

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA EN  
SEGURIDAD LABORAL E HIGIENE AMBIENTAL**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
BACHILLERATO EN INGENIERÍA DE SEGURIDAD LABORAL E  
HIGIENE AMBIENTAL**

**PROPUESTA DE UN PROGRAMA DE CONTROL PARA LA  
EXPOSICIÓN A CALOR EN LAS LABORES DE MANTENIMIENTO,  
SUPERVISIÓN Y PRODUCCIÓN DE LA TRITURACIÓN DE PIEDRA  
EN EL QUEBRADOR GUÁPILES MECO**

**ELABORADO POR:  
JOSÉ ARNOLDO SÁENZ JIMÉNEZ  
9917257**

**ASESOR ACADÉMICO  
TANIA ARAYA SOLANO**

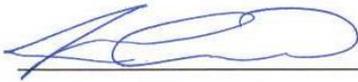
**ASESOR INDUSTRIAL  
SERGIO RAMÍREZ ARIAS**

**I SEMESTRE  
JUNIO DE 2017**

## CONSTANCIA DE DEFENSA PÚBLICA DEL PROYECTO DE GRADUACIÓN

Proyecto de graduación defendido públicamente ante el Tribunal Examinador integrado por el profesor Jorge Chaves Arce y el profesor Ara Villalobos Rodríguez, como requisito para optar al grado de Bachiller en Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ambiental, del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

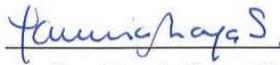
La orientación y supervisión del trabajo desarrollado por el estudiante estuvo a cargo de la profesora asesora Ing. Tannia Araya Solano.



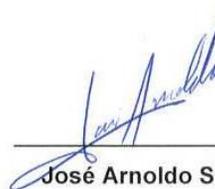
**Ing. Jorge Chaves Arce**  
**Profesor Evaluador**

---

**Ing. Ara Villalobos Rodríguez**  
**Profesor Evaluador**



**Ing. Tannia Araya Solano**  
**Profesor Asesor**



**José Arnoldo Sáenz Jiménez**  
**Estudiante**

**Cartago, 19 de junio de 2017**

# AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero darle las gracias y la honra a Dios por darme la vida, mantener mi salud física y mental durante la elaboración de este proyecto, y por brindarme la fuerza necesaria para terminarlo. También agradezco al Señor por cada milagro y bendición que me dio cada día, y por tocar el corazón de las personas que estuvieron relacionadas con el proyecto.

Mi corazón, mi alma y mi mente están profundamente agradecidos con las únicas dos personas que confiaron en que iba a terminar mis estudios: mi madre Ana Lorena (Q.D.G) y mi tía Noemy; en especial, mi madre, quien no puede acompañarme en la entrega del título.

De igual manera, le agradezco de todo corazón a mi familia de sangre y política, a mi hijo José Mathías, a mi hija Krystel, y, en especial, a mi esposa por apoyarme y soportar los escasos minutos de convivencia familiar para avanzar en el proyecto. Gracias por ese amor incondicional que me brindaron.

Un profundo agradecimiento a los profesores Jorge Chaves, Ara Villalobos y, en particular, a Tannia Araya, por brindarme guía, consejo y su apoyo incondicional para finalizar a cabalidad este proyecto, a pesar del valle de sombra que atravesé durante su elaboración.

Finalmente, un agradecimiento especial a mi jefe y amigo Ing. Sergio Arias Ramírez por darme la oportunidad de realizar este proyecto en el trabajo y confiar en lo que estaba haciendo. De igual forma, doy gracias a los compañeros y amigos que aportaron su tiempo y colaboración a este proyecto.

¡Gracias, muchas gracias! También a aquellos que no pude recordar, ¡muchísimas gracias!

#### DEDICATORIA

A Dios, mi Señor, que me sostiene y guía mis pasos.

A mi madre Ana Lorena, que está feliz en la Gloria del Señor de que pueda recibir el título de ingeniero.

A mi tía Noemy, que nunca dejó de creer en mí.

A mi familia, que son mi razón de seguir adelante.

Pacientemente esperé a Jehová, y se inclinó a mí, y oyó mi clamor. Y me hizo sacar del pozo de la desesperación, del lodo cenagoso; puso mis pies sobre peña, y enderezó mis pasos. Puso luego en mi boca cántico nuevo, alabanza a nuestro Dios. Verán esto muchos, y temerán, y confiarán en Jehová.

(Salmos 40: 1-3)

# RESUMEN

El presente proyecto se desarrolló en la Unidad Estratégica de Negocios de Agregados de la Constructora MECO en los Quebradores de Guápiles. La investigación se realizó en las áreas del taller de mantenimiento y trituración primaria y secundaria de piedras, donde los trabajadores de la jornada diurna están expuestos a estrés térmico. En estas áreas laboran un máximo de quince trabajadores.

Las molestias expresadas por los empleados acerca de las condiciones termohigrométricas presentes en sus áreas de trabajo se han mantenido constantes durante varios años y han generado el incumplimiento del personal en cuanto a las normas de seguridad de la empresa, debido a la sensación de sofocación que experimentan. De igual manera, el rendimiento laboral se ve afectado cuando la temperatura ambiental aumenta y el cansancio empieza a notarse en los trabajadores.

Los principales factores de riesgo de la exposición ocupacional a calor en estas áreas de trabajo son las condiciones climáticas propias de la Zona Atlántica (clima tropical lluvioso), la carga postural y la tasa metabólica del trabajador al realizar sus tareas.

La metodología utilizó herramientas de investigación como la encuesta y la entrevista para la obtención de información. Además, se emplearon instrumentos de lectura directa como balanzas, cronómetros, oxímetros, medidores TGBH y anemómetros. Los datos obtenidos fueron analizados e interpretados mediante la utilización de métodos, normas internacionales y programas para evaluar la exposición laboral a calor.

El personal presentó síntomas de exposición a estrés térmico tales como cansancio y dolor muscular, los cuales pueden ser influenciados por la deshidratación y aumento de la temperatura corporal interna. Los índices de exposición a calor evaluados en las mediciones efectuadas mostraron que en las áreas de trabajo existe estrés térmico y alto nivel de peligrosidad para el personal.

Por lo tanto, se debe implementar el Programa de Control de la Exposición Laboral a calor en las labores de trituración de piedra para la intervención de las variables termohigrométricas que afectan el equilibrio térmico de los trabajadores. Este programa incluye controles ingenieriles y administrativos con el propósito de minimizar el estrés térmico y evitar efectos adversos en la salud de los trabajadores.

**Palabras clave:** Programa de control, exposición laboral, calor, estrés térmico, condiciones termohigrométricas.

# ABSTRACT

This project was developed in the Strategic Business Unit of Aggregates of Constructora MECO, specifically in the crushing plants in Guápiles. The research was carried out in the maintenance workshop and in the primary and secondary stone crushing areas, where daytime workers are exposed to thermal stress. There is a maximum of fifteen workers in these areas.

The discomfort expressed by the workers regarding the thermo-hygrometric conditions present in their work areas have remained constant for several years, and have resulted in employees' failure to comply with the company's safety regulations due to the feelings of suffocation experienced. Similarly, the work performance is affected when the environmental temperature increases and workers start showing symptoms of fatigue.

The main risk factors of occupational exposure to heat in these work areas are the climatic conditions of the Atlantic Zone (tropical rainy climate), the postural load, and the metabolic rate of the worker when performing his tasks.

The methodology used in this paper includes data collection instruments such as surveys and interviews, in addition to direct-reading measurement tools such as weighing scales, stopwatches, oximeters, TGBH meter and anemometers. The data obtained was analyzed and interpreted using methods, international standards and programs to evaluate occupational exposure to heat.

The staff exhibited symptoms of exposure to thermal stress, such as fatigue and muscle pain, which may be influenced by dehydration and increased internal body temperature.

The measured heat exposure rates showed that there is thermal stress in the work areas and high level of danger for the personnel.

Therefore, it's necessary to implement the Occupational Exposure to Heat Control Program in the intervention of thermo-hygrometric variables that affect the thermal equilibrium of the workers in the stone crushing plants. This program includes engineering and administrative controls that aim to minimize thermal stress and avoid adverse effects on workers' health.

**Key words:** Control program, occupational exposure, thermal stress, heat, thermo-hygrometric conditions.

# ÍNDICE GENERAL

I. Introducción.....	12
A. Identificación de la empresa .....	12
1. Visión .....	12
2. Misión.....	12
3. Antecedentes .....	12
4. Ubicación geográfica .....	14
5. Número de empleados .....	14
6. Organización.....	14
7. Tipos de producto .....	15
8. Mercado .....	16
9. Proceso productivo .....	16
B. Delimitación del problema.....	18
C. Justificación.....	18
D. Objetivos .....	20
1. Objetivo general.....	20
2. Objetivos específicos .....	20
E. Alcances y limitaciones .....	20
1. Alcances .....	20
2. Limitaciones .....	21
II. Marco teórico .....	22
III. Metodología .....	27
A. Tipo de estudios .....	27
B. Fuentes de información.....	27
C. Población y muestra .....	28
D. Operacionalización de variables .....	30
E. Descripción de los instrumentos y métodos utilizados .....	32
1. Encuesta higiénica.....	32
2. Entrevista al médico de trabajo .....	32
3. Encuesta a trabajadores.....	33
4. Balanza gravimétrica .....	33
5. Cronómetro .....	33
6. Medidor termohigrométrico -Sper Scientific WBGT Heat Stress Meter- .....	34
7. Environmental Quality Meter Sper Scientific .....	34
8. Oxímetro de pulso Beurer P-30.....	34
9. Goniómetro .....	34
10. Método REBA Carga de Trabajo Postural.....	35
11. Programa <i>Spring</i> 3.0.....	35
12. Carga metabólica ISO 8996 .....	36
13. Aislamiento térmico de la ropa ISO 7730 .....	36
14. Otros programas computacionales.....	36
F. Plan de análisis .....	36

IV. Análisis de la situación actual .....	39
V. Alternativas de solución .....	50
A. Alternativas de control ingenieril .....	50
1. Quiosco hidratación .....	50
2. Ventilación y extracción .....	52
3. Colocación de techo y sistema de izaje con un tecele en la criba .....	55
B. Alternativas de control administrativo .....	59
1. Ciclo de trabajo-descanso .....	59
2. Carga metabólica.....	60
3. Vestimenta .....	61
4. Protocolo preventivo de exposición solar laboral .....	61
C. Programa para control de la exposición laboral a calor .....	61
1. Acta de constitución del programa .....	64
2. Política .....	67
3. Diagnóstico .....	68
4. Alcance .....	69
5. Objetivos y metas .....	69
6. Asignación de recursos .....	70
7. Asignación de responsabilidades .....	70
8. Alternativas de solución de control ingenieril .....	72
9. Alternativas de solución de control administrativo.....	75
10. Procedimientos .....	79
11. Capacitación .....	86
12. Seguimiento y control de resultados .....	91
D. Conclusiones y recomendaciones .....	97
Conclusiones .....	97
Recomendaciones .....	97
VI. Bibliografía .....	99
VII. Apéndices .....	103
Apéndice 1. Encuesta a los trabajadores .....	103
Apéndice 2. Entrevista al médico .....	104
Apéndice 3. Tamaño de la muestra.....	105
Apéndice 4. Encuesta higiénica.....	106
Apéndice 5. Acta de muestreo - Carga postural.....	108
Apéndice 7. Acta de muestreo – Condiciones termohigrométricas.....	110
Apéndice 8. Cálculo de ciclos de trabajo-descanso .....	111
ANEXOS	

# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Historia Meco .....	13
Figura 1.2. Ubicación del Quebrador de Guápiles .....	14
Figura 1.3. Organigrama de agregados.....	15
Figura 1.4. Organigrama de agregados.....	15
Figura 1.5. Macro proceso de agregados .....	17
Figura 3.1. Plan de análisis .....	38
Figura 4.1. Carga metabólica estimada.....	41
Figura 5.1. Quiosco de hidratación.....	51
Figura 5.2. Mediciones de temperatura TG con y sin sombra (estructura de lona) .....	52
Figura 5.3. Sistema de extracción de humos.....	54
Figura 5.4. Sistema de inyección.....	54
Figura 5.5. Estructura metálica de techo sobre criba .....	56
Figura 5.6. Mediciones de temperatura TG con y sin sombra (estructura metálica) .....	56
Figura 6.1. Política de seguridad y salud en el trabajo .....	67
Figura 6.2. Procedimiento de levantamiento de cargas .....	81
Figura 6.3. Procedimiento de estiramiento y calentamiento.....	82
Figura 6.4. Campaña preventiva de estrés térmico .....	88
Figura 6.5. Capacitación de estrés térmico .....	89
Figura 6.6. Formato de registro de capacitación.....	90

# ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 3.1. Fuentes de información utilizadas.....	27
Cuadro 3.2. Mediciones previas de TGBH realizadas en tres áreas de trituración .....	29
Cuadro 3.3. Operacionalización de variables para objetivo específico 1 .....	30
Cuadro 3.4. Operacionalización de variables para objetivo específico 2 .....	31
Cuadro 3.5. Operacionalización de variables para objetivo específico 3 .....	32
Cuadro 4.1. Caracterización de la operación y del personal.....	39
Cuadro 4.2. Datos fisiológicos de los trabajadores y sus actividades personales.....	40
Cuadro 4.3. Resultados de la aplicación del método REBA a las tareas críticas .....	43
Cuadro 4.4. Estimación del aislamiento térmico de la vestimenta según ISO 7730 e ISO 9920.....	44
Cuadro 4.5. Condiciones termohigrométricas en la operación de trituración .....	45
Cuadro 4.6. Índice de sudoración requerida.....	46
Cuadro 4.7. Índice de sobrecarga calórica .....	47
Cuadro 5.1. Materiales del quiosco y sus características .....	52
Cuadro 5.2. Especificaciones del extractor de humos .....	53
Cuadro 5.3. Características del equipo de inyector Allegro Industries 9539-12 .....	55
Cuadro 5.4. Tecla de cadena .....	57
Cuadro 5.5. Detalle de los costos en las alternativas de control ingenieril.....	58
Cuadro 5.6. Estrategia de ciclo de trabajo-descanso.....	59
Cuadro 6.1. Asignación de recursos.....	70
Cuadro 6.2. Alternativas de solución de control ingenieril .....	73
Cuadro 6.3. Asignación de responsabilidades.....	74
Cuadro 6.4. Alternativas de solución de control administrativo .....	76
Cuadro 6.5. Asignación de responsabilidades.....	78
Cuadro 6.6. Capacitación del programa .....	87
Cuadro 6.7. Control y seguimiento del programa .....	92
Cuadro 6.8. Inspección de actividades.....	93

# I. INTRODUCCIÓN

## A. Identificación de la empresa

Constructora Meco está constituida por Unidades Estratégicas de Negocios UEN y Unidades Estratégicas de Servicio UES. La UEN están compuestas por Proyectos de Construcción (públicos y privados), Agregados (trituración de minerales y venta), Asfaltos y Concretos. La UES están compuestas por Maquinaria, Bodegas y Administración.

Las oficinas centrales se encuentran ubicadas en la Uruca y la operación logística se encuentra localizada en Pozos de Santa Ana, ambas en la provincia de San José.

Hoy en día, la planilla de MECO Costa Rica cuenta con aproximadamente 1400 colaboradores distribuidos en todo el territorio nacional.

### 1. Visión

Corporación multinacional con las mejores prácticas de clase mundial.

### 2. Misión

Construimos, gestionamos y diseñamos infraestructura para el progreso y bienestar humano; con pasión, servicio y calidad.

### 3. Antecedentes

El fundador, Ángel Américo Cerdas, a quien sus amigos llamaban Meco, comenzó un pequeño negocio de extracción y comercialización de arenas del Río Taras en Cartago, su ciudad natal en Costa Rica. También operaba un pequeño quebrador y alquilaba equipo a los proyectos hidroeléctricos del Instituto Costarricense de Electricidad, en los ríos Macho y Cachí. Pronto la pasión por el trabajo de este emprendedor dio sus frutos y la empresa comenzó a crecer aceleradamente en su país. En diciembre de 1977, en asociación con su hijo Carlos, fundó una nueva empresa: Constructora Meco S.A.

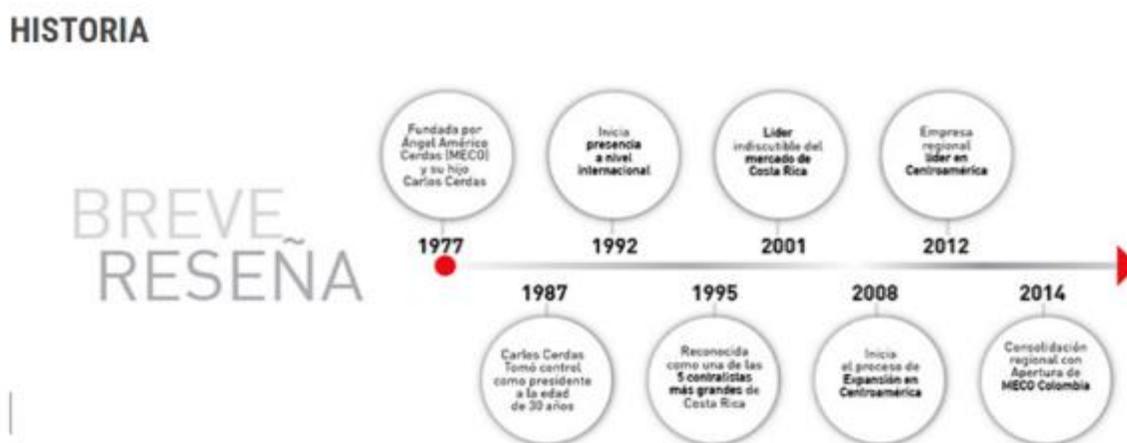
Durante los años ochenta la empresa se dedicó principalmente al alquiler de equipo y movimientos de tierra en diferentes zonas de Costa Rica. Los primeros proyectos ejecutados fueron la Ladrillera Industrial Agua Caliente, en Cartago; la Estación de la "Voice of America", en La Marina de San Carlos, provincia de Alajuela; y varios proyectos de lastrado.

La Constructora Meco se expandió hacia otros segmentos de mercado en 1984 y ejecutó los primeros proyectos de gran envergadura, entre los que destacan la presa de

enrocamiento del Proyecto Sandillal del I.C.E y el canal principal de riego del SENARA; actividades que aún se concentraban a nivel de Costa Rica. Fue en 1986, diez años después de su fundación, que con gran ilusión obtuvo su primer gran contrato de carreteras, la vía Frailes-Tarbaca, y, cuatro años después, el asfaltado de la carretera Atenas–San Mateo en las provincias de San José y Alajuela respectivamente.

El año siguiente sería de gran importancia para el futuro de la compañía, ya que vendría a marcar la ruta a seguir en los años consecuentes. Es en ese momento cuando Carlos Cerdas, a la edad de 30 años, asume el control de la empresa. Hoy en día este pionero de la construcción nacional se encuentra al mando de la compañía en el mismo puesto que 26 años atrás ocupó con gran esperanza.

**Figura 1.1. Historia Meco**



**Fuente: Constructora Meco (2016).**

Constructora Meco tomó la decisión trascendental de competir en los mercados internacionales en el año de 1993. Esta decisión generaba gran expectativa, sin embargo, el deseo de proyección y crecimiento fuera de las fronteras de Costa Rica determinó lo que hace 20 años parecía una idea sumamente arriesgada; hoy, esta idea es fuente de muchos de los éxitos que diferencian a Meco de otras constructoras del país.

A la fecha se han ejecutado exitosamente proyectos de diversos tamaños y características en toda Centroamérica: Nicaragua, Honduras, Belice, Guatemala, El Salvador, Panamá; y una vez más se proyecta el crecimiento expandiendo el alcance de los proyectos hacia América del Sur.

Por todo esto y más, se puede decir con gran seguridad que Constructora Meco es la empresa regional líder en Centroamérica.

#### 4. Ubicación geográfica

La división de Agregados se dedica a la extracción a cielo abierto de tajo de rocas y de piedras en ríos, que se ubican en Cañas, Nicoya, Liberia, San Carlos, Atenas, Ciruelas, Santa Ana, Quepos, Guápiles y cerca de la frontera con Panamá.

El Quebrador de Guápiles se ubica en la Marina de Pococí entre los ríos Chirripó y el Toro Amarillo.

**Figura 1.2. Ubicación del Quebrador de Guápiles**



Fuente: Google Maps (2016)

En este lugar se encuentran los procesos de extracción, trituración, acarreo, despacho, administración, talleres y mantenimiento.

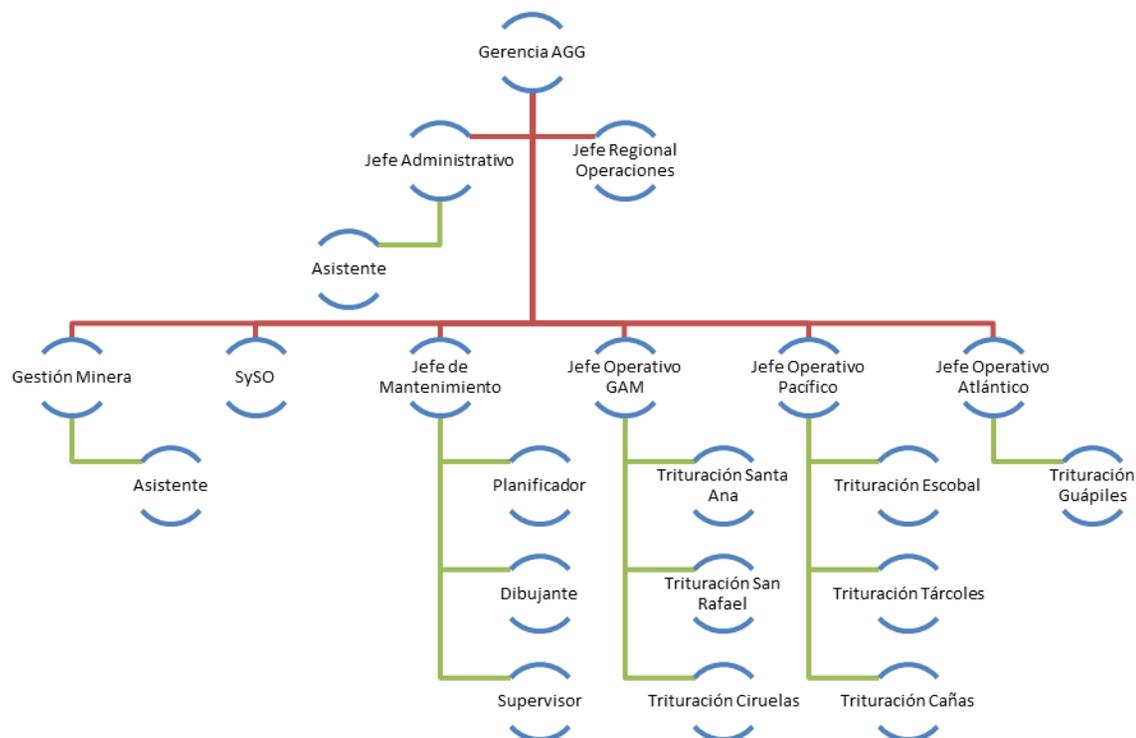
#### 5. Número de empleados

La fuerza laboral del Quebrador de Guápiles cuenta con 46 empleados: 2 mujeres y 44 hombres.

#### 6. Organización

La siguiente figura describe el organigrama del Quebrador de Guápiles:

**Figura 1.3. Organigrama de agregados**



**Fuente: Constructora Meco (2016).**

## 7. Tipos de producto

Los principales productos son materiales minerales en diferentes presentaciones según las necesidades de los clientes, estos son:

- base granular,
- subbase granular,
- arena,
- lastre,
- piedra quintilla,
- piedra cuartilla,
- piedra tercera,
- piedra gavión,
- piedra huevillo.

**Figura 1.4. Patio de Almacenamiento de Materiales**



Fuente: Constructora Meco (2016).

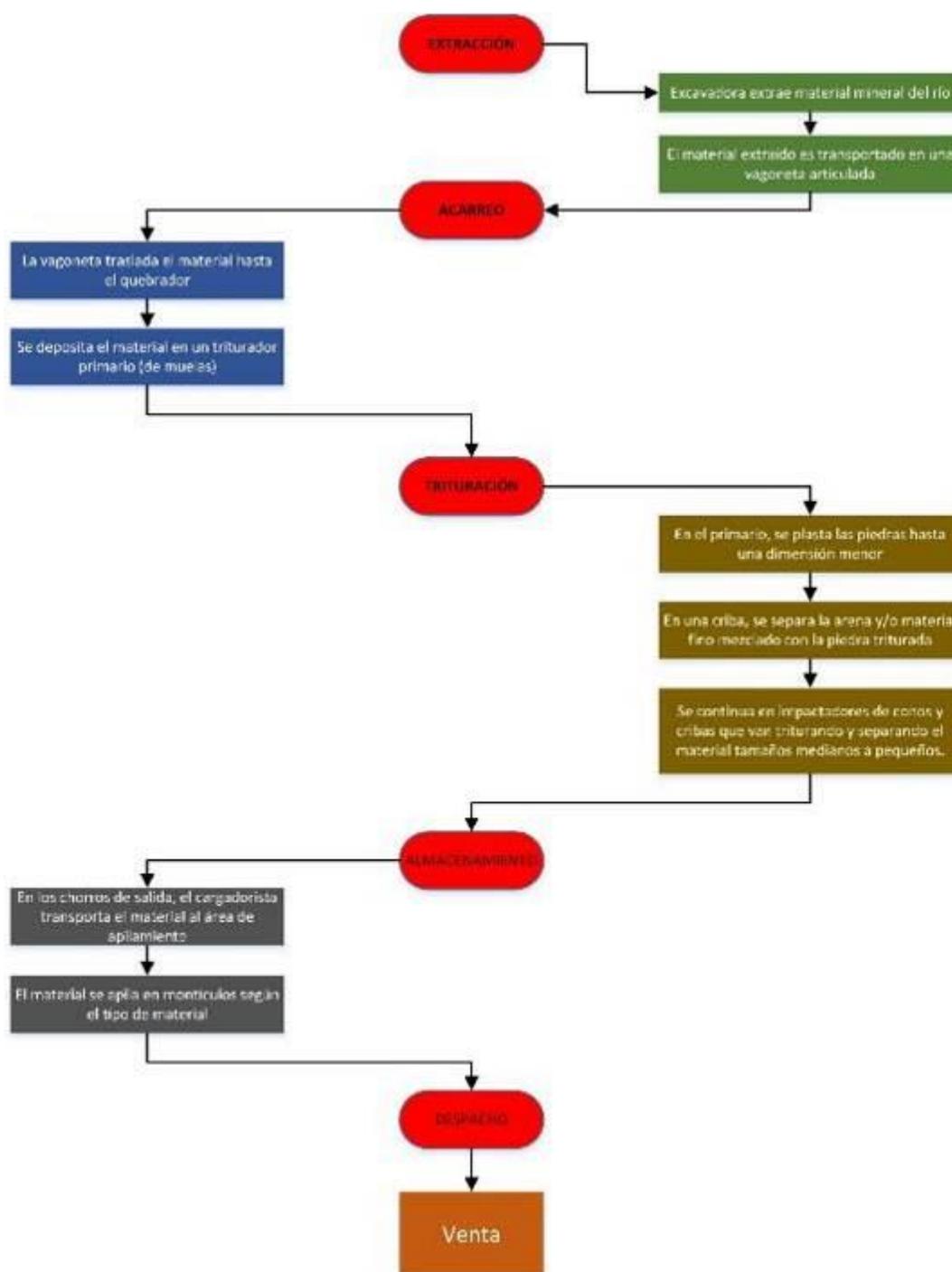
## 8. Mercado

El principal cliente del Quebrador de Guápiles son las divisiones de Concretos y Asfaltos que consumen el 90% de la producción. El resto de la producción se distribuye entre los Proyectos Meco y clientes externos locales. El mercado es 100% nacional.

## 9. Proceso productivo

El Quebrador de Guápiles tiene un proceso lineal de producción que se divide fácilmente en la siguiente figura:

Figura 1.5. Macro proceso de agregados



Fuente: Constructora Meco (2016).

## **B. Delimitación del problema**

El personal que labora en el área de trituración y mantenimiento del Quebrador Guápiles ha manifestado abiertamente su molestia por las condiciones de trabajo asociadas a las temperaturas entre los 29 °C y 35 °C con valores de 60% a 95% de humedad relativa, que se generan en el proceso de la jornada diurna, según los datos del Departamento de Salud Ocupacional de la empresa.

A partir del año 2015, rige en Costa Rica el Decreto N°39147 Reglamento para la Prevención y Protección de las Personas Trabajadoras Expuestas a Estrés Térmico, el cual indica que se debe evaluar el estrés térmico en los centros de trabajo, proteger al trabajador de los efectos directos a la exposición solar e implementar medidas de control y de prevención en los planes de salud ocupacional del centro de trabajo (Ministerio de Salud, 2015).

## **C. Justificación**

Las condiciones climáticas en Costa Rica provocaban variables notables entre el frío y el calor que se genera durante el día. Hay dos estaciones muy marcadas durante el año que inciden en los cambios del clima: la estación seca y la estación húmeda. Además del estado climático, el ambiente laboral de algunas empresas expone al trabajador a condiciones de calor que afecta su confort, su desempeño y su salud (Kjellstrom, 2009).

El artículo “Estrés térmico laboral, salud y productividad” se menciona que el cambio climático mundial en ambientes laborales calurosos y con una alta carga de trabajo influye negativamente en el rendimiento laboral. Por lo tanto, debe existir la necesaria implementación de controles sobre la transmisión del calor hacia el trabajador, especialmente dentro de los lugares de trabajo cerrados (Kjellstrom, 2009).

Un estudio de exposición ocupacional a calor indica que existe una relación directa entre una alta temperatura ambiental de trabajo y la baja productividad laboral, el aumento del error humano y la mala calidad del producto manufacturado (Campos & Montoya, 2011).

Actualmente, existe gran malestar o disconformidad entre la población laboral debido al calor existente en el área de trituración y talleres del Quebrador de Guápiles, por lo cual resulta un elemento importante a considerar para la realización del estudio. Todos los trabajadores han manifestado dolor de cabeza, picazón, cansancio, incomodidad e irritabilidad cuando laboran en estas áreas (ver apéndice 1). De igual manera, los

trabajadores muestran una gran resistencia a usar el equipo de protección personal al sentirse sofocados. La empresa no cuenta con un programa de rehidratación ni descansos durante el proceso escrito y planificado.

Los principales signos y síntomas de estar expuesto a ambientes calientes son sudoración excesiva, enrojecimiento de la piel, debilidad muscular, cefaleas, náuseas y espasmos musculares (Plog, 2001). También se presentan aumento de la temperatura interna, la frecuencia cardíaca y la presión arterial en las personas (Trantee, 2004). En la entrevista aplicada a los trabajadores se identifican muchos de los signos y síntomas que se mencionan en la revisión de la literatura, pero que difieren según el estado físico del trabajador, la tarea realizada y la ubicación del puesto de trabajo donde se encuentra la persona.

El departamento médico de la empresa tiene identificado los siguientes problemas de salud asociados a la exposición de calor: edema, calambres, y agotamiento. Además, se determinó que los trabajadores han padecido de inflamación de la piel, sed, calambres y cansancio severo.

Los trabajadores expuestos a actividades físicas fuertes y a la radiación directa del sol están en riesgo de padecer la enfermedad renal crónica, la cual fue investigada por un grupo de epidemiólogos de la Caja Costarricense del Seguro Social (CCSS). Uno de los principales motivos para realizar esta investigación fue la mortalidad del 36% de las personas enfermas en la provincia de Guanacaste (Rodríguez, 2015). Dentro de las estrategias de prevención de la enfermedad, la CCSS realizó una campaña de sensibilización de las partes interesadas, en la que se destacó la importancia de hidratarse frecuentemente con agua y refrescos naturales, así como evitar la sobreexposición solar y no automedicarse (Recio, 2016).

La maquinaria y equipos utilizados en el proceso sufren calentamiento debido a la fricción de sus componentes y la radiación solar; estos factores son una variable a considerar en la determinación de la carga de trabajo.

Los trabajos a la intemperie comunes en la trituración son la limpieza de material acumulado en las entradas o salidas de los *conveyors*, la supervisión de suciedad dentro del material, la revisión de la calidad y los atascos en las máquinas, la soldadura y la reparación, el cambio de mallas en las cribas, entre otras tareas. Los trabajadores realizan muchos movimientos repetitivos y permanecen de pie durante la ejecución de las tareas. Estos factores se relacionan directamente con la carga de trabajo.

En el año 2015 se publicó el Reglamento para la Prevención y Protección de las

Personas Trabajadoras Expuestas a Estrés Térmico por Calor en los Centros de Trabajo (Decreto N° 39147-S-TSS), el cual es de acatamiento obligatorio e indica que se debe proteger al trabajador mediante la hidratación, el descanso, la sombra y la protección a la radiación solar. Adicionalmente, se publica el Decreto N°39589-S Norma de Hidratación de las Personas Expuestas a Estrés térmico en Actividades Físicas de Tipo Laboral de Riesgo IV, el cual establece normas para garantizar el consumo de bebidas isotónicas.

Es de gran importancia realizar un estudio para evaluar la exposición laboral a calor, ya que se busca generar controles ingenieriles y administrativos que eviten la ocurrencia de enfermedades y accidentes, aumenten el confort térmico, incrementen el rendimiento laboral y la calidad del producto. Además, dichos controles facilitarían el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa de modo que pueda seguir mejorando continuamente para elaborar y comercializar productos de calidad para sus clientes.

Por lo tanto, la importancia de este estudio consiste en disminuir la exposición a, aumentar la productividad y calidad, generar confort en el área de trabajo y evitar daños a la salud por factores asociados al calor y la carga de trabajo; así como contribuir al cumplimiento legal de las normas de salud.

## **D. Objetivos**

### **1. Objetivo general**

- Diseñar un programa de control de la exposición a calor en las labores en la trituración de piedra de río en el Quebrador Meco en Guápiles.

### **2. Objetivos específicos**

- Identificar los principales factores relacionados con la exposición a calor durante la exposición laboral.
- Evaluar la exposición a condiciones termohigrométricas por calor en las áreas de taller, patios y cribas de trituración.
- Diseñar alternativas de control administrativo e ingenieril para el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

## **E. Alcances y limitaciones**

### **1. Alcances**

El estudio pretende mejorar las condiciones de trabajo en las áreas de trituración

mediante la valoración de las condiciones termohigrométricas y los factores de riesgos asociados para proponer controles administrativos e ingenieriles.

Las labores a evaluar que afectan la exposición laboral a calor son las de mantenimiento, supervisión y producción.

La implementación de las alternativas de solución por parte de la empresa permitirá mejorar las condiciones de trabajo y el desempeño laboral.

## **2. Limitaciones**

Existen días en los que llueve mucho y el cielo permanece nublado, de modo que las mediciones podrían no reflejar las condiciones de calor más críticas presentes en la mayoría de las jornadas.

## II. MARCO TEÓRICO

La industria minera a cielo abierto en Costa Rica enfoca sus operaciones en la extracción de materiales de arrastre en ríos o en la extracción de tajo en las montañas. Usualmente, este tipo de operación se realiza en lugares calientes.

El buen funcionamiento de la maquinaria para la trituración de material requiere que el personal permanezca a la intemperie mientras realiza varias tareas. Esta situación provoca que los trabajadores estén expuestos a condiciones climáticas adversas, como el calor. De igual manera, la carga de trabajo es muy alta y requiere de un gran esfuerzo físico y mental por parte de los trabajadores. Otros factores de riesgo son el intercambio de calor entre las máquinas y el trabajador, el tipo de infraestructura y los aspectos individuales del ser humano (Stellman, 2001).

Los sistemas de trabajo pueden caracterizarse por el contenido de las tareas que se realizan, las condiciones laborales internas y externas, las actividades y otras acciones. Existe una relación entre el estrés de las personas y las caracterizaciones del trabajo, por lo cual es motivo de estudio. Los efectos del estrés en el ser humano afectan el rendimiento y la calidad de vida del trabajador (Bischoff, 2008).

El estrés térmico se relaciona con un bajo rendimiento laboral en ambientes calurosos de trabajo, y con una alta carga de trabajo (Kjellstrom, 2009). De igual manera, el calor puede vincularse con la depresión y la ansiedad (Glendon, 2006). En un estudio efectuado en hornos de secado de partes de automóviles, se determina que las condiciones laborales expuestas a calor tienen relación con el aumento del error humano, la baja productividad y la mala calidad del producto elaborado (Campos & Montoya, 2011)

Las operaciones mineras tienen factores en común como la carga de trabajo, un ambiente laboral caluroso por condiciones climáticas y de proceso químico, y una atmósfera contaminada (Tranter, 2004).

Las consecuencias de la exposición a calor se pueden dividir, según el efecto, en directos e indirectos. Las consecuencias directas en las personas son las quemaduras, golpes de calor, insolación, entre otros. Las indirectas son las molestias y la incomodidad (*discomfort*) de los trabajadores expuestos (Gallant, 2008).

Un grupo de epidemiólogos de la Caja Costarricense del Seguro Social realizó un estudio sobre la enfermedad renal crónica en trabajadores agrícolas expuestos a la radiación solar directa, en el cual se encontró que existe una relación entre el trabajo en ambientes con altas temperaturas y el consumo de analgésicos y antiinflamatorios, que

incide en la ocurrencia de la enfermedad. El riesgo de padecer la enfermedad renal crónica (ERC) aumenta hasta cinco veces cuando los trabajadores realizan actividades físicas muy pesadas durante 10 años y están expuestos directamente al sol durante las horas de más alta temperatura. Esta afectación ocurre por los efectos de la deshidratación en el cuerpo de las personas (Rodríguez, 2015). El género más afectado es el masculino, donde ocho de cada diez enfermos padecen ERC y están el período de edad más productivo, lo cual impacta al sector social (Ávalos, 2017).

El ser humano tiene la capacidad de intercambiar calor con el ambiente y mantener un equilibrio; a esto se le llama homeotermia (Koren, 2004). El hombre tiene una temperatura interna de  $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1$ .

La siguiente ecuación explica el equilibrio térmico del ser humano con su metabolismo y el ambiente circulante:  $W = M + C + R - E$  (Stellman, 2001).

**W=** Calor del Cuerpo.

**M=** Metabolismo (consumo energético; se determina por la actividad realizada, o carga de trabajo, y el metabolismo basal individual de la persona).

**C=** Convección (cuando está en contacto con aire caliente).

**R=** Radiación (calor recibido en el cuerpo por medio de energía de ondas electromagnéticas).

**E=** Evaporación (el cuerpo traspasa calor al sudor para que este se evapore al ambiente).

El intercambio calórico del cuerpo humano con el entorno está limitado por factores ambientales y personales (Abarca, 2012). El ambiente influye en ese intercambio por medio de la temperatura del aire, la humedad relativa del aire, la velocidad del aire y la temperatura radiante media. Los factores que intervienen por parte del individuo son la carga metabólica y el aislamiento térmico de la vestimenta (Stranks, 2006).

La regulación térmica a nivel corporal en ambientes calurosos ocurre principalmente a través de la vasodilatación periférica y la sudoración (Plog, 2012). La termólisis se refiere al mecanismo corporal que, en presencia de calor, aumenta el flujo sanguíneo y la sudoración (Tillman, 2007).

La tensión térmica en un organismo se da cuando los mecanismos termorreguladores no pueden equilibrarse con el ambiente, lo cual incrementa la temperatura interna del cuerpo (Spellman, 2006). También existen limitaciones en la transferencia de calor en las personas debido a la edad, sexo, la aclimatación, el peso, las dimensiones corporales, la capacidad de sustituir los fluidos corporales y la etnia. Existe

otras limitaciones para la pérdida corporal de calor, por ejemplo, una elevada humedad ambiental, el uso de vestimenta gruesa o impermeable y la capacidad individual para sudar (Stellman, 2001).

Un entorno caliente provoca en las personas signos y síntomas tales como sudoración excesiva, enrojecimiento de la piel, debilidad muscular, cefaleas, náuseas y espasmos musculares (Gustin, 2008). Del mismo modo, hay un aumento de la frecuencia cardíaca y la presión arterial (Tranter, 2004). Existen factores no térmicos que aumentan la frecuencia cardíaca como una posición erguida, la carga de trabajo, la deshidratación y el uso del respirador personal (Hagan *et al.*, 2001). El uso del respirador personal en lugares con atmósferas contaminadas y ambientes calurosos produce un gran malestar en los trabajadores.

Los principales problemas de salud asociados al calor son los golpes de calor, síncope de calor, calambres, sarpullidos, fatiga y desmayos (Bhagwati, 2006). El golpe de calor puede provocar la muerte, como se mencionó anteriormente (Gardiner & Harrington, 2005).

El análisis de las tareas y de los procesos productivos son muy importantes para el estudio del calor en el trabajo, de la misma manera que lo son las mediciones de la temperatura del aire, temperatura radiante media, la humedad relativa y la velocidad del aire (Ridley & Channing, 2008).

Un método de muestreo de exposición a calor es el índice de TGBH según la norma ISO 7243, el cual puede aplicarse a un ambiente de industria o de construcción, y permite hacer una evaluación expedita de un ambiente caluroso en el que está un individuo presente. Se requiere establecer los factores ambientales de temperatura, radiación, velocidad del viento y la humedad (Mondelo *et al.*, 1999). El resultado de esa medición se debe corregir con base en el tiempo de exposición, y este dato se compara con un valor de límite de exposición ocupacional propuesto por un organismo internacional acreditado en la materia (ACGIH, 2015).

Para una evaluación que integre los factores ambientales e individuales del trabajador existe el método de Fanger. Este método requiere conocer la carga metabólica, el tipo de vestimenta, la velocidad del aire, la temperatura radiante, la humedad relativa y la temperatura de aire. La norma ISO 7730 acoge este método y ofrece un porcentaje de personas insatisfechas con las condiciones del ambiente térmico en que se desarrolla la actividad. Si los resultados de aplicar el método de Fanger superan el 10% de los insatisfechos, se deberían intervenir todas las variables de las condiciones

termohigrométricas para ajustar a una situación de confort (Mondelo *et al.*, 1999).

El índice de sudoración requerida ISO 7933 establece los intervalos de sudoración que requiere una persona para estar en equilibrio térmico (Mondelo *et al.*, 1999). De igual manera, el índice hace una comparación entre la sudoración, la humedad de la piel y la evaporación del sudor requerido para la actividad, además de establecer si es aceptable y fisiológicamente posible para la persona (Campos & Montoya, 2011).

Se debe estimar la carga metabólica para evaluar el confort y el estrés térmico. En la ISO 8996 se establecen cuatro niveles de estimación: 1. tanteo, 2. observación, 3. la frecuencia cardíaca, 4. actuación experta (Nogadera & Luna, 1999). El metabolismo forma parte de la ecuación de equilibrio térmico.

La vestimenta es también un factor a evaluar en los puestos de trabajo expuestos a calor. En la norma ISO 7730 e ISO 9920 se establece una serie de métodos para la estimación del aislamiento térmico (Nogadera & Luna, 1999). El tipo de vestido o ropa ocasiona una resistencia a la evaporación de la piel y crea un microclima alrededor de la persona (McKeown, 2008).

Anteriormente, se mencionó que la carga de trabajo y las posturas erguidas influyen en la exposición a calor, ya que están relacionadas con el aumento de la temperatura interna corporal (Growl *et al.*, 2007). La evaluación de las tareas, posturas, cargas y tiempo de duración de la actividad permite realizar controles para disminuir los factores de exposición (Lehto & Buck, 2008). Un método de análisis postural es el REBA, el cual permite identificar puestos con condiciones de trabajo inadecuadas (Nogadera, 2001). El rediseño del puesto de trabajo y la implementación de controles administrativos pueden reducir significativamente la carga postural y, a su vez, el metabolismo del trabajador (Kroemer *et al.*, 2010). De la misma manera, evitar posturas incómodas disminuye el ritmo cardíaco de la persona (Karwowski, 2001).

Los controles administrativos e ingenieriles sobre la exposición a calor deben enfocarse primero en la fuente, luego en el medio y finalmente en el receptor (Brauer, 2006). Las acciones que pueden efectuarse en las fuentes generadoras de calor son el apantallamiento o la colocación de sistemas de extracción de aire caliente; las intervenciones utilizadas sobre el medio son los sistemas de ventiladores o de aire acondicionado (Burroughs & Hansen, 2008); y la actuación sobre la persona puede ser la utilización de ropa que permita la evaporación, el mejoramiento de las posturas, bajar la carga metabólica, la vigilancia médica (Roughton, 2003), la rotación del puesto y la disminución del tiempo en las tareas laborales, entre otros (Kearney, 2008).

La ventilación es uno de los controles más usados para mantener la calidad ambiental interior de los lugares de trabajo (Godish, 2014). La ventilación mecánica industrial imita las corrientes naturales, ya que tiene el propósito de mover grandes masas de aire en los espacios laborales para que el gas caliente ascienda y permita un enfriamiento del trabajador. Los diseños de sistemas de ventilación utilizan normas y principios por organismos internacionales como la ACGIH, ASHRAE, ANSI y OSHA (ACGIH, 2004).

El establecimiento de un programa de higiene industrial, la vigilancia médica, el monitoreo de las condiciones de trabajo y el colocar un sistema de ventilación pueden disminuir la ocurrencia de riesgos a la salud y mejorar la productividad de los trabajadores.

Los elementos de un programa de control de la exposición incluyen una política de empresa (OSHA, 2003), los encargados de implementarlo, las responsabilidades, las medidas de control (Campos y Montoya, 2011), la capacitación al personal y su registro, y la medición de los resultados (Abarca, 2012).

### III. METODOLOGÍA

#### A. Tipo de estudios

El presente proyecto de graduación es un estudio aplicado y exploratorio en el cual se analizan las condiciones de trabajo y ambiente en el área de trituración, por medio de metodologías de evaluación de condiciones termohigrométricas e instrumentación calibrada y certificada.

Los factores de riesgos se evaluaron mediante métodos de valoración de la exposición ocupacional a calor, con el propósito de brindar mejoras en el proceso de trabajo.

#### B. Fuentes de información

**Cuadro 3.1. Fuentes de información utilizadas**

Primarias	Secundarias	Terciarias	Fuentes
X			Entrevistas con el médico de la empresa, trabajador y supervisor de producción.
			Libros: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2015 TLV's and BEL's ACGIH</li> <li>• Accident prevention manual for business &amp; industry: administration &amp; programs.</li> <li>• Air contaminants, ventilation, and industrial hygiene economics: the practitioner's toolbox and desktop handbook</li> <li>• Air quality</li> <li>• Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo</li> <li>• Engineering physiology bases of human factors engineering/ergonomics</li> <li>• Ergonomía 2: confort y estrés térmico</li> <li>• Ergonomics made easy: a checklist approach</li> </ul>
X			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Exposure analysis</li> <li>• Fundamentals of industrial hygiene</li> <li>• Human factors methods for improving performance in the process industries</li> <li>• Human safety and risk management</li> <li>• Illustrated dictionary and resource directory of environmental and occupational health</li> <li>• Industrial hygiene simplified: a guide to anticipation, recognition, evaluation and control of workplace hazards</li> <li>• Industrial ventilation: a manual of recommended practice. American conference of governmental industrial hygienists</li> <li>• International encyclopedia of ergonomics and human factors</li> <li>• Introduction to human factors and ergonomics for engineers</li> <li>• Managing indoor air quality.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Managing safety: a guide for executive</i></li> <li>• <i>Occupational hygiene</i></li> <li>• <i>Occupational hygiene and risk management</i></li> <li>• <i>Office ergonomics: practical applications.</i></li> <li>• <i>OSHA 2002 Recordkeeping simplified</i></li> <li>• <i>Principles of occupational health and hygiene: an introduction</i></li> <li>• <i>Risks in modern society</i></li> <li>• <i>Safety and health for engineers</i></li> <li>• <i>Safety at work</i></li> <li>• <i>Safety management: a guide for facility managers</i></li> <li>• <i>The facility manager's guide to environmental health and safety</i></li> <li>• <i>The manager's guide to health and safety at work</i></li> </ul>
X	<p>Normas ISO</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO 7730:2006 <i>Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local</i></li> <li>• ISO 7933:2005 <i>Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada</i></li> <li>• ISO 9920: 2009 <i>Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y de la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa</i></li> <li>• <i>Normas de Técnicas de Prevención</i></li> <li>• NTP 601: <i>Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)</i></li> <li>• NTP 323: <i>Determinación del metabolismo energético</i></li> <li>• <i>Recomendaciones y criterios de NIOSH y OSHA</i></li> <li>• <i>Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments NIOSH</i></li> <li>• <i>2015 TLV's and BEL's ACGIH</i></li> </ul>
X	<p>Artículos Científicos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Workplace Heat Stress, Health and Productivity – An Increasing Challenge for Low and Middle-Income Countries during Climate Change</i></li> </ul> <p>Tesis y Proyectos de Graduación</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Programa para el control de la exposición ocupacional a calor en la lavandería del Hospital Dr. Enrique Baltodano Briceño</i></li> <li>• <i>Propuestas de un sistema técnico y administrativo para el control de la exposición a las condiciones termohigrométricas presentes en el área de hornos exotérmicos de la empresa Hutchings Automotive Products</i></li> </ul>
X	<p>Páginas Web:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de España (<a href="http://www.insht.es">www.insht.es</a>).</li> <li>• Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional Estados Unidos (<a href="http://www.osha.gov/">www.osha.gov/</a>).</li> <li>• Instituto Nacional de la Seguridad y Salud Ocupacional Estados Unidos (<a href="http://www.cdc.gov/niosh/">http://www.cdc.gov/niosh/</a>).</li> <li>• Consejo de Salud Ocupacional Costa Rica (<a href="http://www.cso.go.cr/">http://www.cso.go.cr/</a>).</li> </ul>

## C. Población y muestra

Para la identificación de los factores relacionados a la exposición laboral a calor, se trabajó con toda la población de la jornada diurna: diez trabajadores de género masculino de entre 20 y 40 años.

Para establecer la muestra representativa, se utilizó un estudio previo de ambiente térmico que el departamento de salud ocupacional había realizado en julio del 2016.

En el cuadro 3.2 se indican las mediciones del índice de TGBH durante días diferentes en tres áreas del Quebrador.

**Cuadro 3.2. Mediciones previas de TGBH realizadas en tres áreas de trituración**

#	Fecha	Taller °C	Patios °C	Criba °C
1	26 jul	29,0	31,0	30,8
2	26 jul	29,3	31,2	31,1
3	26 jul	29,0	31,3	30,9
4	26 jul	29,4	30,9	30,7
5	26 jul	29,0	30,8	30,8
6	27 jul	29,2	31,1	31,2
7	27 jul	29,7	31,5	31,2
8	27 jul	29,8	31,0	31,7
9	27 jul	28,3	31,2	30,8
10	27 jul	28,3	31,3	31,2
11	28 jul	28,4	30,7	31,0
12	28 jul	29,0	30,8	30,5
13	28 jul	28,4	31,1	31,3
14	28 jul	28,6	31,8	32,0
15	28 jul	29,0	31,3	30,7
16	29 jul	29,2	30,9	30,6
17	29 jul	28,3	30,8	30,7
18	29 jul	28,3	31,1	31,4
19	29 jul	28,3	31,8	31,6
20	29 jul	28,7	31,0	31,5
<b>Promedio</b>		28,9	31,1	31,1
<b>Desviación Estándar</b>		0,49	0,31	0,41
<b>z</b>		1,96	1,96	1,96
<b>s</b>		0,05	0,05	0,05
<b>n</b>		141	89	119

**Fuente: Constructora Meco (2016).**

Con estos datos, se realizaron cálculos estadísticos para estimar el tamaño de la muestra representativa (ver apéndice 3).

El número de mediciones requeridas por puesto de trabajo son los siguientes: para taller, 141; en los patios de trituración primaria, 89; y cerca de la criba secundaria de trituración secundaria, 119.

La estrategia de muestreo consistió en realizar mediciones puntuales cada quince minutos en las áreas evaluadas, de 9:00 a.m. a 4:00 p.m. Se midieron las condiciones termohigrométricas durante dos días debido a que hubo que descartar días de medición en los cuales las condiciones de lluvia se mantuvieron por más de 4 horas. En resumen, se hicieron 84 mediciones de condiciones termohigrométricas por cada área evaluada.

Por otro lado, la entrevista al médico y las encuestas a los trabajadores para identificar los factores de exposición laboral a calor se aplicaron a toda la población expuesta debido a su reducido tamaño.

De la misma manera, la estimación de la carga metabólica de la actividad se realizó a toda la población, a partir del estudio de la tarea más crítica en las áreas de limpieza de *conveyors* (trituración primaria), cambio de mallas (trituración secundaria) y soldadura de estructuras (taller).

#### D. Operacionalización de variables

OBJETIVO 1. Identificar los factores que pueden influir en la exposición a calor durante la exposición laboral.

**Cuadro 3.3. Operacionalización de variables para objetivo específico 1**

Variables	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos/Método/Herramienta
Factores relacionados a la exposición laboral a calor	Aspectos y elementos que tienen un impacto significativo en el aumento de la temperatura ambiental, personal y del área de trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de fuentes de emisión de calor</li> <li>• Duración de la tarea</li> <li>• Factores de riesgo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta higiénica</li> <li>• Acta de muestreo – carga postural</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de insatisfacción a calor por parte de los trabajadores</li> <li>• Cantidad de síntomas y signos por exposición a calor</li> <li>• Porcentaje de personal con sobrepeso</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta a los trabajadores</li> <li>• Entrevista al médico de la empresa</li> <li>• Índice de masa corporal</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grado de aislamiento de la vestimenta (Clo)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuesta higiénica</li> <li>• Estimación del aislamiento térmico de la ropa (ISO 7730 e ISO 9920)</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carga metabólica de la actividad</li> <li>• (Kcal/h)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de la ISO 8996 para la estimación de la carga metabólica</li> </ul>

OBJETIVO 2. Evaluar la exposición a condiciones termohigrométricas por calor en las áreas de taller, patios y cribas de trituración.

**Cuadro 3.4. Operacionalización de variables para el objetivo específico 2**

Variables	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos/Método/Herramienta
Condiciones termohigrométricas	Son aquellos factores que influyen en el intercambio de calor del ser humano y el entorno que lo rodea. También inciden las actividades que realiza, las condiciones ambientales o la vestimenta que utiliza en sus labores.	Temperatura del globo o radiante (°C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Índice de estrés térmico TGBH ISO 7243</li> <li>• Índice de sudoración requerida ISO 7933</li> <li>• Índice de sobrecarga calórica</li> </ul>
		Temperatura seca (°C)	
		Temperatura del bulbo húmedo (°C)	
		Humedad relativa (%)	
		Velocidad del aire (m/s)	
		Índice TGBH – ISO 7243	
		Carga metabólica de la actividad en función de la frecuencia cardíaca (w/m <sup>2</sup> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Método de la estimación de la carga metabólica ISO 8996</li> </ul>
Nivel de riesgo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Análisis de la carga del método REBA</li> <li>• Acta de muestreo datos fisiológicos del trabajador</li> </ul>		

OBJETIVO 3. Diseñar un control administrativo e ingenieril para el mejoramiento de las condiciones de trabajo.

**Cuadro 3.5. Operacionalización de variables para el objetivo específico 3**

Variables	Conceptualización	Indicadores	Instrumentos/Método/Herramienta
Control Administrativo e Ingenieril	Control administrativo: los métodos y estrategias organizacionales para que las tareas se realicen según la planificación operacional establecida para el mejoramiento del confort térmico. Control ingenieril: técnicas y medidas para controlar la temperatura en el lugar de trabajo disminuyendo los riesgos por exposición a calor.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de tiempo de trabajo y descanso por hora</li> <li>• Cantidad de rediseños de puestos de trabajo según la propagación del calor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>TLVs® and BEIs®: based on the documentation of the Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents &amp; Biological Exposure Indices / ACGIH</i></li> <li>• <i>Criteria for a Recommended Standard Occupational Exposure to Heat and Hot Environments</i></li> </ul>

## E. Descripción de los instrumentos y métodos utilizados

### 1. Encuesta higiénica

Esta es una herramienta de recolección de información para los higienistas de gran importancia, la cual se aplica en las visitas de campo. Antes de su formulación y aplicación, se realiza un estudio de la literatura sobre el tema y del centro de trabajo.

La herramienta se aplicó en otras de las empresas de la Constructora Mecó con condiciones similares a las del estudio, lo cual facilitó el aporte de nueva información, así como la eliminación de aquella que no era oportuna.

Los datos contenidos en la encuesta higiénica (ver apéndice 4) son la cantidad de trabajadores expuestos, la duración de la jornada laboral, los turnos, la maquinaria, herramienta, el equipo de protección personal, las características del proceso productivo, la duración de las tareas a realizar, el ambiente laboral, y otros datos que permiten hacer un estudio más profundo en conjunto con la recolección de los datos de las mediciones.

### 2. Entrevista al médico de trabajo

Esta herramienta de recolección de información tiene el propósito de identificar la disconformidad al calor que puedan expresar los trabajadores al médico de la empresa.

Este puede detectar la presencia de signos y síntomas de la exposición a calor entre los empleados y si el equipo de protección personal genera problemas de salud e inconformidad. De igual manera, gracias a su conocimiento profesional, puede determinar los factores individuales que agravan la exposición, la posible existencia de enfermedades a calor, y dar recomendaciones médicas sobre el asunto.

La entrevista es abierta y no hay un orden específico para las preguntas. Además, tiene un espacio al final para agregar mayor información o ampliar las respuestas. La herramienta permite una mejor comunicación entre el entrevistado y el entrevistador.

Se aplicó esta herramienta al médico de la Constructora Meco, y esta empresa tiene condiciones de trabajo similares a las del estudio.

### **3. Encuesta a trabajadores**

Esta herramienta se aplicó a todos los trabajadores del área en estudio. Tiene una estructura abierta, ya que se busca obtener información más detallada de las actividades, tareas y procesos que se realizan.

Las características y variables que se desean obtener de la población laboral son el género, años de antigüedad, jornada laboral, tiempo de estar en el puesto y condiciones de trabajo, entre otras. Se pretende conseguir aquellos aspectos (individuales, ambientales y organizacionales) que afectan directamente a los trabajadores.

La efectividad de esta herramienta, al igual que las anteriores, fue comprobada durante su aplicación en la Constructora Meco.

### **4. Balanza gravimétrica**

Se requirió medir la masa de los productos, herramientas y equipos durante la evaluación de exposición a calor, durante las tareas de levantamiento y manipulación en las labores cotidianas de la operación de la trituración. Esta información se anotó en las actas de muestreo de la carga postural del método REBA (apéndice 5). Además, se determinó el índice de masa corporal y si el trabajador tenía sobrepeso. Se utilizó un aparato calibrado para realizar esta medición y los datos fueron anotados en el acta de muestreo datos fisiológicos del trabajador (apéndice 6).

### **5. Cronómetro**

Este dispositivo electrónico se utilizó para medir el tiempo que duran los

trabajadores en cada tarea que ejecutan en las áreas de trabajo.

#### **6. Medidor termohigrométrico (*Sper Scientific WBGT Heat Stress Meter*)**

Este instrumento mide la temperatura ambiental y estima el nivel de inconformidad (*discomfort*) o estrés térmico en el trabajo por medio del índice de TGBH, el cual se obtiene de los siguientes parámetros: temperatura seca, temperatura radiante o de globo, y humedad relativa. Los parámetros se incluyen en una ecuación matemática para determinar el índice TGBH. El metabolismo y el índice TGBH se comparan con un límite de exposición ocupacional permitida y así se estima el estrés térmico.

Los rangos de medición de las temperaturas son de 0 °C a 50 °C. La humedad relativa se mide de 0-100% y el flujo de aire se calcula en m/s. Además, se debe estabilizar el equipo por al menos diez minutos antes de usarse

Para efectos de este estudio, el dispositivo se colocó a una altura de 3.5 pies (1.07 metros) sobre el piso, y los datos se obtuvieron cada quince minutos según el método.

#### **7. *Environmental Quality Meter Sper Scientific***

Se utilizó de este instrumento el componente del anemómetro para medir el flujo de aire (m/s) presente en el área de trabajo durante la medición.

Al igual que el equipo anterior, se colocó a una altura de 3.5 pies (1.07 metros) sobre el piso y las mediciones se realizaron cada quince minutos según el método.

#### **8. Oxímetro de pulso Beurer P-30**

Este instrumento médico se usa para la medición de la saturación de oxígeno en la sangre y de la frecuencia cardíaca en pacientes ambulatorios o de hospital. Es muy útil debido a su portabilidad y se coloca usualmente sobre el tercio distal de los dedos de la mano.

En el presente estudio, el oxímetro se utilizó para medir la frecuencia cardíaca de los trabajadores en reposo y durante las actividades diarias.

#### **9. Goniómetro**

Este instrumento permite medir ángulos entre dos objetos. En este estudio fue usado en la medición de los ángulos formados por partes del cuerpo (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca), según una posición de referencia, y para estimar el nivel de riesgo según el método REBA (anexo 1). Los datos se incluyeron en el acta de

muestreo de la carga postural del método REBA (apéndice 5).

## 10. Método REBA (Carga de trabajo postural)

REBA es una herramienta para el análisis de la carga postural que permite evaluar posiciones adoptadas por los segmentos corporales durante la realización de las tareas laborales. Esta metodología permite prevenir lesiones de tipo musculoesqueléticas e indica en cuáles áreas se deben realizar acciones correctivas.

La necesidad de implementar acciones preventivas y correctivas no es solo prevenir lesiones, sino aumentar la productividad y el confort del trabajador en su puesto, así como también disminuir el gasto de energía en posturas incómodas.

Este método requiere determinar el período de tiempo de observación, descomponer las tareas, registrar las posturas que realiza el trabajador durante sus labores e identificar las posturas más significativas o riesgosas, de modo que sea posible su evaluación en el programa de la página web *Ergonautas* (el método REBA se detalla en el anexo 6).

La información requerida por el programa es el ángulo formado por los segmentos corporales (tronco, cuello, piernas, brazo, antebrazo, muñeca) respecto a determinadas posiciones de referencia mediante un goniómetro, la carga o fuerza en kilogramos, el tipo de agarre y la actividad muscular desarrollada (estática, dinámica o sujeta a cambios bruscos).

## 11. Programa *Spring 3.0*

Este programa computacional permite la evaluación del confort y el estrés térmico en relación con las siguientes metodologías:

- índice TGBH (ISO 7243),
- índice de sobrecarga calórica,
- índice de sudoración requerida (ISO 7933).

Los datos requeridos por este programa son la temperatura seca, temperatura de bulbo húmedo, temperatura de globo, porcentaje de la humedad relativa y la velocidad del viento de cada área de trabajo evaluado. Esta información proviene del instrumento *Sper Scientific wbgt heat stress meter*.

## 12. Carga metabólica ISO 8996

Para la estimación de la tasa o carga metabólica, se utilizó el método de la norma ISO 8996 y el programa de la página web *Ergonautas*. La carga metabólica mide el gasto energético muscular de un trabajador en la realización de las tareas.

Se utilizó el nivel 3 del método llamado análisis, el cual estima el consumo metabólico a partir de la frecuencia cardíaca. Este método es útil para la evaluación de la carga física de trabajo en la ejecución de las tareas o la estimación de bienestar térmico.

El programa requiere los siguientes datos individuales de la población trabajadora: sexo, edad, peso, frecuencia cardíaca en reposo en condiciones térmicas neutras, frecuencia cardíaca en actividad, y el metabolismo basal (estimado a partir de la edad y el sexo según la norma INSHT-NTP323). El resultado de la carga metabólica se determinó en unidades de  $W/m^2$ .

## 13. Aislamiento térmico de la ropa. ISO 7730

La estimación del aislamiento térmico proporcionado por la vestimenta del trabajador se basó en las tablas propuestas en las ISO 7730 e ISO 9920. El cálculo se hizo a partir de la selección personalizada de las prendas del trabajador. Los resultados se dan en unidades clo.

Se utilizó el programa de la página web *Ergonautas* para la estimación del aislamiento térmico de la ropa.

## 14. Otros programas computacionales

El análisis y tratamiento de los datos obtenidos en el estudio se manejaron e integraron mediante los siguientes programas:

- *Microsoft Office (Word, Excel, Visio)*
- *Google SketchUp 8*

## F. Plan de análisis

El desarrollo de este estudio se elabora mediante un diagnóstico de la situación actual a partir de los objetivos específicos 1 y 2. A su vez, el último objetivo específico pretende desarrollar un diseño de control ingenieril y administrativo de la exposición laboral a calor. Finalmente, se integran las medidas de control propuestas en un programa de trabajo.

### **Diagnóstico**

Toda la información recopilada es necesaria para proponer las medidas de control administrativo e ingenieril de la exposición ocupacional a calor en los principales puestos de trabajo.

La aplicación de la encuesta higiénica busca determinar los factores de riesgos asociados a la exposición ocupacional a calor. La entrevista al médico y la encuesta a los trabajadores tuvieron el objetivo de identificar molestias, signos y síntomas relacionados a la exposición a calor. Además, la encuesta se aplicó a toda la población evaluada. Se categoriza a la población laboral de acuerdo con la edad, sexo, peso y otras mediciones antropométricas.

La carga postural es determinada a partir del peso del material manejado, el ángulo formado por segmentos corporales y la duración de cada tarea y subtarea. Por medio de una cámara fotográfica, se documentan las posturas más críticas ejecutadas por el trabajador. Los datos obtenidos se documentan en un acta de muestreo (ver apéndice 5), y dicha información se introduce en la herramienta de análisis de carga postural del método REBA.

La estimación del aislamiento térmico de la ropa se realiza con la información recopilada por la encuesta higiénica, en donde se detalla cada parte de la indumentaria y equipo de protección personal utilizada. Los datos se introducen en la herramienta de la página web *www.ergonautas.com* basada en la ISO 7730 e ISO 9920.

Se estima la carga metabólica a partir de la frecuencia cardíaca de los trabajadores expuestos utilizando el método indirecto de la ISO 8996. Los datos requeridos se documentan en el acta de muestreo (ver apéndice 6).

La valoración de las condiciones termohigrométricas se realiza en los puestos de taller, patios y la criba secundaria, tomando una muestra de 84 mediciones por cada área de trabajo. Se utiliza un medidor *Sper Scientific wbgt heat stress meter* para la obtención de los datos según el método de la norma ISO 7243, para lo cual se coloca el equipo de 105 a 110 cm del nivel del piso.

Los datos se almacenan en un acta de muestreo (ver apéndice 7) para su posterior análisis con el software *Spring 3.0*. Este programa determina el índice de TGBH y el índice de valoración media de Fanger, los cuales establecen si las condiciones laborales presentan una tensión térmica o incomodidad (*discomfort*).

## Diseño

Las características y factores más relevantes obtenidos en el análisis del diagnóstico se utilizaron en la elaboración de las medidas de control ingenieril y administrativo.

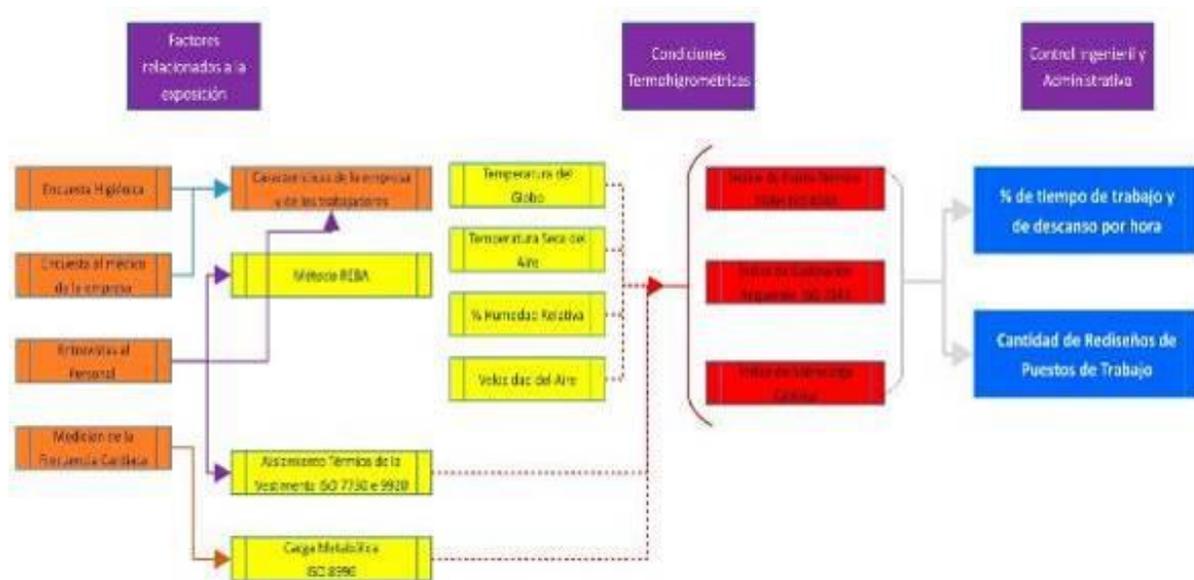
Se tomaron en consideración los requisitos y recomendaciones del manual de ventilación industrial de la ACGIH en el diseño de un sistema de ventilación para mejorar la evaporación del vapor y el enfriamiento del área de trabajo, así como los criterios de la NIOSH para el control ingenieril.

Además, se establecieron ciclos de trabajo y descanso utilizando el índice de sudoración requerida por medio del software *Spring 3.0*, alternativas para la sustitución de fluidos corporales dentro de la jornada de trabajo y se brindaron las recomendaciones ergonómicas en los puestos de trabajo.

Toda la información obtenida en el análisis del diagnóstico y de las medidas de control ingenieril-administrativo propuestas fue integrada en la elaboración de un programa de higiene ocupacional, según los textos *Accident prevention manual for business & industry: administration & programs* (Hagan et al, 2001) y *Fundamentals of industrial hygiene* (Plog, 2012).

Se resume el plan de análisis en la siguiente figura:

**Figura 3.1. Plan de análisis**



## IV. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL

### Generalidades

La operación de trituración se encuentra ubicada en el cantón de Pococí de la provincia de Limón entre el río Chirripó y río Toro Amarillo. En este último se realiza la extracción minera actualmente. Las instalaciones e infraestructura se cimentaron sobre material extraído del río (lastre). Los terrenos están rodeados de vegetación autóctona de la región con una gran humedad.

El cuadro 4.1 presenta la caracterización de la operación de trituración.

**Cuadro 4.1. Caracterización de la operación y del personal**

Áreas	Vestimenta	Cantidad de Trabajadores	Turnos	Jornada de Trabajo	Rango de Edad	Enfermedades, Signos y Síntomas Reportados
Taller Trituración Primaria Trituración Secundaria	Camisa con manga larga material sintético	23	2	6:00 am - 5:30pm 8:30 pm - 5:30am	21-42	Presión Alta
						Sudoración Excesiva
						Cansancio
						Molestar al orinar
	Medias gruesas algodón					Dolores musculares
	Ropa interior tipo boxer					Dolores estomacales
						Dolor de cabeza

Los equipos y máquinas del proceso de trituración están compuestos por estructuras metálicas, entre ellos *conveyors* con bandas, impactadores de cono, cabinas de control, cuartos eléctricos, trituradores de muela, cribas y naves industriales de *perling* con láminas de acero galvanizado. Todas las estructuras de gran tamaño están expuestas al efecto de la radiación solar directa.

El género que conforma a la planilla de trituración y de mantenimiento es 100% masculino. Cabe mencionar que todo el personal se encuentra aclimatado a las condiciones ambientales del lugar, pues los empleados tienen más de cuatro meses de trabajar en el sitio; aun así, se encuentran insatisfechos con las condiciones laborales debido al calor.

La empresa tiene una política de salud ocupacional en la cual se compromete a proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables para los empleados, contratistas, proveedores y otras partes interesadas.

Una de las directrices existentes es el suministro de equipo de protección personal a los trabajadores para prevenir riesgos laborales, el cual es de uso obligatorio durante la estancia y ejecución de las tareas en las operaciones del Quebrador.

El personal de trituración usa calzado de seguridad con puntera de policarbonato, guantes de cuero, chaleco de malla plástica, casco, gafas y orejeras. Por su parte, los empleados del taller, especialmente los soldadores, utilizan chaquetas gruesas para soldar por encima de su ropa de trabajo, además de guantes gruesos, mangas, delantal y polainas de cuero, y máscaras de soldar.

El sistema de prevención de riesgos laborales de la UEN está a cargo de un coordinador de salud ocupacional, la comisión de salud ocupacional y brigadas; también cuenta con un doctor y un paramédico. Cabe mencionar que los servicios de salud brindados por ese departamento no tienen la capacidad para ejecutar programas de medicina preventiva ni de vigilancia epidemiológica para el seguimiento de patologías, signos o síntomas del personal expuesto a ambientes térmicos, ya que, entre otras razones, solo se dispone de un médico corporativo para la atención de 1400 trabajadores en más de 50 centros de trabajo de todo el territorio nacional. Además, existe un sistema de gestión no certificado en Seguridad y Salud en el Trabajo basado en la OHSAS 18000.

El porcentaje de consumo de alcohol ocasional de los trabajadores asciende a 90%, lo cual afecta a la población expuesta debido a que el efecto del alcohol en el organismo humano acelera el proceso de la deshidratación. El cuadro 4.2 resume los datos hallados durante la recopilación de información.

**Cuadro 4.2. Datos fisiológicos de los trabajadores y sus actividades personales**

Edad (años)	Peso (Kgs)	Altura (Cms)	Índice de Masa Corporal (IMC)	Hábitos Tóxicos	Actividad deportiva	Puesto
21	55	172	Normal	No tiene	No	Peon
23	73	165	Sobrepeso	Consumo alcohol	Sí	Peon
24	64	165	Normal	Consumo alcohol	Sí	Peon
27	83	178	Sobrepeso	Consumo alcohol	No	Ayudante
28	92	165	Obeso tipo I	Consumo alcohol	Sí	Peon
29	80	165	Sobrepeso	Consumo alcohol	No	Peon
32	98	179	Obeso tipo I	Consumo alcohol	No	Peon
38	106	176	Obeso tipo I	Consumo alcohol	No	Mantenimiento
39	103	172	Obeso tipo I	Consumo alcohol	No	Soldador
42	113	179	Obeso tipo II	Consumo alcohol	No	Encargado

El 80% del personal tiene sobrepeso u obesidad, situación que puede influir en el aumento de la temperatura corporal interna cuando el cuerpo es expuesto a ambientes

térmicos y al realizar carga de trabajo físico. El índice de masa corporal de la población se calculó utilizando la ecuación de medida de asociación entre la masa y la talla de un individuo, de la Organización Mundial de la Salud.

Cabe mencionar que los trabajadores evaluados aseguraron no tener el hábito de fumar. Adicionalmente, no se detectaron problemas respiratorios, como resfriados, tos u otro tipo de afectación durante la aplicación de las entrevistas. Los problemas respiratorios aumentan la frecuencia respiratoria (taquicardia o arritmia) en los individuos (Gutierrez, 2010).

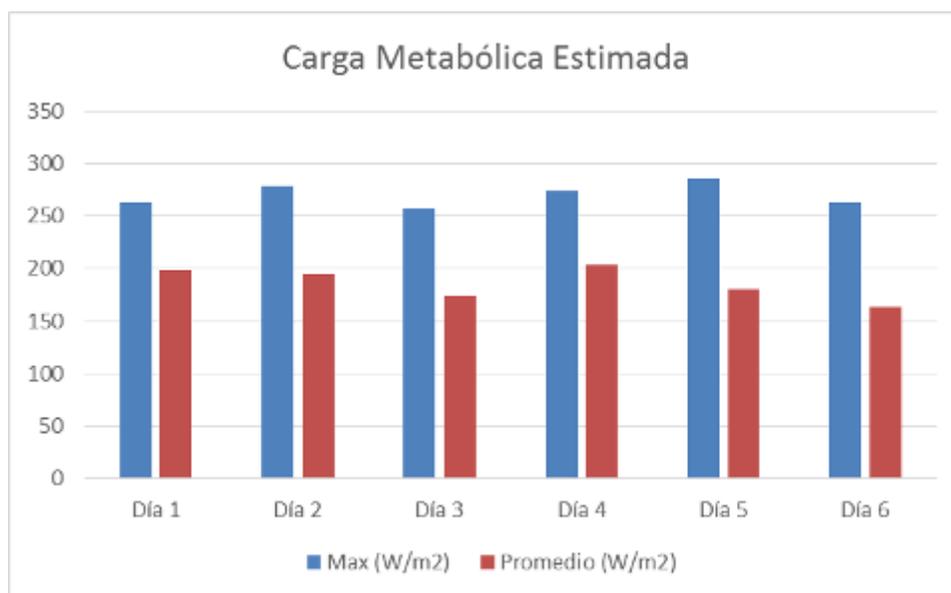
### Carga metabólica

Para estimar la carga metabólica de los trabajadores expuestos según el método ISO 8996, se tomaron los datos de la frecuencia cardíaca media del acta de muestreo (apéndice 6).

Las mediciones de las frecuencias cardíacas se realizaron ocho veces por cada uno de los trabajadores expuestos durante la realización de sus tareas, en conjunto con las mediciones termohigrométricas en la jornada laboral. El proceso de cálculo de las frecuencias cardíacas se hizo durante seis días, dos por cada área de trabajo evaluada, según la metodología propuesta en población y muestra.

A continuación, se describen los datos recolectados de la frecuencia cardíaca media (FCM) y el resultado del cálculo estimado de la carga metabólica en  $W/m^2$ .

**Figura 4.1. Carga metabólica estimada**



Los valores de la medición de la frecuencia cardíaca se calcularon a partir de un promedio de los ocho valores y la medida de la carga metabólica estimada de cada trabajador. Seguidamente, se realizó un promedio diario de las cargas metabólicas estimadas en todos los valores por cada individuo y se estableció el valor diario más alto. El promedio y el valor máximo de la carga metabólica estimada fueron comparados con los datos teóricos de la tabla del anexo 2, “Clasificación de la tasa metabólica por categorías UNE-EN ISO 8996”, para establecer cualitativamente el nivel. La carga metabólica estimada fue de media (130 a 230 W/m<sup>2</sup>) a alta (200 a 260 W/m<sup>2</sup>) durante las mediciones realizadas.

Las observaciones recopiladas durante la medición de la frecuencia cardíaca permitieron establecer una relación entre la carga metabólica y las posturas corporales del trabajador, entre ellas estar de pie y tener el tronco inclinado; ya que, durante las mediciones de la frecuencia cardíaca, esta subía cuando el trabajador realizaba posturas incómodas. Lo anterior corrobora la información de la revisión literaria en el marco teórico. Las posturas más críticas de los trabajadores en la ejecución de las tareas ocurren en el taller, específicamente durante el cambio de mallas y la limpieza de *conveyors*.

### **Carga física y posturas**

Los tipos de trabajo realizados (limpieza de *conveyors*, cambio de mallas y soldadura de estructuras) tienen variaciones en el levantamiento de carga con pesos que oscilan entre 5 y 40 kilogramos. Además, las fuerzas ejercidas, los ángulos de los segmentos corporales y los cambios en la velocidad que el trabajador ejerce pueden ocasionar que la carga metabólica aumente o disminuya, por lo que existe una relación directa con los resultados. El comportamiento de la tasa metabólica durante las mediciones tendió a aumentar ante altas cargas físicas de trabajo que incluían incremento en el peso del material cargado y una postura incómoda cuando se realizaba la labor.

En relación con las posturas corporales de los trabajadores, se utilizó el método REBA para determinar el nivel de riesgo postural en el taller de mantenimiento y en las áreas de trituración primaria y trituración secundaria. Además, se seleccionaron las tareas diarias con mayor período de exposición a calor en cada sector. En el taller de mantenimiento, dichas labores son la soldadura de estructuras, el corte con acetileno, el esmerilado y lijado de piezas, y transporte manual de piezas; en trituración primaria son la limpieza de *conveyors*, el ajuste de tambores y muñoneras, la revisión de bandas y

productos, y manguareada de equipos); y en trituración secundaria, el cambio de mallas en cribas, el ajuste de tambores y muñoneras, la revisión de bandas y productos, y el desatorar piedras en elementos fijos. Para este procedimiento, se efectuaron siete observaciones por cada tarea crítica seleccionada. En el apéndice 8 se resumen los datos y el cálculo de los valores del nivel de riesgo postural del método REBA.

El cuadro 4.3 resume la información para establecer el nivel de riesgo mediante la evaluación de las posturas de los miembros inferiores y superiores, así como la fuerza, los pesos de los objetos, de pie, y la inclinación del torso-cuello. A cada uno de los segmentos corporales, se le asignó un valor según los parámetros a evaluar del método. El estudio de las tareas en las áreas de trabajo determinó la tarea más crítica por área para evaluar y determinar el nivel de riesgo.

El aumento en la carga metabólica estimada de las tareas evaluadas tiene una relación con las posturas y sobreesfuerzos realizados por parte de los trabajadores durante el desempeño de las actividades laborales. Además, existen tareas que incrementan la tasa metabólica más que otras, por ejemplo, la soldadura de estructuras, el cambio de mallas y la limpieza de *conveyors*. Por consiguiente, las posturas y sobreesfuerzos que realizan los trabajadores durante la realización de sus tareas son factores de riesgo.

**Cuadro 4.3. Resultados de la aplicación del método REBA en las tareas críticas**

Componentes de la Interfaz de la Herramienta	TAREAS		
	Soldadura de Estructuras	Limpieza de <i>Conveyors</i>	Cambio de Mallas
Puntuación Final Corregida	12	12	12
Nivel	15	15	15
Riesgo	4	4	4
Actuación	Es necesario la actuación de inmediato	Es necesario la actuación de inmediato	Es necesario la actuación de inmediato

El anterior cuadro se obtuvo de la aplicación del método REBA. Se interpreta que hay un nivel de riesgo muy alto para las tres tareas críticas de las áreas de trabajo que se evaluaron, y exhorta a una actuación inmediata para corregir o disminuir el impacto de los factores de posturas y cargas.

### Aislamiento Térmico de la Vestimenta

La evaluación del aislamiento térmico de la vestimenta fue realizada en el taller y trituración (primaria y secundaria). Para la estimación de la vestimenta del personal de trituración, se hizo una única evaluación debido a que la ropa y el equipo de protección personal es el mismo para todos los trabajadores. El cuadro 4.4 describe la información.

**Cuadro 4.4. Estimación del aislamiento térmico de la vestimenta según ISO 7730 e ISO 9920**

Área	Vestimenta	Equipo de protección personal	Grado de aislamiento térmico por la vestimenta	Selección personalizada prendas
Taller	Camisa con manga larga material sintético Pantalón largo jeans grueso Medias gruesas algodón Ropa interior tipo boxer	Capucha Camisa anti-ignífuga Guantes largos de cuero Delantal de cuero Calzado de seguridad de cuero hidrofugado Polainas de cuero	1,48 clo	Calzoncillos de pernera larga Camisa de franela, mangas largas Pantalones de franela (jeans) Chaquetón Calcetín grueso largo Botas Guantes
Trituración primaria y secundaria	Camisa con manga larga material sintético Pantalón largo jeans grueso Medias gruesas algodón Ropa interior tipo boxer	Casco Orejeras Guantes cortos de cuero Chaleco de malla plástico Calzado de seguridad o botas de hule	1,02 clo	Calzoncillos de pernera larga Camisa de franela, mangas largas Pantalones de franela (jeans) Chaleco Calcetín grueso largo Zapatos de suela gruesa Guantes

El grado estimado de aislamiento térmico de la vestimenta utilizada no permite el intercambio calórico del organismo humano con el ambiente, ya que entre mayor sea el valor del grado de aislamiento más difícil es la evaporación del sudor en el cuerpo del trabajador, en comparación la vestimenta de algodón (Mondelo, 2004). Asimismo, el aislamiento de la ropa y del equipo de protección personal en los trabajadores dificulta el equilibrio térmico del organismo con el entorno, lo cual conlleva al aumento de la temperatura interna y puede ocasionar secuelas agudas y crónica en la salud (Stellman, 2001).

Para determinar los valores del aislamiento térmico, se utilizó la variable de *Selección Personaliza Prendas* del software de *Ergonautas* (estimación del aislamiento térmico).

### Hidratación

Un elemento a considerar es el proceso de hidratación y recuperación de electrolitos por parte de los trabajadores expuestos a calor.

La empresa les brinda dispensadores de agua fría cerca de las áreas de trabajo, ya sea en el taller o en el cuarto de control. En el caso de sales minerales o sueros, no se

ha podido establecer un mecanismo exitoso para suministrar la cantidad mínima de líquido para cada trabajador, ya que algunos se toman todo el líquido, dejando a los compañeros sin el suero, y otros rechazan la ingesta del mismo.

A pesar de las capacitaciones que realiza la empresa sobre el tema, ciertos trabajadores no toman en consideración ni practican lo aprendido, de modo que no hay eficacia en el proceso de capacitación.

### Condiciones termohigrométricas

Las condiciones termohigrométricas son parte fundamental de la evaluación de la exposición laboral a calor, por lo cual se midieron las variables de la temperatura del aire, humedad relativa, velocidad del aire y la temperatura del globo (radiante) en las áreas de taller, sector de trituración primaria y sector de trituración secundaria.

Los resultados de esta medición permiten calcular el índice de estrés térmico TGBH y los componentes que más afectan el equilibrio térmico corporal. El cuadro 4.6 detalla los valores máximos, el promedio y la variabilidad de los datos durante los seis días de medición de condiciones termohigrométricas.

**Cuadro 4.5. Condiciones termohigrométricas en la operación de trituración**

Condición termohigrométrica	Datos estadísticos	Taller		Sector trituración		Sector trituración	
		24/06/2016	25/08/2016	27/07/2016	08/08/2016	17/08/2016	18/08/2016
T aire (°C)	Máximo	36,9	36,0	36,7	37,70	36,9	37,6
	Promedio	34,5	34,9	35,5	36,51	34,5	36,5
	Desviación Estándar	1,4	1,0	1,3	1,03	1,4	1,1
T globo (°C)	Máximo	39,8	39,0	40,0	40,8	39,8	40,7
	Promedio	37,4	37,9	38,4	39,6	37,4	39,6
	Desviación Estándar	1,4	1,0	1,7	1,0	1,4	1,1
% Humedad	Máximo	84,3	72,0	60,2	72,0	84,3	72,0
	Promedio	81,4	69,9	54,0	69,7	81,4	69,6
	Desviación Estándar	1,3	1,5	3,2	1,4	1,3	1,9
Velocidad del aire (m/s)	Máximo	1,2	0,4	1,1	0,7	1,2	0,6
	Promedio	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2
	Desviación Estándar	0,3	0,1	0,2	0,1	0,3	0,1
Índice de TBGH	TGBH Máximo	32,1	30,7	33,0	32,7	32,2	32,9
	TGBH Promedio	29,7	30,0	31,8	31,3	30,6	31,8

En el anterior se resume el comportamiento de los datos. La temperatura seca del aire presenta valores por encima de 36 °C, lo que podría indicar que el viento es una fuente de transmisión de calor por convección. De igual manera, los valores de la temperatura del globo confirman que la radiación es una de las principales fuentes de transmisión de calor en las respectivas áreas de trabajo y que las temperaturas van desde los 37,4 °C hasta los 40,8 °C. Además, se determina que la exposición solar y las

superficies metálicas (tales como máquinas, equipos, láminas de acero galvanizado y piezas estructurales) son las fuentes radiantes de calor.

La humedad relativa presente en las áreas de trabajo tiene valores mayores al 54% y los valores máximos durante el día no superan el 85%, esto conlleva a una situación de desequilibrio térmico en el cuerpo de los trabajadores, ya que una humedad relativa alta dificulta la evaporación del sudor y la pérdida de calor en el ambiente, lo cual aumenta la temperatura interna.

Otro factor a considerar es la velocidad del aire, cuyo propósito es enfriar la superficie de la piel y ayudar a la evaporación de sudor. Las mediciones de velocidad de aire obtenidas tienen valores de 0,2 a 1,2 m/s, por consiguiente, la pérdida del calor interno del trabajo por el viento es insuficiente para mantener el equilibrio térmico del organismo. La baja velocidad del aire puede deberse a que los puestos de trabajo están rodeados de estructuras altas que impiden un contacto directo y a que las áreas de trabajo se encuentran rodeadas de montañas de piedras que superan los 30 metros.

Los índices de TGBH se calcularon según los valores promedio y máximo por día muestreado. En el cuadro 4.5 se observa que ambas medidas superan los 30 °C en el índice de estrés térmico para un trabajo continuo. La Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales (ACGIH) establece que, para un tipo de trabajo continuo y un costo energético (carga metabólica) de entre 241 a 289 W/m<sup>2</sup>, el valor permisible del índice del TGBH es 26,7°C. Por lo tanto, se está ante un riesgo de estrés térmico durante el transcurso de la jornada en las tres áreas evaluadas.

### **Índices**

Se establecieron los índices de sudoración requerida e índices de sobrecarga calórica utilizando los valores del índice de TGBH. Estos métodos de evaluación de estrés térmico establecen el nivel de riesgo y las acciones a tomar durante la exposición a calor. Se utilizó el programa *Spring* 3.0 para el cálculo del índice de sudoración requerida.

#### **Cuadro 4.6. Índice de sudoración requerida**

Aspectos a evaluar (Personas aclimatadas)	Criterio de alarma			Criterio de peligro		
	Taller	Sector de trituración primaria	Sector de trituración secundario	Taller	Sector de trituración primaria	Sector de trituración secundario
Humedad prevista de la piel (wp):	1	1	1	1	1	1
Tasa de evaporación (Ep en W/m <sup>2</sup> )	20,5	93,16	37,89	20,5	93,16	37,89
Tasa de sudoración (SWp en W/m <sup>2</sup> )	41	186,33	75,78	41	186,33	75,78
Cantidad de sudoración prevista (D en g/h)	106,5	484,45	197,02	106,5	484,45	197,02

Este método describe la forma en el que el cuerpo humano realiza el balance térmico y cuál es la tasa de sudoración que requiere el cuerpo humano para mantener el equilibrio. Los resultados obtenidos del software establecen el límite de duración a la exposición al estrés térmico: para las tareas del taller, en el caso más extremo de exposición laboral a calor, se obtuvo un tiempo menor de 11,2 minutos; en el caso de la mayor exposición se calculó un tiempo de 21,78 minutos por hora.

El índice de sobrecarga calórica se basa en una relación entre la evaporación requerida para recuperar el equilibrio térmico y la evaporación máxima posible en el área a evaluar. En el cuadro 4.7 se describen los resultados obtenidos del programa *Spring* para el cálculo del índice de sobrecarga calórica.

**Cuadro 4.7. Índice de sobrecarga calórica**

Aspecto a evaluar	Taller	Sector de trituración primaria	Sector de trituración secundario
ISC	1434,51%	3200,84%	11511,56%
Tiempo de exposición permisible	7,94 min	8,75 min	7,94 min
Criterio	Condiciones críticas	Condiciones críticas	Condiciones críticas

En el anterior cuadro, los resultados del programa *Spring* que se obtuvieron en las áreas evaluadas establecieron que las condiciones laborales son críticas y que los tiempos de exposición permisibles son de 7,94 minutos, en el peor de los casos.

El tiempo de exposición permisible establecido por la metodología de los índices de sudoración requerida y sobrecarga calórica no pueden cumplirse ya que afectan la productividad de la operación, por lo tanto, se deberá determinar un tiempo de exposición permitido para las tareas evaluadas según otra metodología.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

- Los principales factores ambientales y de trabajo asociados a la exposición laboral a calor en la operación del Quebrador son la temperatura radiante, la humedad relativa, la temperatura del aire, la velocidad del aire, el tipo de trabajo y las posturas corporales.
- El personal presenta síntomas de exposición a estrés térmico tales como cansancio y dolor muscular que pueden ser influencia de la deshidratación y aumento de la temperatura.
- El sobrepeso de la población puede ser un factor en la exposición a calor, debido a que dificulta la transferencia térmica del organismo con el medio ambiente.
- Las diferentes posturas y esfuerzos físicos realizados ocasionan fatiga en el trabajador. La carga metabólica estimada por la frecuencia cardíaca de los trabajadores evaluados se considera alta y muy alta, por lo que es un posible factor de exposición a estrés térmico.
- El índice de sudoración requerida y índice de sobrecarga calórica establecen que se deben tomar acciones para controlar la exposición laboral a calor.

### **Recomendaciones**

- Se debe implementar un plan de seguimiento y vigilancia a la salud por parte del departamento médico.
- Organizar campañas de salud para estimular la actividad física y la alimentación saludable.
- Establecer un programa de hidratación y reposición de electrolitos.
- Elaborar un programa de tiempos de trabajo y descansos, y establecer la rotación y el apoyo de medios mecánicos para disminuir el riesgo por carga metabólica.
- Establecer acciones de mejora con base en los criterios del índice de sudoración requerida e índice de sobrecarga calórica.

- Realizar un estudio de estimación de la carga metabólica por medio de una banda al nivel del pecho y un reloj para medir la frecuencia cardíaca de una manera más exacta.
- Efectuar un estudio de las condiciones de termohigrométricas mediante un instrumento de mayor exactitud que almacene los datos en tiempo real durante toda la evaluación.

## **V. ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN**

Las propuestas de alternativas de solución se basaron en los resultados obtenidos en el análisis de la situación actual. Se dividen en alternativas de control ingenieril y alternativas de control administrativo.

### **A. Alternativas de control ingenieril**

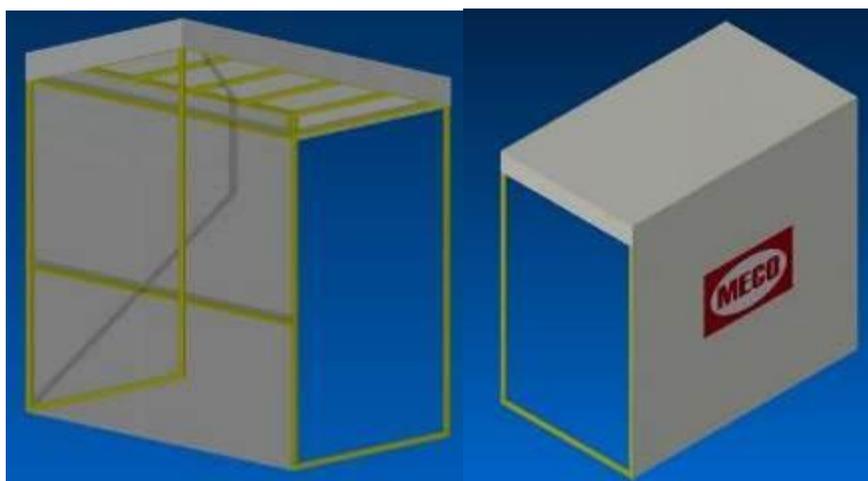
Se ofrecen tres alternativas de solución para el control de la temperatura y la reducción del estrés térmico de la población trabajadora mediante el apantallamiento de la radiación y la ventilación forzada en las áreas de taller y trituración.

Para el desarrollo de las alternativas de solución, se involucró al personal de ingeniería en mantenimiento y a la jefatura explicándoles el alcance y la importancia del proyecto, al igual que sus principales funciones y responsabilidades dentro del mismo. En el Programa de Control de la Exposición Laboral a Calor en el Quebrador de Guápiles, se detalla el papel del personal multidisciplinario en cada alternativa.

#### **1. Quiosco hidratación**

Se propone la instalación de un quiosco portátil para que los trabajadores que laboran al aire libre tengan un lugar con sombra, de modo que disminuyan las posibles complicaciones de salud por el impacto directo de la radiación solar. Esta área se utilizará como punto de descanso e hidratación cerca del puesto de trabajo desde donde el colaborador pueda seguir observando la operación sin que sufrir los efectos adversos de la exposición directa al sol.

El quiosco está construido por tubos de hierro y una lona gruesa de polipropileno que cubre la estructura arriba y en la parte trasera, lo cual facilita que dos personas puedan trasladarlo y evita que salga rodando por efectos de ráfagas de viento. Las dimensiones son de 2 metros de ancho, 1 metro de largo y 2 metros de alto.

**Figura 5.1. Quiosco de hidratación**

Se le colocarán dos sillas, que serán transportadas por los trabajadores de trituración; un par de hieleras con agua fría y suero con electrolitos, responsabilidad del encargado del Quebrador; y un poster informativo sobre las medidas de actuación ante una situación adversa por efecto del calor. Además, se implementará el Protocolo Preventivo de Exposición Solar Laboral que se detalla más adelante en la propuesta de control administrativo.

Se realizaron pruebas para estimar la disminución de la exposición a calor con una estructura similar a la propuesta. Como resultado de las mediciones puntuales realizadas con un instrumento medidor de TGBH dentro del área con sombra, se observó una disminución de entre un 8 °C y un 15 °C en la temperatura radiante media del globo, y una disminución del índice TGBH de 30 °C a 26 °C.

El trabajador puede descansar e hidratarse en esta área durante el período de descanso que se establezca, según el ciclo de trabajo-descanso propuesto en alternativas de control administrativas.

En la figura 5.2, se observa los datos del medidor de TGBH en la misma área con y sin sombra. El valor de la temperatura de globo con exposición directa al sol es 41,9 °C, y sin sombra es 31,1 °C.

**Figura 5.2. Mediciones de temperatura TG con y sin sombra (estructura de lona)**



La propuesta del tipo de materiales y características del quiosco portátil se detalla a continuación:

**Cuadro 5.1. Materiales del quiosco y sus características**

<b>Características</b>	<b>Quisco #1</b>	<b>Quisco #2</b>
<b>Tipo de Tubo</b>	Hierro negro	Aluminio
<b>Tipo de Tela</b>	Polipropileno	Vinil Acrílico
<b>Costo</b>	\$300	\$994
<b>Flexibilidad de la tela</b>	Flexible	Rígida
<b>Peso</b>	< 40 kg	< 30 kg
<b>Resistencia</b>	Fuerte	Fuerte
<b>Portabilidad</b>	Buena	Buena

Se recomienda la opción 1 debido a su costo menor y a la facilidad de poder trasladar la estructura doblándola junto con la tela.

La estructura se debe ubicar a una distancia de 8 a 15 metros del Quebrador para que no haya riesgo de que sea golpeada por alguna piedra.

## **2. Ventilación y extracción**

En el taller de mantenimiento, las tareas de soldadura son continuas durante gran parte de la jornada cuando se realizan labores de montaje o reparación de estructuras. El uso de ropa protectora gruesa y equipo de protección personal dificulta la pérdida de calor

por transpiración, sin embargo, este factor no puede cambiar debido a aspectos de aspectos de seguridad. Por lo tanto, se propone trabajar en el medio y no en el receptor.

Las condiciones del puesto requieren que los trabajadores se muevan constantemente y se ubiquen en posturas incómodas, de modo que es necesaria la implementación de un sistema de inyección y extracción de aire portátil.

Se recomienda la adquisición de dos equipos de extracción e inyección. El equipo de extracción se utilizará para atraer los gases y humos desprendidos del proceso de soldadura en la fuente, mientras que el inyector de aire se colocará cerca del flujo de aire de modo que impacte la parte posterior del trabajador y mejore su intercambio calórico con el ambiente.

### Sistema de extracción

La boca de la manguera del extractor se colocará cerca del contacto entre el electrodo y la estructura metálica a soldar. Para mejorar la captura de los humos y gases, se procurará colocar la boquilla de la manguera de manera que el flujo del aire del lugar vaya a favor del viento.

Se indican a continuación las especificaciones generales de los equipos que se proponen:

**Cuadro 5.2. Especificaciones del extractor de humos**

Especificaciones		
Característica	Allegro Industries	Air System International
<b>Caudal</b>	113 CFM (velocidad baja) / 226 CFM (velocidad alta)	230 CFM variable
<b>Motor</b>	2 HP 120 V AC	115 VAC,
<b>Nivel de Ruido</b>	< 75 dB(A)	< 75 dB(A)
<b>Tipo de Filtro</b>	HEPA 99%	HEPA 99%
<b>Peso</b>	26,31 kg	26,26 kg
<b>Dimensiones</b>	Longitud: 60,96 cm Ancho: 30,48 cm Alto: 43,18 cm	Longitud: 72,39 cm Ancho: 46,99 cm Alto: 38,1 cm
<b>Costo</b>	\$2848.82	\$3770.00

**Fuente: Allegro Industries**

Se recomienda adquirir el equipo de marca Allegro Industries por tener un costo más económico y porque es más pequeño que el otro equipo, lo cual facilita su portabilidad.

No fue necesario realizar un cálculo para renovación del aire, debido a que las instalaciones del taller están construidas con columnas de tubo cuadrado, techo de láminas de metal galvanizado con cerchas metálicas y sin paredes. De esta forma, la propuesta está dirigida solamente a enfriar la superficie de la piel durante las labores de soldadura.

**Figura 5.3. Sistema de extracción de humos**



Fuente: Allegro Industries

### **Sistema de inyección**

Los trabajos de soldadura se realizan en diferentes áreas al aire libre o en espacios cerrados, por lo que se seleccionó un equipo portátil que refresque al trabajador y renueve el aire del lugar de trabajo.

**Figura 5.4. Sistema de Inyección**



Fuente: Allegro Industries

Los equipos propuestos cuentan con las siguientes características:

**Cuadro 5.3. Características del equipo de inyector Allegro Industries 9539-12**

Especificaciones		
Modelo	9539-12	9539-16
Caudal	2180 CFM / 1330 CFM Un codo 90° / 1255 CFM Dos codos 90°	3200 CFM / 2350 CFM Un codo 90° / 2250 CFM Dos codos 90
Motor	1 HP 110 V AC / 60Hz	1 HP 110 V AC / 60Hz
Nivel de Ruido	< 75 dB(A)	< 75 dB(A)
Peso	14 kg	18,1 kg
Dimensiones	Longitud: 43,1 cm Ancho: 35,5 cm Alto: 53,3 cm	Longitud: 50,8 cm Ancho: 53,3 cm Alto: 55,9 cm
Costo	\$1268,0	\$1288,2

**Fuente: Allegro Industries.**

Las ventajas del equipo 9529-16 Allegro Industries son su movilidad y el bajo nivel de ruido en su operación. Otra cualidad es su resistencia a la corrosión y a la exposición solar. Se recomienda la adquisición este por tener un caudal de aire 40% mayor que el otro modelo, lo cual mejora la ventilación localizada del área de trabajo. Ahora bien, a pesar de que el modelo 9539-16 tiene un costo \$40 mayor al del modelo 9539-12, se busca obtener el mayor beneficio del principio ventilación a un costo razonable con el modelo 9539-16.

No se realizó el cálculo del caudal necesario para renovar el aire, debido a que está área posee dos costados al aire libre.

### **3. Colocación de techo y sistema de elevación con un tecele en la criba**

Los trabajadores se exponen a la radiación solar y la trasmisión de calor radiante de los componentes metálicos de los equipos durante las labores de cambios de malla y el mantenimiento de los equipos de las cribas. Con el objetivo de mejorar la producción, se construyó una estructura de techo con tubo y *perling* con láminas de acero galvanizado sobre las cribas, y todo el metal expuesto fue pintado por ambas caras externas para reducir la transmisión de la temperatura radiante.

Se realizaron mediciones con exposición solar al aire libre y debajo de una estructura de techo metálica pintada con material anticorrosivo (minio) de color gris, con el objetivo de estimar la disminución de la temperatura. Se obtuvo una reducción de entre 8

°C y 12 °C en la temperatura radiante. Asimismo, el índice de TGBH pasó de 29,5 °C a 25,5 °C (ver figura 5.6).

**Figura 5.5. Estructura metálica de techo sobre criba**



En la figura anterior, se observa la estructura propuesta instalada. Su colocación se debió a un aspecto de índole productiva, ya que las lluvias y la saturación de agua en los materiales afectaban el cribado de los materiales finos.

**Figura 5.6. Mediciones de temperatura TG con y sin sombra (estructura metálica)**



La pintura recomendada es de color blanco con propiedades no conductivas térmicas, HT 781X *Waterlok elastomeric waterproofing* de Sytec Solutions

(www.cromatecpinturas.com). La propiedad térmica de esta pintura tiene la capacidad de disipar la temperatura entre 10 °C y 15 °C con el recubrimiento.

También se recomienda la instalación de un poste tipo grúa con tecele manual de cadena para subir las mallas, las cuales tienen peso de 40 a 80 kilogramos. Durante el cambio, limpieza o mantenimiento de las mallas, los trabajadores deben realizar sobreesfuerzos y malas posturas, por lo tanto, la tasa metabólica tiende a aumentar de moderada (200 W) a alta (230 W). Por consiguiente, se pretende disminuir la carga metabólica con la instalación de un sistema de levantamiento con poste móvil y un tecele.

El cuadro 5.4 muestra las opciones del tecele de cadena.

**Cuadro 5.4. Tecele de cadena**

<b>Características</b>	<b>Opción #1 YALE 051194 AL-750 PULLIFT DE PALANCA CORTA ALUMINIO 750 KG 02041251</b>	<b>Opción #2 YALE AL1000 PULLIFT DE PALANCA CORTA DE ALUMINIO 1000 KG 02041252</b>	
Capacidad de carga	750 kg (1650 lbs)	1000 kg (2200 lbs)	
Ramal de cadena	1	1	
Movimiento de la carga	Vertical, Horizontal	Vertical, Horizontal	
Ambiente de Trabajo	Corrosivo o Intemperie	Corrosivo o Intemperie	
Modo de operación	Manual	Manual	
Altura de elevación	0 – 3 m (estándar)	0 – 3 m (estándar)	
Costo	₡ 289,845.00	₡ 277,848.96	

**Fuente: Grupo Capris**

Se recomienda la adquisición de la opción 2 por tener un costo menor y mayor capacidad de carga. Las ventajas del uso de un sistema de elevación son la seguridad en el ascenso y descenso de las cargas, en comparación con el levantamiento manual; una menor carga física de trabajo y un aumento en la productividad, debido a que hay menor desgaste humano en estas labores. Además, este equipo soporta pesos de hasta mil kilogramos por lo que facilita el manejo de cargas.

**Cuadro 5.5. Detalle de los costos en las alternativas de control ingenieril**

Alternativa	Costo
Quiosco portátil	\$300
Extractor de humos Allegro Industries 9450	\$2848.82
Inyector Allegro Industries 9539-12	\$1288,2
Construcción de techo y poste	\$440
Yale AL1000 Pullfit	₡ 277,848.96

La ubicación de las estructuras y equipos propuestas se detalla de la siguiente manera: el quiosco portátil se instalará en las áreas de trituración primaria y secundaria; en el caso del cambio de malla en la trituración secundaria, se construyó el techo sobre la criba y queda pendiente la instalación del tecele; finalmente, el extractor de humos metálicos y del inyector de aire se utilizará en el área de taller.

## B. Alternativas de control administrativo

Las alternativas de control administrativo se dividen en cuatro: ciclo de trabajo-descanso, carga metabólica, vestimenta, y limpieza de alcantarillas y manejo de aguas en el Quebrador (evitar la evaporación del agua cercana a los puestos de trabajo). Cada propuesta pretende reducir el estrés térmico laboral y mantener la termorregulación corporal de los trabajadores equilibrada.

### 1. Ciclo de trabajo-descanso

En el análisis de la situación actual, se utilizó la norma técnica NTP 322 *Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT*, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene de España, el cual permiten establecer ciclos de trabajo-descanso de acuerdo con las condiciones ambientales, de modo que exista un equilibrio en la termorregulación de los organismos de los trabajadores.

Se analizaron tres puestos de trabajo y se determinaron las siguientes acciones:

**Cuadro 5.6. Estrategia de ciclo de trabajo-descanso**

	Trituración Primaria	Taller	Trituración Secundaria
Tiempo de exposición máximo según NTP 322	44 minutos	54 minutos	46 minutos
Tarea Crítica	Limpieza de <i>conveyors</i>	Soldadura de estructuras	Cambio de mallas
Alimentación: Desayuno, café, merienda, almuerzo y cena	Los tiempos asignados a la alimentación no se toman en cuenta para los ciclos de descanso.		
Actividades secundarias Consumo menor de carga metabólica Tiempo de descanso Un trabajador a la vez	16 minutos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Lavado de piso con manguera de agua a presión (4 minutos).</li> <li>Lubricar de tambores y rodillos (4 minutos).</li> <li>Limpieza de material orgánica (4 minutos).</li> </ul>	6 minutos: <ul style="list-style-type: none"> <li>Limpieza del área de trabajo (3 minutos).</li> <li>Colocar los sobrantes de metal en los depósitos de reciclaje (2 minutos).</li> <li>Cepillar el cordón de soldadura (1 minuto).</li> </ul>	14 minutos <ul style="list-style-type: none"> <li>Lubricar componentes móviles (5 minutos).</li> <li>Limpiar estructuras de residuos minerales (9 minutos).</li> </ul>
Cantidad de personal expuesto	2	3	2
Responsabilidades	Trabajador:		

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efectuar los tiempos de descanso y realizar las actividades secundarias.</li> <li>• Acatar las instrucciones de sus jefes en cuanto al descanso.</li> <li>• Hidratarse con agua y líquidos con electrolitos.</li> </ul> <p>Encargado:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar charlas de cinco minutos para hablar con los trabajadores a cerca del ciclo trabajo-descanso y de la hidratación que propone el departamento de salud ocupacional.</li> <li>• Verificar por medio de visitas en sitio que el personal este haciendo los tiempos de descansos y las actividades secundarias.</li> <li>• Jefe Operativo: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar la asignación de las tareas de limpieza de <i>conveyors</i> y cambio de mallas de cuando la exposición solar es directa entre las 10 am y 3 pm.</li> <li>• Vigilar que los ciclos de trabajo y descanso sean aplicados por los trabajadores.</li> </ul> </li> </ul>
--	---

Los regímenes de ciclos de trabajo y descanso tienen el propósito de controlar el consumo metabólico que se realiza en las diferentes tareas a ejecutar. Además, influyen cambiando las condiciones ambientales en diferentes etapas.

En las actividades secundarias de las áreas de trituración primaria y secundaria, se propone realizar tareas con un menor desgaste físico, como lubricación y limpieza con agua durante un tiempo establecido (16 minutos y 14 minutos, respectivamente, por cada 60 minutos). De igual manera, se pretende que los soldadores realicen tareas de limpieza con escoba y cepillado de piezas durante 6 minutos. Cabe mencionar que los tiempos de actividades secundarias pueden dividirse dentro de cada hora de trabajo acumulada.

Se pretende que las actividades secundarias y la disminución de la incidencia de las condiciones ambientales en el trabajo permitan al colaborador mantener el equilibrio térmico de su organismo cuando realice sus funciones en las áreas operativas evaluadas.

## 2. Carga metabólica

Un factor o variable asociada a la exposición laboral a calor es la tasa metabólica del trabajador en los diferentes puestos de trabajo.

En el Programa de Control de la Exposición Ocupacional a Calor se detalla el procedimiento de levantamiento de cargas, y de estiramiento y calentamiento.

### **3. Vestimenta**

Se recomienda la compra de tejidos naturales como el algodón para la confección de los uniformes, debido a que este tipo de material absorbe las gotas de sudor y facilita el flujo de aire dentro de la ropa favoreciendo la pérdida de calor por evaporación natural, de manera que se produce equilibrio térmico en el organismo del trabajador. En el programa de control se propone un procedimiento de compra.

### **4. Protocolo preventivo de exposición solar laboral**

Se establece un protocolo preventivo para evitar las consecuencias adversas a la salud de los trabajadores expuestos a calor, mediante etapas de hidratación, sombra, descanso y protección.

En primer lugar, se propuso un quiosco en las áreas de trituración para proteger al trabajador de los rayos del sol y para que se hidrate mientras descansa. También el personal del taller puede hacer uso del quiosco en su tiempo de descanso.

Además, se establece el protocolo de hidratación, de acuerdo con los siguientes puntos:

- En los tiempos de descanso establecidos, los trabajadores deben tomar entre 150 ml y 250 ml de agua fresca, preferiblemente a temperatura ambiente, suministrada por la empresa.
- El trabajador puede tomar una porción de 250 ml de una bebida isotónica en la mañana y otra en la tarde. Se dispondrán de vasos desechables biodegradables para el consumo de líquidos.
- La limpieza de los envases o hieleras de agua y bebidas isotónicas se realizará en las mañanas antes de iniciar la jornada y estará a cargo de un trabajador asignado por el patrono. El lavado se hará con agua y jabón, y los recipientes se desinfectarán con gotas de cloro.
- Los sobrantes de agua y bebida isotónica deberán botarse al final de la jornada y no podrán ser almacenados para el día siguiente.

## **C. Programa para control de la exposición laboral a calor**

**Junio  
2017**

## **PROGRAMA DE SALUD**



**Control de la  
exposición  
laboral a calor en  
los trabajos de  
trituration de  
piedra en  
Guápiles**

**José Arnoldo Sáenz Jiménez  
Constructora Meco S.A.  
UEN Agregados**

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 1 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## INDICE

Sección	Página
1. Acta de Constitución del Programa	<b>64</b>
Acta de Programa	<b>64</b>
Justificación	<b>64</b>
Objetivos	<b>65</b>
Resultados esperados	<b>65</b>
Supuestos	<b>65</b>
Interesados del Proyecto	<b>65</b>
2. Política	<b>67</b>
3. Diagnóstico	<b>68</b>
4. Alcance	<b>69</b>
5. Objetivos y Metas	<b>69</b>
6. Asignación de Recursos	<b>70</b>
7. Asignación de Responsabilidades	<b>71</b>
8. Alternativas de Solución de Control Ingenieril	<b>72</b>
9. Alternativas de Solución de Control Administrativo	<b>75</b>
10. Procedimientos	<b>79</b>
11. Capacitaciones	<b>86</b>
12. Seguimiento y control de resultados	<b>91</b>

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 2 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## 1. Acta de constitución del programa

### ACTA DE PROGRAMA

**Nombre del Proyecto:** Programa para el Control de la Exposición Ocupacional a Calor en el Quebrador Meco Guápiles.

**Fecha de inicio:** julio de 2017.

**Fecha de finalización:** junio de 2018.

### JUSTIFICACIÓN

Actualmente, existe gran malestar o disconformidad entre la población laboral debido al calor que se produce en las áreas de trituración y en los talleres del Quebrador de Guápiles; esto lo convierte en un importante elemento a considerar para la realización del estudio. Todos los trabajadores han manifestado dolor de cabeza, picazón, cansancio, incomodidad e irritabilidad cuando laboran en estas áreas. De igual manera, muestran gran resistencia a usar el equipo de protección personal cuando se sienten sofocados. La empresa no cuenta con un programa de rehidratación ni descansos durante el proceso planificado.

Por lo tanto, la importancia de este estudio consiste en disminuir la exposición a calor, aumentar la productividad y calidad, generar confort en el área de trabajo y evitar daños a la salud por factores asociados al calor y la carga de trabajo. Asimismo, contribuye al cumplimiento legal de las normas sanitarias.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 3 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## **Objetivos**

### Objetivo general

- Establecer soluciones alternas para la reducción de la exposición ocupacional a calor en el Quebrador Meco Guápiles.

### Objetivos específicos

- Ejecutar alternativas de control ingenieril y administrativo sobre las condiciones termohigrométricas.
- Educar al trabajador sobre las medidas de control a la exposición a calor y la importancia de la aplicación de los procedimientos en sus labores.

## **Resultados esperados**

- Evaluación los datos de las temperaturas y del índice de TGBH registrados durante la jornada laboral para el mejoramiento del Programa de Control de la Exposición Ocupacional a Calor.
- Implementación de las alternativas de control para la disminución del estrés térmico en las áreas de trabajo.

## **Supuestos**

- La UEN Agregados brindará los recursos económicos y humanos para ejecutar los controles propuestos.
- El Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo supervisará el desarrollo de los controles propuestos en las áreas de trabajo.

## **Interesados del Proyecto**

- Personal Operativo del Quebrador y Mantenimiento
- Jefaturas Operativas
- Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 4 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

<b>Aprobado por:</b>	<b>Firma:</b>
<b>Andrés Chaves Badilla Gerente UEN Agregados</b>	
<b>Pablo Chinchilla Mata Jefe Operativo Guápiles</b>	
<b>José Arnoldo Sáenz Jiménez Seguridad y Salud en el Trabajo</b>	

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 5 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## 2. Política

A continuación, se detalla la política de Seguridad y Salud en el Trabajo de la Constructora Mecó para todas sus divisiones.

**Figura 6.1. Política de seguridad y salud en el trabajo**



**POLÍTICA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

En Constructora MECO nos comprometemos a:

Proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables para la prevención de daños y deterioro de la salud de los colaboradores, contratistas, proveedores y otras partes interesadas.

Cumplir los requisitos legales y otros requisitos suscritos con las partes interesadas aplicables a la seguridad y salud en el trabajo.

Establecer controles para los riesgos de la seguridad y salud en el trabajo, de acuerdo con la siguiente prioridad:

- Eliminando los peligros.
- Sustituyendo con materiales, procesos, operaciones o equipos menos peligrosos.
- Utilizando controles de ingeniería.
- Utilizando controles administrativos.
- Proporcionando equipos de protección individual adecuados y asegurando su uso.

Mejorar el Sistema Integrado de Gestión para alcanzar un mejor desempeño de la seguridad y salud en el trabajo.

Participar y consultar a los trabajadores en el proceso de toma de decisiones para el establecimiento de los elementos del Sistema Integrado de Gestión relativos a la seguridad y salud en el trabajo.

**Fuente: Constructora Mecó (2016).**

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 6 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

### 3. Diagnóstico

En el análisis de la situación actual, se identificó que el personal del Quebrador de Guápiles Meco está expuesto a estrés térmico. La radiación solar y la humedad relativa son factores ambientales influyentes en la exposición laboral a calor. Los factores individuales que repercuten en la exposición laboral a calor son la carga física de trabajo, las malas posturas y la carga metabólica.

Se evaluaron los puestos de taller de mantenimiento, y trituración primaria y trituración secundaria, donde las tareas críticas son la soldadura de estructuras, limpieza de *conveyors* y el cambio de mallas respectivamente.

Las condiciones termohigrométricas evaluadas en los puestos de trabajo tuvieron valores por encima de los 30 °C en el índice de TGBH. La humedad relativa se encontraba por encima de 70%. De igual manera, la temperatura del globo (radiante media) se encontraba entre 37 °C y 41 °C. Por lo tanto, el personal estaba expuesto a estrés térmico.

Se realizaron mediciones de las frecuencias cardíacas en reposo y durante la labor del personal para determinar la carga metabólica por hora en los puestos evaluados. Los resultados de las mediciones con base en la ISO 8990 determinaron que las cargas metabólicas son de moderadas a altas. La tasa o carga metabólica incide en la exposición laboral a calor.

Hoy en día, la gestión preventiva en riesgos laborales se enfoca únicamente en la dotación de agua fresca y suero con electrolitos. No se había estudiado el fenómeno de la exposición ocupacional a calor ni sus posibles consecuencias en la salud de los trabajadores.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 7 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

#### 4. Alcance

El propósito de este programa es la disminución de la exposición laboral a estrés térmico del personal operativo debido a las condiciones termohigrométricas y a factores de riesgos asociados, durante la ejecución de las tareas. Para esto se implementan controles de ingeniería y administración que mejoran las condiciones de trabajo. Asimismo, se pretende ordenar las acciones en el cumplimiento de las alternativas de solución propuestas.

La elaboración del programa y su contenido se realizó durante la evaluación de las condiciones de trabajo entre julio y agosto del 2016.

#### 5. Objetivos y metas

##### Objetivo general

- Establecer soluciones alternas para la reducción de la exposición ocupacional a calor en el Quebrador Meco Guápiles.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	META
Ejecutar alternativas de control ingenieril y administrativo sobre las condiciones termohigrométricas para disminuir el estrés térmico.	Tener implementados el 100% de los controles en diciembre del 2017.
Educar al trabajador sobre las medidas de control a la exposición a calor y la importancia de aplicar los procedimientos en sus labores.	Haber capacitado en el tema al 90 % de la población expuesta a calor en agosto 2017.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 8 de 34</b>
	<b>Versión: 1    Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## 6. Asignación de recursos

**Cuadro 6.1. Asignación de recursos**

Económicos	Personal	Físicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presupuestar las alternativas de solución para el año 2017</li> <li>• Coordinar con el Departamento de Proveeduría la adquisición de los insumos</li> <li>• Asignación de tiempo laboral para capacitar a todo el personal</li> <li>• Equipos: \$ 5,326.00</li> <li>• Capacitación: \$500</li> <li>• Bebidas hidratantes: \$300</li> <li>• Acondicionamiento del quiosco: \$200</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Personal operativo del Quebrador</li> <li>• Personal de mantenimiento</li> <li>• Encargado del Quebrador</li> <li>• Jefatura Operativa</li> <li>• Jefatura Mantenimiento</li> <li>• Salud Ocupacional</li> <li>• Personal de proveeduría</li> <li>• Todo el personal debe participar en las actividades propuestas y son responsables de las funciones asignadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Área del taller de mantenimiento</li> <li>• Área de la trituración primaria</li> <li>• Área de la trituración secundaria</li> <li>• Sala de capacitación</li> <li>• Agregados <ul style="list-style-type: none"> <li>- Video proyector</li> <li>- Impresiones</li> <li>- Rotulaciones</li> </ul> </li> </ul>

## 7. Asignación de responsabilidades

### **Jefe Operativo**

- Supervisar la implementación de las actividades propuestas.
- Velar por que el personal esté debidamente capacitado.
- Dar seguimiento a las inspecciones y valoraciones que la Comisión de Salud Ocupacional realicen para cumplimiento del programa.
- Registrar todas las capacitaciones y formaciones.
- Coordinar la realización de las tareas críticas cuando las condiciones no sean de exposición solar directa.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 9 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

### **Coordinador de Seguridad y Salud Ocupacional**

- Asesorar en la materia al jefe operativo y al encargado.
- Capacitar al personal sobre los controles administrativos y actividades que deben realizar.
- Dar seguimiento al cumplimiento del programa propuesto.
- Coordinar con los diferentes departamentos y proveedores la ejecución de las actividades propuestas.
- Supervisar la participación del personal en las actividades.
- Solicitar al personal expuesto su percepción sobre las actividades realizadas y las mejoras en su estado físico.

### **Encargado**

- Velar por que el personal acate los procedimientos y actividades propuestos en este programa.
- Asegurarse que todo el personal nuevo esté debidamente capacitado en las actividades del programa.
- Supervisar que los tiempos de descanso y de trabajo se hagan según lo establecido en este programa.
- Consultar a la Coordinación de Salud Ocupacional sobre dudas o comentarios respecto a la implementación del programa.

### **Trabajadores**

- Acatar las actividades y procedimientos propuestos en el programa.
- Solicitar los insumos y equipos para el cumplimiento del programa a la Jefatura o al encargado.
- Involucrarse en el proceso de mejora del programa y proponer cambios o hacer comentarios.
- Comunicar a la Coordinación de Salud Ocupacional cambios en su estado de salud.

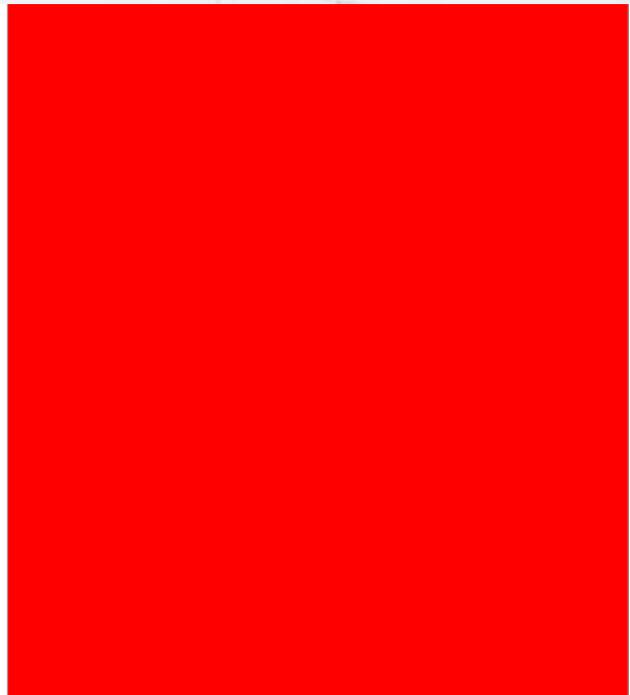
	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 10 de 34</b>
	<b>Versión: 1    Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## 8. Alternativas de solución de control ingenieril



### CONTENIDO:

- Quiosco de hidratación
- Extractor de humos
- Inyector
- Colocación de techo y poste
- Sistema de elevación



	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 11 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

Se proponen las siguientes alternativas de solución de control ingenieril:

**Cuadro 6.2. Alternativas de solución de control ingenieril**

Alternativa de Control		Propósito	Requerimientos
<b>Ingenieril</b>	Quiosco hidratación	Evitar la exposición solar directa, y establecer un punto de hidratación y descanso.	Compra de estructura y lona Limpiar y lubricar acoples metálicos
	Extractor de humos Allegro Industries 9450	Eliminar la inhalación de contaminantes químicos de la soldadura.	Compra del equipo y filtros Mantenimiento del equipo
	Inyector Allegro Industries 9539-12	Ventilar el ambiente de trabajo. Enfriar al trabajador por medio del contacto con el aire.	Compra del equipo Mantenimiento del equipo
	Colocación de techo y poste	Evitar la exposición solar directa durante el mantenimiento y cambio de mallas en las cribas. Disminuir la carga física de trabajo en el levantamiento de equipos y herramientas.	Compra de los materiales de construcción Instalar la estructura Mantenimiento del equipo
	Sistema de elevación con un tecele en la criba Yale AL1000 Pullfit	Disminuir la carga física de trabajo en el levantamiento de equipos y herramientas.	Compra del equipo Mantenimiento del equipo

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 12 de 34</b>
	<b>Versión: 1    Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## Responsabilidades

**Cuadro 6.3. Asignación de responsabilidades**

Puesto	Responsabilidad
Proveeduría	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquirir los equipos con los proveedores locales.</li> </ul>
Jefatura Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar los equipos según el diseño.</li> <li>• Brindar mantenimiento preventivo y correctivo a los equipos.</li> </ul>
Jefatura Operativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velar que las propuestas se cumplan en los diferentes lugares de trabajo.</li> <li>• Cumplir los plazos de implementación de las propuestas.</li> </ul>
Gerencia Agregados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asignar los recursos para que las propuestas sean ejecutadas.</li> </ul>
Coordinación Seguridad y Salud en el Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar mediciones para evaluar el desempeño de las propuestas.</li> </ul>

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 13 de 34</b>
	<b>Versión: 1    Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## 9. Alternativas de solución de control administrativo



### CONTENIDO:

- Ciclo trabajo-descanso
- Carga metabólica
- Vestimenta
- Limpieza de alcantarillas y manejo de aguas en el Quebrado
- Protocolo Preventivo de Exposición solar

<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>		
<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>		<b>Página 14 de 34</b>
<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>		<b>Junio de 2017</b>

Se proponen las siguientes alternativas de solución de control administrativo:

**Cuadro 6.4. Alternativas de solución de control administrativo**

Alternativa de Control	Propósito	Requerimientos
<b>Administrativo</b>	Ciclo trabajo - descanso	<p>Establecer los tiempos de trabajo y descanso en la realización de las tareas críticas.</p> <p>Vigilar las actividades secundarias en el tiempo de descanso.</p> <p>Vigilar el tiempo de exposición a calor en las tareas críticas cuando las condiciones ambientales sean adversas.</p> <p>Taller: un ciclo trabajo de 54 minutos</p> <p>Limpieza del área de trabajo (3 minutos).</p> <p>Colocar los sobrantes de metal en los depósitos de reciclaje (2 minutos).</p> <p>Cepillar el cordón de soldadura (1 minuto).</p> <p>Trituración Primaria: un ciclo trabajo de 44 minutos.</p> <p>Lavado de piso con manguera de agua a presión (4 minutos).</p> <p>Lubricar de tambores y rodillos (4 minutos).</p> <p>Limpieza de material orgánica (4 minutos).</p> <p>Trituración Secundaria: un ciclo trabajo 46 minutos</p> <p>Lubricar componentes móviles (5 minutos).</p> <p>Limpiar estructuras de residuos minerales (9 minutos).</p>
	Carga Metabólica	<p>Establecer métodos para el levantamiento de cargas, estiramiento y calentamiento en los trabajadores.</p> <p>Colocar rótulos con las instrucciones del procedimiento.</p> <p>Capacitar al personal al respecto.</p>
	Vestimenta	<p>Mejorar la transpiración y el confort del trabajador</p> <p>Definir el procedimiento de compra de los uniformes.</p>
	Limpieza de alcantarillas y manejo de aguas en el Quebrador	<p>Evitar la acumulación de aguas en el Quebrador y disminuir la humedad proveniente de la evaporación.</p> <p>Limpieza de alcantarillas</p> <p>Mantenimiento de Pisos</p>

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 15 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

**Cuadro 6.4. Alternativas de solución de control administrativo  
(Continuación)**

Alternativa de Control		Propósito	Requerimientos
<b>Administrativo</b>	Protocolo Preventivo de Exposición Solar Laboral	Integrar las medidas de protección, descanso y sombra con la hidratación del personal	<p>El protocolo de hidratación se realizará lo siguiente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En los tiempos de descanso establecidos los trabajadores deben tomar de 150 ml a 250 ml de agua fresca, preferiblemente a temperatura ambiente, suministrada por la empresa.</li> <li>• El trabajador puede tomar una porción de 250 ml de una bebida isotónica por la mañana y otra por la tarde. Se dispondrán de vasos desechables biodegradables para el consumo.</li> <li>• La limpieza de los envases o hieleras de agua y bebidas isotónicas se realizará en las mañanas antes de iniciar la jornada y estará a cargo de un trabajador asignado por el patrono. El lavado se hará con agua y jabón, y los recipientes se desinfectarán con gotas de cloro.</li> <li>• Los sobrantes de agua y bebida isotónica deberán botarse al final de la jornada y no podrán ser almacenados para el día siguiente.</li> </ul>

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 16 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

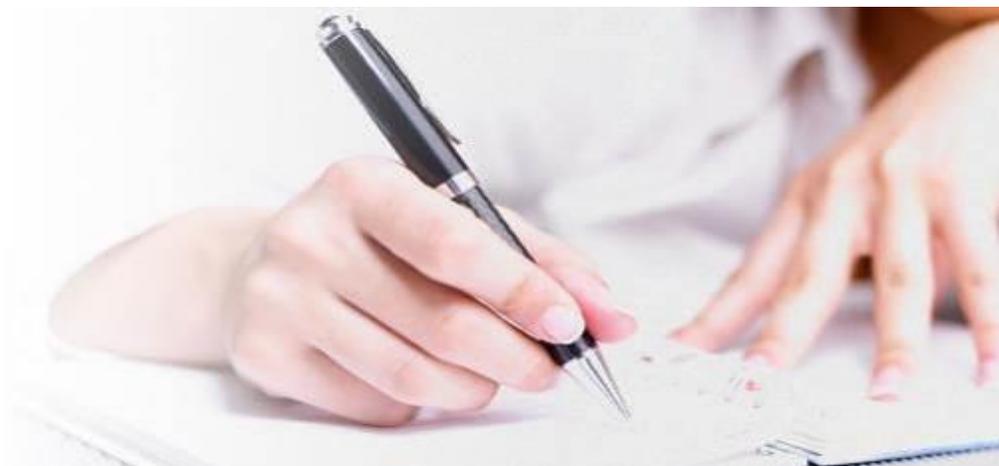
## Responsabilidades

**Cuadro 6.5. Asignación de responsabilidades**

Puesto	Responsabilidad
Encargado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Velar por que el personal realice las acciones propuestas e siga instrucciones.</li> <li>• Retroalimentar al trabajador que no esté realizando las instrucciones.</li> </ul>
Proveeduría	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suministrar los recipientes y productos propuestos.</li> </ul>
Jefatura Operativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilar el desempeño del personal operativo durante la implementación del programa.</li> <li>• Retroalimentar a la Coordinación de Seguridad y Salud en el Trabajo acerca de la productividad de los trabajadores en la implementación de las acciones.</li> </ul>
Gerencia Agregados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incentivar el control y la implementación del programa en los mandos medios.</li> </ul>
Coordinación Seguridad y Salud en el Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilar la implementación de las acciones en los puestos de trabajos.</li> <li>• Capacitar a los empleados nuevos.</li> <li>• Retroalimentar a las jefaturas acerca de los resultados de las acciones.</li> </ul>

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 17 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## 10. Procedimientos



### CONTENIDO:

- Levantamiento de cargas manual
- Estiramiento y calentamiento
- Control del estrés térmico laboral e hidratación
- Compra de uniformes



	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 18 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

### **Levantamiento manual de cargas**

#### **a. Objetivo**

Disminuir carga metabólica mediante técnicas de levantamiento manual de cargas.

#### **b. Alcance**

Todo el personal de trituración y taller.

#### **c. Responsabilidades**

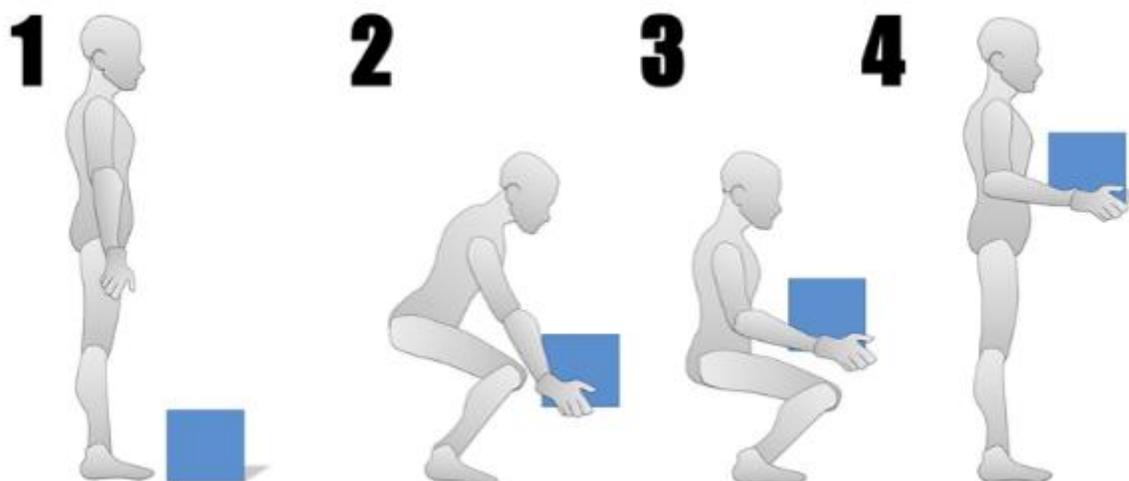
- Trabajador: seguir el procedimiento cuando realice levantamiento de cargas.
- Encargado: supervisar que los trabajadores sigan los pasos del procedimiento cuando realicen levantamiento de cargas.
- Jefe Operativo: fomentar la aplicación del procedimiento en las labores de carga.

#### **d. Desarrollo**

- Planifique el levantamiento observando la carga (forma, tamaño, posible peso, zonas de agarre y puntos peligrosos). Haga una prueba antes de moverse.
- Coloque los pies ligeramente separados, un pie más adelante que el otro (postura de pie). En otras posturas, mantenga el abdomen apretado y procure que los ángulos no sean mayores de 10°.
- Seguidamente, adopte la postura de movimiento. Doble las piernas manteniendo la espalda derecha, sin flexionar demasiado las rodillas.
- Levántese lentamente extendiendo las piernas.
- Sujete firmemente la carga empleando las dos manos.
- Evite los giros de tronco y posturas forzadas.
- Mantenga la carga cerca de su cuerpo durante el levantamiento.
- Si el levantamiento es desde el suelo hasta la altura de los hombros, o más, apoye la carga a medio camino para poder cambiar el tipo de agarre.
- Finalmente, deposite la carga y ajústela si es necesario.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 19 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

**Figura 6.2. Procedimiento de levantamiento de cargas**



**Fuente: Safety Services (2016).**

### **Levantamiento de cargas con tecle**

#### **a. Alcances.**

- Todo el personal de trituración.

#### **b. Responsabilidades**

- Trabajador: inspeccionar, limpiar, lubricar y darle mantenimiento al tecle.
- Encargado: verificar que el personal brinde el mantenimiento al tecle y realice la operación correctamente.
- Jefe Operativo: inspeccionar que el personal realice los cambios de malla utilizando el tecle.

#### **c. Desarrollo**

- Asegure la carga (malla) al sistema de elevación del tecle y ácela un metro por encima del piso para verificar la estabilidad de la carga y el estado del tecle.
- Eleve la malla hasta la criba y jale el brazo móvil para descargar la malla.
- Suelte la malla del sistema de elevación.
- Repita el ciclo al elevar o descender materiales.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez	Página 20 de 34
	Versión: 1      Revisión: 0	Junio de 2017

Figura 6.3. Procedimiento de estiramiento y calentamiento



Fuente: Sociedad Chilena de Ergonomía (2016).

### Estiramiento y calentamiento

#### a. Alcances

- Todo el personal operativo.

#### b. Responsabilidades

- Trabajador: realizar los pasos de calentamiento y estiramiento antes de la jornada.
- Encargado: establecer lapsos de tiempo de cinco minutos para realizar el estiramiento y calentamiento.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 21 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

- Jefe Operativo: inspeccionar que se realicen el calentamiento y estiramiento en las áreas de trabajo.

**c. Desarrollo**

- Antes de iniciar la jornada de trabajo o después de un descanso mayor a 30 minutos, se debe realizar el calentamiento y estiramiento, según la figura 6.3.
- Cada movimiento tiene una duración de 5 a 30 segundos, según el paso a seguir.
- el trabajador debe continuar con sus labores normales después de realizar el ciclo de calentamiento y estiramiento.

**Control del estrés térmico laboral e hidratación**

**a. Objetivo**

- Disminuir las consecuencias negativas de la exposición solar y la carga física de trabajo en la salud laboral.

**b. Alcance**

- Todo el personal operativo.

**c. Responsabilidades**

- Trabajador: seguir las instrucciones para el control del estrés térmico.
- Encargado: exigir al trabajador el seguimiento de las instrucciones del control térmico.
- Jefe Operativo: proporcionar los recursos necesarios para que el personal pueda seguir las instrucciones.

**d. Desarrollo**

- Con base en el ciclo de trabajo y descanso, el trabajador debe hidratarse con agua potable cada vez que lo requiera durante la jornada laboral. Se recomienda tomar de 150 -250 ml cada hora, por instrucción del Departamento Médico de la empresa.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 22 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

- El trabajador debe tomar una porción de 250 ml de bebidas isotónicas una vez por la mañana y otra por la tarde, por recomendación del Departamento Médico de la empresa.
- Los trabajadores tomarán los líquidos en envases desechables biodegradables suministrados por la empresa.
- La ingesta de los líquidos debe realizarse en un área con sombra, que puede ser permanente o temporal (fijas o móviles) como el quiosco de hidratación.
- El trabajador expuesto al sol debe usar camisas de manga larga o mangas protectoras, dependiendo del uniforme que se utilice, y cobertor de sol en el cuello sobre el casco de seguridad.
- La limpieza de los recipientes de los líquidos (agua y bebidas isotónicas) se realizará antes de iniciar la jornada de la mañana. Se utilizará agua y jabón durante en lavado, así como medios físicos para quitar la suciedad. Finalmente, se desinfectará el recipiente con una disolución de agua con cloro.

### **Compra de uniformes**

#### **a. Objetivo**

Estandarizar la compra de los uniformes con los requerimientos del Departamento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

#### **b. Alcance**

Personal de Proveeduría y Recursos Humanos.

#### **c. Responsabilidades**

- Recursos Humanos: se debe encargar de solicitar la cotización de uniformes y dotar al personal con la vestimenta de trabajo respectiva.
- Proveeduría: debe comprar los uniformes según los requerimientos.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 23 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

**d. Desarrollo**

- El Departamento de Recursos Humanos enviará la solicitud de cotización de uniformes para el personal a Proveeduría.
- La proveeduría enviará a los proveedores y empresas textiles la solicitud con las especificaciones. Las telas deberán estar hechas con al menos 90% de algodón y que cumplir con la norma ANSI/ISEA 107-2010.
- La proveeduría solicitará muestras a los proveedores y empresas textiles, y lo enviará a los centros de trabajo para que sean probados.
- El Departamento de Recursos Humanos junto con Salud Ocupacional evaluará el desempeño de los textiles en los centros de trabajo.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 24 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## 11. Capacitación



### CONTENIDO:

- Campaña preventiva de estrés térmico
- Estiramiento y calentamiento
- Levantamiento de cargas manual

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 25 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

Es de suma importancia la capacitación del personal de manera mensual para la obtención de resultados positivos en la implementación del programa.

**Cuadro 6.6. Capacitación del programa**

<b>Actividad</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Metas</b>	<b>Material</b>	<b>Responsable</b>	<b>Tiempo</b>
Campaña Preventiva de Estrés Térmico	Disminuir las consecuencias negativas de la exposición solar y la carga física de trabajo en la salud laboral.	90% de la población expuesta capacitada en octubre 2017	Posters Hojas impresas Suero hidratante	Coordinador SST	30 minutos
Estiramiento y calentamiento	Mejorar la movilidad y flexibilidad de las articulaciones, y disminuir la ocurrencia de lesiones músculo-esqueléticas	90% de la población expuesta capacitada en octubre 2017	Posters Hojas impresas	Coordinador SST	10 minutos
Levantamiento de Cargas Manual	Disminuir la carga metabólica mediante técnicas de levantamiento manual de cargas	90% de la población expuesta capacitada en octubre 2017	Posters Hojas impresas	Coordinador SST	10 minutos

Las siguientes figuras se utilizarán en las capacitaciones:

<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>		
Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez		Página 26 de 34
Versión: 1      Revisión: 0		Junio de 2017

Figura 6.4. Campaña preventiva de estrés térmico

## UTILIZAR LAS MEJORES PRÁCTICAS

**AGUA**

- Beba agua con frecuencia. Beba lo suficiente como para no tener sed.
- Agregar hielo al agua y mantener el agua en un lugar de fácil acceso, mientras que usted trabaja.
- Evite bebidas con cafeína, alcohol y grandes cantidades de azúcar.

**SOMBRA**

- Si es posible descansar en la sombra o en un lugar fresco.
- Cuando el calor es intenso y hay mucha humedad, tomar más descansos.
- Considere la posibilidad fácil de montar fuentes portátiles de sombra, como toldos o sombrillas.

**ROPA**

- Usar ropa de color claro, holgada, transpirable como el algodón.
- Use un sombrero de ala ancha y gafas de sol. Use protector solar para proteger su piel.
- Evitar el uso de ropa sintética que no permita la respiración. Tenga en cuenta que la ropa de protección o el equipo de protección personal pueden aumentar el riesgo de estrés térmico.

**CONTROLAR**

- Controle su estado físico.
- Sea consciente de la condición física de sus compañeros de trabajo.
- Utilice el "sistema de amigos" para hacer un seguimiento de los trabajadores y los supervisores, cuando en el campo.

**CAMBIO DE TURNO**

- Realizar el trabajo pesado de forma gradual.
- Programar el trabajo pesado para las horas más frescas del día.
- Alterne las tareas cuando sea posible.







### LA ECUACIÓN DEL CALOR

Humedad relativa	Temperatura
70%	100° F 37.8° C
60%	95° F 35° C
50%	90° F 32.2° C
40%	85° F 29.4° C
30%	80° F 26.7° C

**ALTA TEMPERATURA  
+  
ALTA HUMEDAD  
+  
FÍSICA DE TRABAJO  
=**

**ENFERMEDADES  
POR EL CALOR**

Cuando el cuerpo es incapaz de enfriarse por sí mismo a través del sudor, las enfermedades graves se pueden producir calor. El más grave de calor son las enfermedades inducidas por el agotamiento por calor y golpe de calor. Si no se toman acciones para tratar el agotamiento por calor, la enfermedad podría progresar al calor agudo cerebral y muerte posible.

■ = Peligro  
■ = Precaución  
■ = Menos peligrosos

### INFORMACIÓN DEL DÍA DE HOY

**LOCACIÓN:**

---

**SUPERVISOR/NÚMERO DE TELÉFONO:**

---

**DIRECCIÓN:**

---

**INSTRUCCIONES ESPECIALES/PUNTO DE REFERENCIA:**

---

Fuente: OSHA (2016).

<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>		
Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez		Página 27 de 34
Versión: 1      Revisión: 0		Junio de 2017

Figura 6.5. Capacitación de estrés térmico

### AGUA, SOMBRA Y DESCANSOS

1. Tome agua con frecuencia, aunque no tenga sed.
2. Descansen en la sombra cada vez que lo necesite para refrescarse.
3. Ojo con los primeros síntomas por calor.
4. Sepa qué hacer en una emergencia.
5. Use un gorra y ropa de colores claros que ayuden a bloquear el sol.

### ENFERMEDADES POR CALOR

**Agotamiento**

**Insolación**

### Agua, Sombra y Descansos... Sin ellos no se puede Trabajar

Tomen agua cuando se tengan sed - cada 15 minutos.

Descansen en la sombra.

Estén pendientes de sus compañeros.

Usen casaca y ropa ligera de colores claros.

No deben esforzarse demasiado los primeros días que trabajen en el calor. Tienen que aclimatarse. Tomen descansos en la sombra—por lo menos 5 minutos para refrescarse.

### EN CASO DE EMERGENCIA...

**El calor mata - ¡Consigan ayuda de inmediato!**

**Si alguien en la cuadrilla tiene síntomas:**

- 1) Avisarle a la persona en su cuadrilla que tiene un teléfono para que se comunice con el supervisor y busquen ayuda médica.
- 2) Empezar a darle primeros auxilios hasta que llegue la ambulancia.
- 3) Muevan a la persona a la sombra para refrescarse.
- 4) Dénde agua, poco a poco, siempre y cuando no esté vomitando.
- 5) Afloje la ropa.
- 6) Ayúdenle a refrescarse. Usen un sbanico, pónganle compresas de hielo en la ingle y las axilas, o empañen la ropa con agua fresca.

### COMO PREVENIR LOS CHOQUES DE CALOR!! En nuestro lugar de trabajo.

Tomar agua

Sombra para Descansar y refrescarse

### COMO PREVENIR LOS CHOQUES DE CALOR!! En nuestro lugar de trabajo.

Capacitaciones y Planes de Emergencia

1. Tomamos precauciones adicionales durante los meses de verano
2. Podríamos cambiar las horas de trabajo.
3. Necesitamos aun más agua y descansos.

Fuente: Departamento de SST, MECO (2016).

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 28 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

Las capacitaciones serán impartidas por el coordinador de SST. Los afiches con la información se colocarán en el quiosco de hidratación, en el área de comedor, en los servicios sanitarios y en la sala de capacitación.

El registro de las sesiones se almacena en una carpeta en la sección de capacitaciones de la oficina del asistente administrativo del Quebrador. El coordinador SST debe guardar los registros. A continuación, se muestra la hoja de registro de capacitación.

**Figura 6.6. Formato de registro de capacitación**



**Registro de Asistencia a Capacitación.**

Nombre del Curso: \_\_\_\_\_

Instructor: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Área-Proyecto: \_\_\_\_\_

No.	Nombre	Firma	Identificación	UEN
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Duración: \_\_\_\_\_

Firma del Instructor: \_\_\_\_\_

**Fuente: Constructora Meco (2016).**

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 29 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

## 11. Seguimiento y control de resultados



### CONTENIDO:

- Control y seguimiento del programa
- Inspección de actividades
- Comunicación



	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 30 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

### **Control y seguimiento del programa**

Se propone una serie de herramientas para evaluar los resultados del programa y el seguimiento de las acciones propuestas. Esto permitirá tener un ciclo de mejora continua para proponer cambios.

**Cuadro 6.7. Control y seguimiento del programa**

<b>Ítem</b>	<b>Herramienta</b>	<b>Indicador</b>	<b>Rango de Aceptabilidad</b>	<b>Tiempo de Medición</b>	<b>Responsables</b>
Control ingenieril	Hoja de inspección de actividades	Porcentaje de cumplimiento	85-100%	Semestre	Jefatura de Mantenimiento Jefatura Operativa
Control administrativo	Hoja de inspección de actividades	Porcentaje de cumplimiento	85-100%	Cuatrimestre	Coordinación de Seguridad y Salud en el Trabajo
Procedimientos	Hoja de inspección de actividades	Porcentaje de cumplimiento	85-100%	Cuatrimestre	Coordinación de Seguridad y Salud en el Trabajo
Capacitaciones	Hoja de inspección de actividades	Porcentaje de cumplimiento	85-100%	Cuatrimestre	Coordinación de Seguridad y Salud en el Trabajo
Mediciones ambientales	Medidor de temperatura, humedad, velocidad aire	Índice de TGBH	Valor del índice TGBH menor a 28 °C	Trimestral	Coordinación de Seguridad y Salud en el Trabajo

### **Inspección de actividades**

La hoja de inspección de actividades facilita el seguimiento de las acciones propuestas y el control para el cumplimiento del programa.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 31 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

En cada actividad se evaluarán los aspectos a cumplir. La cantidad de rubros conformes se dividirá entre el total de los valuados y se multiplicará entre 100. El total representará el porcentaje de cumplimiento.

**Cuadro 6.8. Inspección de actividades**

Actividad	% cumplimiento	Revisado por	Fecha
Quiosco hidratación <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se encuentra ubicado cerca de la trituración</li> <li>• Se encuentra en buen estado y limpio</li> <li>• Hay sillas y recipientes con líquidos</li> <li>• Es fácil de trasladar a otra ubicación</li> <li>• Estado de la estructura</li> <li>• Estado de la lona</li> </ul>			
Extractor de humos Allegro Industries 9450 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de la manguera</li> <li>• Estado del cable eléctrico</li> <li>• Estado de las ruedas</li> <li>• Estado de la limpieza</li> <li>• Hoja de mantenimiento actualizada</li> <li>• Eficiencia en la extracción</li> </ul>			
Inyector Allegro Industries 9539-12 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eficiencia en la inyección de aire</li> <li>• Estado del equipo</li> <li>• Limpieza</li> <li>• Estado del cable</li> <li>• Hoja de mantenimiento actualizada</li> </ul>			
Colocación de techo y poste <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado de la estructura</li> <li>• Sin acumulación de suciedad</li> <li>• Estado de la pintura</li> <li>• Sin corrosión evidente</li> <li>• Cordón de la soldadura sin fisuras</li> </ul>			

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 32 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

Actividad	% cumplimiento	Revisado por	Fecha
Sistema de elevación con un tecele en la criba Yale AL 1000 Pullfit <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estado del tecele</li> <li>• Hoja de mantenimiento actualizada</li> <li>• Lubricación de partes</li> <li>• Estado de la cadena y ganchos</li> <li>• Sin corrosión evidente</li> </ul>			
Ciclo Trabajo - Descanso <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se realizan actividades secundarias cada hora</li> <li>• El personal se hidrata en el tiempo de descanso</li> </ul>			
Carga metabólica <ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal realiza buenas técnicas de levantamiento de cargas</li> <li>• El personal solicita y recibe ayuda para levantar cargas mayores a los 50 kg</li> <li>• El personal calienta y estira antes de iniciar la jornada o después de una pausa</li> </ul>			
Vestimenta <ul style="list-style-type: none"> <li>• La vestimenta se compra con base en las especificaciones técnicas</li> <li>• El personal usa la vestimenta que le suministra la empresa</li> <li>• El personal retroalimenta a la coordinación SST acerca del desempeño de la vestimenta</li> </ul>			
Limpieza de alcantarillas y manejo de aguas en el Quebrador <ul style="list-style-type: none"> <li>• El estado de las alcantarillas están limpias</li> <li>• La frecuencia de la limpieza es dos veces por semana</li> <li>• El encargado verifica y firma el estado de las alcantarillas en la hoja de control de tareas del Quebrador</li> </ul>			

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 33 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

Actividad	% cumplimiento	Revisado por	Fecha
Campaña preventiva de estrés térmico e hidratación <ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal está capacitado en el procedimiento</li> <li>• El personal sigue las instrucciones</li> <li>• Hay líquido suficiente y está limpio</li> <li>• Los recipientes son lavados y desinfectados</li> </ul>			
Estiramiento y calentamiento <ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal está capacitado en el procedimiento</li> <li>• El personal sigue las instrucciones</li> </ul>			
Levantamiento de cargas manual <ul style="list-style-type: none"> <li>• El personal está capacitado en el procedimiento</li> <li>• El personal sigue las instrucciones</li> </ul>			

## **Comunicación**

### **a. Objetivo**

- Informar a las partes interesadas sobre los avances en la implementación de la propuesta.

### **b. Alcance**

- Todo el personal del Quebrador.

### **c. Responsabilidades**

- Trabajador y Encargado: sugerir mejoras en la implementación de los controles propuestos.
- Coordinador SST: inspeccionar las actividades y evaluar los resultados.
- Jefaturas y Gerencia de Agregados: asignar los recursos necesarios para el cumplimiento de los objetivos programa.

	<b>Programa de Control de la Exposición a Calor</b>	
	<b>Realizado por José Arnoldo Sáenz Jiménez</b>	<b>Página 34 de 34</b>
	<b>Versión: 1      Revisión: 0</b>	<b>Junio de 2017</b>

**d. Desarrollo**

- En el día de la inspección de actividades, se informará a los trabajadores acerca del desempeño mostrado y las oportunidades de mejora en la realización de las tareas.
- La inspección de actividades se realizará el mismo día de la evaluación de las áreas de trabajo. Se compartirá la información sobre la valoración de los rubros con el encargado y las jefaturas.
- En las reuniones mensuales con la Gerencia de Agregados, el coordinador de SST expondrá las valoraciones de las inspecciones.
- La Gerencia de Agregados y las Jefaturas (Operativas y Mantenimiento) establecerán las medidas correctivas para el cumplimiento y mejoras del programa.

## E. Conclusiones y recomendaciones

### Conclusiones

- La implementación del programa en el período establecido permitiría mejorar las condiciones de trabajo y atenuar los efectos negativos de la exposición ocupacional a calor. Además, ordena los pasos a seguir en cuanto al control administrativo e ingenieril a seguir.
- Es de suma importancia darles seguimiento y control a las acciones propuestas en el programa para evaluar los resultados del programa. Además, la evaluación permitiría medir el compromiso de los responsables que pueden medirse.
- Las técnicas de levantamiento de cargas en las áreas de trabajo pueden disminuir la carga metabólica por el sobreesfuerzo al realizar las labores, de igual manera, cuando el trabajador mantiene una buena postura. En el levantamiento de mallas en las cribas, se recomienda utilizar el teclé para la elevación de cargas y reducir el aumento de la tasa metabólica.
- La aplicación de los ciclos de trabajo-descanso en los puestos de trabajo con tareas críticas, pretende disminuir la influencia del calor en los organismos de los trabajadores expuestos.
- Las propuestas de control ingenieril de construir el quiosco y un techo sobre las cribas disminuyen entre 10 °C y 5°C la temperatura radiante (TG) y entre 3 °C y 4 °C el índice de TGBH con base a las mediciones realizadas del medidor de estrés térmico.

### Recomendaciones

- Se recomienda la implementación del programa para generar un ambiente laboral confortable y disminuir la exposición ocupacional a calor en las áreas evaluadas.
- El estudio de las condiciones termohigrométricas se realizó entre julio y agosto del 2016. Se recomienda realizar mediciones en los meses de marzo y abril de 2018 para determinar si el comportamiento de los índices de la exposición ocupacional a calor cambia significativamente, o si se requiere ajustar las alternativas de solución.  
Se deben registrar los datos de la temperatura para facilitar la evaluación.
- El éxito del programa de control de la exposición a calor radica en la capacitación de los trabajadores en los temas propuestos. Además, ellos pueden retroalimentar

al Departamento de Seguridad y salud en el Trabajo para que evalúe los resultados.

- Los responsables de la implementación de los procedimientos deben asegurarse de que cada trabajador y personal involucrado lleve a cabo los lineamientos del programa para que haya éxito en los objetivos propuestos.
- El Departamento de Mantenimiento, Operaciones, y Seguridad y Salud en el Trabajo deben evaluar los resultados del programa desde una perspectiva de prevención de riesgos laborales y eficiencia de las labores de trabajo.
- Se recomienda que un profesional de seguridad laboral e higiene ambiental evalúe y dé seguimiento a los resultados del programa y que, a su vez, proponga mejoras.
- Deberá gestionarse la adquisición de máscaras de protección para el personal de mantenimiento durante las labores de soldadura.
- Se propone un sistema de presión positiva con inyección de aire frío para mejorar el confort térmico en el usuario.
- La Jefatura Operativa y el encargado capacitarán a los trabajadores en el levantamiento manual de cargas al menos una vez al mes. De igual manera, implementarán el programa de calentamiento y estiramiento antes de iniciar las tareas de limpieza de *conveyors*, cambios de mallas y soldadura. Además, deben vigilar que el personal haga el calentamiento y realice correctamente las posturas en sus labores.
- Los ciclos de trabajo y descanso deben de implementarse cada vez que el personal realice las tareas críticas y las condiciones ambientales tengan niveles altos del Índice TGBH. Los trabajadores deberán realizar un descanso a la vez para no afectar la productividad. El encargado será el responsable de controlar tanto los periodos de descanso como los de trabajo. A su vez, la Jefatura Operativa debe vigilar que los trabajadores cumplan con estas indicaciones.
- Se recomienda realizar un estudio de ruido en el área de taller cuando se utilice el extractor de humos metálicos y el inyector de aire, ya que el nivel de presión sonora que indica el fabricante es permisible para una jornada normal de ocho horas, pero en la operación de taller hay períodos de trabajo extraordinarios, lo cual amerita proponer medidas de control.

## VI. BIBLIOGRAFÍA

1. Abarca-Ruiz, A. (2012). *Programa para el control de la exposición ocupacional a calor en la lavandería del Hospital Dr. Enrique Baltodano Briceño*. (Proyecto de Graduación). Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
2. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2004). *Industrial ventilation: a manual of recommended practice*. Ohio, Estados Unidos: ACGIH.
3. American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (2015). *2015 TLVs and BELs*. Ohio, Estados Unidos: ACGIH.
4. Ávalos, A. (23 de abril de 2017). Enfermedad renal crónica se ensaña con hombres guanacastecos. *Periódico La Nación*. Recuperado de <http://www.nacion.com/>
5. Bhagwati, K. (2006). *Managing safety: a guide for executives*. Weinheim, Alemania: Wiley-VCH-Verl.
6. Bischoff, H. (2008). *Risks in modern society*. Berlin, Alemania: Springer.
7. Brauer, R. (2006). *Safety and health for engineers*. New Jersey, Estados Unidos: John Wiley & Sons.
8. Burroughs, H., & Hansen, S. (2008). *Managing indoor air quality*. Georgia, Estados Unidos: Fairmont Press.
9. Campos-Meneses, F. & Montoya-Rodríguez, Luis. (2011). *Propuestas de un sistema técnico y administrativo para el control de la exposición a las condiciones termohigrométricas presentes en el área de hornos exotérmicos de la empresa Hutchings Automotive Products*. (Proyecto de Graduación). Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
10. Chao, Elaine L & Henshaw, John L. (2003). *Model plans and programs for the osha bloodborne pathogens and hazard communications standards*. Recuperado de <https://www.osha.gov/Publications/osha3186.pdf>
11. Crowl, D. A., Attwood, D. A., & American Institute of Chemical Engineers. (2007). *Human factors methods for improving performance in the process industries*. New Jersey, Estados Unidos: Center for Chemical Process Safety.
12. Gallant, Brian. (2008). *The facility manager's guide to environmental health and safety*. Maryland, Estados Unidos: Government Institutes.
13. Gardiner, K., & Harrington, J. (2005). *Occupational hygiene*. Massachusetts, Estados Unidos: Blackwell Pub.

14. Glendon, A. I., Clarke, S. G., & McKenna, E. F. (2006). *Human safety and risk management*. Florida, Estados Unidos: Taylor & Francis.
15. Godish, Thad. (2014). *Air quality. Fifth edition*. Florida, Estados Unidos: Taylor & Francis.
16. Gustin, J. (2008). *Safety management: a guide for facility managers*. Georgia, Estados Unidos: Fairmont Press.
17. Gutierrez-Muñoz, F. (2010). Insuficiencia respiratoria aguda. *Acta Médica Peruana*, 4(27), 286-297. Recuperado de [http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/acta\\_medica/2010\\_n4/pdf/a13v27n4.pdf](http://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/acta_medica/2010_n4/pdf/a13v27n4.pdf)
18. Hagan, P., Montgomery, J. F., & O'Reilly, J. T. (2009). *Accident prevention manual for business & industry: administration & programs*. Chicago, Estados Unidos: National Safety Council.
19. Jacklitsch, B., Williams, W.J., Musolin, K., Coca, A., Kim, J.H., Turner N. (2016). *NIOSH criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments*. Ohio, Estados Unidos: National Institute for Occupational Safety and Health. Recuperado de <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/pdfs/2016-106.pdf>
20. Karwowski, Waldemar. (2001). *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors*. Florida, Estados Unidos: Taylor & Francis.
21. Kearney, D. S. (2008). *Ergonomics made easy: a checklist approach*. Maryland, Estados Unidos: Government Institutes.
22. Kjellstrom, T., Holmer, I., & Lemke, B. (2009). Workplace heat stress, health and productivity – an increasing challenge for low and middle-income countries during climate change. *Global Health Action*, 2(1). DOI: 10.3402/gha.v2i0.2047
23. Koren, H. (2004). *Illustrated dictionary and resource directory of environmental and occupational health*. Florida, Estados Unidos: CRC Press.
24. Kroemer, K. H., Kroemer, H. J. & Kroemer-Elbert, K. E. (2010). *Engineering physiology bases of human factors engineering/ergonomics*. Berlin, Alemania: Springer.
25. Wabeke, R. L. (2013). *Air contaminants, ventilation, and industrial hygiene economics: the practitioner's toolbox and desktop handbook*. Florida, Estados Unidos: CRC Press.
26. Lehto, M. R. & Buck, J. R. (2008). *Introduction to human factors and ergonomics for engineers*. Florida, Estados Unidos: Taylor & Francis.
27. McKeown, Celine. (2008). *Office ergonomics: practical applications*. Florida,

- Estados Unidos: Taylor & Francis.
28. Ministerio de Salud de Costa Rica. (2015). *Reglamento para la prevención y protección de las personas trabajadoras expuestas a estrés térmico por calor*. [http://www.cso.go.cr/normativa/decretos\\_normativa\\_reglamentaria/decreto\\_n\\_39147\\_s\\_tss\\_reglamento\\_para\\_la\\_prevencion\\_proteccion\\_de\\_las\\_personas\\_trabajadoras\\_expuestas\\_a\\_estres\\_termico\\_por\\_calor.pdf](http://www.cso.go.cr/normativa/decretos_normativa_reglamentaria/decreto_n_39147_s_tss_reglamento_para_la_prevencion_proteccion_de_las_personas_trabajadoras_expuestas_a_estres_termico_por_calor.pdf)
  29. Mondelo, P., Gregori, T., & Comas, U. (2004). *Ergonomía 2 Confort y estrés térmico*. Barcelona, España: Universitat Politècnica de Catalunya.
  30. Nogadera, C. S. (2001). *NTP 601: Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_601.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_601.pdf)
  31. Nogadera, C. S. & Luna, M. P. (1999). *NTP 323: Determinación del metabolismo energético*. Madrid, España: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Recuperado de [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp\\_323.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_323.pdf)
  32. Ott, W. R., Steinemann, A. C., & Wallace, L. A. (2006). *Exposure analysis*. Florida, Estados Unidos: Taylor & Francis.
  33. Plog, Barbara. (2012). *Fundamentals of industrial hygiene*. Chicago, Estados Unidos: National Safety Council.
  34. Recio, Patricia. (2016). Con charlas, juegos y cine la CCSS busca reducir las enfermedades renales. *Periódico La Nación*. Recuperado de <http://www.nacion.com/>
  35. Ridley, J. & Channing, J. (2008). *Safety at work*. Massachussets, Estados Unidos: Butterworth-Heinemann
  36. Rodríguez, Irene. (2015). Riñones de peones colapsan al trabajar bajo el sol en Guanacaste. *Periódico La Nación*. Recuperado de <http://www.nacion.com/>
  37. Rodríguez, Irene. (2015). Roy Wong, coordinador de la investigación: Ya hay evidencia científica. *Periódico La Nación*. Recuperado de <http://www.nacion.com/>
  38. Roughton, James E. (2003). *OSHA 2002 Recordkeeping simplified*. Massachussets, Estados Unidos: Butterworth-Heinemann
  39. Safety Services. (2016). *Best Practices for Lifting*. Recuperado de

<http://safetyservices.ucdavis.edu/>

40. Sociedad Chilena de Ergonomía (2016). *Ejercicios en el trabajo*. Recuperado de <http://www.sochergo.cl/>
41. Spellman, Frank R. (2006). *Industrial hygiene simplified: a guide to anticipation, recognition, evaluation, and control of workplace hazards*. Maryland, Estados Unidos: Government Institutes.
42. Stellman, J.M. (2001). *Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo*. Madrid, España: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.
43. Stranks, Jeremy. (2006). *The manager's guide to health and safety at work*. London, Inglaterra: Kogan Page.
44. Tillman, Cherilyn. (2007). *Principles of occupational health and hygiene: an introduction*. New South Wales, Australia: Allen & Unwin.
45. Tranter, Megan. (2004). *Occupational hygiene and risk management*. New South Wales, Australia: Allen & Unwin.

## VII. APÉNDICES

### Apéndice 1. Encuesta a los trabajadores

ENCUESTA AL TRABAJADOR				
Edad		Género		Fecha de Ingreso
Edad:	Género:	Fecha de Ingreso:	Tiempo de realizar las tareas:	
Anote las principales Tareas, Duración Diaria, y, ¿Cómo la considera (Ligera, Moderada, Fuerte)?				
Detalle la vestimenta que usa para trabajar (interior y exterior)				
¿Toma alguna bebida durante su jornada laboral? ¿Cuál y con qué frecuencia?				
¿Cuáles puestos de trabajo considera peligrosos? ¿Por qué?				
¿Ha recibido capacitación al respecto?				
¿Cree que las altas temperaturas son un riesgo para la salud?				
¿Es incómodo trabajar en un ambiente caliente?				
¿Ha tomado alguna acción la empresa para controlar el calor en el área de trabajo?				
¿Qué medidas cree usted que puede disminuir el calor?				
¿Qué otros factores pueden favorecer que exista un ambiente caliente?				
¿Qué sintomatología y signos presenta?				

## Apéndice 2. Entrevista al médico

ENTREVISTA AL MÉDICO DE TRABAJO		
Nombre:	Código:	Años de Servicio:
Fecha de nacimiento:	Edad:	Especialista en:
¿Tiene conocimiento de alguna disconformidad al calor por parte de los trabajadores de producción agrícola?		
¿Qué síntomas y signos asociados a la exposición a calor ha encontrado en la población laboral durante la consulta médica?		
¿Cree que el uso del equipo de protección personal esté directamente ligado a las manifestaciones de inconformidad?		
¿Puede el equipo de protección personal incidir en la exposición a calor? ¿Por qué?		
¿Cuáles factores personales pueden incidir en la exposición a calor?		
¿Ha atendido o dado seguimiento a problemas de salud relacionados con la exposición a calor?		
¿Cree conveniente las pausas dentro de la jornada laboral?		
¿Es necesaria la ingesta de líquidos durante la jornada laboral?		

### Apéndice 3. Tamaño de la muestra

Se utilizó un estudio exploratorio de calor que se realizó en los Quebradores, en donde se hicieron mediciones de índice de TGBH (ver cuadro 3.2). Estas mediciones se utilizaron para hacer el cálculo del tamaño de muestra en tres áreas.

Se utilizó la siguiente ecuación:

$$n = \left( \frac{Z_{\alpha/2} * \sigma}{e} \right)^2$$

Donde,

$n$ : Número de evaluaciones

$z_{\alpha/2}$ : Valor estadístico de curva con tendencia normal

$\sigma$ : Desviación estandar del muestreo previo

$e$ : Error esperado

Durante la realización del análisis estadístico básico de los datos del cuadro 3.2, se determinaron los siguientes valores:

Datos estadísticos	Taller	Patios	Criba
$z=$	1,96	1,96	1,96
$\sigma=$	0,49	0,31	0,41
$s=$	0,05	0,05	0,05

Los valores anteriores se sustituyeron en la ecuación y se determinó el tamaño de la muestra para realizar las nuevas mediciones del índice de TGBH.

Tamaño de la muestra	Taller	Patios	Criba
$n=$	141	89	119

Finalmente, el tamaño de la muestra para el taller es de 141 mediciones; para los patios, 89; y para el área de la criba 119 mediciones.

#### Apéndice 4. Encuesta higiénica

ENCUESTA HIGIÉNICA						
Realizado por:			Fecha:			
INFORMACIÓN DEL CENTRO DE TRABAJO						
Nombre de la empresa:			Ubicación:			
Servicios y productos:						
Total de trabajadores:	Jornada:	Horario:	Descansos:	Jornada extraordinaria:		
ÁREA DEL ESTUDIO						
Procesos comunes:			Procesos específicos:			
Materiales						
Materias Primas:		Productos:		Subproductos:		
Propiedades de los materiales:						
DEMOGRAFÍA DE LA POBLACIÓN						
Cantidad	Área	Tareas	Género	Edad	Educación	Ingreso
NATURALEZA DEL TRABAJO						
Turnos:		Horario:	Horas por turno:		Trabajos especiales:	

Comisión de Salud Ocupacional:	Oficina de Salud Ocupacional:	Brigadas de Emergencia:	Servicios de Salud:
Trabajo repetitivo:	Variables:	Trabajadores productivos altos:	Descansos:
<b>MEDIDAS DE CONTROL</b>			
Vestimenta:	Equipo de protección:	Capacitación:	Procedimientos de trabajo
Vigilancia médica:	Normas de seguridad básicas:	Técnicas ingenieriles:	
<b>REGISTROS DE SEGURIDAD Y SALUD EMPRESARIAL</b>			
Programas de capacitación:		Informes médicos:	
Estudios epidemiológicos:		Registros del INS:	
<b>OTRA INFORMACIÓN ADICIONAL RELEVANTE</b>			







### Apéndice 8. Cálculo de ciclos de trabajo-descanso

<p style="text-align: center;"><b>Ecuación para determinar el ciclo de trabajo-descanso</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Ft: <math>\frac{(A-B) \times 60}{(C-D) + (A-B)}</math></b></p> <p style="text-align: center;"><b>Ft: tiempo máximo ciclo de trabajo por hora</b></p> <p style="text-align: center;"><b>A: TGBH límite en la zona de descanso (M&lt;100kcal/h)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>B: TGBH zona descanso</b></p> <p style="text-align: center;"><b>C: TGBH zona de trabajo</b></p> <p style="text-align: center;"><b>D: TGBH límite en la zona de trabajo</b></p>		
Área: taller	Área: trituración primaria	Área: trituración secundaria
A: 33°C B: 26 °C C: 29,85 °C D: 29 °C (M=260W)	A: 33°C B: 26 °C C: 31,55 °C D: 29 °C (M=260W)	A: 33°C B: 26 °C C: 31,2 °C D: 29 °C (M=260W)
Ft: $\frac{(A-B) \times 60}{(C-D)+(A-B)}$ Ft: 54	Ft: $\frac{(A-B) \times 60}{(C-D)+(A-B)}$ Ft: 44	Ft: $\frac{(A-B) \times 60}{(C-D) + (A-B)}$ Ft: 46
Ciclo de trabajo: 54 minutos	Ciclo de trabajo: 44 minutos	Ciclo de trabajo: 46 minutos
Tiempo de descanso: 6 minutos	Tiempo de descanso: 16 minutos	Tiempo de descanso: 14 minutos

## ANEXOS

### Anexo 1. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)

2017-5-4 Método REBA - Rapid Entire Body Assessment



(<http://www.ergonautas.upv.es>)

Usuarios / Registrados: 132686 / Pro: 10761 / Online: 58

No has iniciado sesión
  Registrarte (<http://www.ergonautas.upv.es/controlusuarios/registro.htm>)
  Inicia Sesión

¿Quieres crear este documento?

## REBA

### Método REBA

Evaluación de posturas forzadas

 Software online ([http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/reba\\_online.php](http://www.ergonautas.upv.es/metodos/REBA/reba_online.php))

Utilice el software de ergonautas para aplicar el método REBA.

### Fundamentos del método

Si se adoptan posturas inadecuadas de forma continuada o repetida en el trabajo se genera fatiga y, a la larga, pueden ocasionarse problemas de salud. Uno de los factores de riesgo más comúnmente asociados a la aparición de trastornos de tipo músculo-esquelético es precisamente la excesiva **carga postural**. Así pues, la evaluación de la carga postural o carga estática, y su reducción en caso de ser necesario, es una de las medidas fundamentales a adoptar en la mejora de puestos de trabajo.

Existen diversos métodos que permiten la evaluación del riesgo asociado a la carga postural, diferenciándose por el ámbito de aplicación, la evaluación de posturas individuales o por conjuntos de posturas, los condicionantes para su aplicación o por las partes de cuerpo evaluadas o consideradas para su evaluación. **REBA** es uno de los métodos observacionales para la evaluación de posturas más extendido en la práctica. De forma general REBA es un método basado en el conocido método RULA, diferenciándose fundamentalmente en la inclusión en la evaluación de las extremidades inferiores (de hecho, REBA es el acrónimo de *Rapid Entire Body Assessment*).

El método permite el análisis conjunto de las posiciones adoptadas por los miembros superiores del cuerpo (brazo, antebrazo, muñeca), del tronco, del cuello y de las piernas. Para desarrollar el método sus autores, apoyados por un equipo de ergonomistas, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales y enfermeras, valoraron alrededor de 500 posturas de trabajo. Para la definición de los segmentos corporales, se analizaron tareas simples con variaciones en la carga y los movimientos. El estudio se realizó aplicando varios métodos previamente desarrollados como la ecuación de NIOSH (Waters et al., 1993), la Escala de Percepción de Esfuerzo (Borg, 1985), el método OWAS (Karhu et al., 1994), la técnica BPD (Corlett y Bishop, 1976) y el método RULA (McAtamney y Corlett, 1993).

El método RULA fue básico para la elaboración de los rangos angulares de las posiciones de las distintas partes del cuerpo, por lo que existe gran similitud entre ambos métodos. Además de la postura en sí misma, se valoran otros aspectos influyentes en la carga física como la carga o fuerza manejada, el tipo de agarre o el tipo de actividad muscular desarrollada por el trabajador (tanto posturas estáticas como dinámicas). Otra novedad respecto al método Rula es la consideración de la existencia de cambios bruscos de postura o posturas inestables, y si la postura de los brazos se mantiene a favor de la gravedad.

REBA es un método de análisis postural especialmente sensible con las tareas que conllevan cambios inesperados de postura, como consecuencia normalmente de la manipulación de cargas inestables o impredecibles. Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura, principalmente de tipo músculo-esquelético, indicando en cada caso la urgencia con que se deberían aplicar acciones correctivas.

#### Recuerda...

- El objetivo de **REBA** es valorar el grado de exposición del trabajador a riesgo por la **adopción de posturas inadecuadas**.
- Aunque el método considere otros factores como las fuerzas ejercidas o la repetitividad, debe emplearse sólo para evaluar la carga postural.

 CURSO 100% ONLINE

**Recuerda...**

— REBA es el acrónimo de **Rapid Entire Body Assessment** (Evaluación Rápida del Cuerpo Completo). A diferencia del método RULA este método permite valorar la carga estática en las **extremidades superiores**.

**Recuerda, REBA...**

— Es un método especialmente sensible a los **riesgos de tipo músculo-esquelético**.

- Divide el cuerpo en segmentos para ser **evaluados individualmente**, y evita tanto los **miembros superiores**, como el **tránclo**, el **cuello** y las **piernas**.
- Analiza la repercusión sobre la carga postural del **manejo de cargas** realizada con las **manos** o con otras partes del cuerpo.
- Considera el **tipo de agarre** de la carga manejada.

Permite la valoración de la actividad muscular causada por **posturas estáticas, dinámicas**, o **ocultas** o **cambios bruscos** e **inesperados** en la postura.

- El resultado determina el **nivel de riesgo** de padecer lesiones estableciendo el **nivel de acción** requerido y la **urgencia** de la intervención.

## Introducción

El método REBA evalúa **posturas individuales** y no conjuntos o secuencias de posturas, por ello, es necesario seleccionar aquellas posturas que serán evaluadas de entre las que adopta el trabajador en el puesto. Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.

Para ello, el primer paso consiste en la observación de las tareas que desempeña el trabajador. Se observarán varios ciclos de trabajo y se determinarán las posturas que se evaluarán. Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares. En este caso se considerará, además, el tiempo que pasa el trabajador en cada postura.

Las mediciones a realizar sobre las posturas adoptadas por el trabajador son fundamentalmente angulares (los ángulos que forman los diferentes miembros del cuerpo respecto a determinadas referencias). Estas mediciones pueden realizarse directamente sobre el trabajador mediante transportadores de ángulos, electrogoniómetros, o cualquier dispositivo que permita la toma de datos angulares. También es posible emplear fotografías del trabajador adoptando la postura estudiada y medir los ángulos sobre éstas. Si se utilizan fotografías es necesario realizar un número suficiente de tomas desde diferentes puntos de vista (alzada, perfil, vistas de detalle...). Es muy importante en este caso asegurarse de que los ángulos a medir aparecen en verdadera magnitud en las imágenes, es decir, que el plano en el que se encuentra el ángulo a medir es paralelo al plano de la cámara (Figura 1). Para esta tarea puedes emplear **RULER** (<http://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>), la herramienta de Ergonautas para medir ángulos sobre fotografías.

El método debe ser aplicado al **lado derecho** y al **lado izquierdo del cuerpo por separado**. El evaluador experto puede elegir a priori el lado que aparentemente esté sometido a mayor carga postural, pero en caso de duda es preferible analizar los dos lados.

**Recuerda...**

— REBA evalúa **posturas individuales** y no conjuntos o secuencias de posturas. Seleccióna aquellas que se evaluarán por su duración, por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.

**Recuerda...**

— Si usas **fotografías** para medir ángulos asegúrate de que estos aparecen en **verdadera magnitud** en las imágenes (observa la Figura 1).

**RULER...**

— Puedes usar **RULER** (<http://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>), la herramienta de Ergonautas, para los medir ángulos sobre fotografías del trabajador realizando su tarea.

**Recuerda...**

— Los lados **derecho** e **izquierdo** del cuerpo se evalúan por separado. En caso de duda analiza los dos lados.

2017-5-4

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment



Figura 1:  
Medición de ángulos en REBA.



Figura 2:  
Grupos de miembros en REBA.

#### Recuerda...

- ... REBA divide el cuerpo en dos grupos.
- Grupo A:** comprende piernas, tronco y cuello
- Grupo B:** incluye los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas).

#### Recuerda...

- ... las puntuaciones de cada grupo (puntuaciones A y B) se obtienen puntuando cada miembro que forma el grupo y consultando la tabla correspondiente.

REBA divide el cuerpo en dos grupos, el **Grupo A** que incluye las piernas, el tronco y el cuello y el **Grupo B**, que comprende los miembros superiores (brazos, antebrazos y muñecas). Mediante las tablas asociadas al método, se asigna una puntuación a cada zona corporal (piernas, muñecas, brazos, tronco...) para, en función de dichas puntuaciones, asignar valores globales a cada uno de los grupos A y B.

✉ CURSO 100% ONLINE

2017-5-4

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment

La clave para la asignación de puntuaciones a los miembros es la medición de los ángulos que forman las diferentes partes del cuerpo del operario. El método determina para cada miembro la forma de medición del ángulo. Posteriormente, las puntuaciones globales de los grupos A y B son modificadas en función del tipo de actividad muscular desarrollada, el tipo y calidad del agarre de objetos con la mano así como de la fuerza aplicada durante la realización de la tarea. Por último, se obtiene la puntuación final a partir de dichos valores globales modificados.

El valor final proporcionado por el método REBA es proporcional al riesgo que conlleva la realización de la tarea, de forma que valores altos indican un mayor riesgo de aparición de lesiones musculoesqueléticas. El método organiza las puntuaciones finales en niveles de actuación que orientan al evaluador sobre las decisiones a tomar tras el análisis. Los niveles de actuación propuestos van del nivel 0, que estima que la postura evaluada resulta aceptable, al nivel 4, que indica la necesidad urgente de cambios en la actividad.



## Aplicación del método

El procedimiento para aplicar el método REBA puede resumirse en los siguientes pasos:

- 1 **Determinar los ciclos de trabajo y observar al trabajador durante varios de estos ciclos**  
Si el ciclo es muy largo o no existen ciclos, se pueden realizar evaluaciones a intervalos regulares.
- 2 **Seleccionar las posturas que se evaluarán**  
Se seleccionarán aquellas que, a priori, supongan una mayor carga postural bien por su duración, bien por su frecuencia o porque presentan mayor desviación respecto a la posición neutra.
- 3 **Determinar si se evaluará el lado izquierdo del cuerpo o el derecho**  
En caso de duda se analizarán los dos lados.
- 4 **Tomar los datos angulares requeridos**  
Pueden tomarse fotografías desde los puntos de vista adecuados para realizar las mediciones. Para esta tarea puedes emplear RULER (<http://www.ergonautas.upv.es/herramientas/ruler/ruler.php>), la herramienta de Ergonautas para medir ángulos sobre fotografías.
- 5 **Determinar las puntuaciones para cada parte del cuerpo**  
Empleando la tabla correspondiente a cada miembro.
- 6 **Obtener las puntuaciones parciales y finales del método para determinar la existencia de riesgos y establecer el Nivel de Actuación**
- 7 **Si se requieren, determinar qué tipo de medidas deben adoptarse**  
Revisar las puntuaciones de las diferentes partes del cuerpo para determinar dónde es necesario aplicar correcciones.
- 8 **Rediseñar el puesto o introducir cambios para mejorar la postura si es necesario**
- 9 **En caso de haber introducido cambios, evaluar de nuevo la postura con el método REBA para comprobar la efectividad de la mejora**

Se expone a continuación la forma de obtener las puntuaciones de cada miembro, las puntuaciones parciales y finales y el nivel de actuación.



## Evaluación del Grupo A

La puntuación del **Grupo A** se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (tronco, cuello y piernas). Por ello, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro.

### Puntuación del tronco

La puntuación del tronco dependerá del ángulo de flexión del tronco medido por el ángulo entre el eje del tronco y la vertical. La **Figura 3** muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación del tronco se obtiene mediante la **Tabla 1**.

Posición	CURSO 100% ONLINE	Puntuación
<a href="http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php">http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php</a>		

4/1

2017-S-4

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment

Posición erguida	Puntuación
Flexión o extensión entre 0° y 20°	2
Flexión >20° y <60° o extensión >20°	3
Flexión >60°	4

Tabla 1: Puntuación del tronco.

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del tronco. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral del tronco. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del tronco no se modifica. Para obtener la puntuación definitiva del tronco puede consultarse la **Tabla 2** y la **Figura 4**.

Posición	Puntuación
Tronco con inclinación lateral o rotación	+1

Tabla 2: Modificación de la puntuación del tronco.



Figura 3:  
Medición del ángulo del tronco.



Figura 4:  
Modificación de la puntuación del tronco.

#### Puntuación del cuello

La puntuación del cuello se obtiene a partir de la flexión/extensión medida por el ángulo formado por el eje de la cabeza y el eje del tronco. Se consideran tres posibilidades: flexión de cuello menor de 20°, flexión mayor de 20° y extensión. La **Figura 5** muestra las puntuaciones a asignar en función de la posición de la cabeza. Además, la puntuación del cuello puede obtenerse mediante la **Tabla 3**.

Posición	Puntuación
CURSO 100% ONLINE	

<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/reba/reba-ayuda.php>

5/1

2017-5-4

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment

Flexión entre $0^\circ$ y $20^\circ$	1
Flexión $>20^\circ$ o extensión	2

Tabla 3: Puntuación del cuello.

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del cuello. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe rotación o inclinación lateral de la cabeza. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del cuello no se modifica. Para obtener la puntuación definitiva del cuello puede consultarse la [Tabla 4](#) y la [Figura 6](#).

Posición	Puntuación
Cabeza rotada o con inclinación lateral	+1

Tabla 4: Modificación de la puntuación del cuello.

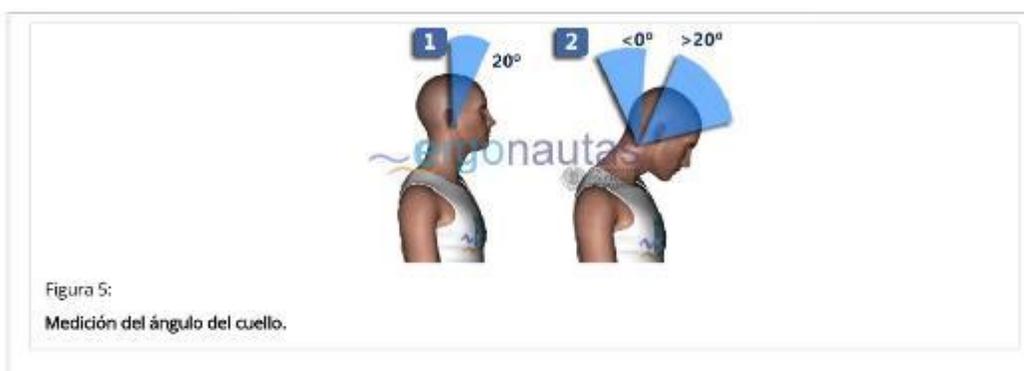


Figura 5:  
Medición del ángulo del cuello.



Figura 6:  
Modificación de la puntuación del cuello.

#### Puntuación de las piernas

La puntuación de las piernas dependerá de la distribución del peso entre las ellas y los apoyos existentes. La puntuación de las piernas se obtiene mediante la [Tabla 5](#) o la [Figura 7](#).

Posición	Puntuación
Sentado, andando o de pie con soporte bilateral simétrico	1
De pie con soporte unilateral, soporte ligero o postura inestable	2

CURSO 100% ONLINE

2017-5-4

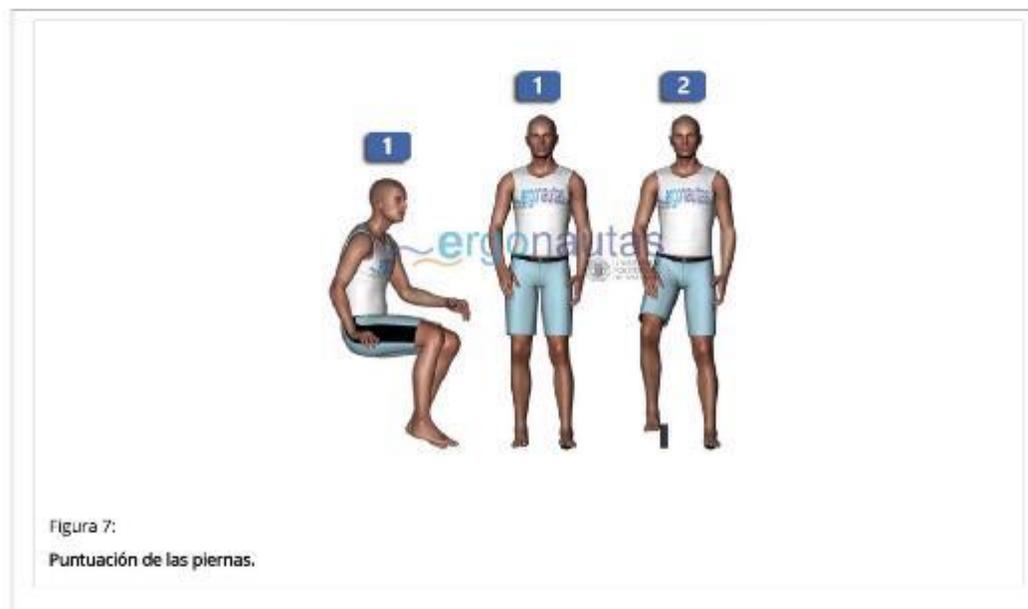
Método REBA - Rapid Entire Body Assessment

Tabla 5: Puntuación de las piernas.

La puntuación de las piernas se incrementará si existe flexión de una o ambas rodillas (Tabla 6 y Figura 8). El incremento podrá ser de hasta 2 unidades si existe flexión de más de 60°. Si el trabajador se encuentra sentado no existe flexión y por tanto no se incrementará la puntuación de las piernas.

Posición	Puntuación
Flexión de una o ambas rodillas entre 30 y 60°	+1
Flexión de una o ambas rodillas de más de 60° (salvo postura sedente)	+2

Tabla 6: Incremento de la puntuación de las piernas.





## Evaluación del Grupo B

La puntuación del **Grupo B** se obtiene a partir de las puntuaciones de cada uno de los miembros que lo componen (brazo, antebrazo y muñeca). Así pues, como paso previo a la obtención de la puntuación del grupo hay que obtener las puntuaciones de cada miembro. Dado que el método evalúa sólo una parte del cuerpo (izquierda o derecha), los datos del Grupo B deben recogerse sólo de uno de los dos lados.

### Puntuación del brazo

La puntuación del brazo se obtiene a partir de su flexión/extensión, midiendo el ángulo formado por el eje del brazo y el eje del tronco. La **Figura 8** muestra los diferentes grados de flexión/extensión considerados por el método. La puntuación del brazo se obtiene mediante la **Tabla 7**.

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión del brazo. Esta puntuación será aumentada en un punto si existe elevación del hombro, si el brazo está abducido (separado del tronco en el plano sagital) o si existe rotación del brazo. Si existe un punto de apoyo sobre el que descansa el brazo del trabajador mientras desarrolla la tarea la puntuación del brazo disminuye en un punto. Si no se da ninguna de estas circunstancias la puntuación del brazo no se modifica.

Por otra parte, se considera una circunstancia que disminuye el riesgo, disminuyendo en tal caso la puntuación inicial del brazo, la existencia de puntos de apoyo para el brazo o que éste adopte una posición a favor de la gravedad. Un ejemplo de esto último es el caso en el que, con el tronco flexionado hacia delante, el brazo cuelga verticalmente. Para obtener la puntuación definitiva del brazo puede consultarse la **Tabla 8** y la **Figura 9**.



Posición	Puntuación
Desde 20° de extensión a 20° de flexión	1
Extensión >20° o flexión >20° y <45°	2
Flexión >45° y 90°	3
Flexión >90°	4

Tabla 7: Puntuación del brazo.

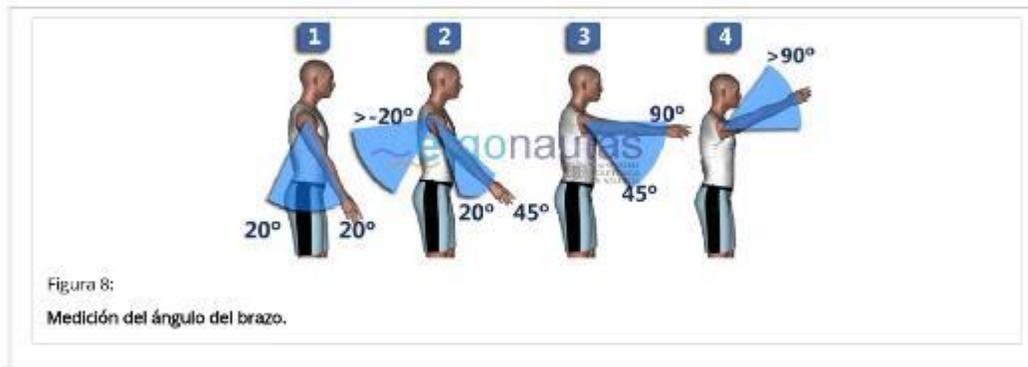
Posición	CURSO 100% ONLINE	Puntuación
----------	-------------------	------------

2017-5-4

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment

Brazo abducido, brazo rotado u hombro elevada	+1
Existe un punto de apoyo o la postura a favor de la gravedad	-1

Tabla 8: Modificación de la puntuación del brazo.



#### Puntuación del antebrazo

La puntuación del antebrazo se obtiene a partir de su ángulo de flexión, medido como el ángulo formado por el eje del antebrazo y el eje del brazo. La Figura 10 muestra los intervalos de flexión considerados por el método. La puntuación del antebrazo se obtiene mediante la Tabla 9.

La puntuación del antebrazo no será modificada por otras circunstancias adicionales siendo la obtenida por flexión la puntuación definitiva



Posición:

CURSO 100% ONLINE

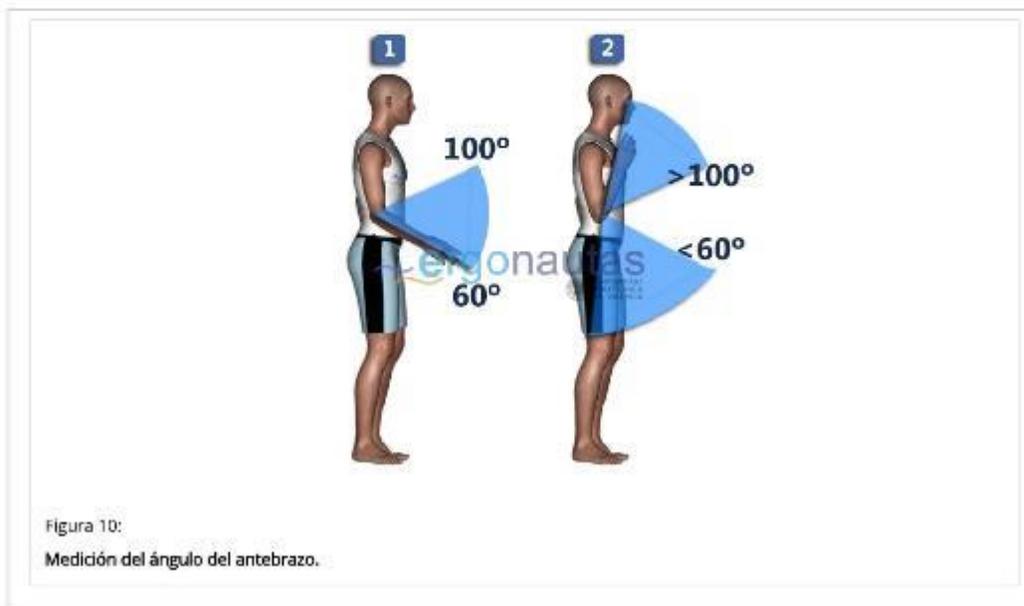
Puntuación

2017-5-4

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment

Flexión entre 60° y 100°	1
Flexión <60° o >100°	2

Tabla 9: Puntuación del antebrazo.



## Puntuación de la muñeca

La puntuación de la muñeca se obtiene a partir del ángulo de flexión/extensión medido desde la posición neutra. La Figura 11 muestra las referencias para realizar la medición. La puntuación de la muñeca se obtiene mediante la Tabla 10.

Posición	Puntuación
Posición neutra	1
Flexión o extensión > 0° y <15°	1
Flexión o extensión >15°	2

Tabla 10: Puntuación de la muñeca.

La puntuación obtenida de esta forma valora la flexión de la muñeca. Esta puntuación se aumentará en un punto si existe desviación radial o cubital de la muñeca o presenta torsión (Figura 12). La Tabla 11 muestra el incremento a aplicar.

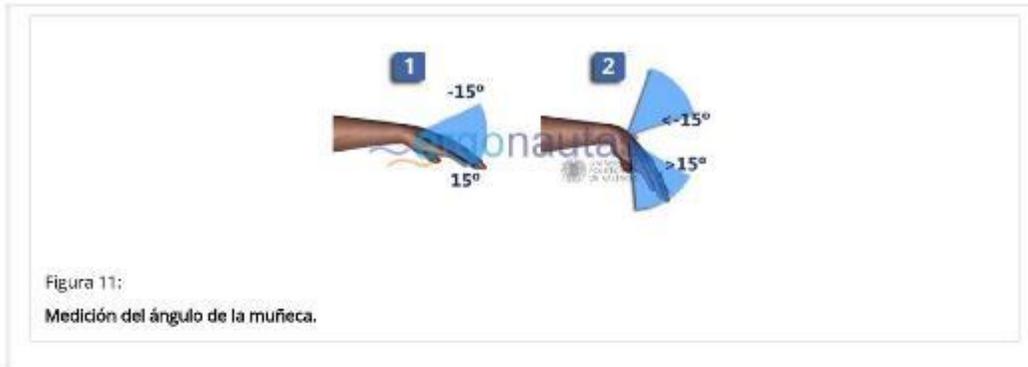
Posición	Puntuación
Torsión o Desviación radial o cubital	+1

Tabla 11: Modificación de la puntuación de la muñeca.

CURSO 100% ONLINE

2017-5-4

Método REBA - Rapid Entire Body Assessment



### Puntuación de los Grupos A y B

Obtenidas las puntuaciones de cada uno de los miembros que conforman los Grupos A y B se calculará las puntuaciones globales de cada Grupo. Para obtener la puntuación del Grupo A se empleará la Tabla 12, mientras que para la del Grupo B se utilizará la Tabla 13.

	Cuello											
	1				2				3			
	Piernas				Piernas				Piernas			
Tronco	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	1	2	3	4	1	2	3	4	3	3	5	6
2	2	3	4	5	3	4	5	6	4	5	6	7
3	2	4	5	6	4	5	6	7	5	6	7	8
4	3	5	6	7	5	6	7	8	6	7	8	9
5	4	6	7	8	6	7	8	9	7	8	9	9

Tabla 12: Puntuación del Grupo A.

	Antebrazo					
	1			2		
	Muñeca			Muñeca		
Brazo	1	2	3	1	2	3
1	1	2	2	1	2	3
2	1	2	3	2	3	4
3	3	4	5	4	5	5
4	4	5	5	5	6	7
5	6	7	8	7	8	8
6	7	8	8	8	9	9

Tabla 13: Puntuación del Grupo B.

## Puntuaciones parciales

Las puntuaciones globales de los Grupos A y B consideran la postura del trabajador. A continuación se valorarán las fuerzas ejercidas durante su adopción para modificar la puntuación del Grupo A, y el tipo de agarre de objetos para modificar la puntuación del Grupo B.

La carga manejada o la fuerza aplicada modificará la puntuación asignada al Grupo A (tronco, cuello y piernas), excepto si la carga no supera los 5 kilogramos de peso, caso en el que no se incrementará la puntuación. La Tabla 14 muestra el incremento a aplicar en función del peso de la carga. Además, si la fuerza se aplica bruscamente se deberá incrementar una unidad más a la puntuación anterior (Tabla 15). En adelante la puntuación del Grupo A, incrementada por la carga o fuerza, se denominará Puntuación A.

La calidad del agarre de objetos con la mano aumentará la puntuación del Grupo B, excepto en el caso de que la calidad del agarre sea buena o no existen agarres. La Tabla 16 muestra los incrementos a aplicar según la calidad del agarre y la Tabla 17 muestra ejemplos para clasificar la calidad del agarre. La puntuación del Grupo B modificada por la calidad del agarre se denominará Puntuación B.

Calidad de agarre	Descripción	Puntuación
Buena	El agarre es bueno y la fuerza de agarre de rango medio	0
Regular	El agarre es aceptable pero no ideal o el agarre es aceptable utilizando otras partes del cuerpo	+1
Mala	El agarre es posible pero no aceptable	+2
Inaceptable	El agarre es torpe e inseguro, no es posible el agarre manual o el agarre es inaceptable utilizando otras partes del cuerpo	+3

Tabla 16: Incremento de puntuación del Grupo B por calidad del agarre.

Carga o fuerza	Puntuación
Carga o fuerza menor de 5 Kg.	0
Carga o fuerza entre 5 y 10 Kg.	+1
Carga o fuerza mayor de 10 Kg.	+2

Tabla 14: Incremento de puntuación del Grupo A por carga o fuerzas ejercidas.

Carga o fuerza	Puntuación
Existen fuerzas o cargas aplicadas bruscamente	+1

Tabla 15: Incremento de puntuación del Grupo A por cargas o fuerzas bruscas.

**Agarre bueno:** son los llevados a cabo con contenedores de diseño óptimo, con asas o agaraderas, o aquellos sobre objetos sin contenedor que permitan un buen agarre y en el que las manos pueden ser bien acomodadas alrededor del objeto.



**Agarre regular:** es el llevado a cabo sobre contenedores con asas o agaraderas no óptimas por ser de tamaño inadecuado, o al realizarlo sujetando el objeto flexionando los dedos 90°.



**Agarre malo:** es realizado sobre contenedores mal diseñados, objetos voluminosos o granul, irregulares o con aristas, y los realizados sin flexionar los dedos, manteniendo el objeto presionando sobre sus laterales.



## Puntuación final

Las puntuaciones de los Grupos A y B han sido modificadas dando lugar a la Puntuación A y a la Puntuación B respectivamente. A partir de estas dos puntuaciones, y empleando la Tabla 18, se obtendrá la Puntuación C.

Puntuación A	Puntuación B											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	1	1	1	2	3	3	4	5	6	7	7	7
2	1	2	2	3	4	4	5	6	6	7	7	8
3	2	3	3	3	4	5	6	7	7	8	8	8
4	3	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9
5	4	4	4	5	6	7	8	8	9	9	9	9
6	6	6	6	7	8	8	9	9	10	10	10	10
7	7	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11
8	8	8	8	9	10	10	10	10	10	11	11	11
9	9	9	9	10	10	10	11	11	11	12	12	12
10	10	10	10	11	11	11	11	12	12	12	12	12
11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12

Tabla 18: Puntuación C.

Finalmente, para obtener la Puntuación Final, la Puntuación C recién obtenida se incrementará según el tipo de actividad muscular desarrollada en la tarea. Los tres tipos de actividad considerados por el método no son excluyentes y por tanto la Puntuación Final podría ser superior a la Puntuación C hasta en 3 unidades (Tabla 20).

Tipo de actividad muscular	Puntuación
Una o más partes del cuerpo permanecen estáticas, por ejemplo soportadas durante más de 1 minuto	+1
Se producen movimientos repetitivos, por ejemplo repetidos más de 4 veces por minuto (excluyendo caminar)	+1
Se producen cambios de postura importantes o se adoptan posturas inestables	+1

Tabla 20: Incremento de la Puntuación C por tipo de actividad muscular.

## Nivel de Actuación

Obtenida la puntuación final, se proponen diferentes Niveles de Actuación sobre el puesto. El valor de la puntuación obtenida será mayor cuanto mayor sea el riesgo para el trabajador; el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 15, indica riesgo muy elevado por lo que se debería actuar de inmediato. Se clasifican las puntuaciones en 5 rangos de valores teniendo cada uno de ellos asociado un Nivel de Actuación. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada, señalando en cada caso la urgencia de la intervención. La Tabla 21 muestra los Niveles de Actuación según la puntuación final.

Puntuación	Nivel Riesgo	Actuación
1	0 Inapreciable	No es necesaria actuación
2 o 3	1 Bajo	Puede ser necesaria la actuación.
4 a 7	2 Medio	Es necesaria la actuación.
8 a 10	3 Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes.
11 a 15	4 Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato.

Tabla 21: Niveles de actuación según la puntuación final obtenida.

Finalmente, la Figura 13 resume el proceso de obtención del Nivel de Actuación en el método Reba.

