivel		
16	Caídas al mismo nivel		
17	Contacto eléctrico directo		
18	Contacto eléctrico indirecto		
19	Caída de herramientas, objetos o material		
20	Choques contra objetos inmóviles		
21	Cortes con objetos o herramientas		
22	Golpes con partes de máquinas (móviles o inmóviles)		
23	Proyección de partículas		

Procedimiento de emergencia y rescate

Objetivo

- Establecer las acciones a seguir en caso de accidente en espacios confinados por labores de mantenimiento correctivo en los hornos.

Alcance

- Población técnicos de hornos

Responsables

- Departamento de HSE: velar por el cumplimiento de cada una de las acciones a seguir en caso de un accidente.
- Brigada de primeros auxilios: llevar a cabo las acciones de emergencia y rescate.
- Supervisor: colaborar a la brigada de primeros auxilios en la facilitación de elementos para llevar a cabo las acciones.
- Técnicos de hornos: brindar apoyo a todas las partes en cada una de las acciones por realizar.

Desarrollo

1. Detener por completo los trabajos que se estén realizando.
2. No ingresar al espacio confinado para atender y/o retirar al colaborador afectado que realiza las tareas.
3. Dar aviso al personal de brigada de primeros auxilios de la organización por medio del sistema de radio comunicación de la empresa.
4. La brigada de primeros auxilios debe llamar el servicio de emergencias médicas.

5. La brigada de primeros auxilios analizará cuál fue la situación de peligro que se materializó en una afectación.
6. La brigada de primeros auxilios debe tomar las medidas necesarias de contención del peligro y riesgo presente, según la matriz de evaluación de riesgos realizada anteriormente (**ver cuadro 11**).
7. Tener a disposición los equipos de rescate como cuerdas, camillas, botiquines, trajes protectores y respiradores para que pueda actuar según las medidas analizadas en el punto anterior.
8. La brigada debe dar soporte de primer auxilio al técnico que está realizando los trabajos.
9. Retirar a colaborador del espacio confinado para una respectiva atención, considerando los cuidados pertinentes para todos los colaboradores.
10. El supervisor del área debe clausurar y delimitar con cintas amarillas de precaución el espacio confinado para evitar otro accidente.
11. El departamento de HSE debe notificar a todos los departamentos involucrados.
12. El supervisor del área debe de llenar el formulario de registro de accidentes.

x. Plan de capacitación de trabajos en espacios confinados

Objetivo

- Capacitar al personal técnico de mantenimiento de hornos para la realización de tareas en espacios confinados.

Alcance

- Población personal técnico mantenimiento de hornos

Responsabilidades

- Departamento de HSE: planificar, organizar y dar seguimiento al plan de capacitación.
- Consultorio médico: Apoyar al departamento de HSE en la ejecución del plan de capacitación.
- Departamento de mantenimiento: Colaborar con el departamento de HSE en la facilitación del personal técnico de hornos para su respectiva capacitación.

Plan de capacitación

Cuadro 3. Plan de capacitación trabajos espacios confinados

Tema	Responsable	Recursos	Duración	Fecha
Concepto y tipos de espacios confinados	Departamento de HSE	-Personal técnico hornos	1 hora	Septiembre 2023
Riesgos asociados a trabajos en espacios confinados	Departamento de HSE y Mantenimiento	-Sala de capacitación	2 horas	Octubre 2023
Sintomatología y consecuencias relacionada a tareas en espacios confinados	Consultorio médico y departamento de HSE	-Horas de trabajo -Recursos electrónicos y audiovisuales	1 hora	Noviembre 2023
Trabajo seguro en espacios confinados y plan de rescate y emergencia	Departamento de HSE y Contratista certificador	-Recursos audiovisuales -Sala de capacitación -Capacitación externa teórico-práctica -Recurso económico	8 horas	Diciembre 2023

Fuente: elaboración propia (2023)

4. Vigilancia de la salud

Objetivo

- Evaluar el nivel de riesgo por estrés térmico presente en el proceso de horneado y en las labores de mantenimiento correctivo de hornos una vez aplicados los controles ingenieriles y administrativos propuestos en el presente programa.

Alcance

- Aplicar evaluaciones de riesgo por estrés térmico en el proceso de horneado y por tareas de mantenimiento correctivo de hornos para poder determinar el nivel de avance y efectividad de los controles ingenieriles y administrativos implementados en comparación con las condiciones iniciales.

Responsables

- Departamento HSE
 - Realizar mediciones de calor por medio del índice de TGBH a los colaboradores expuestos en el proceso de horneado.
 - Aplicar encuestas higiénicas por riesgos a estrés térmicos y trabajos en espacios confinados por tareas de mantenimiento correctivo de hornos a los colaboradores del área.
 - Implementar un registro de los datos e informes de las evaluaciones o encuestas realizadas.
- Consultorio medico
 - Realizar valoraciones medicas de salud anuales al personal operario y técnico en mantenimiento de hornos.
 - Levantar un registro o expediente sobre la información clínica del personal de área de horneado para una mejor estadística, sobre algún tipo de sintomatología relacionada al riesgo de exposición de estrés térmico por calor
 - Implementar campañas y pláticas sobre los temas del programa de forma semestral.

Evaluaciones

Para poder llevar a cabo una vigilancia de la salud más efectiva y certera, es necesario garantizar la repetibilidad y reproducibilidad de las estrategias y herramientas de muestreo utilizadas en el presente proyecto, así poder generar una comparativa y registro estadístico sobre los avances y efectividad de los controles planteadas en el programa y poder determinar más acciones para la mejora continua de las condiciones de trabajo en el área de horneado.

Evaluación riesgo de estrés térmico por calor

- Encuestas higiénicas
 - Se deben aplicar nuevamente las encuestas higiénicas dirigidas a los colaboradores del área de hornos expuestos a estrés térmico por calor, para poder conocer el avance en el confort térmico de los mismos a la hora de realizar sus tareas (**ver apéndice 1**).
- Evaluación condiciones termo higrométricas
 - Calcular nuevamente el consumo metabólico de los colaboradores del área de horno.
 - Tomar como referencia el caso crítico.
 - Utilizar el equipo de medición de TGBH interiores, que cumpla con un margen de error de lectura de ± 0.5 como máximo, se encuentre dentro del periodo de certificación de calibración y un acta de muestreo (**ver apéndice 2**) de trabajo para registrar las variables de temperatura de bulbo húmedo, bulbo seco y temperatura de globo.
 - El equipo debe colocarse a una altura de 1.20 metros desde el suelo y en un área donde se homologue lo máximo posible el puesto de trabajo.
 - Realizar las mediciones durante 8 horas al día, 4 días a la semana cada puesto de trabajo.
 - La toma de datos se debe realizar cada 30 minutos.
 - Al finalizar las mediciones en el área de horneado, identificar las variables críticas de cada día evaluado.

- Analizar las variables críticas identificadas por medio de la ecuación de intercambio térmico propuesto en la norma INTE 7243:2016 para una mejor interpretación de la ecuación de intercambio térmico y así saber la variable que más está afectando el equilibrio térmico.
- Verificar la efectividad de los controles aplicados en el presente programa, en la disminución del riesgo por estrés térmico por medio de:
 - Valoraciones medicas semestrales sobre la incidencia de sintomatología relacionada a estrés térmico por calor, por parte del consultorio médico.
 - Aplicar nuevamente la encuesta higiénica al personal sobre riesgos por estrés térmico por calor (**ver apéndice 1**)
 - Realizar evaluaciones de TGBH interiores para ver el nuevo comportamiento de las variables consideradas en el programa.
 - Actualizar el software de análisis interno Job Hazard and Risk Assessment (JHRA) con los controles ya implementados, para conocer el nuevo nivel de riesgo presente.

Evaluación del nivel de riesgo en tareas por mantenimiento correctivo de hornos

- Aplicación de la lista de verificación (**ver apéndice 4**)
 - Se debe aplicar la lista de verificación de riesgos por trabajos en espacios confinados en tareas de mantenimiento correctivo de hornos para poder identificar los riesgos que no han sido abarcados.
- Ejecución de la lista de cumplimiento
 - Para valorar el nivel o avance en el cumplimiento de los requisitos necesarios para las tareas en espacios confinados, se debe de volver a aplicar la presente lista y compararla con los hallazgos encontrados en el presente proyecto.
- Actualización de la matriz de riesgos (**ver anexo 2**)
 - Una vez aplicadas las herramientas anteriores, se debe de realizar una actualización de la matriz de riesgos por tareas de mantenimiento

correctivo de hornos e implementar nuevos controles para eliminar o mitigar el nivel de riesgo presente en los diferentes aspectos identificados.

5. Plan capacitación del programa

Objetivo

- Establecer un plan de capacitación del programa de prevención y control de riesgos por exposición a altas temperaturas y trabajos en espacios confinados en tareas de mantenimiento correctivo de hornos

Alcance

- La capacitación tiene como población meta al total de colaboradores del área de horneado, desde los operarios de producción y técnicos de mantenimiento.

Responsables

- Departamento de HSE: planificar y establecer todos los requerimientos necesarios para llevar a cabo la capacitación del programa a los colaboradores.
- Consultorio médico: colaborar en la capacitación de los colaboradores según el tema y apartado que sea asignado en el plan.
- Departamentos de producción y mantenimiento: facilitar al personal de cada uno de los departamentos para que puedan llevar una capacitación completa y exitosa según sea definida en el plan.

Plan de capacitación del programa

Cuadro 4. Plan de capacitación del programa

Tema	Objetivo	Contenidos	Duración (horas)	Involucrados	Responsable	Fecha
Aspectos básicos sobre el estrés térmico por calor	Comunicar los aspectos básicos sobre la identificación, prevención y control del estrés térmico por calor	<ol style="list-style-type: none"> Definiciones: altas temperaturas, calor, estrés térmico, metabolismo. Condiciones termo higrométricas que intervienen en el equilibrio térmico Determinación de la tasa de consumo metabólica Sintomatología relacionada al estrés térmico por calor 	2 horas	<ol style="list-style-type: none"> Colaboradores del área de hornos 	Departamento de HSE	Octubre 2023
Medidas de prevención y control del estrés térmico por calor	Explicar los factores de riesgo que determinan el estrés térmico y las medidas para prevenirlas	<ol style="list-style-type: none"> Hidratación Alimentación saludable Nivel de actividad física de la persona Consumo de sustancias psicotrópicas y alcohólicas Padecimientos crónicos Limitaciones musculoesqueléticas 	2 horas	<ol style="list-style-type: none"> Colaboradores del área de hornos 	Departamento de HSE	Enero 2024
Procedimiento de rotación de personal	Informar sobre la importancia de una óptima rotación del	<ol style="list-style-type: none"> Tiempo máximo permisible Factores que determinan la exposición máxima Sintomatología referencia 	1 hora	<ol style="list-style-type: none"> Colaboradores del área de hornos Supervisores y líderes del área de hornos 	Departamento de HSE y consultorio médico	Octubre 2023

	personal expuesto a estrés térmico por calor	<ol style="list-style-type: none"> 4. Importancia de la rotación de personal 5. Formas de implementar la rotación de personal 				
Procedimiento de aclimatación	Describir la importancia del proceso de aclimatación de colaboradores del área de hornos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Concepto de aclimatación 2. Importancia de la aclimatación 3. Tiempo de aclimatación mínimo 4. Procedimiento de aclimatación 5. Indicadores del nivel de aclimatación 	1 hora	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colaboradores del área de hornos 2. Supervisores y líderes del área de hornos 	Consultorio médico	Noviembre 2023
Plan de hidratación y descanso	Informar sobre la importancia de una buena hidratación y tiempo de descanso durante el trabajo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición de hidratación 2. Importancia de la hidratación 3. Estrategias para mantenerse hidratado 4. Síntomas de una deshidratación 5. Cantidades óptimas de consumo de agua 	1 hora	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colaboradores del área de hornos 2. Supervisores y líderes del área de hornos 	Consultorio médico	Diciembre 2023
Procedimiento de trabajo preventivo en labores de mantenimiento correctivo de hornos	Proporcionar las herramientas y consideraciones óptimas para un trabajo seguro en tareas de mantenimiento correctivo de hornos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Definición espacio confinado y los tipos 2. Riesgos asociados a espacios confinados 3. Sintomatología relacionada a la exposición prolongada en espacios confinados 4. Medidas de prevención y control 5. Plan de emergencia y rescate 	2 horas	<ol style="list-style-type: none"> 1. Colaboradores del área de hornos 2. Supervisores y líderes del área de hornos 3. Técnicos de mantenimiento de hornos 4. Gerente/ Supervisor de mantenimiento 	Departamento de HSE	Octubre, noviembre 2023

Fuente: elaboración propia (2023)

6. Control y seguimiento del programa

Objetivo

- Dar seguimiento y control a las propuestas de solución planteadas en el programa de prevención y control de riesgos por exposición a altas temperaturas y espacios confinados por tareas de mantenimiento correctivo de hornos.

Alcance

- El control y seguimiento tiene como enfoque a las alternativas de solución propuestas para los departamentos involucrados en el presente programa.

Responsables

- Departamento de HSE
 - Verificar el cumplimiento de las alternativas de solución propuestas
 - Dar seguimiento a la aplicación de las herramientas para el alcance de los objetivos
 - Redactar un informe o registro sobre los hallazgos y oportunidades de mejora en el desarrollo del programa.
- Departamentos de producción y mantenimiento:
 - Facilitar tiempo y espacio para la inspección de las propuestas de solución.
 - Seguir las recomendaciones brindadas por el departamento de HSE y consultorio médico.

Control y seguimiento

Cuadro 5. Control y seguimiento de las propuestas de solución del programa

Tema	Estatus (cumplido, no cumplido, en desarrollo)	Comentarios
1. Capacitación sobre aspectos básicos sobre el estrés térmico por calor		
2. Capacitación sobre medidas de prevención y control del estrés térmico por calor		
3. Protocolo de rotación de personal		
4. Protocolo de aclimatación		
5. Protocolo de hidratación y descanso		
6. Procedimiento de trabajo preventivo en labores de mantenimiento correctivo de hornos		
7. Implementación de las propuestas de rediseño del horno		

Fuente: elaboración propia (2023)

Como se puede observar en el cuadro anterior, corresponde a una matriz de seguimiento de las propuestas de solución del programa, las cuales deben ser clasificadas según su estatus: cumplido (ejecutadas en su totalidad), no cumplido (no ejecutadas) y en desarrollo (ejecutado incompleto), además se deben agregar las consideraciones y comentarios pertinentes a dicho avance de cada tema. El estatus de cumplimiento se ve definido según el registro de la implementación del tema, si no se ha realizado se considera no cumplido y en desarrollo cuando ya se tiene programado.

Posteriormente, según la cantidad de temas o apartados cumplidos, se debe de estimar el porcentaje de cumplimiento de las alternativas de solución por medio de la fórmula:

$$\% \text{ de cumplimiento} = \frac{\text{Total de propuesta de solución cumplidas}}{\text{Total de propuestas de solución planteadas}} \times 100$$

Una vez aplicada la fórmula, se debe categorizar el nivel de cumplimiento del programa según sus propuestas de solución, esto por medio de una escala de categorización:

Cuadro 6. Escala de cumplimiento de las propuestas de solución del programa

Porcentaje de cumplimiento	Nivel de cumplimiento
>50%	Deficiente
50%-75%	Regular
75-100%	Muy bueno

Fuente: elaboración propia (2023)

7. Cronograma y presupuesto del programa

Cuadro 7. Cronograma del programa

Actividad planificada	Año 2023					Año 2024						
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Entrega del programa al departamento de HSE	■											
Aprobación del programa por parte de HSE y Gerencia		■										
Aprobación del presupuesto del programa y recursos		■										
Implementación de los procedimientos de control de exposición a estrés térmico			■	■								
Desarrollo de las propuestas de control administrativo para trabajos en espacios confinados por tareas de mantenimiento correctivo de hornos				■	■							
Ejecución de la propuesta de control ingenieril						■	■	■				
Ejecución del protocolo de vigilancia de la salud							■	■	■	■		
Control y seguimiento del programa y alternativas de solución											■	
Actualización del programa y puntos de mejora												■

A continuación, en el cuadro 7, se detalla el presupuesto necesario para la implementación de los controles propuestos para el programa.

Cuadro 7. Presupuesto del programa

Aspecto	Costo
Implementación de la propuesta de diseño I del horno	\$4000
Compra de material aislante fibra de cerámica	\$260
Costo ejecución controles administrativos	\$1000
TOTAL	\$5260

8. Conclusiones y recomendaciones del programa

Conclusiones

- Los controles administrativos planteados por exposición a altas temperaturas tienen como objetivo beneficiar a los colaboradores del área de horneado en los aspectos de aclimatación, entrenamiento, capacitación y promoción de la salud en su área de trabajo.
- El procedimiento de trabajo preventivo para labores de mantenimiento correctivo de hornos pretende la mitigación de los riesgos derivados a la exposición por tareas en espacios confinados presentes en los técnicos de mantenimiento de hornos en CooperStandard, Cartago.
- Las propuestas de diseño ingenieril para el mejoramiento de riesgo por estrés térmico en los colaboradores del horno se ajustan a la problemática hallada en cuanto a la incidencia de calor radiante por el diseño actual de la fuente, donde la propuesta de rediseño I es la que mayor factibilidad presenta para ser ejecutada.
- La inversión económica en la implementación del programa en su totalidad no representa un valor muy elevado, ya que la mayoría de los aspectos del programa pueden ser ejecutados con recursos y personal de la organización.

Recomendaciones

- Implementar el presente programa en su totalidad, para alcanzar el objetivo de abarcar la problemática de riesgo por estrés térmico en los colaboradores del área de horneado y riesgos de exposición por trabajos en espacios confinados por tareas de mantenimiento de hornos.
- Incluir dentro de los Gemba Walks realizados por el staff de la organización, el seguimiento y control de la ejecución del presente programa para una mayor eficiencia en su implementación.
- Se recomienda incrementar el alcance del presente programa en otras áreas de la organización donde existe el riesgo por exposición a altas temperaturas y así mismo en la población en general.

X. Bibliografía

- 3M Company. (2019). Riesgos en espacios confinados. Madrid, España.
- CSO. (2021). *Estadísticas Salud Ocupacional 2021*. San José: MTSS.
- CSO. (2021). *PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROTOCOLO: Hidratación, Sombra, Descanso y Protección*. Obtenido de CSO: https://www.cso.go.cr/documentos_relevantes/manuales_guias/guias/Guia_Reglamento_para_la_preencion_estres_termico.pdf
- Ergonautas. (2015). *AIS - Estimación del aislamiento térmico de la ropa*. Obtenido de Ergonautas: <https://www.ergonautas.upv.es/herramientas/aislamiento/aislamiento.php>
- Fagúndez, D. I. (2005). Estrés Térmico en Trabajadores Expuestos al Área de Fundición en una Empresa Metalmeccánica, Mariara. *Ciencia & trabajo*, , 15(46), 31-34.
- Gregori, E., Mondelo, P., & Úriz, S. C. (1995). *Ergonomía 2: Confort y estrés térmico*. Barcelona: Edicions UPC.
- INSHT. (1986). *NTP 223: Trabajos en espacios confinados*. Madrid: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España.
- INSHT. (Marzo de 2015). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo*. Madrid, España.
- INSST. (1991). *NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT*. España.
- Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores. (2016). *estrés térmico, salud y confort laboral*. La Habana, Cuba: Ileana M. Rodriguez.
- INTECO. (2011). INTE/ISO Guía para la identificación de los peligros y la evaluación de los riesgos de salud y seguridad ocupacional.
- INTECO. (2016). *Condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados*. INTECO.

- INTECO. (2016). *INTE/ISO 7243:2016 Estimacion del estres termico del hombre en el trabajo basado en el indice TGBH (temperatura globo y temperatura de bulbo humedo)*. San Jose: INTECO.
- ISO. (1989). *ISO 7933 :1989. Ambiances thermiques chaudes. Determination analytique et interpretation de la contrainte thermique fondees sur le calcul de la sudation requise*.
- ISO. (2004). *ISO 7933: Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of heat stress using calculation of the predicted heat strain*. ISO.
- ISO 8996. (2005). *Ergonomia del ambiente termico. Determinacion de la tasa metabolica*. Madrid: AENOR.
- Menéndez, F. (2009). *Higiene Industrial. Manual para la formacion del especialista*. España: LEX NOVA.
- Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. (2015). *Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras Ref. N°MTSS-017*. San Jose, Costa Rica.
- NIOSH. (2015). *Hoja Informativa de OSHA/NIOSH: Protección de los trabajadores contra las enfermedades por calor*. Washington: CDC.
- NIOSH. (2016). *Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments*. Cincinnati: DHHS (NIOSH) Publication No. 2016-106.
- NIOSH. (28 de Junio de 2017). *Espacios Confinados*. Obtenido de <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/confinados.html>
- OPS. (13 de Junio de 2009). *Salud de los Trabajadores: Recursos - Preguntas Frecuentes*. Obtenido de Organizacion Panamericana de la Salud: https://www3.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=1527:workers-health-resources&Itemid=1349&limitstart=2&lang=es#gsc.tab=0
- OSHA. (2011). *Protecting Workers from Heat Illness. OSHAinfosheet, 174*.

Somarribas, A. F. (2019). *Repositorio TEC*. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11509/TFG_Annika_Fletes_Somarribas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Somarribas, A. P. (2019). *Repositorio TEC*. Obtenido de https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/11509/TFG_Annika_Fletes_Somarribas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Stérling, J. A. (2015). El Estrés Térmico Laboral: ¿Un Nuevo Riesgo con Incidencia Creciente? *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 5-10.

UNA. (2015). *Cartilla educativa No.2 Universidad Nacional*. Programa de publicaciones e impresiones de la Universidad Nacional, Costa Rica.

XI. Apéndices

Apéndice 1. Encuesta higiénica altas temperaturas

I. Datos Generales							
Edad		Años de trabajar en la empresa					
Sexo		Horario de jornada laboral					
Altura (cm)							
Peso (kg)							
Puesto en el área de Hornos							
Entrada							
II. Características del puesto							
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.							
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?							
Sí				No			
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?							
Jeans		Calcetines delgados		Camiseta		Camisa Polo	
T-Shirt		Guantes		Ropa interior		Otros	
Calcetines gruesos		Mangas		Zapatos de seguridad			
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?							
Sí				No			
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)							
Sí				No			
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?							
Sí				No			

7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí		No	
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?			
Sí		No	
9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí		No	
¿Cual?			
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí		No	
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza		Fatiga o Agotamiento	
Sed		Sudoración excesiva	
Calambres		Náuseas	
Otros			

Fuente: elaboración propia

Apéndice 2. Acta de muestreo de campo altas temperaturas

Bitácora de evaluación de las condiciones termohigrométricas							
Datos Generales							
Evaluador				Organización	CooperStandard, Cartago		
Día				Puesto a evaluar			
Fecha				Consumo metabólico (W/h)		Clo	
Datos de evaluados							
Hora	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores)	Observaciones
7:00							
7:30							
8:00							
8:30							
9:00							
9:30							
10:00							
10:30							
11:00							
11:30							
12:00							
12:30							
13:00							
13:30							
14:00							
14:30							
15:00							
15:30							
16:00							
16:30							
17:00							
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							

Fuente: elaboración propia


Apéndice 3. Encuesta personal técnico mantenimiento hornos

I. Datos Generales							
Edad		Años de trabajar en la empresa					
Sexo		Horario de jornada laboral					
Altura (cm)							
Peso (kg)							
Puesto en el área de Hornos							
II. Características del puesto							
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en sus labores de mantenimiento de hornos.							
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?							
Sí				No			
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?							
Jeans		Calcetines delgados		Camiseta		Camisa Polo	
T-Shirt		Guantes		Ropa interior		Otros	
Calcetines gruesos		Mangas		Zapatos de seguridad			
4. Considera, ¿que trabajar en espacios reducidos representa un riesgo para su salud?							
Sí				No			
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones peligrosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)							
Sí				No			
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a espacios confinados?							
Sí				No			

7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí		No	
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución de los riesgos en este tipo de trabajo?			
Sí		No	
9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en espacios confinados?			
Sí		No	
10. ¿Durante las tareas de mantenimiento de hornos, utiliza algún tipo de EPP?			
Sí		¿Cual?	
No			
11. Cuentan con un protocolo de emergencia y rescate en caso de un evento en las labores de mantenimiento de hornos?			
Sí		No	
III. Información sobre salud			
12. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a las tareas de mantenimiento?			
Sí		No	
13. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a trabajos en espacios confinados?			
Dolor de cabeza o mareos		Fatiga o Agotamiento	
Sed		Sudoración excesiva	
Lesiones musculares o calambres		Náuseas	
Lesiones cutáneas, infecciones o químicas			
Otros			

Fuente: elaboración propia

Apéndice 4. Lista verificación trabajos en espacios confinados

		Lista de verificación para las tareas en espacios confinados basada en las normas INTE 31-06-07:2011 e INTE 31-09-23-2016	
INFORMACIÓN GENERAL			
Nombre del evaluador			
Fecha			
Espacio confinado			
Marque con una x el peligro que se presenta en el espacio confinado			
Número de ítem	Ítem	Presencia de peligro	Observaciones
PELIGROS FÍSICOS			
1	Ruido (impacto intermitente y continuo)		
2	Iluminación (luz visible por exceso o deficiencia)		
3	Temperaturas extremas (calor o frío)		
4	Vibración (cuerpo entero o segmentaria)		
PELIGROS QUÍMICOS			
5	Inhalación o ingestión de material particulado (polvos orgánicos e inorgánicos)		
6	Fibras		
7	Gases y vapores		
8	Humos metálicos, no metálicos		
PELIGROS BIOMECÁNICOS			
9	Postura (prolongada, mantenida, forzada)		
10	Esfuerzo		
11	Movimiento repetitivo		
PELIGROS DE SEGURIDAD			
12	Asfixia por deficiencia de oxígeno		
13	Incendio		
14	Explosión		
15	Caídas a distinto nivel		
16	Caídas al mismo nivel		
17	Contacto eléctrico directo		
18	Contacto eléctrico indirecto		
19	Caída de herramientas, objetos o material		
20	Choques contra objetos inmóviles		
21	Cortes con objetos o herramientas		
22	Golpes con partes de máquinas (móviles o inmóviles)		
23	Proyección de partículas		

Fuente: (Somarribas A. P., 2019). Modificado por autor (2023).

Apéndice 5. Resultados encuesta higiénicas sobre altas temperaturas a los operarios del área de hornos

I. Datos Generales					
Edad	27		Años de trabajar en la empresa	8 años	
Sexo	Masculino		Horario de jornada laboral	6 am - 3:36 pm	
Altura (cm)	168				
Peso (kg)	81 kg				
Puesto en el área de Hornos					
Entrada	<input checked="" type="checkbox"/>		Salida		
II. Características del puesto					
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.					
Aplicar soldadura a piezas			Colocar piezas en bande		
Mover componentes en contenedores					
2. Considera que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?					
Sí				No <input checked="" type="checkbox"/>	
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?					
Jeans	<input checked="" type="checkbox"/>	Calcetines delgados		Camiseta	Camisa Polo <input checked="" type="checkbox"/>
I-shirt	<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes		Ropa interior	Otros <input checked="" type="checkbox"/>
Calcetines gruesos	<input checked="" type="checkbox"/>	Mangas		Zapatos de seguridad	
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?					
Sí		<input checked="" type="checkbox"/>		No	
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)					
Sí		<input checked="" type="checkbox"/>		No	
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?					
Sí		<input checked="" type="checkbox"/>		No	
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?					
Sí				No <input checked="" type="checkbox"/>	
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?					
Sí				No <input checked="" type="checkbox"/>	

I. Datos Generales			
Edad	55	Años de trabajar en la empresa	13 años
Sexo	Masculino	Horario de jornada laboral	2 p.m. - 10 pm
Altura (cm)	170		
Peso (kg)	72 kg		
Puesto en el área de Hornos			
Entrada	<input checked="" type="checkbox"/>	Salida	<input type="checkbox"/>
II. Características del puesto			
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.			
Soldador pasta en piezas, recolectar piezas banda salida traslado piezas en contenedores			
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?			
Jeans	<input checked="" type="checkbox"/>	Calcetines delgados	<input type="checkbox"/>
T-Shirt	<input type="checkbox"/>	Guantes	<input checked="" type="checkbox"/>
Calcetines gruesos	<input checked="" type="checkbox"/>	Mangas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Camiseta	<input type="checkbox"/>
		Ropa interior	<input checked="" type="checkbox"/>
		Zapatos de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>
		Camisa Polo	<input checked="" type="checkbox"/>
		Otros	Correa
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>

9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
¿Cual?	Aguo		
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza	<input checked="" type="checkbox"/>	Fatiga o Agotamiento	
Sed	<input checked="" type="checkbox"/>	Sudoración excesiva	<input checked="" type="checkbox"/>
Calambres		Nauseas	
Otros			

I. Datos Generales			
Edad	50	Años de trabajar en la empresa	13 años
Sexo	Masculino	Horario de jornada laboral	2:24 pm - 10:24 pm
Altura (cm)	175	Puesto en el área de Hornos	
Peso (kg)	73 kg		
Entrada	<input checked="" type="checkbox"/>		
II. Características del puesto			
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.			
Aplicación soldadura a piezas, colocar piezas en banda			
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?			
Jeans	<input checked="" type="checkbox"/>	Calcetines delgados	<input checked="" type="checkbox"/>
T-Shirt	<input type="checkbox"/>	Guantes	<input type="checkbox"/>
Calcetines gruesos	<input type="checkbox"/>	Mangas	<input type="checkbox"/>
		Camiseta	<input type="checkbox"/>
		Ropa interior	<input checked="" type="checkbox"/>
		Zapatos de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>
		Camisa Polo	<input checked="" type="checkbox"/>
		Otros	<input type="checkbox"/>
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>

9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	X
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí	X	No	
¿Cual?	Aguo		
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí		No	X
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza		Fatiga o Agotamiento	
Sed	X	Sudoración excesiva	
Calambres		Nauseas	
Otros			

I. Datos Generales			
Edad	47	Años de trabajar en la empresa	6 meses
Sexo	Masculino	Horario de jornada laboral	3:20 pm - 10:20 pm
Altura (cm)	179		
Peso (kg)	80 kg		
Puesto en el área de Hornos			
Entrada	X	Salida	
II. Características del puesto			
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.			
Aplicación soldadura, colocar piezas en horno, movilizar carritos con piezas			
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?			
Sí		No	X
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?			
Jeans	X	Calcetines delgados	X
T-Shirt	X	Guantes	X
Calcetines gruesos		Mangas	X
		Zapatos de seguridad	X
		Camiseta	
		Camisa Polo	
		Ropa interior	X
		Otros	
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?			
Sí	X	No	
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)			
Sí	X	No	
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?			
Sí	X	No	
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí		No	X
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?			
Sí		No	X

9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
¿Cual?	Agua		
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza		Fatiga o Agotamiento	
Sed	<input checked="" type="checkbox"/>	Sudoración excesiva	<input checked="" type="checkbox"/>
Calambres		Nauseas	
Otros	Afecciones vía oral y respiratoria		

I. Datos Generales			
Edad	31	Años de trabajar en la empresa	3 años
Sexo	Masculino	Horario de jornada laboral	6 am - 3:36 pm
Altura (cm)	179		
Peso (kg)	70 Kg		
Puesto en el área de Hornos			
Entrada	<input checked="" type="checkbox"/>	Salida	<input type="checkbox"/>
II. Características del puesto			
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.			
Revisar material, aplicar soldadura, colocar y retirar piezas de la banda del horno, traslado de piezas soldadas en contenedor			
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?			
Jeans	<input checked="" type="checkbox"/>	Calcetines delgados	<input checked="" type="checkbox"/>
T-Shirt	<input type="checkbox"/>	Guantes	<input checked="" type="checkbox"/>
Calcetines gruesos	<input type="checkbox"/>	Mangas	<input checked="" type="checkbox"/>
		Camiseta	<input checked="" type="checkbox"/>
		Ropa interior	<input checked="" type="checkbox"/>
		Zapatos de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>
		Camisa Polo	<input type="checkbox"/>
		Otros	<input type="checkbox"/>
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?			
Sí	<input type="checkbox"/>	No	<input checked="" type="checkbox"/>

9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
¿Cual?	Agua		
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza		Fatiga o Agotamiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Sed	<input checked="" type="checkbox"/>	Sudoración excesiva	<input checked="" type="checkbox"/>
Calambres		Nauseas	
Otros			

I. Datos Generales			
Edad	47	Años de trabajar en la empresa	17 años
Sexo	Masculino	Horario de jornada laboral	5am - 3pm
Altura (cm)	167		
Peso (kg)	64		
Puesto en el área de Hornos			
Entrada	<input checked="" type="checkbox"/>	Salida	
II. Características del puesto			
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.			
Vigilancia hornos Mantenimiento hornos Producciones			
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?			
Jeans	<input checked="" type="checkbox"/>	Calcetines delgados	
T-Shirt		Guantes	
Calcetines gruesos	<input checked="" type="checkbox"/>	Mangas	
		Camiseta	
		Ropa interior	<input checked="" type="checkbox"/>
		Zapatos de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>
		Camisa Polo	<input checked="" type="checkbox"/>
		Otros	
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	

9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
¿Cual?	Agua		
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza		Fatiga o Agotamiento	
Sed	<input checked="" type="checkbox"/>	Sudoración excesiva	
Calambres		Nauseas	
Otros			

I. Datos Generales			
Edad	31	Años de trabajar en la empresa	7 meses
Sexo	Masculino	Horario de jornada laboral	6 am - 3:36 pm
Altura (cm)	170		
Peso (kg)	64 kg		
Puesto en el área de Hornos			
Entrada	X	Salida	
II. Características del puesto			
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.			
Aplicar soldadura a piezas , colocar pieza en banob.			
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?			
Sí		No	X
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?			
Jeans	X	Calcetines delgados	X
		Camiseta	
		Camisa Polo	X
T-Shirt		Guantes	
		Ropa interior	X
		Otros	
Calcetines gruesos		Mangas	
		Zapatos de seguridad	X
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?			
Sí	X	No	
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)			
Sí	X	No	
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?			
Sí		No	X
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí		No	X
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?			
Sí		No	X

9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
¿Cual?	Ajo		
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/> Quemaduras leves	No	
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza	<input checked="" type="checkbox"/>	Fatiga o Agotamiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Sed	<input checked="" type="checkbox"/>	Sudoración excesiva	
Calambres		Nauseas	
Otros	Rinitis, Sinusitis		

I. Datos Generales			
Edad	37	Años de trabajar en la empresa	10 años
Sexo	Maxelino	Horario de jornada laboral	2:24 pm - 10:24 pm
Altura (cm)	163	Puesto en el área de Hornos	
Peso (kg)	75 kg		
Entrada	<input checked="" type="checkbox"/>		

II. Características del puesto							
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.							
aplicar soldadura, ayudar coordinación hornos, producción, colocar piezas en horno, traslado piezas							
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?							
Sí		<input checked="" type="checkbox"/>		No			
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?							
Jeans	<input checked="" type="checkbox"/>	Calcetines delgados	<input checked="" type="checkbox"/>	Camiseta		Camisa Polo	<input checked="" type="checkbox"/>
T-Shirt	<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes		Ropa interior	<input checked="" type="checkbox"/>	Otros	
Calcetines gruesos		Mangas		Zapatos de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>		
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?							
Sí		<input checked="" type="checkbox"/>		No			
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)							
Sí		<input checked="" type="checkbox"/>		No			
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?							
Sí		<input checked="" type="checkbox"/>		No			
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?							
Sí				No		<input checked="" type="checkbox"/>	
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?							
Sí				No		<input checked="" type="checkbox"/>	

9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
¿Cual?	Agua		
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza	<input checked="" type="checkbox"/>	Fatiga o Agotamiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Sed	<input checked="" type="checkbox"/>	Sudoración excesiva	<input checked="" type="checkbox"/>
Calambres		Nauseas	
Otros			

I. Datos Generales			
Edad	27	Años de trabajar en la empresa	4 años
Sexo	Masculino	Horario de jornada laboral	6 am - 3:36 pm
Altura (cm)	1,72 m		
Peso (kg)	74		
Puesto en el área de Hornos			
Entrada	<input checked="" type="checkbox"/>	Salida	
II. Características del puesto			
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.			
Aplicar soldadura a piezas, traslado de material en contenedores, colocar pieza en banda horno			
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?			
Jeans	<input checked="" type="checkbox"/>	Calcetines delgados	Camiseta
T-Shirt	<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes	Ropa interior
Calcetines gruesos	<input checked="" type="checkbox"/>	Mangas	Zapatos de seguridad
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	

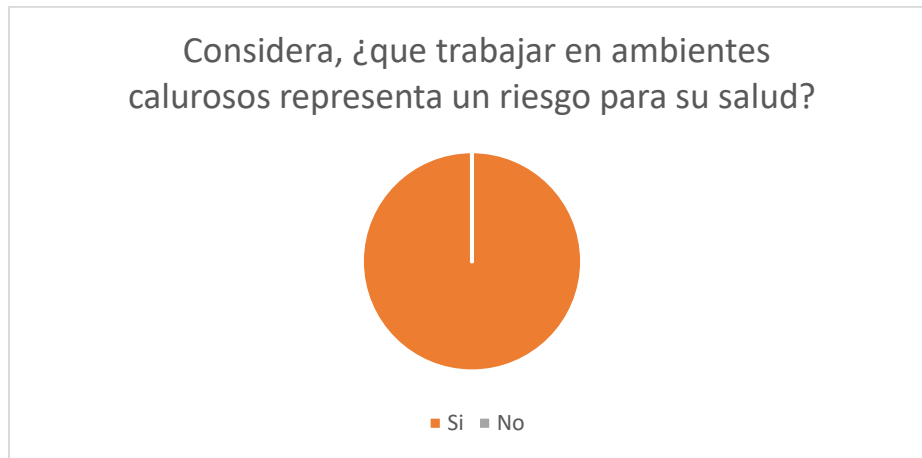
9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
¿Cual?	Jagua		
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza	<input checked="" type="checkbox"/>	Fatiga o Agotamiento	<input checked="" type="checkbox"/>
Sed	<input checked="" type="checkbox"/>	Sudoración excesiva	
Calambres		Nauseas	
Otros	Contracturas musculares		

I. Datos Generales			
Edad	27	Años de trabajar en la empresa	8 años
Sexo	Masculino	Horario de jornada laboral	6 am - 3:36 pm
Altura (cm)	168		
Peso (kg)	81 kg		
Puesto en el área de Hornós			
Entrada	<input checked="" type="checkbox"/>	Salida	
II. Características del puesto			
1. De forma breve, detalle de forma específica, las diferentes tareas que lleva a cabo en su puesto de trabajo.			
<p>Aplicar soldadura a piezas Colocar piezas en banda</p> <p>Mover componentes en contenedores</p>			
2. Considera ¿que las tareas desempeñadas, le demandan realizar un esfuerzo físico importante?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
3. Cuáles de las siguientes prendas, utiliza usted para realizar su trabajo?			
Jeans	<input checked="" type="checkbox"/>	Calcetines delgados	
T-Shirt	<input checked="" type="checkbox"/>	Guantes	
Calcetines gruesos	<input checked="" type="checkbox"/>	Mangas	
		Camiseta	
		Ropa interior	<input checked="" type="checkbox"/>
		Zapatos de seguridad	<input checked="" type="checkbox"/>
		Camisa Polo	60ra
		Otros	
4. Considera, ¿que trabajar en ambientes calurosos representa un riesgo para su salud?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
5. Considera, ¿que su trabajo se realiza bajo condiciones calurosas? (Si responde positivamente, responda la pregunta 6)			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
6. ¿Tiene conocimiento de las consecuencias en la salud debidas la exposición prolongada a ambientes térmicos por calor?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
7. ¿Ha percibido el interés de la empresa por abarcar esta posible problemática?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
8. Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>

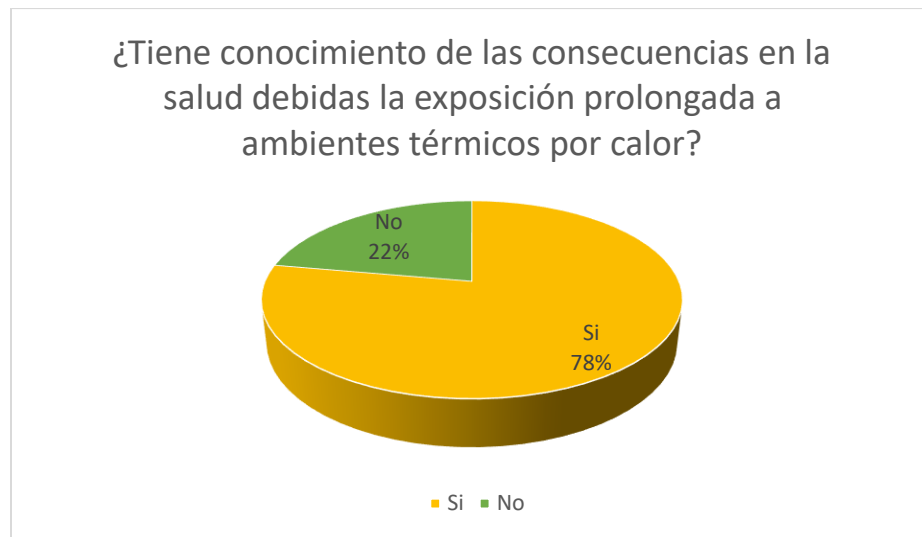
9. ¿Ha recibido algún tipo de capacitación en cuanto a trabajos en ambientes térmicos?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
10. Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?			
Sí	<input checked="" type="checkbox"/>	No	
¿Cual?	Aqua / Retresco		
III. Información sobre salud			
11. ¿Alguna vez ha sufrido algún incidente o accidente relacionado a su puesto de trabajo?			
Sí		No	<input checked="" type="checkbox"/>
12. ¿Alguna vez ha presentado síntomas relacionados a la exposición a altas temperaturas?			
Dolor de cabeza		Fatiga o Agotamiento	
Sed		Sudoración excesiva	
Calambres		Nauseas	
Otros			

Apéndice 6. Resultados estadísticos de la encuesta higiénica aplicada al personal de horneado expuesto a altas temperaturas

Apéndice 6.1



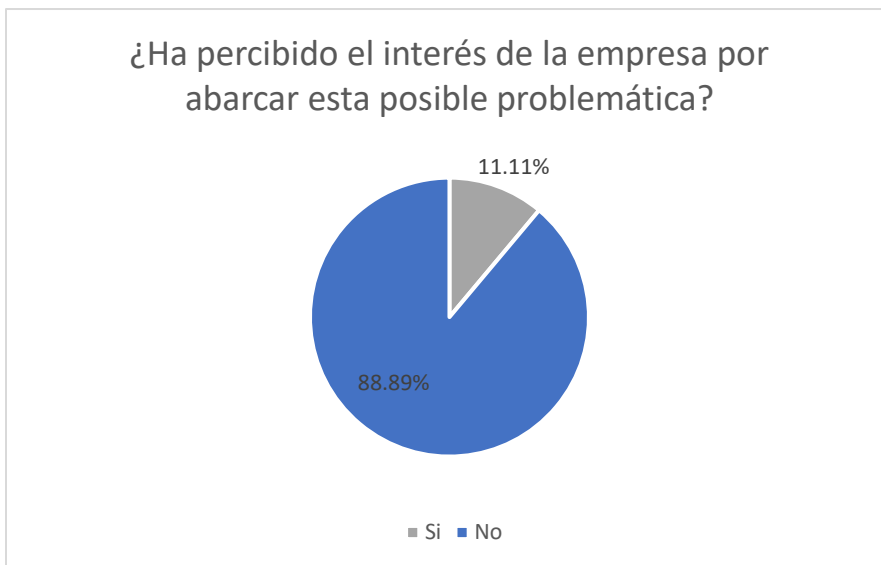
Apéndice 6.2



Apéndice 6.3

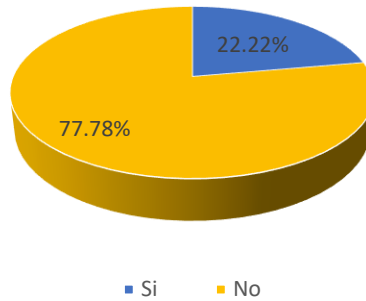


Apéndice 6.4



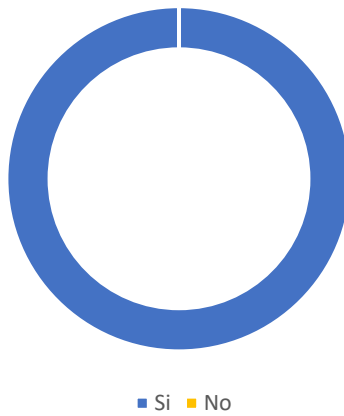
Apéndice 6.5

Considera, ¿que los controles implementados ha tenido algún efecto positivo en la disminución del calor?

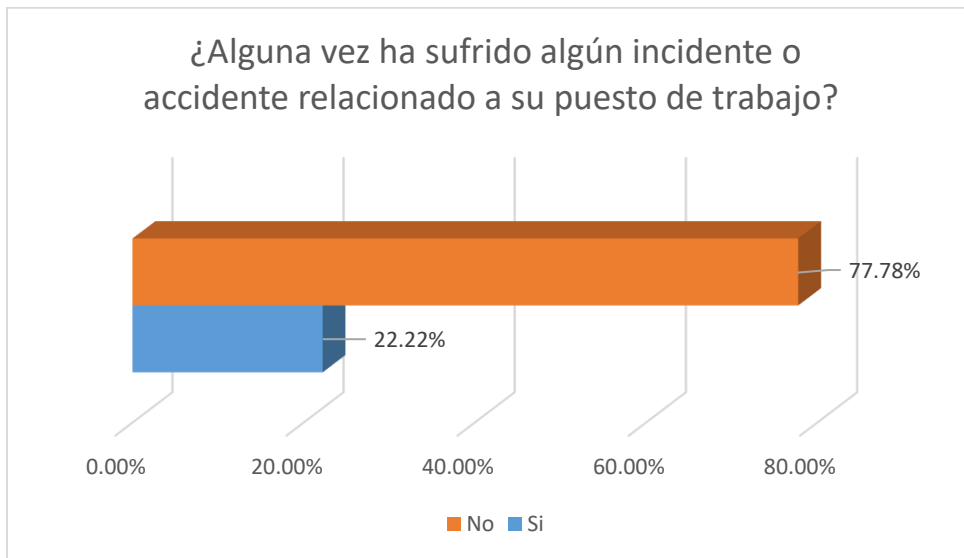


Apéndice 6.6

Durante la jornada laboral, ingiere de manera propia ¿algún tipo de bebida?

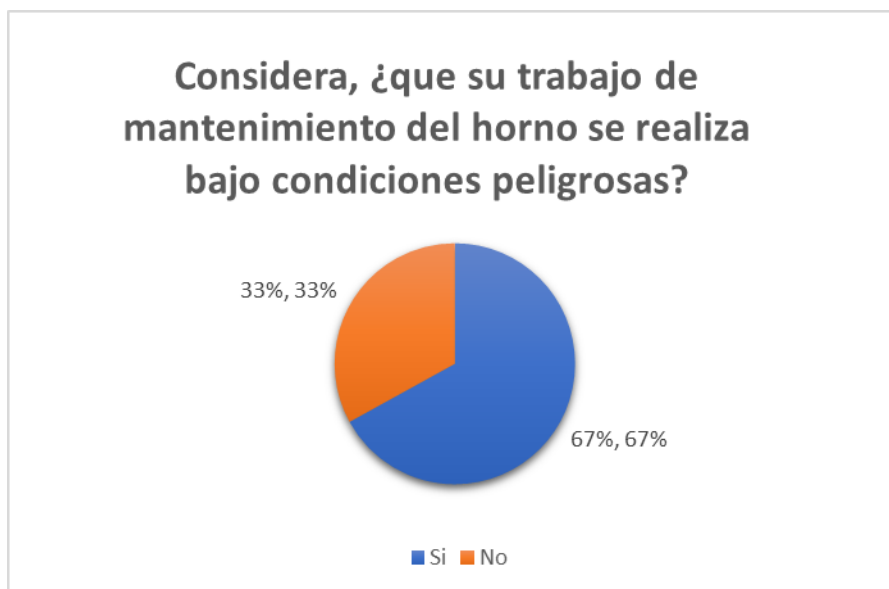


Apéndice 6.7

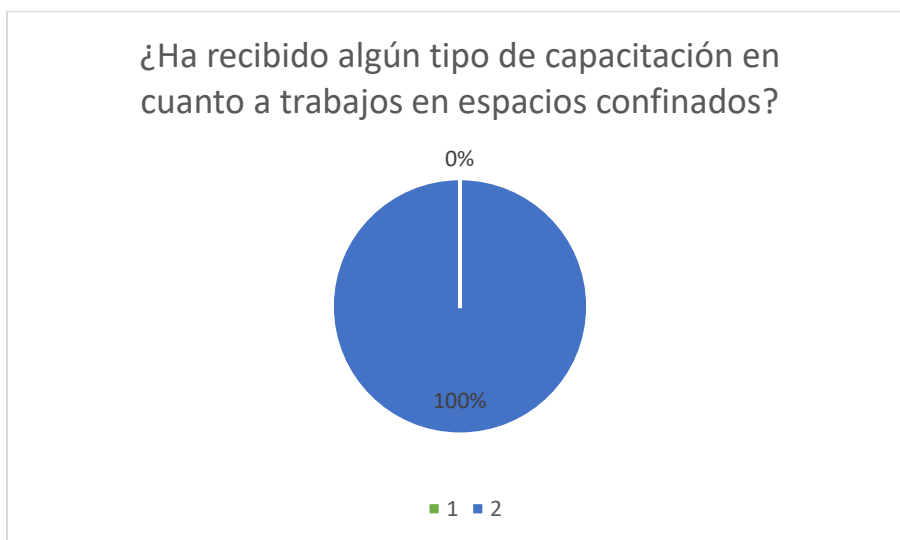


Apéndice 7. Resultados estadísticos de la encuesta higiénica aplicada al personal técnico mantenimiento de hornos

Apéndice 7.1

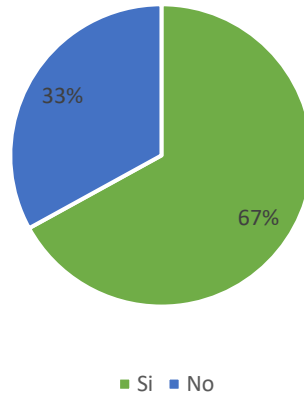


Apéndice 7.2



Apéndice 7.3

Considera, ¿que los controles implementados han tenido algún efecto positivo en la disminución de los riesgos en este tipo de trabajo?



Apéndice 8. Resultados bitácoras en los 4 días de evaluación índice TGBH puesto entrada hornos

Bitácora de evaluación de las condiciones termohigrométricas							
Datos Generales							
Evaluador	Moisés Arias			Organización	CooperStandard, Cartago		
Día	1			Puesto a evaluar	Entrada Hornos		
Fecha	27 Feb. 23			Consumo metabólico (W/h)	251	Clo	0,56
Datos de evaluados							
Hora	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores)	Observaciones
7:00	64	19,5	22,1	25,4	0 m/s	21	Ventilador apagado
7:30	64	19	22,3	25,2	0 m/s	20,9	-
8:00	55	19,6	23,7	26,8	0,1 m/s	21,8	-
8:30	53	19,8	24,6	27,8	0 m/s	22,1	-
9:00	54	20,6	25,1	28,5	0 m/s	23,1	-
9:30	49	21,9	27,3	30	0 m/s	24,3	-
10:00	44	22,6	28,6	32,9	0 m/s	25,7	2060 F° horno
10:30	49	20,7	26,3	30,1	0 m/s	23,5	
11:00	50	21	26,8	31	3,5 m/s	23,9	Encendido ventiladores
11:30	48	21,1	26,9	31,3	3,5 m/s	24	Tem. externa 24°C
12:00	45	22,5	29,5	34,5	3 m/s	26,1	El tiempo atmosférico bajo temperatura
12:30	46	22,6	29,7	33,7	3 m/s	26,2	
13:00	45	22,4	29,2	34	2,5 m/s	25,8	
13:30	46	23,1	30,1	35,1	3 m/s	26,6	
14:00	44	23,2	30,1	34,4	3 m/s	26,6	
14:30	48	21,5	27,5	30,3	3 m/s	24,1	
15:00	51	21,1	27	29,7	2,5 m/s	23,7	Temperatura externa baja / cambio turno 2
15:30	50	21,5	27,2	30	-	24,1	
16:00	49	21,9	27,1	30,3	-	24,5	
16:30	50	21,8	26,5	29,6	-	24,2	Apagaron ventiladores
17:00							
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							

Bitácora de evaluación de las condiciones termohigrométricas							
Datos Generales							
Evaluador	Moisés Arias			Organización	CooperStandard, Cartago		
Día	2			Puesto a evaluar	Entrada Hornos		
Fecha	28 Feb - 23			Consumo metabólico (W/h)	251	Clo	0,56
Datos de evaluados							
Hora	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores)	Observaciones
7:00	50	19,3	23,4	28,3	0 m/s	22	Ventiladores apagados
7:30	50	19,4	23,9	28,6	0 m/s	22,1	2070° E horno
8:00	51	20,3	25,7	29,9	0 m/s	23,2	-
8:30	48	20,8	26,7	30,5	0 m/s	23,7	
9:00	46	21,4	27,9	32,2	0 m/s	24,6	
9:30	44	20,9	28,4	32,1	3 m/s	24,2	Encendido ventiladores
10:00	44	22,2	28,8	31,9	3,5 m/s	25	
10:30	44	21,9	29,1	32,9	3 m/s	25,1	
11:00	43	21,1	28,9	32,4	3 m/s	24,5	
11:30	42	22,3	30	33,7	3 m/s	25,7	
12:00	41	22,4	30,2	33,8	3 m/s	25,8	
12:30	-	-	-	-	-	-	Almuerzo
13:00	45	22,5	29,8	33,6	0,5 m/s	25,6	
13:30	50	21,6	27,4	31	0,5 m/s	24,3	
14:00	52	21,4	26,4	29,6	0,5 m/s	23,8	baja temperatura externa
14:30	48	22,3	28,6	31,4	0,5 m/s	25,1	
15:00	03	21,5	27,3	30	0 m/s	24,1	Apagado ventiladores
15:30	50	21,8	27,8	30,4	0 m/s	24,5	
16:00	51	21,3	26,4	29,1		23,6	
16:30							
17:00							
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							

Bitácora de evaluación de las condiciones termohigrométricas							
Datos Generales							
Evaluador	Moisés Arias			Organización	CooperStandard, Cartago		
Día	3			Puesto a evaluar	Entrada Hornos		
Fecha	01 Mar-23			Consumo metabólico (W/h)	251	Clo	0,56
Datos de evaluados							
Hora	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores)	Observaciones
7:00	60	19,2	22	27	0 m/s	21,5	Ventilador apagado
7:30	49	19,8	24,6	29,8	0 m/s	22,7	2075 F° horno
8:00	43	20,8	26,4	30,6	0 m/s	23,7	
8:30							
9:00	40	21,3	28,1	31,9	0 m/s	24,5	
9:30							
10:00	43	20,2	27,4	31,3	3 m/s	23,4	Encendido de ventiladores
10:30							
11:00	42	21,5	29,2	33,7	2,5 m/s	25,3	
11:30							
12:00	39	23,5	31,8	36,3	2,5 m/s	27,2	
12:30	38	22,6	31,2	35,8	2,5 m/s	26,8	
13:00	39	23,2	31,7	36,2	2,5 m/s	27	
13:30	37	23,7	32,1	36,1	2,5 m/s	27,6	
14:00	39	22,1	30,5	34,5	2,5 m/s	25,7	
14:30	39 39	23,2	31,3	35,1	2,5 m/s	26,6	
15:00	47	23,1	29,8	33,9	2,5 m/s	26,3	
15:30	42	22,8	30	33,6	2,5 0 m/s	26	Apagado Ventilador
16:00	44	22,9	29,6	33,2	0 m/s	25,9	
16:30							
17:00							
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							

Bitácora de evaluación de las condiciones termohigrométricas							
Datos Generales							
Evaluador	Moisés Arias			Organización	CooperStandard, Cartago		
Día	4			Puesto a evaluar	Entrada Hornos		
Fecha	02 Mar-23			Consumo metabólico (W/h)	251	Clo	0,56
Datos de evaluados							
Hora	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores)	Observaciones
7:00	60	18,8	21,8	25,2	0 m/s	20,7	Ventiladores apagados
7:30	59	18,6	22	24,9	0 m/s	20,4	2070°F horno
8:00	54	19,6	23,9	26,8	0 m/s	21,8	
8:30	49	20,8	26,0	29,8	0 m/s	23,7	
9:00	44	21,3	27,4	31,0	0 m/s	24,2	
9:30	43	21,6	27,5	31,6	0 m/s	24,5	
10:00	42	21,7	28,1	31,5	0 m/s	24,7	Encendido Ventiladores
10:30	43	20,8	28	31,7	2,5 m/s	24	1
11:00	42	21,3	28,7	32,9	2,5 m/s	24,8	
11:30	39	22,4	30,7	35,2	3 m/s	26,2	26°C Temperatura externa
12:00	40	21,9	29,4	33,1	3 m/s	25,4	
12:30	39	22,5	30,7	34,6	2 m/s	26,1	
13:00	38	22,8	31,3	35,2	2,5 m/s	26,7	
13:30	37	22,6	32,6	36,5	3 m/s	26,8	
14:00	35	23,7	33,2	36,1	2,5 m/s	27,2	
14:30	36	23,8	32,3	36,3	2 m/s	27,5	
15:00	41	23,2	30,1	33,8	3 m/s	26,4	
15:30	44	21,8	28,1	31,6	0 m/s	24,7	Apagado ventiladores
16:00	44	22,9	29,1	32,8	0 m/s	25,8	Fir evaluación
16:30							
17:00							
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							

Apéndice 9. Resultados bitácoras en los 4 días de evaluación índice TGBH puesto entrada hornos


Bitácora de evaluación de las condiciones termohigrométricas							
Datos Generales							
Evaluador	Moisés Arias			Organización	CooperStandard, Cartago		
Día	1			Puesto a evaluar	Salida hornos		
Fecha	8 Marz 23			Consumo metabólico (W/h)	261	Clo	0,56
Datos de evaluados							
Hora	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores)	Observaciones
7:00	60	20,8	24	30,1	0 m/s	23,6	Ventilador apagado
7:30	55	21,2	25,6	32,3	0	24,6	
8:00	47	21,2	25,9	29,4	0	23,2	
8:30	42	20,8	24,8	23,8	0	30,0	
9:00	40	21,2	26,6	23,9	0	30,0	
9:30	39	22,0	27,4	33,0	0	25,3	
10:00	32	21,4	30,2	33,3	0	24,9	
10:30	31	22,6	30,7	35,1	0	26,6	
11:00	28	23,3	32,0	34,1	0	24,4	
11:30	28	22,0	31,6	35,5	0	26,2	
12:00	29	23,0	31,4	35,2	0	26,6	Temperatura externa bajo 21°C
12:30	31	22,5	31	34	0	25,9	otra nublaro
13:00	32	22,8	30,8	34,2	0	26,3	
13:30	32	23,1	31,4	35,2	0	26,7	
14:00	32	21,7	29,7	35,1	2,5 m/s	25,7	Encendido ventiladores
14:30	32	22,4	30,2	36,3	2,5 m/s	26,7	
15:00	33	22,7	32	34,5	2,5 m/s	26,1	
15:30	43	20,5	26,7	32,5	2,5 m/s	24	
16:00	42	20,6	27	32,4	2,5	24,2	
16:30							
17:00							
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							

Bitácora de evaluación de las condiciones termohigrométricas							
Datos Generales							
Evaluador	Moisés Arias			Organización	CooperStandard, Cartago		
Día	09 Marz - 23			Puesto a evaluar	Salida hornos		
Fecha	2			Consumo metabólico (W/h)	251	Clo	0,56
Datos de evaluados							
Hora	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores)	Observaciones
7:00	58	22,1	26,3	30,6	0	24,6	Ventiladores apagados
7:30	50	22,6	27,9	32,2	0 m/s	25,4	
8:00	41	23,7	29,7	34,4	0	26,7	
8:30	35	24,3	31,3	36,7	0	28,0	
9:00	33	23,7	32,9	35,3	0	27,1	
9:30	32	23,6	33,0	36,7	0	27,3	
10:00	35	23,2	31,4	36,9	0	27,3	Temperatura externa 21°C
10:30	32	23,9	34,1	37,6	0	28,1	clima nublado
11:00	31	24	34,5	38,9	0 m/s	28,5	
11:30	32	24,0	32,4	36,2	0 m/s	27,5	
12:00	32	23,6	32,8	38,0	0 m/s	27,9	
12:30	30	25,0	34,7	39,0	0 m/s	29,0	
13:00	31	24,9	34,7	37,2	0 m/s	28,4	
13:30	32	23,7	32,9	36,9	2,5 m/s	27,6	Encendido ventiladores
14:00	33	24,4	33,1	35,8	0,5 m/s	27,6	m/s
14:30	39	22,4	28,4	34,4	3,5	26,0	
15:00	38	24	30,5	35,4	0	27,3	Apagado ventilador
15:30	37	24,6	31,2	36,8	0	28,1	
16:00	42	21,5	27,5	34,7	0	25,3	-
16:30							
17:00							
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							

Bitácora de evaluación de las condiciones termohigrométricas							
Datos Generales							
Evaluador	Moisés Arico			Organización	CooperStandard, Cartago		
Día	3			Puesto a evaluar	Salida hornos		
Fecha	10 Mar 23			Consumo metabólico (W/h)	251	Clo	0,56
Datos de evaluados							
Hora	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores)	Observaciones
7:00	54	20,6	24,7	31,1	0,5	23,9	Ventiladores encendidos
7:30	44	21,1	28,2	33,1		24,6	
8:00	42	21,2	27,8	33,8		25	
8:30	42	22,1	28,6	34,6		25,7	
9:00	41	21,1	28,0	36,4		26,1	
9:30	36	22,4	31,0	34,4		26,8	
10:00	37	21,8	29,9	35,4		25,9	
10:30	35	22,5	31,5	34,6		27,5	
11:00	36	21,9	30,5	34,8		27,4	
11:30	38	22,1	29,4	35,4		26,2	
12:00	40	21,9	29	35,5		26	
12:30	34	22,9	31,3	38,2		27,8	
13:00	34	23,3	32,3	38,0		27,4	
13:30							
14:00	36	23,7	31,6	38,4		28,2	
14:30	39	23,7	32	39,4		28,5	
15:00	36	24,4	31,8	39		28,6	
15:30	41	22,8	29,3	36,4		26,9	
16:00	42	22,9	29	36,5	0,5	26,7	
16:30							
17:00							
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							

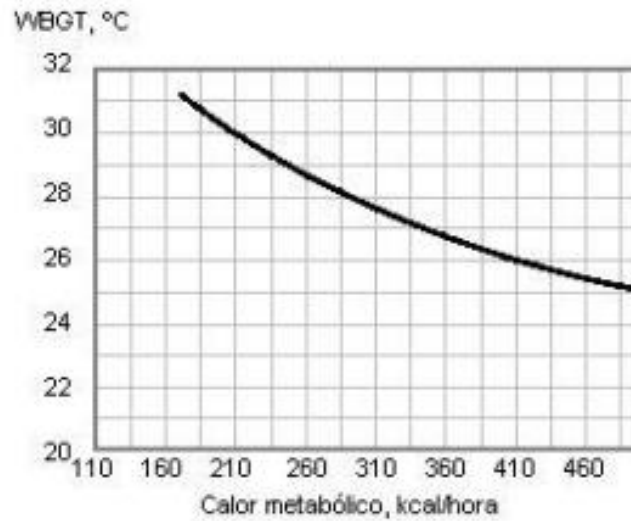
Bitácora de evaluación de las condiciones termohigrométricas							
Datos Generales							
Evaluador	Moisés Arias			Organización	CooperStandard, Cartago		
Día	4			Puesto a evaluar	Salida hornos		
Fecha	13 Mar 23			Consumo metabólico (W/h)	251	Cio	0,56
Datos de evaluados							
Hora	HR (%)	BH (°C)	BS (°C)	TG (°C)	Va (m/s)	TGBH (interiores)	Observaciones
7:00							
7:30	65	21,1	22,7	29,2	0	23,5	
8:00	50	21,9	24,6	31,9	0	24,9	
8:30	42	23,1	26,7	36,8	0	27,0	
9:00	40	23,4	27,9	34,2	0	27,2	
9:30	36	24,3	31,7	38,2	3 m/s	28,6	Encendido ventilador
10:00	35	24,1	31,5	36,6	2,5	27,7	
10:30	37	25,4	33,6	37,9	3	29,0	
11:00	34	25,1	34,5	38,6	0,5	29	
11:30	40	22,5	28,1	33,9	3 m/s	25,9	
12:00	44	23,3	29,2	34,1	0,5	26,6	
12:30	46	25,3	33	36,2	2 m/s	28,3	Lluvia externa fuerte
13:00	35	25,2	33,7	36,6		28,6	
13:30	34	25,0	33,2	35,9	2 m/s	28,5	
14:00	32	26,1	35,2	38,2		29,6	
14:30	35	23,7	28,9	36,7		27,3	
15:00	37	24,3	27,8	38,6		28,3	
15:30	38	23,9	28,3	39,5		28,6	
16:00	40	24,5	28,1	41,4	0 m/s	29,6	
16:30							
17:00							
17:30							
18:00							
18:30							
19:00							

Apéndice 10. Acta de muestreo gases y vapores

					
Fecha			Evaluador		
Espacio confinado a evaluar					
Gas para monitorear	Niveles permitidos según INTE 31-08-04	NIOSH REL (ppm)		IDLH (ppm)	
Porcentaje de oxígeno (O2 %)	19.5 a 23.5	-		-	
Monóxido de carbono (CO ppm)	Menos de 20	TWA 35 CL 200		1200	
Dióxido de carbono (CO2 ppm)	Menos de 100	TWA 5000 ST 30000		40000	
Porcentaje del límite inferior de explosividad del metano (%LEL de CH4)	Menos de 10	-		-	
Sulfuro de hidrógeno (H2S ppm)	Menos de 10	CL 10 (10 minutos)		100	
Hora	O2 %	CO (ppm)	CO2 (ppm)	LEL CH4 (%)	H2S (ppm)

XII. Anexos

Anexo 1. Valores límite del índice de TGBH (ISO 7243)



Anexo 2. Matriz de riesgo trabajos mantenimiento hornos

Ocupación	Tarea	Peligro	Riesgo	NC	ND	NE	NP	NRR	Nivel de Intervención

Fuente: elaboración propia

Escalas para la categorización del riesgo en la matriz anterior
según (INTECO, 2011)

Nivel de deficiencia	ND	Significado
Muy deficiente (MD)	10	Se han detectado factores de riesgo significativos que determinan como muy posible la generación de fallos. El conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo resulta ineficaz.
Deficiente (D)	6	Se ha detectado algún factor de riesgo significativo que precisa ser corregido. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes se ve reducida de forma apreciable.
Mejorable (M)	2	Se han detectado factores de riesgo de menor importancia. La eficacia del conjunto de medidas preventivas existentes respecto al riesgo no se ve reducida de forma apreciable.
Aceptable (B)	-	No se ha detectado anomalía destacable alguna. El riesgo está controlado. No se valora.

Nivel de exposición	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Varias veces en su jornada laboral con tiempo prolongado.
Frecuente (EF)	3	Varias veces en su jornada laboral, aunque sea con tiempos cortos.
Ocasional (EO)	2	Alguna vez en su jornada laboral y con período corto de tiempo.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

		Nivel de exposición (NE)			
		4	3	2	1
Nivel de deficiencia (ND)	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Nivel de probabilidad	HP	Significado
Muy alta (MA)	Entre 40 y 24	Situación deficiente con exposición continuada, o muy deficiente con exposición frecuente. Normalmente la materialización del riesgo ocurre con frecuencia.
Alta (A)	Entre 20 y 10	Situación deficiente con exposición frecuente u ocasional, o bien situación muy deficiente con exposición ocasional o esporádica. La materialización del riesgo es posible que suceda varias veces en el ciclo de vida laboral.
Media (M)	Entre 8 y 6	Situación deficiente con exposición esporádica, o bien situación mejorable con exposición continuada o frecuente. Es posible que suceda el daño alguna vez.
Baja (B)	Entre 4 y 2	Situación mejorable con exposición ocasional o esporádica. No es esperable que se materialice el riesgo, aunque puede ser concebible.

Nivel de consecuencias	NC	Significado	
		Daños personales	Daños materiales
Mortal o Catastrófico (M)	100	1 muerto o más	Destrucción total del sistema (difícil renovarlo)
Muy Grave (MG)	60	Lesiones graves que pueden ser irreparables	Destrucción parcial del sistema (compleja y costosa la reparación)
Grave (G)	25	Lesiones con incapacidad laboral transitoria (I.L.T.)	Se requiere paro de proceso para efectuar la reparación
Leve (L)	10	Pequeñas lesiones que no requieren hospitalización	Reparable sin necesidad de paro del proceso

NR = NP x NC

		Nivel de probabilidad (NP)			
		40-24	20-10	8-6	4-2
Nivel de consecuencias (NC)	100	I 4000-2400	I 2000-1200	I 800-600	II 400-200
	60	I 2400-1440	I 1200-600	II 480-360	II 240 III 120
	25	I 1000-600	II 500-250	II 200-150	III 100-50
	10	II 400-240	II 200 III 100	III 80-60	III 40 IV 20

Nivel de intervención	NR	Significado
I	4000-600	Situación crítica. Corrección urgente.
II	500-150	Corregir y adoptar medidas de control.
III	120-40	Mejorar si es posible. Sería conveniente justificar la intervención y su rentabilidad.
IV	20	No intervenir, salvo que un análisis más preciso lo justifique.