



# **Propuesta de Implementación de un sistema automatizado para disipación de calor en la planta Comestibles El Gaván**

**Mariana Del Pilar Herrera Roncancio**

Universidad Antonio Nariño  
Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica  
Villavicencio, Colombia

2021





# **Propuesta de Implementación de un sistema automatizado para disipación de calor en la planta Comestibles El Gaván**

**Mariana Del Pilar Herrera Roncancio**

Proyecto de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniero Electromecánico**

Director (a):

**DSc., Elkin Iván Gutiérrez Velásquez**

Universidad Antonio Nariño

Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica

Villavicencio, Colombia

2021



*(Dedicatoria o lema)*

*A Dios por concederme la sabiduría, paz y armonía A mis padres, por su apoyo incondicional y ser el pilar de mi familia, a mi esposo y a mi hijo por ser el motor que impulsa mi vida, a mi hermosa abuela Rosa que la amo con el alma y que Dios me permita compartir con ella mucho tiempo más, a mi dama Valiente tía Ta Q.E.D.P.*

*A Comestibles El Gaván, por permitirme realizar esta propuesta enfocada en sus actividades laborales, para ayudar a generar los pertinentes controles de ingeniería para mejorar su calidad productiva.*



## **Agradecimientos**

Agradecimiento al DSc. **Elkin Iván Gutiérrez Velásquez**, por su orientación, al Ingeniero Herman Herrera Vivas, al ingeniero Alejandro Carillo, a German Gordillo Gerente General de Comestibles El Gaván.



## Resumen

En una planta de producción de pan de arroz del municipio de Restrepo – Meta se planteó una propuesta de implementación de un sistema automatizado que permita la disipación calorífica generada por los equipos de hornos, maquinas selladoras, y de empacado, entre otras, que hacen parte de la producción de la planta de Comestibles El Gaván. Con los resultados de mediciones de confort térmico, se elaboró el plan de acción para los debidos controles de ingeniería. Teniendo en cuenta los deberes y obligaciones de las empresas o los empleadores con sus colaboradores, como lo es, el de brindar las mejores condiciones para desarrollar actividades laborales. La planta de producción El Gaván funciona con bodega de almacenamiento, y maquinaria que convierte la materia prima en rosquitas de pan de arroz y otros productos similares, que van a empacado lo que implica la operatividad de recurso humano que participan en la preparación de cinco mil (5000) paquetes diarios. El personal que interviene en estos procesos se ve expuesto a altas temperaturas que superan los 45°, razón por la cual se propuso la implementación de un disipador de calor para tener un ambiente adecuado para las personas que trabajan en la planta. Así evitar una disminución significativa de la producción debido a los cortes por los baches que hacen los trabajadores para tomar descansos por el calor del sitio de trabajo, esto amplía las jornadas para cumplir con la meta diaria generando más gastos operacionales.

**Palabras clave:** Sistema Automatizado Confort térmico. Carga térmica. Equipo de extracción.

## **Abstract**

In a rice bread production plant in the municipality of Restrepo- Meta, a proposal is proposed for the implementation of an automated system that allows the heat dissipation generated by the furnace equipment, sealing and packaging machines, among others, which are part of the production to the Comestibles El Gaván plant. With the results of thermal comfort measurements, the action plan for the proper engineering controls was drawn up. Taking into account the duties and obligations of companies or employers with their collaborators, as is it is, to provide the best conditions to develop work activities. The El Gavan production plant works with a storage warehouse, and machinery that converts the raw material into rice bread donuts and other similar products, which are going to be packed, which implies the operation of human resources that participate in the preparation of five thousand (5000) daily packages. The personnel involved in these processes are exposed to high temperatures that exceed 45 °, which is why the implementation of a heat sink was proposed to have a suitable environment for the people who work in the plant. Thus, avoiding a significant decrease in production due to cuts due to potholes that workers make to take breaks due to the heat of the work site, this extends the hours to meet the daily goal generating more operational expenses.

**Keywords:** automated system, measurements, thermal comfort. Thermal load.

**Extraction**

**equipment.**

# Contenido

Pág.

Resumen.....	IX
Introducción.....	17
<b>1. Capítulo 1</b> .....	<b>19</b>
1 Marco Teórico.....	19
1.1 Bases Teóricas.....	21
1.1.1 Intercambio térmico entre el hombre y el medio ambiente .....	22
1.1.2 Factores ambientales influyentes en el intercambio térmico.....	23
1.1.3 Factores personales influyentes en el estrés térmico .....	23
1.1.4 Estrés Térmico Por Calor.....	23
1.1.5 Grado de riesgo (G.R.) .....	25
1.2 Bases Legales.....	27
2. Capítulo 2.....	29
2 Metodología.....	29
2.1 Descripción Del Problema .....	30
2.1.1 Descripción de los hornos y maquinas.....	30
2.1.2 Carga metabólica y relación trabajo – descanso.....	35
2.1.3 Cálculo de Cargas Térmicas.....	37
3 Capítulo 3.....	46
<b>3. Selección del Sistema</b> .....	<b>46</b>
3.1 Criterio de selección de equipo “Extractor de aire con motor centrífugo de tejado tipo hongo CRH” .....	49
3.2 Criterio de equipo o Modelo Seleccionado .....	68
3.3 Cotización .....	71
3.4 Sistema de Control.....	73
4. Capítulo 4.....	76
4 Conclusiones .....	76
Bibliografía .....	78
Anexos .....	80

## Lista de Figuras

	Pág.
Figura. 1-1 temperatura corporal del cuerpo humano .....	22
Figura.1-2. Intervalo de temperaturas.....	24
Figura.2-1. Horno de gas.....	31
Figura.2-2 moldeadora de pan.....	31
Figura.2-3 Selladora de banda .....	32
Figura.2-4 empacadora horizontal .....	34
Figura.2-5 ganancia de calor .....	38
Figura.3-1. Extractor Axial .....	47
Figura.3-2. Extractor tipo hongo .....	48
Figura.3-3. Extractores de aire para intercalar en conductos .....	48
Figura.3-4. Extractor de aire tipo cebolla atmosférico o eólico de lámina.....	49
Figura.3-5 Dimensiones del motor .....	51
Figura.3-6 curva psicométrica.....	52
Figura.3-7 Accesorios extractor .....	53
Figura.3-8 características .....	54
Figura.3-9 información técnica.....	55
Figura.3-10 recomendaciones de instalación.....	56
Figura.3-11 recomendaciones .....	57
Figura.3-12 recomendaciones .....	58
Figura.3-13 Recomendaciones de Mantenimiento.....	59
Figura.3-14 Inspección y mantenimiento del rodete.....	60
Figura.3-15 inspección y mantenimiento .....	61
Figura.3-16 Ventajas de un adecuado mantenimiento .....	62
Figura.3-17 Análisis de fallas.....	63
Figura.3-18 Recomendaciones de ajustes.....	64
Figura.3-19 Procedimiento de relubricacion del equipo .....	65
Figura.3-20 Procedimientos de Rel .....	66
Figura.3-21 Mantenimiento preventivo de bandas .....	67
Figura.3-22 condiciones de diseño .....	69
Figura.3-23 condiciones de diseño (Soler & Palau Ventilation Group , 2020) .....	70
Figura.3-24 cotización .....	71
Figura.3-25 cotización .....	72
Figura.3-26 Arduino uno .....	74
Figura.3-27 programación sistemas de control .....	74
Figura.3-28 Programación sensor .....	75

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
Tabla 1-1 categorización del grado de Riesgo.....	26
Tabla 2-1 evaluación de confort térmico .....	36
Tabla 3-1 Dimensiones de motor CRVH.....	50

## Lista de Símbolos y abreviaturas

### Símbolos con letras latinas

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
A	Área	m <sup>2</sup>	$\iint dx dy$
Cp	Calor específico a presión constante	$\frac{j}{kg * k}$	
g	Aceleración gravitacional	m/s <sup>2</sup>	
GR	Grado de Riesgo	$G.R. = \frac{WBGT}{VLP}$	Ec.1-1
Qsr		$Qsr = S * R$	Ec. 2-1
K	Constante de conductividad térmica	$K = \frac{15w}{mK}$	Ec. 2-2
Qct		$Qct = hA(Ts - Ti)$	Ec.2-3
Qrt	Calculo por radiación	$Qrt = \sigma * A * (T_i^4 - T_j^4)$	Ec.2-5
Qr	Calculo de calor transferido	$Qr = \sigma * A * (T_1^4 - T_2^4)$	Ec.2-6

Símbolo	Término	Unidad SI	Definición
h	Coeficiente de calor por convección	W/m <sup>2</sup>	Ec. 3.6
m	Masa	M	
Nu	Numero de Nusselt	Un	
Pr	Numero de Prandtl	Pr	
Q	Caudal en m cubico	$Q = m * Cp * \Delta T$	Ec.2-7
q	Transferencia de calor	W	
Ra	Numero de Rayleigh	$Ra_L = \frac{g\beta(Ts - T\infty)}{\alpha\nu}$ (adi	Ec. 2-4
$\beta$	Coeficiente de expansión térmica	K-1	
$\alpha$	Difusividad térmica	m <sup>2</sup> /s	
$\sigma$	Constante de Stefan-Boltzmann		

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
AUTOMATIZADO DE DISIPACIÓN DE CALOR DE LA PLANTA  
COMESTIBLES EL GAVÁN**

---

<b>Símbolo</b>	<b>Término</b>	<b>Unidad SI</b>	<b>Definición</b>
$\nu$	Viscosidad cinemática	m <sup>2</sup> /s	

## Introducción

La automatización hace uso de los sistemas de control y de las tecnologías de la información para reducir la necesidad de personal en la producción de las empresas, plantas o actividades comerciales que requieren del talento humano. De esta manera se reemplaza un segmento de recurso humano en ambientes peligrosos, tareas monótonas, actividades que implican gran desgaste físico o que van más allá de las capacidades humanas de tamaño, fuerza, resistencia o velocidad, y el mejoramiento económico. La automatización y el control de procesos en las empresas son utilizados a nivel mundial para lograr eficiencia en los procesos y la calidad de los productos, y con esto, la competitividad empresarial. Esto generó un espacio para el desarrollo de la tecnología de automatización. Las empresas para mantenerse vigentes en la competencia, se apoyan en las nuevas tecnologías y su aplicación.

A nivel mundial existía una creciente tendencia en la utilización de la automatización como forma de aumentar la competitividad, por su parte, Colombia se quedó rezagado en su aplicación por su alto costo inicial. A pesar de las indiscutibles ventajas que introduce la automatización en el desarrollo de la industria, en Colombia aún se conciben plantas industriales sin control automático como es el caso de la empresa Comestibles El Gaván.

Por consiguiente y darle solución a este problema se propone la implementación de un sistema automatizado para disipación de calor en la empresa Comestibles El Gaván, para el control de los procesos funcionales de la planta. El sistema de disipación de calor permite disminuir el efecto negativo de las altas temperaturas que incide en el ambiente laboral y en los resultados de productividad de la planta, se espera mediante el desarrollo del presente estudio poder evacuar los excesos de calor en los puestos de trabajo para así incrementar el bienestar del trabajador

desde el punto de vista de seguridad, salud y comodidad, Así mismo entre de los beneficios más significativos de este trabajo se plantea un ahorro en el consumo energético y una mejora en la eficiencia de la operación lo cual hace viable la implementación de la presente propuesta de diseño; para esto es necesario disponer de la instrumentación adecuada, incluyendo sensores, controladores y actuadores, además de diseñar una aplicación programable para el control lógico secuencial del proceso y diseñar una aplicación para el control y el monitoreo de la planta.

# 1. Capítulo 1

## 1 Marco Teórico

El consumo de energía primaria en los 27 estados miembros de la Unión Europea (UE27) se incrementó continuamente hasta el año 2004, pero posteriormente se ha reducido debido a la crisis económica en la que ha entrado la UE. En el año 2007 el consumo bruto de energía primaria en la UE27 cayó a 1703 Mtep, cuando en el año 2004 fue de 1818 Mtep, cayendo incluso por debajo del nivel de 1999 (1711 Mtep).

Después de sufrir una interrupción en su crecimiento debido a la crisis económica, el mercado global de los equipos y sistemas de dispersión de calor ha mostrado una cierta mejoría desde 2010. El crecimiento del mercado en los próximos años vendrá impulsado por la adopción de equipos energéticamente eficientes, en particular con tecnología inverter, y por la necesidad de remplazar equipos. Las ventas anuales de equipos de dispersión de calor se estimaron en más de USD 70 billones en el mundo. La importancia para las empresas en estos sistemas de dispersión de calor varía dependiendo de las condiciones climáticas y del desarrollo económico de la empresa. En países muy cálidos, con alguna demanda para estos sistemas, la disipación de calor tiene un potencial de crecimiento muy grande debido a su implantación con nuevas tecnologías y la fuerte demanda de los mercados en desarrollo, lo cual augura un buen futuro para el sector de los sistemas de disipación de calor.

La percepción del confort, temperatura y aceptabilidad térmica está relacionada con la tasa de producción de calor metabólico, la tasa de transferencia de calor al ambiente y, los ajustes psicológicos y temperaturas del cuerpo humano. La tasa de transferencia de calor está influenciada por los factores de temperatura del

aire, radiación térmica, movimiento del aire y humedad, y los factores de actividad y vestimenta personal (McQuinston et al., 2005).

Uno de los factores a tomar en cuenta en la evaluación de cargas térmicas es la pérdida de calor corporal. El cuerpo humano genera calor al metabolizar (oxidar) los nutrientes, este calor corporal pasa continuamente a sus alrededores, al medio ambiente más frío. El factor que determina si uno siente calor o frío es la velocidad de pérdida de calor corporal. Cuando esta velocidad queda dentro de ciertos límites, se tiene una sensación confortable. Si la velocidad de pérdida de calor es demasiado alta, se siente frío. Si es demasiado baja, se siente calor (Pita 1994).

El calor, en esencia, se transporta o se “mueve” mediante un gradiente de temperatura, fluye o se transfiere de una región de alta temperatura a una de baja. La comprensión de este proceso y sus diferentes mecanismos requiere la unión de los principios de la termodinámica y el flujo de fluidos con los de la transferencia de calor (Kreith, Manglik, & Bohn, 2012).

Según (Incopera & DeWitt, 1996) se define a la transferencia de calor como “la energía en tránsito debido a una diferencia de temperaturas”, por lo tanto, siempre que exista una diferencia de temperaturas entre cuerpos, debe ocurrir una transferencia de calor. Existen 3 diferentes tipos de procesos de transferencia de calor conocidos como modos, cuando existe un gradiente de temperatura en un medio estacionario que puede ser sólido o fluido utilizamos el término conducción hace referencia a la transferencia de calor que se produce a través del contacto directo entre dos cuerpos; En cambio, el término convección se refiere a la transferencia de calor que ocurrirá debido a fluidos en movimiento cuando están a diferentes transferencias de calor por radiación térmica se produce debido al transporte de energía a través de ondas electromagnéticas

En la búsqueda del confort de las condiciones ambientales laborales se ha demostrado que todo trabajador desarrolla su actividad en un entorno cuyo

conjunto de factores de orden físico, químico y biológico pueden actuar sobre él de manera positiva o de manera negativa y puede influir en la salud del trabajador, favoreciéndola o deteriorándola, estos factores generan exposiciones a riesgos que pueden representar un peligro.

Es importante aclarar que el riesgo laboral es un deterioro progresivo de la salud del trabajador causado por las labores o el ambiente donde desarrolla las actividades de su trabajo. El riesgo por agentes físicos es un factor de tipo ambiental que puede provocar efectos nocivos para la salud del trabajador dependiendo de la intensidad, la concentración y el tiempo de exposición,

La tensión térmica es la variación de la temperatura normal del cuerpo debido al calor procedente del ambiente de trabajo, El objetivo principal de la gestión del estrés térmico es: prevenir el golpe de calor, alteración más grave relacionada con el calor. La temperatura corporal humana permanece constante dentro de unos límites (33-39°C), gracias a los mecanismos reguladores para perder calor o mantener la temperatura como lo son:

- Aumento o disminución de la circulación de la sangre en la piel por variación del riego de órganos internos hacia la piel (vasodilatación).
- Producción de sudor.

## **1.1 Bases Teóricas**

Para el desarrollo de este proyecto es necesario conocer los siguientes términos o definiciones:

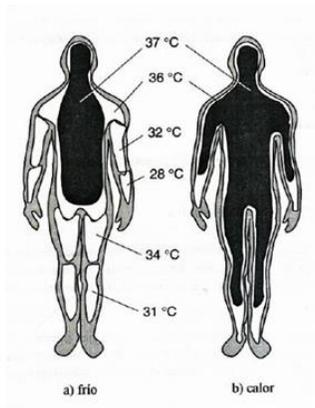
### **Tensión térmica**

Variación de la temperatura normal del cuerpo debido al calor procedente del ambiente de trabajo, el objetivo principal de la gestión del estrés térmico es prevenir el golpe de calor, alteración más grave relacionada con el calor.

La temperatura corporal del hombre permanece constante dentro de unos límites (33-39°C), gracias a los mecanismos reguladores para perder calor o mantener la temperatura:

- Aumento o disminución de la circulación de la sangre en la piel por variación del riesgo de órganos internos hacia la piel (vasodilatación)
- Producción de sudor.

Figura. 1-1 temperatura corporal del cuerpo humano



Fuente. (Institucional GL Centros Farmacia, 2013)

### 1.1.1 Intercambio térmico entre el hombre y el medio ambiente

**Evaporación del sudor:** eliminación del calor por sudoración. El sudor se evapora absorbiendo calor de nuestro cuerpo. La cantidad de sudor evaporado es función de la humedad y la velocidad de aire.

**Convección:** proceso de intercambio de calor producido cuando un líquido o gas en movimiento (aire) entra en contacto con nuestro cuerpo. La piel recibe o cede calor del aire.

**Radiación:** el cuerpo humano absorbe casi toda la radiación que recae sobre él, por ejemplo, del sol, obteniendo el calor proveniente del mismo. Para evitarlo se debe utilizar ropa de colores claros. Para este caso específico los trabajadores que laboren en exposición directa en cercanías de la tea de venteo dentro de la zona de seguridad de 30mtrs de distancia.

### 1.1.2 Factores ambientales influyentes en el intercambio térmico

- Temperatura del aire.
- Humedad del aire.
- Velocidad del aire.
- Temperatura radiante media.

### 1.1.3 Factores personales influyentes en el estrés térmico

- Sexo.
- Constitución corporal.
- Edad.
- Etnia.
- El vestido.
- Aclimatación al calor.

### 1.1.4 Estrés Térmico Por Calor

Efectos del calor

**Psicológicos:** Sensación de malestar, irritabilidad, y disminución de productividad.

**Fisiológicos:** Alteraciones funcionales, tales como la pérdida de agua y sal.

**Físico-Patológicos:** Alteraciones graves de la salud y trastornos: **Sistemáticos:** Golpe de calor y agotamiento.

**Dérmicos:** Erupciones, sequedad, quemaduras de sol.

**Psiconeuróticos:** Fatiga leve o crónica, desorientación, delirio, inconsciencia.

Figura.1-2. Intervalo de temperaturas

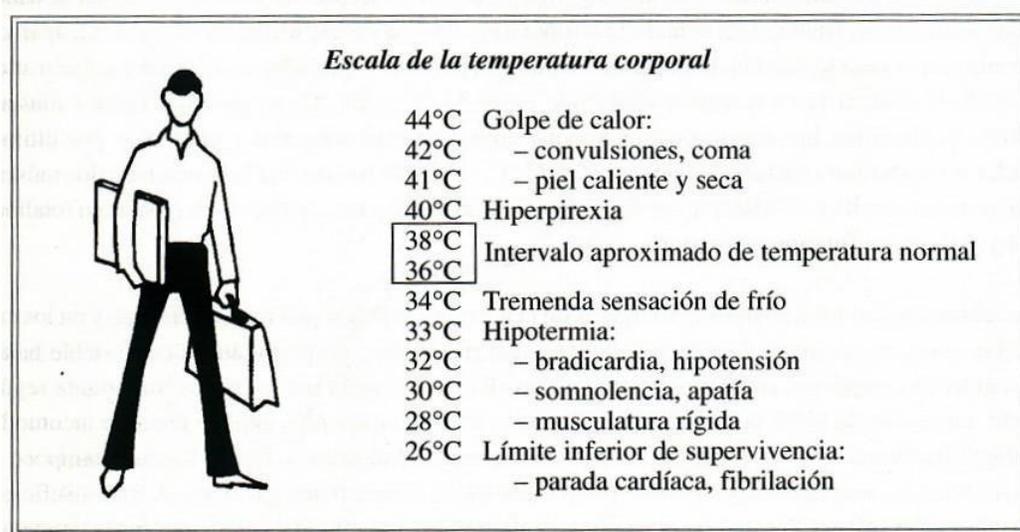


Fig. 1.6 Intervalo de temperaturas del cuerpo humano con límites superior e inferior de supervivencia

Fuente. (Institucional GL Centros Farmacia, 2013)

Síntomas de los trastornos producidos por el calor

- Mareo
- Palidez
- dificultades respiratorias
- palpitaciones
- sed extremas

#### **Estrés térmico – Método TGBH**

La transferencia de calor (o el calor) es la transferencia de energía debida a una diferencia de temperatura, el calor puede ser transferido por tres formas diferentes:

**Conducción:** Es la transferencia de energía de las partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia debido a interacciones entre sus partículas. Un ejemplo típico es la transferencia de calor a través de las paredes de un horno.

**Convección:** Es la transferencia de energía debido a difusión y al movimiento de un fluido. Un ejemplo típico es el enfriamiento de una superficie debido al flujo inducido por un ventilador, o por las diferencias de densidades en el fluido cercano.

**Radiación:** Es la energía emitida por la materia a una temperatura dada. Independientemente a la forma de materia (sólida, líquida o gaseosa), la emisión se atribuye a cambios en las configuraciones de los electrones de los átomos o moléculas. Todos los cuerpos irradian energía continuamente.

**Temperatura de bulbo seco:** Es la temperatura del aire como si se hubiera medido con termómetros ordinarios colocados en el área bajo estudio.

**Temperatura de bulbo húmedo:** Es la temperatura que se obtiene cuando una mezcla insaturada de aire-vapor de agua pasa sobre una superficie húmeda hasta alcanzar una condición de equilibrio dinámico.

**Temperatura de globo:** Es la temperatura medida al interior de una esfera de cobre que se ha recubierto con negro mate.

**Temperatura radiante media:** Está asociada con la temperatura de globo y da un indicador de la influencia de fuentes de radiación calórica sobre el ambiente de trabajo.

**Humedad relativa:** Porcentaje entre la humedad que hay en el ambiente y la que habría (a la misma temperatura) si el ambiente estuviese saturado, es decir, el cociente entre la presión parcial del vapor del agua en el ambiente y la presión de saturación del vapor de agua a la misma temperatura.

**Valor Límite Permisible:** Para las altas temperaturas, representa condiciones por debajo de las cuales se cree que aproximadamente todos los trabajadores saludables, sin medicamentos y adecuadamente hidratados pueden ser repetidamente expuestos sin efectos adversos para su salud (ACGIH).

El índice WBGT, se utiliza, por su sencillez, para discriminar rápidamente si es o no admisible la situación de riesgo de estrés térmico, aunque su cálculo permite a menudo tomar decisiones, en cuanto a las posibles medidas preventivas que hay que aplicar.

### 1.1.5 Grado de riesgo (G.R.)

El Grado de Riesgo es la razón entre el índice TGBH medido para un puesto de trabajo en particular sobre el valor límite permisible estipulado por norma para ese puesto de trabajo. (Ver Ecuación 1-1 Grado de riesgo)

Se calcula utilizando la siguiente relación:

Ecuación 1-2 Grado de riesgo

$$G.R. = \frac{WBG}{VLP}$$

(Institucional GL Centros Farmacia, 2013)

Tabla 1-1 categorización del grado de Riesgo

RANGO	CATEGORÍA	ACCIONES A TOMAR
Mayor de 1	Grado de riesgo Alto	Inmediatas
0.5 – 1	Grado de riesgo Medio	Mediano plazo
Menor de 0.5	Grado de riesgo Bajo	Continuar acciones

Fuente. (Institucional GL Centros Farmacia, 2013)

Ya conocidos los términos, definimos la máquina de disipación de calor necesaria para el desarrollo de este proyecto dando a conocer cada uno de sus componentes.

El desarrollo de los componentes electrónicos está limitado por la cantidad de calor generado en su interior, que estos son capaces de disipar al ambiente. Para disipar este calor y lograr así la refrigeración de estos elementos, se recurre a la instalación de la unidad de extracción de aire del cual su principio de funcionamiento le permite guiar al aire dentro de la estructura del ventilador sin ningún tipo de turbulencia debido a la estructura aerodinámica del ventilador del extractor centrifugo de tejado tipo hongo CRH.

## 1.2 Bases Legales

Se debe cumplir con diferentes normas internacionales para poder crear un sistema de disipación de calor.

- **RESOLUCION 2400 DEL 22 DE MAYO DE 1979** del Ministerio del Trabajo y Seguridad Social, por el cual se establecen las normas sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
- **Norma ISO 7243 “Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo, basado en el índice WNGT (temperatura de globo y de bulbo húmedo)”** esta norma ayuda a establecer las condiciones en que se deben realizar cada una de las mediciones.
- **Norma UNE-EN ISO8996 de octubre de 2004 “Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica”** presentar distintos métodos para determinar el gasto energético.
- **Norma UNE- EN ISO 7933:2005 “Metodología del índice de sobrecarga térmica (IST)”** especifica un método para la evaluación analítica e interpretación del estrés térmico experimentado por un sujeto en un ambiente caluroso.
- **UNE EN ISO 7729:2002 “Ergonomía del ambiente térmico. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas”** especifica las características mínimas de los instrumentos de medida de las magnitudes físicas que definen el ambiente térmico, así como los métodos a emplear para la medida de dichas magnitudes.
- **UNE EN ISO 7933:2005 “Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobre carga térmica estimada”**. En esta norma se describe un método para la estimación de la tasa de sudoración y la temperatura interna que el cuerpo humano alcanzara en respuesta de las condiciones de trabajo.
- **UNE EN ISO 9886:2004 “Ergonomía. Evaluación de la sobre carga térmica mediante mediciones fisiológicas.** Describe métodos para predecir la respuesta fisiológica media de los individuos expuestos a un ambiente térmico.

- **UNE EN ISO27243:95 “Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (Wet Bulbe Globe Temperatura)”** tiene por objeto describir un método que puede ser fácilmente aplicado en un entorno industrial para evaluar el estrés térmico al que se está sometido el individuo expuesto a un ambiente caluroso, normalmente vestido (índice de aislamiento térmico en la vestimenta de 0.6 clo) físicamente apto para la actividad considerada y con buena salud, siempre y cuando el tiempos de exposición no sea muy corto

## 2. Capítulo 2

### 2 Metodología

#### Descripción de la empresa

Nombre: COMESTIBLES EL GAVÁN

Dirección: Vereda Caney Alto Restrepo - Meta

Ciudad: Restrepo

Contacto: German Gordillo

Para realizar el diseño del sistema de un sistema automatizado para disipación de calor en la planta Comestibles El Gaván se debe proceder de la siguiente manera:

Determinación de la ubicación, orientación y sombra externa de la edificación a partir de los planos y especificaciones.

Identificación de la información climática apropiada.

Análisis de los parámetros de diseño interior tales como temperatura interior y ventilación respectiva; incluyendo variaciones permisibles y límites de control.

Comprobación de las rutinas de iluminación, condiciones de ocupación, identificación de equipos internos, aplicaciones y procesos que contribuyan a incrementar la carga térmica interna, determinando las frecuencias de operación y los intervalos de no ocupación.

Replanteo general del espacio a acondicionar, diseñar un plano donde se pueda interpretar todas las superficies como son paredes, techos, ventanas, elementos eléctricos que generen calor, ocupación por personal de trabajo.

Elaboración de un balance térmico general del área, analizando las cargas o ganancias de calor dadas por radiación, conducción y convección.

Elección del tipo de sistema de remoción de calor a utilizar dependiendo del que brinde mejor versatilidad, inversión, mantenimiento, consumo de energía, etc.

Selección del equipamiento a utilizar:

## **2.1 Descripción Del Problema**

Comestibles El Gaván cuenta con diferentes equipos en su área de producción:

- Maquina moldeadora.
- Maquina selladora de calor.
- Maquina empacadora por peso.
- 5 hornos, tipo convección y rotación. Calefacción directa, una turbina con motor especial de  $\frac{3}{4}$  HP prolongando la vida útil de estas, motor de rotación 0,16 HP.

Su forma de trabajo es designada de la siguiente manera:

Turnos rotativos de 8 hrs cada uno, con intervalos de descanso cada 4 hrs de 15 min cada descanso.

La planta de producción trabaja de lunes a domingo, sin descaso, es decir los hornos de producción y las maquinas están en uso permanente generando de este modo un aumento gradual en la temperatura del recinto.

### **2.1.1 Descripción de los hornos y maquinas**

#### **Hornos de producción a gas.**

**CAPACIDAD:** Carro fijo de 10 bandejas de 65 x 45 cm, con separación entre ellas de 10 cm.

**FABRICACIÓN:** Construido en acero inoxidable 430.

**QUEMADOR:** Tipo: Atmosférico importado.

Capacidad: 110.000 BTU.

Consumo promedio (Hora): 60.000 BTU aprox.

#### **CAPACIDAD**

**DE HORNEO:** 1,2 kg por lata aprox.

Total. 12 kg aprox.

#### **CONSUMO**

**ELÉCTIRCO:** 0,74 kW/h aprox.

**CONTROL:** Digital con perilla de graduación.

Alarma temporizadora.

**VAPORIZADO:** Aspersión de humedad.

**MEDIDAS** Frente: 99 cm

**EXTERNAS:** Fondo: 144 cm

Altura: 175 cm

**PUNTO ELÉTRICO:** Conexión 220V + Neutro

**PUNTO DE GAS:** Natural o propano.

Figura.2-1. Horno de gas



Fuente. (La Casa del Chef, 2020)

## Maquina Moldeadora de Pan

Figura.2-2 moldeadora de pan



Weight ranges Grammature	Belt width Larghezza tappeti	Dimensions Dimensioni	Weight Peso	Power Potenza	Voltage Voltaggio
<b>gr</b>	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>kg</b>	<b>kW</b>	
30-750	500	720x1340x1170	170	0,75	400/50/3
30-750	600	720x1440x1170	170	0,75	400/50/3

Fuente. (La Casa del Chef, 2020)

## Maquina selladora de calor

Figura.2-3 Selladora de banda



Fuente. (La Casa del Chef, 2020)

Selladora de banda transportadora, se convierte vertical u horizontal, continua con sistema de codificado en tinta indeleble, para marcar vence, lote, fabricación y sus fechas, además sistema para conteo de bolsas de la producción, Disponibles en

Vertical para líquidos y sólidos u horizontal para sólidos, snacks etc. En acero inoxidable óptima para industria alimentaria.

"Instalación Eléctrica

110v 60hz/ 1 Fase

Potencia (W)

600

Dimensiones (mm) largo x ancho x altura

980 x 380 x 550

Cinta Transportadora (mm)

180 x 840

Peso Máximo De Carga (kg)10

Anchura Sellado (mm) 10mm

Peso de la maquina (30kg)

## **Maquina empacador horizontal de panadería**

Figura.2-4 empacadora horizontal



**Parámetros:**

Modelo	SP-AB200
Ancho de bobina ( mm )	≤680 mm
Material d ebobina	OPP/CPP、 OPP/PE、 PET/PE
Largo de bolsa (mm)	160-400 mm
Ancho de bolsa (mm)	50-150 mm
Altura de bolsa (mm)	3-55 mm
Producción(bolsas/ hora)	50 bolsas/min
Voltaje	220V 50 o 60HZ
Aire presión	0.65 Mpa
Consumo de aire	300 L/ min
Potencia(kw)	2.75 kw
Peso de la máquina	550 kg
Dimensiones generales(mm)	4000*800*1500 mm

Fuente. (La Casa del Chef, 2020)

Dentro de la planta de producción, mantener la temperatura adecuada y de forma estabilizada y controlada es una pauta fundamental del control ambiental, permitiendo tener una trazabilidad de la producción confiable; El rango de temperatura optimo es entre 24°C y 26,5°C existe un rango aceptable de operación que sería de 26.5, cualquier temperatura mayor a 26.5°C deberá ser corregida de manera inmediata, ya que esto implicaría poner en riesgo la producción y la salud de los trabajadores.

La temperatura es difícil de medir ya que no existe un único punto de referencia para tomar la muestra, por eso se debe tomar en diferentes puntos.

### **2.1.2 Carga metabólica y relación trabajo – descanso.**

En el presente estudio se consideró que las actividades laborales desarrolladas en el área evaluada. Presenta dos tipos de exigencias metabólicas distintas, las del personal del área de producción como las que desarrollan labores administrativas, atención a clientes siendo estas últimas las que reúnen la menor cantidad de personas.

Labores de horneado y preparación de pan: Carga metabólica pesada; trabajos mantenidos de brazos y manos; trabajo con brazos y piernas (maniobras para levantamiento y movilización de cargas); trabajo de brazos y tronco (soporte de cargas para su transporte).

La tabla 1, detalla los resultados ponderados de cada evaluación.

En ella se desglosan las variables obtenidas en campo, G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), WBGT in y WBGT out (índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores “in” y exteriores “out”) según sea el caso; los VLP’s de referencia, factores de corrección respecto a la vestimenta, el potencial grado de riesgo (G.R.) y la valoración frente a la clase de exposición.

**PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA  
AUTOMATIZADO DE DISIPACIÓN DE CALOR DE LA PLANTA  
COMESTIBLES EL GAVÁN**

Tabla 2-1 evaluación de confort térmico

<b>EVALUACION DEL CONFORT TERMICO</b>										
Fecha: 12 de Feb de 2021		Dirección: Vereda Caney Alto			Ciudad: Restrepo					
Empresa: Comestibles El Galván				Persona de contacto: German Gordillo						
Num	Area	Sitio / Operación	Hora	%HR	TG (temperatura de globo)	TA (temperatura del aire)	WB	WBGT temperatura de globo y bulbo húmedo	VLP (Valores Limites Permisibles)	Rango
1	Hornos	Punto 1	3:30 p.m.	47,5	37,5	34,8	22,2	29,6	25,9	1,11
2		Punto 2	3:45 p.m.	40,5	45,3	34,8	25,5	29,2		
3		Punto 3	4:00 p.m.	47,9	36,4	34	25,2	28,6		
4		Punto 4	04:15 a. m.	45,9	35	33,8	25,3	28,5		
		PROMEDIO PONDERADO		45,5	38,6	34,4	24,6	28,8	Grado de Riesgo	<b>ALTO</b>

Fuente. Informe de confort térmico.

#### **Anexo A evaluación de confort térmico**

El G.R. es una medida del potencial perjudicial de las condiciones térmicas del área evaluada (% del VLP), a las cuales los trabajadores se encuentran expuestos durante la toma de muestra. Permite valorar el nivel de riesgo que presenta un área o ambiente en particular.

Este porcentaje puede sufrir variaciones a lo largo de la jornada laboral, según las circunstancias que determinen la exposición al agente.

El cuerpo humano mantiene una temperatura que fluctúa entre 36°C y 38°C. Cuando la temperatura del cuerpo sobrepasa este nivel, el cuerpo reacciona para eliminar del exceso de calor. Sin embargo, si el cuerpo sigue recibiendo calor en una cantidad mayor a la que puede eliminar, la temperatura corporal aumenta y la persona sufre estrés térmico. Los problemas de salud derivados del estrés térmico son conocidos como trastornos causados por calor. Este tipo de trastornos ocurren más a menudo cuando se está realizando trabajo físico arduo en

ambientes calurosos y húmedos y cuando el cuerpo, como consecuencia, pierde demasiado fluido y sal en el sudor.

Se evaluó el área de influencia de los hornos, con una cobertura cada una de ellas de 4 monitoreos de 15 minutos c/u. En estos se determinaron 4 variables; G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), **WBGT** in o **WBGT** out (índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores “IN” o exteriores “OUT”).

En los procedimientos de muestreo, así como en las técnicas de análisis e interpretación de resultados, se tuvo en cuenta consideraciones y directrices emitidas por organismos internacionales como la **ACGIH**, la **NIOSH**, la **OSHA**, El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España y la **ISO**.

De acuerdo a la Tabla 1 de Interpretación del Grado de Riesgo, el punto monitoreado presentó un **GRADO DE RIESGO ALTO**, lo que requiere acciones de control inmediatas.

Las condiciones de operación son:

Temperatura área de producción 34°C

Humedad relativa 45,5 %

Temperatura de la planta 33.8°C

Temperatura ambiente (Restrepo) 31°C

Humedad relativa (Restrepo) 83%

### 2.1.3 Cálculo de Cargas Térmicas

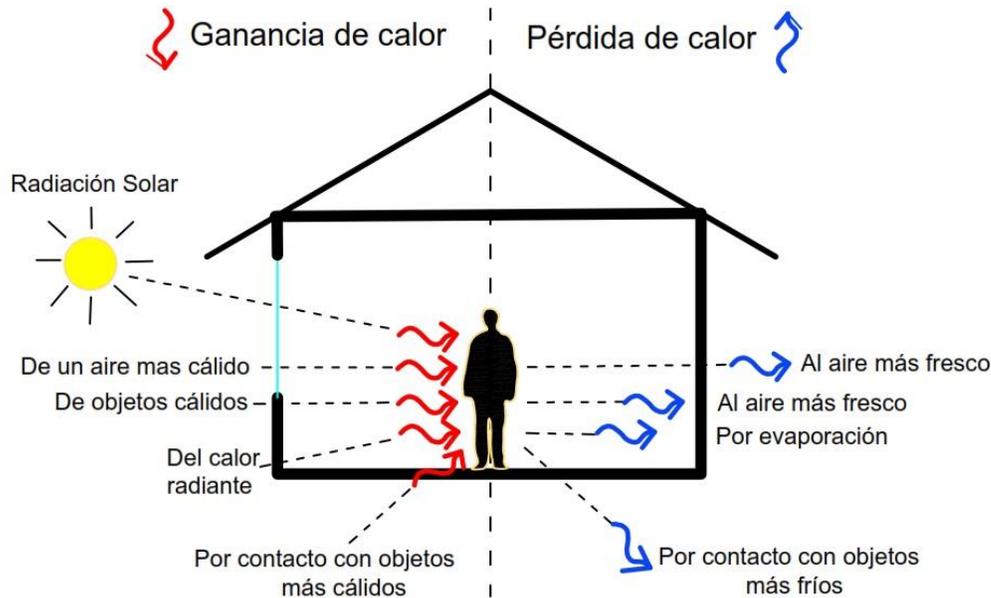
El **cálculo de cargas térmicas** es el estudio que se lleva a cabo por profesionales para reconocer las necesidades de climatización de un espacio, independientemente de la finalidad del mismo, es decir, ya sea para el uso familiar, comercial o industrial.

La estimación de la carga permite dar a conocer la cantidad de calor que el sistema gana y cuyo fin es el de diseñar y seleccionar el equipo de disipación de calor, para

generar y mantener las condiciones de temperatura y humedad correcta dentro de la planta.

## Ganancia de calor

Figura.2-5 ganancia de calor



Feunte. (Fuentes Molina , 2016)

Para el cálculo de la carga térmica sensible ( $Q_s$ ) se emplea la siguiente expresión:

$$Q_s = Q_{sr} + Q_{str} + Q_{st} + Q_{si} + Q_{sai}$$

donde,

$Q_{sr}$  es el valor de la carga sensible debida a la radiación solar a través de las superficies acristaladas ( $W$ );

$Q_{str}$  es la carga sensible por transmisión y radiación a través de paredes y techos exteriores ( $W$ );

$Q_{st}$  es la carga sensible por transmisión a través de paredes, techos, suelos y puertas interiores ( $W$ );

$Q_{si}$  es la carga sensible transmitida por infiltraciones de aire exterior (W);

$Q_{sai}$  es la carga sensible debida a aportaciones internas (W).

### **Carga térmica de radiación a través de vidrios**

La carga térmica por radiación a través de cristales y superficies traslúcidas ( $Q_{sr}$ ) se calcula como sigue:

Ecuación 2-1 Índice Qsr

$$Q_{sr} = S * R$$

donde,

$Q_{sr}$  es la carga térmica por radiación solar a través de cristal, en W.

S es la superficie traslúcida o acristalada expuesta a la radiación, en m<sup>2</sup>.

R es la radiación solar que atraviesa la superficie, en W/m<sup>2</sup>, correspondiente a la orientación, mes y latitud del lugar considerado.

La planta cuenta con dos ventanas de 1.4 m x 1.2 m

Área de una ventana es = 1.68 m<sup>2</sup>

Gráfico 1. Datos promedio de irradiancia.



Fuente. [https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/#MR](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR)

La radiación solar la tomamos de la página web de la comisión europea denominada “PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM”, siendo estos valores de radiación para el municipio de Restrepo – Meta – Colombia.

El valor de Radiación Global la tomamos del gráfico 1, como 512.3 W/m<sup>2</sup>

Ahora, el área traslucida es el área de la ventana;

$$\text{Área traslucida } S = 1.68\text{m}^2$$

La carga térmica por radiación a través de los cristales es: (ver Ecuación 2-1)

$$Q_{sr} = 1.68\text{m}^2 * \frac{512.3\text{W}}{\text{m}^2} = 860.16\text{ W}$$

Para dos ventanas, entonces:  $Q_{sr} = 860.16\text{W} * 2 = 1720\text{ W}$

## Cálculo de la transmisión de calor por conducción a través del techo

Espesor de la lámina: 0.3 mm

Área del tejado  $A = 15m * 15m = 225m^2$

Temperatura promedio de cara exterior de la teja: 51 °C

Temperatura de cara interior de la teja: 50°C

Conductividad térmica

Ecuación 2-2 Constante de Conductividad Térmica

$$K = \frac{15W}{mK}$$

$$Q_t = \frac{15W}{mK} * \frac{51 - 50.5}{0.006m} = \frac{2500W}{m^2} * 225m^2 = 18750 W$$

(Incopera & DeWitt, 1996)

## Cálculo de la transmisión de calor por convección a través del techo

Ecuación 2-3 Calculo convección natural

$$Q_{ct} = hA(T_s - T_i)$$

$h$  se pueden obtener por el número de Rayleigh, con el uso de la ecuación para el cálculo de convección natural para superficies horizontales y verticales: (ver ecuación 2-4).

Ecuación 2-4 Número de Rayleigh

$$Ra_L = \frac{g\beta(T_s - T_\infty)}{\alpha\nu} \text{ (adimensional)}$$

Y luego se correlaciona con el número de Nusselt para luego calcular el coeficiente de convección  $h$

$$Nu_L = \left\{ 0.825 + \frac{0.387Ra_l^{1/4}}{\left(1 + \left(\frac{0.492}{Pr}\right)^{9/16}\right)^{8/27}} \right\}^2 \quad (\text{adimensional})$$

Tomamos de tablas las propiedades del aire a ( $T_f = 50+273 = 323 \text{ K}$ )

$$k = \frac{28 \cdot 10^{-3} \text{ W}}{\text{mK}} ; \alpha = \frac{24 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}{\text{s}} ; \nu = \frac{16.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2}{\text{s}} ; Pr = 0,702 ; \beta = \frac{1}{T_f} = \frac{1}{323} = 0.0031$$

$$Ra_L = \frac{9.8 \cdot 0.0031 \cdot (323 - 311) \cdot 15^3}{24 \cdot 10^{-6} \cdot 16.5 \cdot 10^{-6}} = 3.10^{12}$$

$$Nu_L = \left\{ 0.825 + \frac{0.387Ra_l^{1/4}}{\left(1 + \left(\frac{0.492}{Pr}\right)^{9/16}\right)^{8/27}} \right\}^2 = 1561.5$$

$$h = Nu_L \cdot \frac{k}{l} = 1561.5 \cdot \frac{28 \cdot 10^{-3}}{15} = \frac{2.92 \text{ W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$$

$$Q_{ct} = \frac{2.92 \text{ W}}{\text{m}^2 \text{ K}} \cdot 225 \text{ m}^2 \cdot (323 - 311) \text{ K} = 7850 \text{ W}$$

(Incopera & DeWitt, 1996)

### **Calor transferido por radiación por el techo**

Para el cálculo del calor de radiación se calcula con la ecuación: (ver Ecuación 2-5)

Ecuación 2-5 Calculo de radiación

$$Q_{rt} = \sigma \cdot A \cdot (T_i^4 - T_j^4)$$

Donde  $\sigma$  es la constante de Stefan Boltzmann y es igual a  $5.67 \cdot 10^{-8} \text{ (W/m}^2\text{)}$  y la expresión en general nos expresa la transferencia de calor de la interacción entre la superficie i y su interacción con j.

$$Q_{rt} = \frac{5.67 * 10^{-8} W}{m^2 K^4} * 225 m^2 * (323^4 - 311^4) K^4 = 19513 W$$

### **Calor transferido por los hornos (radiación):**

Temperatura promedio de superficies expuestas del horno  $T_1 = 60^\circ C$  y  $T_a = 38^\circ C$   
(ver ecuación 2-6)

Ecuación 2-6 calculo calor transferido

$$Q_r = \sigma * A * (T_1^4 - T_2^4)$$

$$Q_r = \frac{5.67 * 10^{-8} W}{m^2 K^4} * 3 m^2 * (333^4 - 311^4) K^4 = 500 W$$

Ahora, como son 3 hornos, estos aportan 1500 W por radiación

(Incopera & DeWitt, 1996)

### **Calor transferido por los hornos (convección):**

$h$  se obtiene por el número de Rayleigh y el número de Nusselt, con el uso de la ecuación para el cálculo de convección natural para superficies horizontales y verticales dando como resultado:  $\frac{5W}{m^2 K}$  para el coeficiente de convección

$$Q_{ch} = \frac{5W}{m^2 K} * 2 m^2 * (333 - 311) K = 220 W$$

Ahora, como son 3 hornos, estos aportan 1100 W por convección

Se desprecia el calor transferido por los muros exteriores ya que la temperatura de la superficie de los muros y del interior son despreciables, por lo que la transferencia de calor es significativamente menor.

Las cargas latentes por ocupación las despreciamos ya que la ocupación de personas es muy baja (2 personas) y las infiltraciones de aire exterior son bajas por la no existencia de ventilación mecánica.

Por tanto, la carga térmica total es la siguiente:

$$Q_t = 1720W + 18750W + 7850W + 19513W + 2500W + 1100W = 51443W$$

### **Cálculo de caudal requerido de aire**

Ahora el caudal requerido para mantener una diferencial de temperatura se calcula con la siguiente expresión:

Del balance térmico del aire: Ecuación 2-3

$$Q = m * C_p * \Delta T;$$

Reorganizando;

$$Q = C * \frac{3600}{\rho * C_p * (T_1 - T_2)};$$

Dónde:

*m*: masa en kg

*Q*: caudal en m<sup>3</sup>/h

*C*: Potencia térmica en W

*ρ*: densidad del aire en  $\frac{kg}{m^3} = \text{aprox } 1 \text{ kg}/m^3$

Del apéndice A, Tabla A4. Propiedades termofísicas de gases a presión atmosféricas (Incropera, 1999) se toma el valor de Cp del aire a 30°C.

*Cp*: Calor específico del aire,  $C_p = 1000 \frac{J}{kg * K}$

3600 es un factor para tener las unidades en  $m^3/h$

Por tanto, teniendo en cuenta la carga térmica de la planta y admitiendo como máximo un diferencial de temperatura entre el interior y el exterior de 8, el caudal necesario será:

$$Q = C * \frac{3600}{\rho * Cp * (T1 - T2)}$$
$$Q = 51443 \frac{J}{s} * \frac{1}{1 \frac{kg}{m^3} * 1000 \frac{J}{kg * K} * (311 - 303)K} * 3600 = 23149 m^3/h$$

Fuente. (Incopera & DeWitt, 1996)

## **3 Capítulo 3**

### **3. Selección del Sistema**

Para la selección del sistema es necesario conocer los diferentes tipos de extractores que existen.

- **Extractores de aire con motor axial**

Los extractores axiales (5aspas) son los más comunes en la ventilación industrial por conductos ya que son mucho más potentes y capaces de remover grandes masas de aire.

#### **Descripción**

Ventilador/ extractor axial combina una hélice (rotor) de alta eficiencia motor monofásico para trabajo pesado y persiana opcional de aluminio pintado al horno. Ha sido diseñado para operar en condiciones extremas de trabajo y para el manejo eficiente de aire en aplicaciones industriales y/o comerciales con bajo nivel de ruido y libres de vibración.

Robusta y resistente malla de seguridad en ambos lados tipo OSHA. Para aplicaciones especiales, se ofrece la persiana en la descarga con sistema de apertura por gravedad, fabricada en acero al carbono recubierta con pintura al horno, que permite a éstas abrirse y/o cerrarse de manera automática al encender o apagar el equipo.

Diseñado para uso en Almacenes, Locales, Restaurantes, Áticos, Garajes e Industria.

- Alto caudal de aire
- Alta eficiencia
- Persiana (Opcional) en la descarga de apertura automática
- Operación silenciosa y libre de vibraciones

- Rotor en acero con recubrimiento al horno
- Malla de protección en la succión tipo OSHA
- Motor monofásico 110V

Figura.3-1. Extractor Axial



Fuente. (Acero, 2019)

- **Extractores de aire con motor centrifugo de tejado tipo hongo**

Los extractores centrífugos, en cambio, utilizan la fuerza centrífuga del aire para renovarlo. Para dirigir la presión del aire, los extractores centrífugos vienen incluidos dentro de una caja protectora diseñadas en metal. Este tipo de instalaciones son más típicas en campanas de cocinas industriales, plantas industriales, en los techos de los grandes almacenes o naves.

### **Descripción**

El diseño del extractor centrifugo de tejado Tipo Hongo CRH le permite guiar al aire dentro de la estructura del ventilador, sin ningún tipo de turbulencia debido a la estructura aerodinámica del ventilador del Extractor Centrifugo. Además, el método de fabricación de esta gama con material de aluminio rechazado ofrece un acabado estético de alta aceptación dentro del mercado de la ventilación además de resistencia contra agentes corrosivos del medio ambiente.

- La cubierta de los extractores CR, está diseñada para impedir la entrada de lluvia y cuentan con una malla de protección para no permitir el paso de objetos extraños.
- Las turbinas de álabes rectos atrasados balanceadas dinámicamente, están fabricadas con aleaciones especiales de aluminio, las propiedades de este tipo de material brindan alta resistencia a esfuerzos mecánicos.
- Dentro de los detalles constructivos, estos extractores cuentan con gran rigidez, debido al material de fabricación y al diseño de sus soportes internos; favoreciendo al flujo de aire.

Figura.3-2. Extractor tipo hongo



Fuente. (Acero, 2019)

- **Extractores de aire para intercalar en conductos**

Existen extractores axiales específicos para intercalar en conductos y son ideales para empresas navales.

Figura.3-3. Extractores de aire para intercalar en conductos

Fuente. (Acero, 2019)

- **Extractor de aire tipo cebolla atmosférico o eólico de lámina**

Este extractor eólico es el más dinámico de los extractores de gravedad, gira al producirse velocidad del viento o al existir una diferencia entre la nave y el exterior. Se fabrican desde 14 hasta 36 de diámetro en medida estándar y más grande, son silenciosos, no requieren fuerza motriz, su mantenimiento se podría considerar nulo. Se fabrican en lámina galvanizada, aluminio y acero inoxidable.

Figura.3-4. Extractor de aire tipo cebolla atmosférico o eólico de lámina



Fuente. (Acero, 2019)

### **3.1 Criterio de selección de equipo “Extractor de aire con motor centrífugo de tejado tipo hongo CRH”**

Para la selección de este equipo se debe escoger un catálogo que sea obtenido de algún fabricante de este tipo de máquinas, para este caso se utiliza la empresa **SOLER Y PALAU VENTILATION GROUP S.A.S.** manufacturera colombiana de equipos de ventilación. Esta línea de productos se clasifica en dos categorías:

#### **Baja Presión**

Constituida por equipos livianos que sirven para la extracción de aire limpio.

#### **Alta Presión**

Integrada por extractores más robustos e ideales para trabajar en aplicaciones industriales.

Ambas categorías incluyen modelos CRV (descarga vertical) CRH (descarga horizontal) y CRW (extractor de pared). Las cuales pueden ser con motor directo o contar con un sistema de transmisión de potencia poles-bandas.

Dentro de los detalles constructivos tenemos soportes internos que aportan rigidez al sistema y favorecen el flujo de aire cubiertas que protegen al equipo de la entrada de lluvia y malla de protección que impide el contacto directo con el rodete.

Los rodetes de álabes rectos atrasados, fabricados con aleaciones especiales de aluminio y están balanceados dinámicamente. Sus aplicaciones van desde uso comercial a industrial, donde se requiere extraer aire con grasa.

**DIMENSIONES CRVL / CRVH 22 - 48**

A

TAM No									
	4	6	8	30	33	36	4	48	
47 3/16	47 5/16	52 1/16	52 1/16	59 7/16	59 1/2	66	72 1/2	78 3/4	
41	42 5/16	43 10/16	44 1/16	47 7/16	49	48	52	56	
36	36	40	40	45 1/4	45 1/4	42 1/2	55	55	
23/8	23/8	23/8	23/8	19/16	19/16	21/2	21/2	21/2	

Dimensiones en in.

Tabla 3-1 Dimensiones de motor CRVH

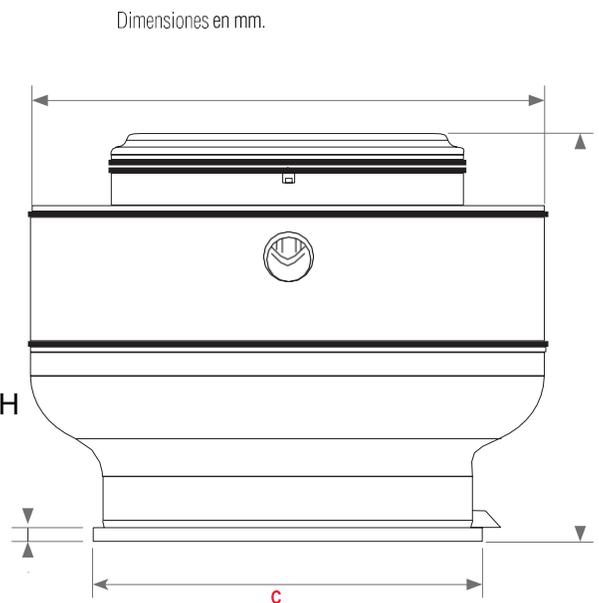


Figura.3-5 Dimensiones del motor

Condiciones Estándar: 0 m.s.n.m. y 20 °C

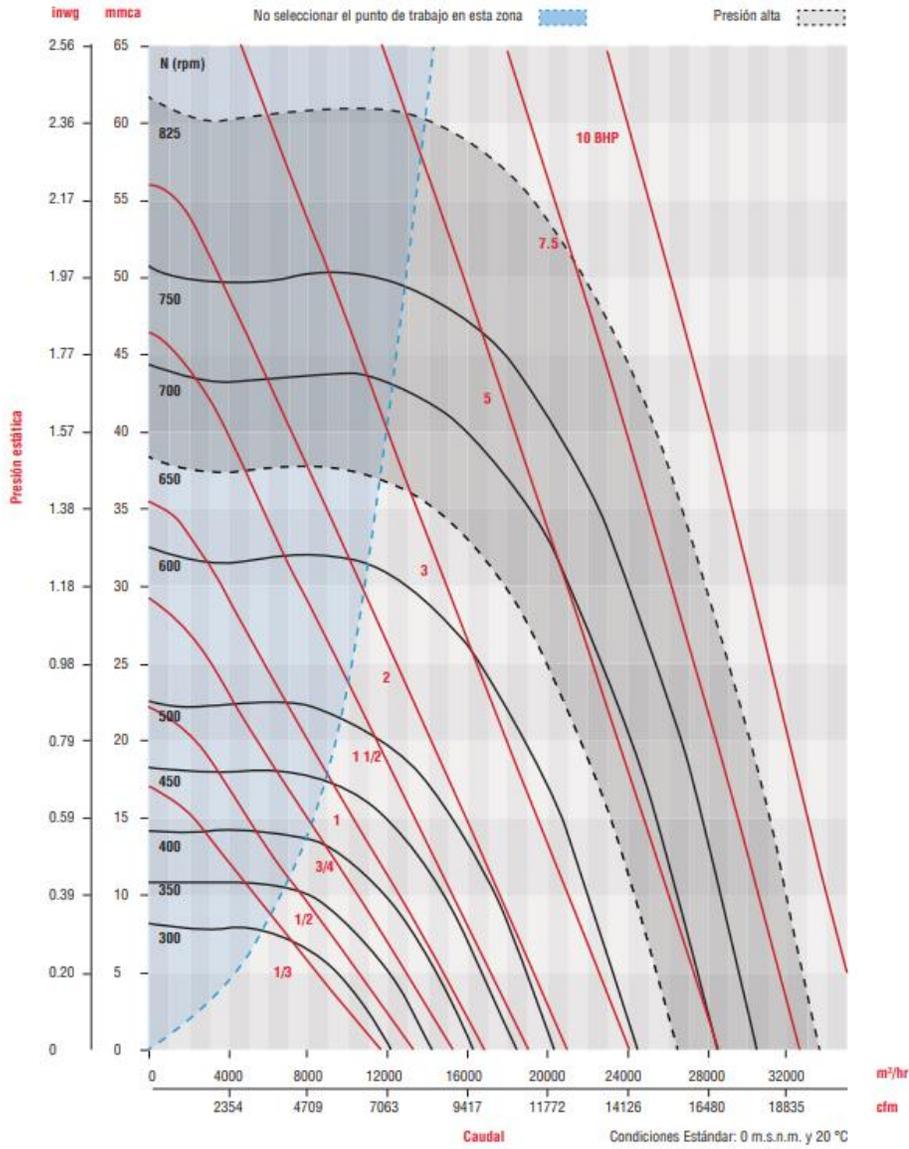
RPM		PRESIÓN ESTÁTICA inwg / mmca																											
		0		0.25/6.35		0.5/12.7		0.75/19.05		1/25.4		1.25/31.75		1.5/38.1		1.75/44.45		2/50.8		2.125/53.975		2.25/57.15		2.3/58.42					
CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR	CFM	M <sup>3</sup> /HR		
BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)	BHP	dB (A)
675	16205	27532	15444	26239	14607	24817	13653	23196	12518	21268	11053	18779	8666	14724															
	4.49	76	4.61	75	4.67	74	4.67	74	4.57	73	4.3	71	3.62	68															
685	16445	27940	15696	26668	14876	25274	13946	23694	12850	21832	11465	19479	9371	15921															
	4.69	76	4.81	75	4.88	75	4.88	74	4.79	73	4.55	72	3.98	69															
700	16805	28552	16074	27310	15276	25954	14380	24432	13337	22660	12053	20478	10253	17420															
	5.01	76	5.13	76	5.2	75	5.21	75	5.14	74	4.93	73	4.46	71															
715	17165	29163	16450	27949	15675	26632	14809	25160	13813	23468	12612	21428	11015	18714	8016	13619													
	5.34	77	5.46	76	5.54	76	5.56	75	5.5	74	5.32	73	4.92	72	3.84	68													
750	18005	30590	17326	29437	16596	28197	15793	26832	14890	25298	13839	23512	12544	21312	10735	18239													
	6.16	78	6.29	77	6.38	77	6.42	76	6.39	76	6.26	75	5.98	74	5.4	72													
790	18966	32223	18322	31129	17639	29969	16896	28706	16075	27311	15147	25735	14061	23890	12707	21589	10757	18276	9083	15432									
	7.2	79	7.34	79	7.44	78	7.5	78	7.49	77	7.4	76	7.2	76	6.83	74	6.08	73	5.3	71									
800	19206	32631	18571	31552	17898	30409	17168	29168	16365	27804	15463	26272	14416	24493	13134	22315	11374	19324	10041	17060	6721	11419							
	7.47	79	7.62	79	7.72	79	7.78	78	7.78	77	7.7	77	7.52	76	7.18	75	6.52	73	5.91	72	4.23	67							
810	19446	33039	18819	31973	18156	30847	17439	29629	16653	28293	15775	26802	14764	25084	13545	23013	11930	20269	10798	18346	8997	15286	7366	12515					
	7.76	80	7.91	79	8.01	79	8.08	78	8.08	78	8.01	77	7.84	76	7.53	75	6.94	74	6.44	73	5.54	71	4.68	68					
820	19686	33447	19067	32395	18414	31285	17710	30089	16940	28781	16083	27325	15106	25665	13942	23687	12445	21144	11448	19450	10056	17085	9228	15678					
	8.05	80	8.2	79	8.31	79	8.38	79	8.39	78	8.33	78	8.17	77	7.88	76	7.35	75	6.93	74	6.25	72	5.82	71					
825	19806	33650	19191	32606	18543	31505	17844	30317	17082	29022	16237	27587	15274	25951	14136	24017	12689	21559	11746	19956	10480	17806	9781	16618					
	8.2	80	8.35	80	8.46	79	8.53	79	8.54	78	8.49	78	8.34	77	8.06	76	7.56	75	7.16	74	6.55	73	6.19	72					

Condiciones Estándar: 0 m.s.n.m. y 20 °C

Fuente. (Soler Y Palau, 21)

Figura.3-6 curva psicométrica

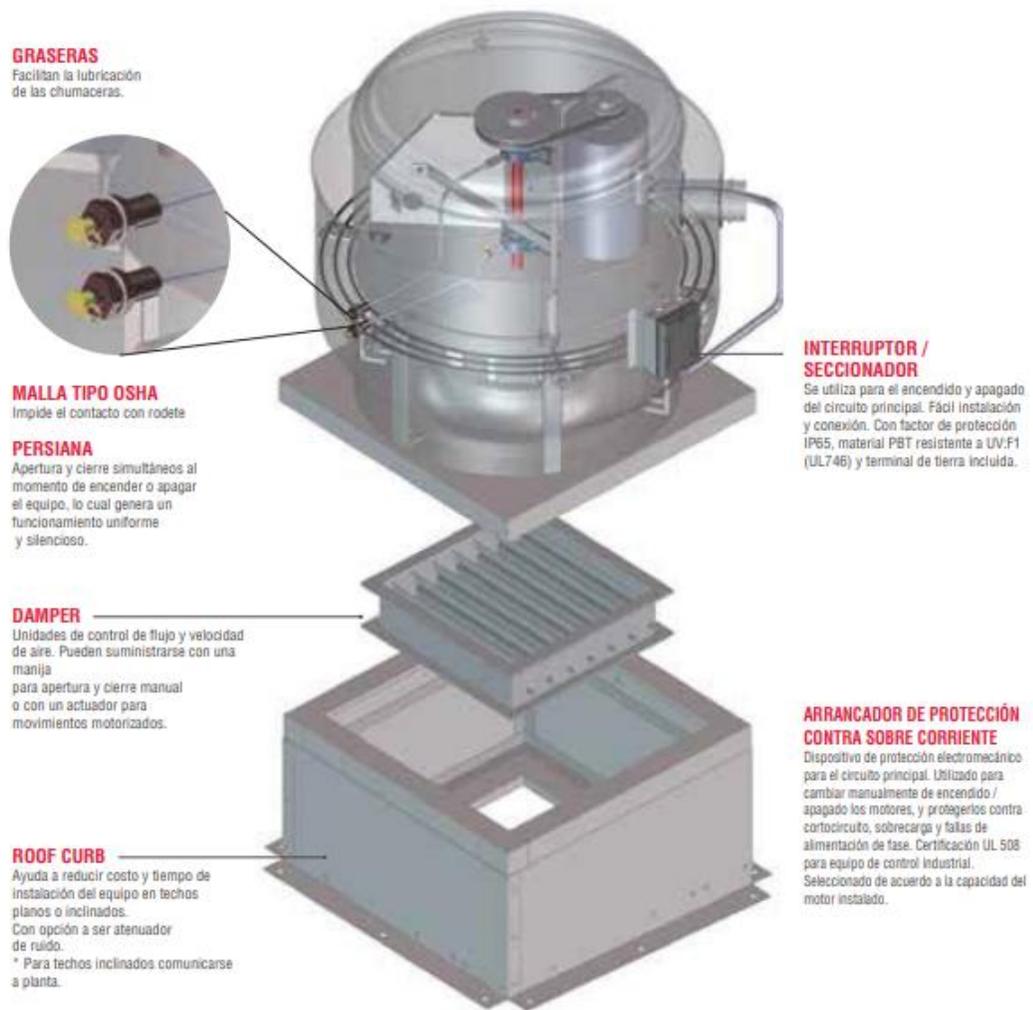
CURVAS CARACTERÍSTICAS - CRVL - T 33 / CRVH - T 33



Fuente. (Soler y Palau, 21)

Figura.3-7 Accesorios extractor

## ACCESORIOS



Fuente. (Soler y Palau, 21)

Figura.3-8 características



### CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR

Motor conmutado electrónicamente, que permite un funcionamiento silencioso. Además de ofrecer una reducción del consumo de energía en los sistemas de ventilación en edificios, facilita la acreditación **LEED** de "Energía y Atmosfera: Optimizar el rendimiento energético."



#### Ventajas

- Ahorro en mantenimiento por ausencia de transmisión de poleas y bandas.
- Es Silencioso.
- Eficiencia de hasta 82%, 30% más que los motores comunes de capacitor dividido permanentemente (PSC).

#### Características Principales y Beneficios.

- Resistente, electrónicamente integrado con un avanzado protector térmico y de sobretensión.
- Display que indica velocidad, torque, o indicador de estatus de caudal.
- Interface de usuario flexible pudiéndose montar sobre el motor o de manera remota.



**1. Montaje de interface**  
cerca o sobre el motor



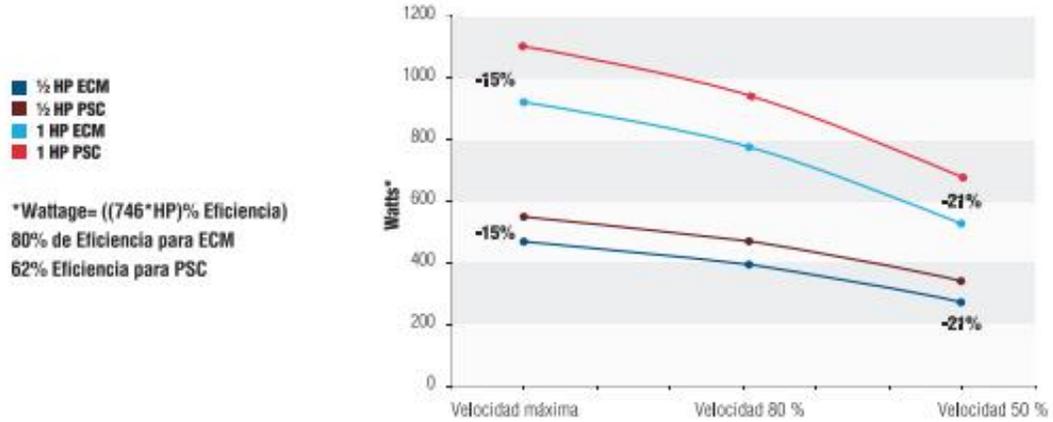
**2. Potenciometro**  
montado remotamente a poco más de 15m de la interface.

Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

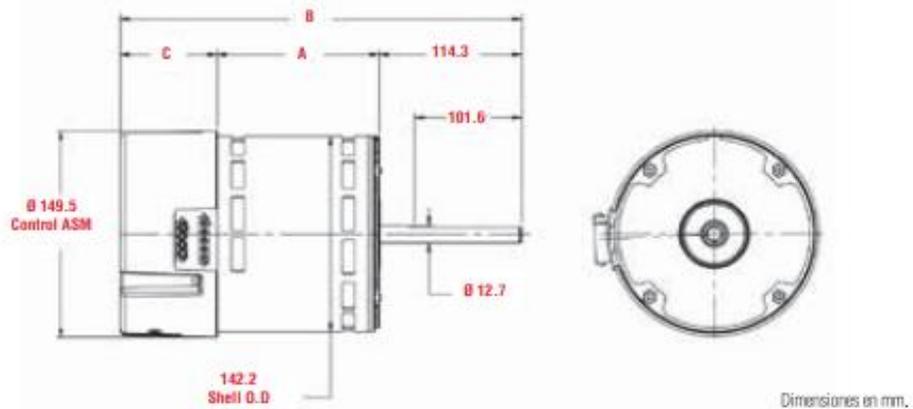
Figura.3-9 información técnica

INFORMACIÓN TÉCNICA

Consumo de energía ECM vs Motores convencionales PSC



DIMENSIONES DEL MOTOR

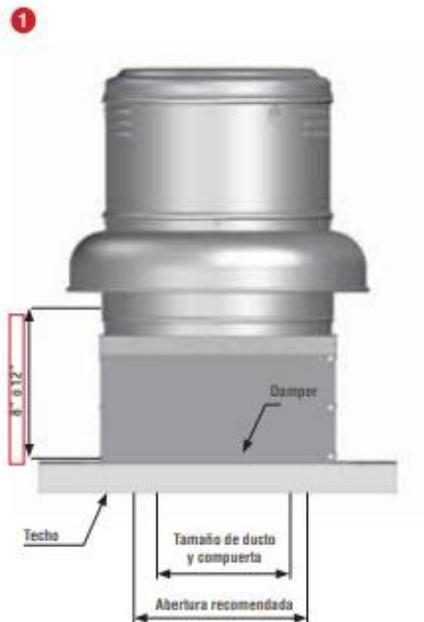


HP	RPM	Voltaje	Carcasa	Dimensión mm		
				A	B	C
<b>1800 RPM</b>						
1/3	300-1800	115 / 208-230	48	89.54	260.17	58.36
1/2	300-1800	115 / 208-230	48	89.54	260.17	58.36
3/4	300-1800	115 / 208-230	48	114.91	285.57	58.36
1	300-1800	115 / 208-230	48	114.91	298.27	69.06

HP	RPM	Voltaje	Carcasa	Dimensión mm		
				A	B	C
<b>1200 RPM</b>						
1/3	300-1200	115 / 208-230	48	89.54	260.17	58.36
1/2	300-1200	115 / 208-230	48	89.54	260.17	58.36
3/4	300-1200	115 / 208-230	48	114.91	285.57	58.36
1	300-1200	115 / 208-230	48	114.91	298.27	69.06

Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-10 recomendaciones de instalación

**RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN**

1. La fijación del extractor al techo, deberá hacerse con una base especial para montaje (Ej. Roof) con el fin de que la embocadura quede firme en la instalación. Como accesorio se puede utilizar un Damper o persiana.



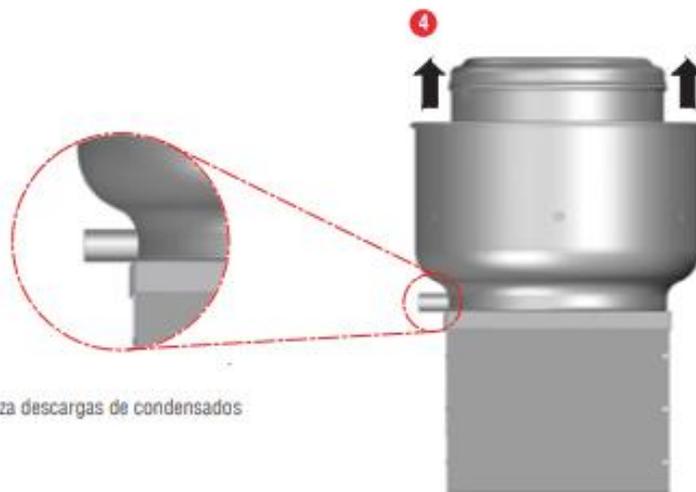
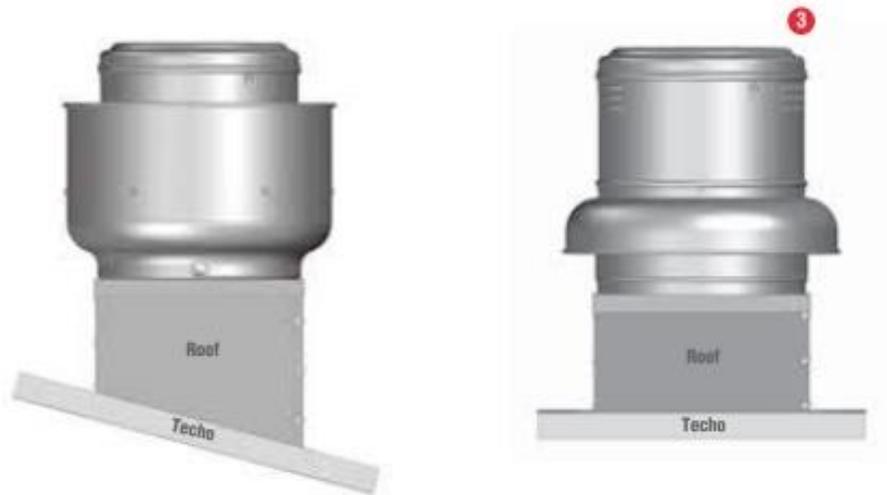
2. Se muestra una instalación del modelo CRW utilizando un Damper como accesorio. El equipo debe tener un ángulo de 90° con respecto a la vertical.

Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-11 recomendaciones

### RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN

3. Sin importar la inclinación del techo, el equipo debe tener un ángulo de 0° con relación a la horizontal.

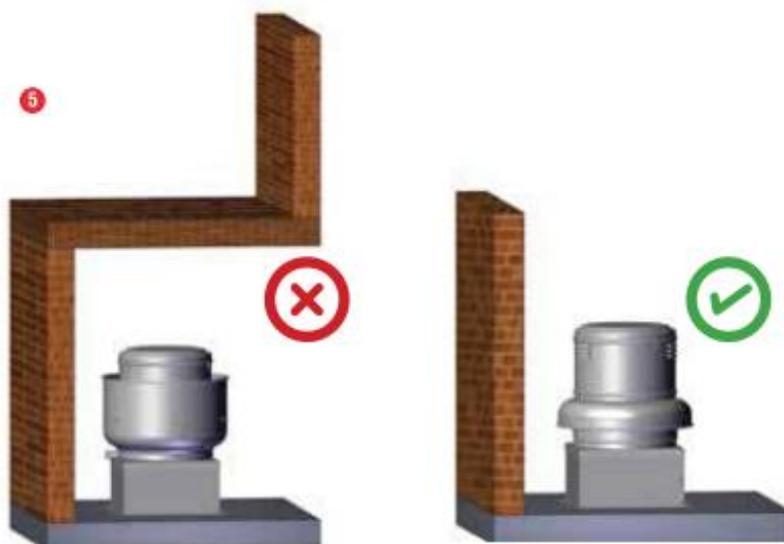


4. Canaliza descargas de condensados

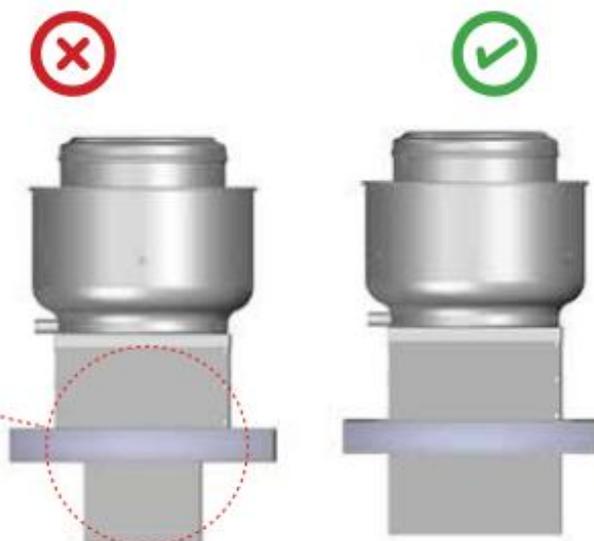
Figura.3-12 recomendaciones

## RECOMENDACIONES DE INSTALACIÓN

5. Quitar toda obstrucción de la salida del aire.



6. La unión entre el extractor y la conducción, debe estar perfectamente sellada y alineada para evitar pérdidas de prestaciones (menor caudal de extracción)



Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-13 Recomendaciones de Mantenimiento



## MANTENIMIENTO

Con el objetivo de prevenir y/o eliminar las anomalías que se generan en los equipos de ventilación o el incremento en los costos de reparación y paros no planeados, Soler & Palau recomienda la aplicación de un programa de mantenimiento predictivo basado en vibraciones.

El mantenimiento predictivo emplea tecnología de manera periódica para detectar fallas prematuras antes de convertirse en un problema grave.

### Problemas detectados mediante Análisis de Vibraciones

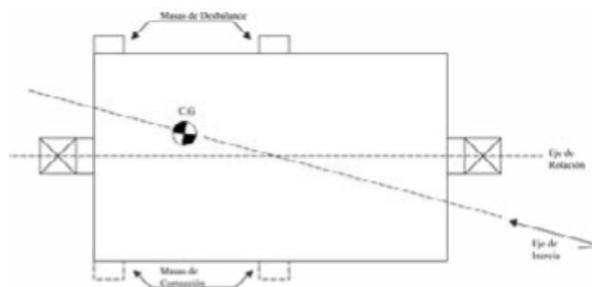
- Desbalance
- Desalineación
- Flexiones permanentes
- Fisuras en estructuras
- Rozamientos
- Deterioro o defectos en rodamientos
- Resonancias y vibraciones transmitidas
- Vibración en cimentaciones, estructuras y soportes
- Vibración inducida por flujo
- Problemas en motores eléctricos
- Problemas de lubricación

### Desbalance

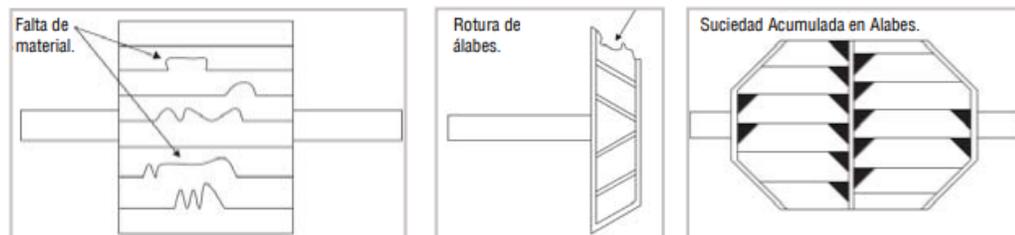
Cuando los componentes de una máquina rotatoria giran alrededor de un eje de rotación que no coincide con el eje principal de inercia, existe una condición comúnmente conocida como desbalance.



Al desbalance se le atribuye el 40% de las fallas.



Las causas más comunes que se atribuyen al desbalance, es la falta de material, rotura de álabes o la acumulación de material en el álabe.



Es muy común que debido al proceso mismo, el ventilador sea afectado por la acumulación de polvo, suciedad y otras sustancias; provocando un desbalance falso.

Figura.3-14 Inspección y mantenimiento del rodete



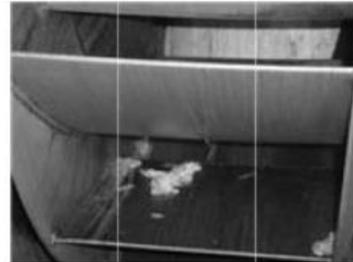
### INSPECCIÓN Y MANTENIMIENTO DEL RODETE

El uso cotidiano de un sistema de impulsión o extracción va acumulando materiales sobre las palas de un rodete, ocasionando debilitamiento en su estructura y vibraciones importantes. Si la vibración es muy fuerte, el daño puede ocasionar que los rodamientos y la propia estructura del ventilador sufran serios daños.



#### PRECAUCIÓN

Examine periódicamente el rodete para saber si hay acumulación de amulación de suciedad. En re limpio, los general cuan rotores requidieren menos o se maneja limpieza.

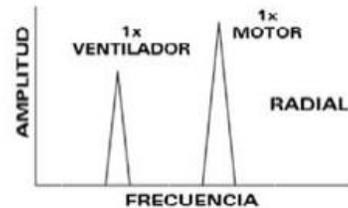


#### Desalineamiento

Ocasiona daño directamente a los rotores, rodamientos y a la transmisión (poleas-bandas). La fuente de vibración más importante en las transmisiones de bandas en "V" es generada por la desalineación de poleas. La vibración en el sentido axial, es casi siempre provocada por una desalineación entre poleas y esto puede acelerar el desgaste de los rodamientos de empuje.



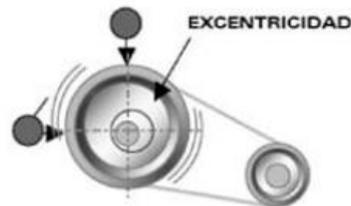
A la desalineación se le atribuye el 50% de las fallas.



#### Excentricidad

Este problema genera los mismos efectos del desbalance y es muy difícil contrarrestar esta situación mediante el balanceo.

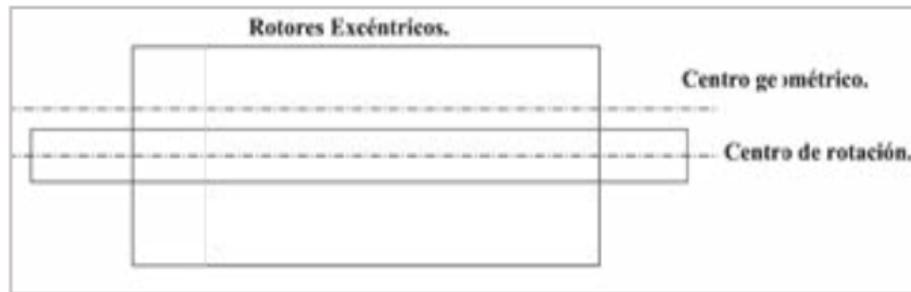
La excentricidad se puede presentar en ejes, maguitos de fijación de los rodamientos, alojamiento de los rodamientos, poleas, rotores de ventiladores, etc. Antes de llevar a cabo el balanceo se recomienda verificar la condición de excentricidad.



Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-15 inspección y mantenimiento

Cuando se requiere balancear un rotor excéntrico, después de varios intentos se logra disminuir el nivel de vibración, pero se incrementa en otra dirección radial.



## LUBRICACIÓN

Para que un rodamiento funcione de un modo fiable, debe estar adecuadamente lubricado con el fin de evitar el contacto metálico directo entre los elementos rodantes, los caminos de rodadura y las jaulas. Ver anexo A para el intervalo de lubricación  $t_f$  en horas de funcionamiento de los ventiladores S&P.

**El lubricante también evita el desgaste y protege las superficies contra la corrosión.**

Un buen lubricante debe cumplir los siguientes requisitos:

- Poseer un poder lubricante satisfactorio.
- Proteger contra el agua y la humedad.
- Contribuir a la obturación contra el polvo y suciedad.
- Resistencia a las acciones químicas especialmente oxidación, no espesarse, acidificarse o resinificarse.

### PRECAUCIÓN

No cambiar el rodamiento solamente en un soporte Y, cambie totalmente el soporte de fundición y rodamiento. Recíbalos como una unidad, ya que de fábrica el aro exterior esférico está fabricado dentro de tolerancias; por tal motivo el alojamiento también debe ser maquinado dentro de tolerancias para obtener un torque de montaje.



Una lubricación inadecuada es la causa del 36% de las fallas prematuras en rodamientos.

Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-16 Ventajas de un adecuado mantenimiento

### VENTAJAS DE UNA LUBRICACIÓN ADECUADA

#### Aumenta:

- Tiempo activo de la máquina.
- Intervalos de servicio.
- Disponibilidad y durabilidad.

#### Reduce:

- Consumo de energía por fricción.
- Generación de calor por fricción.
- Desgaste por fricción.
- Ruido por fricción.
- Tiempo inactivo.
- Contaminación del producto.
- Costos de mantenimiento y reparación.
- Corrosión.

#### Problemas asociados a una lubricación inadecuada en Ventiladores

El calor es el factor limitante en los ventiladores y es el resultado de:

- Temperatura ambiente o del gas.
- Velocidad.
- Cargas.
- Vibraciones.
- Alineamiento.

#### Temperatura

Cuando se tienen gases de escape entre 250 y 600 °C, el calor se conduce a los rodamientos. Por tanto, se necesita un diseño de alojamiento separado y un disco de enfriamiento.

#### Carga

#### Impacto

El calor incrementado debido a la carga, exige la lubricación de manera general y especialmente para la lubricación por grasa.

El efecto de una lubricación inadecuada:

- Desgaste pulido.
- Desgaste debido a la degradación del lubricante.
- Superficie irregular.
- Manchado.
- Desgaste abrasivo.

Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-17 Análisis de fallas

## ANÁLISIS DE FALLAS EN RODAMIENTOS

### Características e interpretación de fallas

Las huellas o marcas características que dejan los elementos rodantes sobre las pistas de rodadura, nos van a permitir dictaminar a través de su interpretación, cual es el problema presente en la aplicación del rodamiento (cuando ya esté ya se ha dañado).

El problema puede ser:

- Sobrecarga radial.
- Desalineación del eje.
- Exceso de lubricación.
- Lubricación deficiente.
- Corrosión.
- Huellas de presión, lo que ocasiona el descascarillado.
- Daños secundarios: desconchado (descascarillado) y fracturas.

## RELUBRICACIÓN

Los rodamientos necesitan relubricación cuando la duración de la grasa usada es inferior a la duración prevista del rodamiento. La relubricación se realiza cuando las condiciones del lubricante aún son satisfactorias.

El intervalo de lubricación adecuado depende de muchos factores. Estos factores incluyen el tipo y tamaño del rodamiento, la velocidad, la temperatura de funcionamiento, el tipo de grasa, el espacio que rodea al rodamiento y su entorno.

### Intervalos de relubricación

Los intervalos de relubricación  $t_f$  en horas, se pueden obtener con el diagrama 1, y se aplica para rodamientos con el aro interior giratorio o rotativo, en ejes horizontales y bajo condiciones de funcionamiento y de limpieza normales. Ver anexo H y anexo I, para la frecuencia de relubricación de los ventiladores Soler & Palau.

Diagrama 1. Intervalos de relubricación a temperaturas de funcionamiento de 70 °C

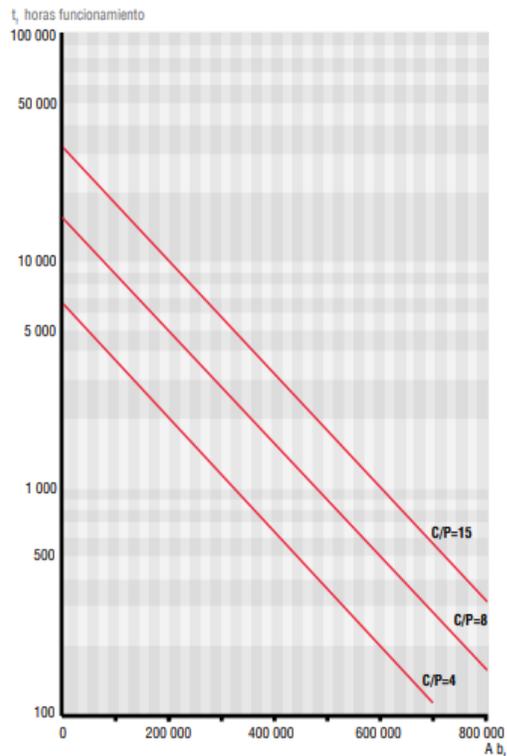


Cuando las condiciones de funcionamiento son distintas a 70 °C, se deben ajustar los intervalos de relubricación obtenidos en el diagrama 1 de acuerdo con la información proporcionada en "Ajustes de los intervalos de relubricación debido a las condiciones de funcionamiento y tipos de rodamientos".



Si el valor especificado para el intervalo de relubricación  $t_f$  es demasiado corto para una aplicación determinada, se recomienda:

- Comprobar la temperatura de funcionamiento del rodamiento.
- Comprobar si la grasa está contaminada por partículas sólidas o fluidos.
- Comprobar las condiciones de funcionamiento del rodamiento, como la carga o la desalineación y por último, se debe considerar el uso de una grasa más adecuada.



Fuente: Grupo SKF

Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-18 Recomendaciones de ajustes



## AJUSTES DE LOS INTERVALOS DE RELUBRICACIÓN

### Debido a las condiciones de funcionamiento y tipos de rodamientos

#### Temperatura de funcionamiento

Para tener en cuenta la aceleración del envejecimiento de la grasa con el aumento de la temperatura, se recomienda reducir a la mitad los intervalos indicados en el diagrama 1 por cada 15 °C de incremento de la temperatura de funcionamiento por encima de los 70 °C, recordando que no se debe superar el límite superior de temperatura para un rendimiento eficaz de la grasa.

Se puede prolongar el intervalo de relubricación  $t_f$  a temperaturas inferiores a 70 °C si la temperatura no está cerca del límite inferior de temperatura para un rendimiento eficaz.

Para muchas aplicaciones existe un límite práctico para la lubricación con grasa, cuando el aro del rodamiento con la temperatura más elevada alcanza una temperatura de funcionamiento de 100 °C. Por encima de esta temperatura se deben usar grasas especiales. Asimismo, deben tenerse en cuenta la estabilidad térmica del rodamiento y el fallo prematuro de la obturación.

#### ⚠ PRECAUCIÓN

En ningún caso se recomienda ampliar el intervalo de lubricación  $t_f$  por más del doble. En el caso de los rodamientos completamente llenos de elementos rodantes, y los rodamientos axiales de rodillos, los valores para  $t_f$  obtenidos del diagrama 1 no deben ser ampliados. Asimismo, no se recomienda el uso de intervalos de relubricación que rebasen las 30,000 horas.

#### Eje vertical

Para los rodamientos montados en ejes verticales, los intervalos obtenidos en el diagrama 1 se deben reducir a la mitad. Es indispensable usar una buena obturación o placa de retención, para evitar que la grasa se fugue de la disposición de rodamientos.

#### Vibración

Una vibración moderada no perjudicará la duración de la grasa, pero unos niveles altos de vibración y de choque, como los que se producen en las cribas vibratorias, harán que la grasa se agite. En estos casos se debe reducir el intervalo de relubricación. Si la grasa se reblandece demasiado, se debe utilizar una grasa con una mejor estabilidad mecánica.

#### Desalineación

Una desalineación constante dentro de los límites admisibles no perjudica la duración de la grasa en los rodamientos de rodillos a rótula o los rodamientos de bolas a rótula.

#### Contaminación

En caso de entrada de contaminación, se debe realizar la relubricación con mayor frecuencia, con el fin de reducir los efectos negativos de las partículas contaminantes sobre la grasa a la vez que se reducen los efectos perjudiciales causados por el excesivo giro de las partículas. Los fluidos contaminantes (agua y otros líquidos) también requieren un intervalo de relubricación menor.

#### ⚠ PRECAUCIÓN

Si la contaminación es alta, se debe considerar una relubricación continua.

Figura.3-19 Procedimiento de relubricación del equipo



## PROCEDIMIENTOS DE RELUBRICACIÓN

La elección del procedimiento de relubricación depende, por lo general, de la aplicación y del intervalo de relubricación  $t_f$  obtenido:

Si el intervalo de relubricación es inferior a seis meses, el método más cómodo y preferible es la reposición. Este método permite un funcionamiento sin interrupciones, y ofrece una temperatura constante más baja en comparación con la relubricación continua.

Cuando los intervalos de relubricación son superiores a seis meses, generalmente se recomienda renovar el llenado de grasa. Este procedimiento se suele aplicar como parte del programa de mantenimiento de los rodamientos.

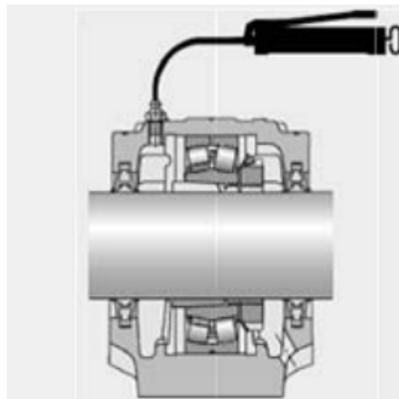
### ¿Cuándo se usa la relubricación continua?

La relubricación continua se usa cuando los intervalos de relubricación estimados son cortos, por ejemplo a causa de los efectos perjudiciales de la contaminación, o cuando no resulta cómodo usar otros métodos de relubricación debido a la dificultad de acceso al rodamiento. No obstante, la relubricación continua no está recomendada para las aplicaciones con altas velocidades de giro (r.p.m. altas), ya que la continua agitación de la grasa puede causar unas temperaturas de funcionamiento muy elevadas y la destrucción de la estructura del espesante de la grasa.

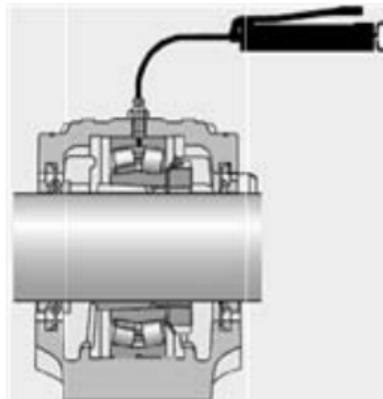
Cuando en una disposición de rodamientos, se utilizan rodamientos diferentes, es bastante habitual aplicar el menor intervalo de relubricación estimado para ambos rodamientos.

### Reposición

El rodamiento y el alojamiento se deberán llenar de grasa. Específicamente, el rodamiento debe quedar completamente lleno, mientras que el espacio libre que queda en el alojamiento debe estar parcialmente lleno de grasa. Dependiendo del método de reposición que se pretenda utilizar, se recomiendan los siguientes porcentajes de llenado de grasa para el espacio libre en el alojamiento:



40 % cuando la reposición se realiza desde el lateral del rodamiento



30 % cuando la reposición se realiza a través de la ranura anular y los orificios de lubricación situados en el aro exterior o interior del rodamiento.

Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-20 Procedimientos de Rel

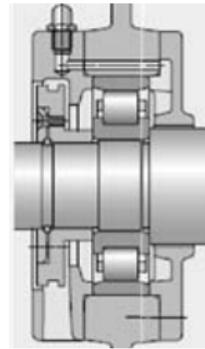


### PROCEDIMIENTOS DE RELUBRICACIÓN

Para facilitar el suministro de grasa mediante el uso de una pistola engrasadora, se debe colocar una boquilla engrasadora en el soporte.

Si se utilizan obturaciones rozantes, el soporte debe tener un orificio de escape con el fin de impedir la acumulación de grasa en el espacio alrededor del rodamiento (ver figura del inciso a) ya que esto podría causar un aumento permanente de la temperatura del mismo. Cuando se utilice agua a alta presión para la limpieza, este orificio de escape se debe tapar.

Cuando los rodamientos funcionan a altas velocidades, existe más peligro de que se acumule el exceso de grasa en el espacio alrededor del rodamiento, y que esto origine picos de temperatura perjudiciales, tanto para la grasa como para el rodamiento. En estos casos, se aconseja utilizar una válvula de escape para la grasa en lugar de un orificio de escape. De este modo se evita la lubricación excesiva del rodamiento y se permite su relubricación mientras la máquina está en funcionamiento. La válvula de escape de grasa se compone básicamente de un disco que gira con el eje y que forma un estrecho intersticio junto con la tapa lateral del soporte.



El disco expulsa la grasa sobrante y usada a una cavidad anular, y ésta sale del soporte a través de una abertura situada en la parte inferior de la tapa lateral.

#### Renovación del llenado de grasa

Cuando se renueva el llenado de grasa en el intervalo de relubricación estimado o después de varias reposiciones, se deberá extraer y reemplazar toda la grasa usada en la disposición de rodamientos por grasa nueva.

Para poder renovar el llenado de grasa, el soporte del rodamiento debe ser accesible fácilmente y poder abrirse. Para tener acceso al rodamiento, se puede retirar la tapa de los soportes de dos piezas y las tapas laterales de los soportes enterizos. Después de retirar la grasa usada, se debe introducir primero grasa nueva entre los elementos rodantes. Se debe tener mucho cuidado para evitar que entren contaminantes en el rodamiento o en el soporte durante la relubricación, y también se debe proteger la propia grasa.

Cuando los soportes son menos accesibles pero disponen de boquillas engrasadoras y orificios de escape, el llenado de grasa se puede renovar totalmente relubricando varias veces, de manera sucesiva, hasta que se haya expulsado toda la grasa vieja del rodamiento. Este procedimiento requiere una cantidad de grasa mucho mayor que la necesaria para la renovación manual de la misma. Asimismo, este método de renovación está limitado por las velocidades de funcionamiento: a altas velocidades, aumentará indebidamente la temperatura a causa de la excesiva agitación de la grasa.

#### PRECAUCIÓN

Se recomienda utilizar guantes resistentes a la grasa para evitar reacciones

Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-21 Mantenimiento preventivo de bandas



### MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE TRANSMISIONES POR BANDAS EN "V"

Por medio de un programa de mantenimiento periódico, sus transmisiones funcionarán sin problemas durante mucho tiempo. Inspeccionar las transmisiones antes de que fallen permite evitar paros de producción y retrasos costosos.

#### Característica de las bandas flojas o desgastadas

Los defectos por desgaste de bandas detectables mediante análisis de vibración son: grietas, trozos de banda desprendidos, zonas duras y suaves, nudos en las caras de la banda, banda torcida o perfil deformado por empaque y almacenamiento.

La variación del ancho de la banda ocasiona que las bandas entren y salgan de las acanaladuras de la polea, creando vibración debida a las variaciones en la tensión de la banda. Esta condición va a generar armónicas de la frecuencia de la banda.

Una banda dentada floja genera vibración alta a una frecuencia igual al número de dientes por la velocidad de giro. Una tensión desigual en transmisión de bandas tipo "V" múltiple, generará alta vibración en el sentido axial.

El desgaste de las bandas, el aflojamiento, o el desajuste, normalmente generaran vibración en dirección radial, particularmente en línea con la tensión de la banda.

#### Característica de la Desalineación de Poleas

La vibración en el sentido axial es casi siempre provocada por una desalineación entre poleas y esto puede acelerar el desgaste de los rodamientos de empuje.

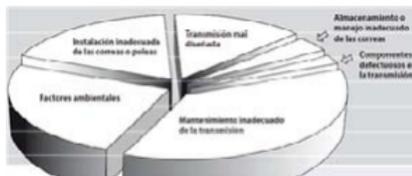
La desalineación de poleas produce alta vibración a una vez la frecuencia de giro, especialmente en sentido axial. Esta vibración es dominante en la frecuencia de giro de la de impulsión y ocasionalmente en la de transmisión.

#### Causas de problemas en los sistemas de transmisión

Las transmisiones de bandas en "V" son muy sensibles a condiciones de desalineación, desbalance, soltura mecánica, etc.

Se recomienda una inspección periódica de los ventiladores. Los principales puntos recomendados a controlar deben ser:

- Temperatura de los rodamientos (ver anexo H e I para la cantidad de grasa a relubricar).
- Vibración de la carcasa y rodamientos.
- Tensión y desgaste de las bandas.
- Alineación y sentido de giro del rodete.
- Desgaste y acumulación de material sobre las palas del rodete.



Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

### 3.2 Criterio de equipo o Modelo Seleccionado

Seleccionamos el extractor considerando las fichas técnicas de la página web del fabricante “SOLER PALAU” del siguiente enlace:

<https://www.solerpalau.mx/ASW/recursos/prod/f.t%20crtl-t%20vo%20dic%202020.pdf>

Para aplicaciones industriales el fabricante sugiere extractores de alta presión tipo “H”, posteriormente identificamos en las fichas técnicas los extractores que manejan volúmenes de extracción superiores a 23149 m<sup>3</sup>/h.

Los modelos CRVH T-30 y superiores manejan estos volúmenes de extracción de aire.

Se escogerá el extractor modelo CRVH T-33 con las siguientes características:

- Volumen de extracción (m<sup>3</sup>/h): 24432 m<sup>3</sup>/h
- RPM: 700
- PRESIÓN ESTÁTICA inwg/mmca: 0.75/19.05
- BHP 5.21
- Decibeles (dB): 75

Este modelo cumple con el dimensionamiento de volúmenes de aire por el balance de cargas térmicas que fue calculado, sin embargo, de acuerdo con las necesidades futuras de la planta de procesamiento se pueden considerar modelos de mayor volumen de extracción.

Figura.3-22 condiciones de diseño



## CRVL-T

CRVL-T-33-5HP/4-625RPM-(208-230-3)



Los extractores centrífugos **CR** son una amplia gama de alta eficiencia para montaje en techo.

**CRVL-T Extractor centrífugo de montaje en techo, baja Presión**, marca S&P, con caudal 23.423 m<sup>3</sup>/h y presión 0.313 Inwg, para aplicaciones de extracción de aire con grasa descarga vertical, con transmisión poleas-bandas diseñadas y calculadas acorde a las necesidades requeridas.

**Detalles constructivos:**

Fabricado en aluminio rechazado, brinda una apariencia estética, peso ligero y otorga una resistencia contra agentes corrosivos del medio ambiente. Los rodetes de álabes rectos atrasados balanceados dinámicamente, están fabricados con aleaciones especiales de aluminio. Su diseño aerodinámico, les permite guiar el aire dentro de la estructura del ventilador, sin turbulencia.

**Rango de trabajo:**

Caudal desde 1013 m<sup>3</sup>/hr (596 CFM) hasta 59666m<sup>3</sup>/hr (35139 CFM).  
Con presión máxima de hasta 47.64 mmca (1.87 Inwg).

**Aplicaciones:** desde uso comercial a industrial, donde se requiere extraer aire con grasa.

SolerPalau Sistemas de Ventilación SLU certifica que este modelo tiene licencia para llevar el sello AMCA Seal for Air Performance. Los índices mostrados están basados en ensayos y procedimientos llevados a cabo de acuerdo con la publicación AMCA 211, y cumple con los requerimientos del AMCA Certified Ratings Program.

Las prestaciones están certificadas para instalaciones tipo D; conductos en admisión y descarga, sin contar el efecto de accesorios. El sello AMCA Certified Ratings Seal aplica únicamente a las prestaciones de aire. Los índices de potencia excluyen pérdidas de transmisión.

Versión de revisión EasyVent v11, mayo 2020. El certificado se puede consultar en [AMCA](#).

**Punto requerido**

Caudal 22.946 m<sup>3</sup>/h  
Presión Estática 0,300 Inwg  
Temperatura 30 °C  
Altitud 500 m  
Densidad 1,1 Kg / m<sup>3</sup>  
Frecuencia 60 Hz

**Punto de trabajo**

Caudal 23.423 m<sup>3</sup>/h  
Presión estática 0,313 Inwg @ 1.1 kg/m<sup>3</sup>  
Presión dinámica 0,286 Inwg @ 1.1 kg/m<sup>3</sup>  
Presión total 0,598 Inwg @ 1.1 kg/m<sup>3</sup>  
Presión estática estándar 0,341 Inwg @ 1.2 kg/m<sup>3</sup>  
Presión dinámica estándar 0,312 Inwg @ 1.2 kg/m<sup>3</sup>  
Presión total estándar 0,653 Inwg @ 1.2 kg/m<sup>3</sup>  
Eficiencia 40  
Pot Elect absorbida 3,71 hp  
Potencia útil 3,28 Hp @ 1,1 kg/m<sup>3</sup>  
Potencia útil estándar 3,58 Hp @ 1,2 kg/m<sup>3</sup>  
Factor de Servicio Req 10  
Velocidad descarga 11,4 m/s  
Velocidad aspiración 4,9 m/s  
Velocidad ventilador 625 rpm  
Potencia específica 0,46 W/lvs

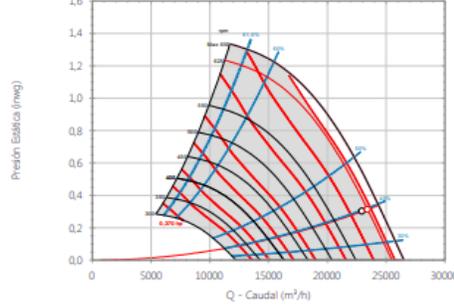
**Construcción**

Diámetro impulsión 33 mm  
Tamaño ventilador 33  
Peso 175,82 kg

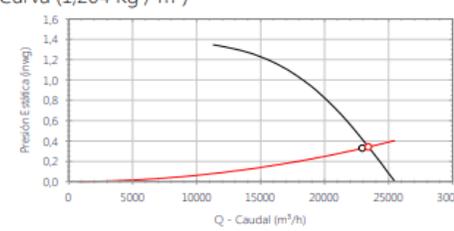
**Características del motor**

Número de Polos 4  
Potencia motor 5 Hp  
Tensión 3-208-230/460V-60Hz  
Intensidad máxima absorbida 12,5 A / 6,3 A  
Índice de protección IP54  
Clase motor B

**Curva**



**Curva (1,204 Kg / m<sup>3</sup>)**



**Características acústicas**

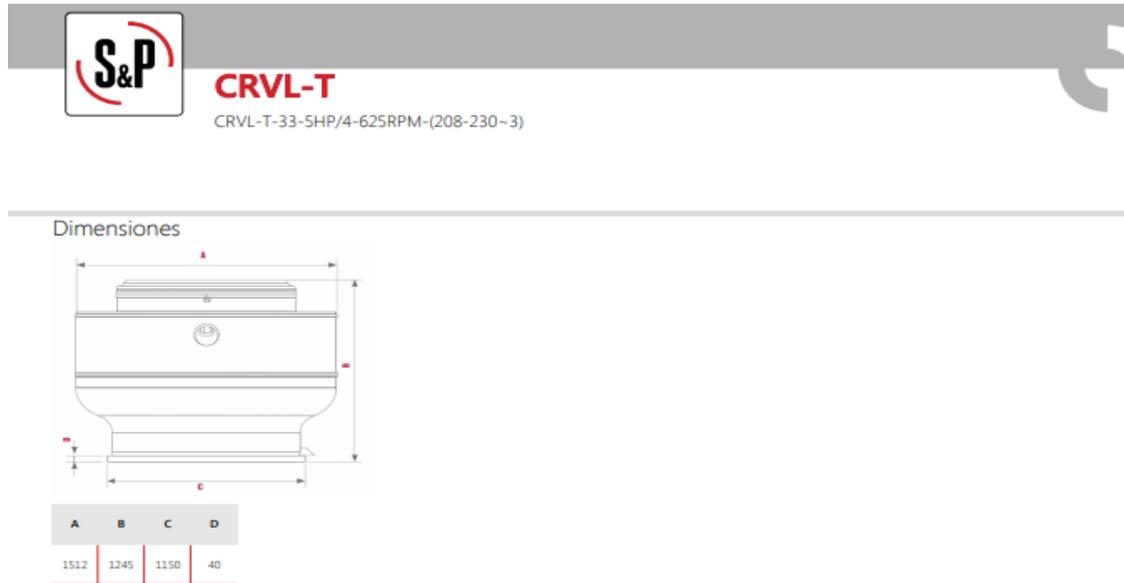
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	Total
Descarga (LwA)	54	64	65	67	66	69	67	56	75
Descarga LpA @ 1,5m	39	49	50	52	51	54	52	41	60



0-1

Fuente. (Soler & Palau Ventilation Group , 2020)

Figura.3-23 condiciones de diseño (Soler &amp; Palau Ventilation Group , 2020)



Fuente. (Soler &amp; Palau Ventilation Group , 2020)

### 3.3 Cotización

Figura.3-24 cotización



**S&P Colombia S.A.S**  
 NIT: 900157534-0  
 Parque Industrial Los Nogales - Bodega 10  
 Autopista Medellín Km 2.7  
 Cota – Cundinamarca - Colombia  
 PBX: - Línea Gratuita 01800 915 7270 - Tel. Portería: 877 37 96  
 www.solerpalau.co – comercial@solerpalau.com.co



SEÑORES:  
**PROSPECTO ZONA VALLE**  
**ATN : MARIANA HERRERA**  
 Cali, Valle del Cauca

FECHA: 18/05/2021

**COTIZACIÓN Nro. 45862**

Gracias a su amable solicitud, nos permitimos cotizarle los siguientes ventiladores-extractores marca S&P. Importados de España, México, Brasil y/o Estados Unidos, Ventiladores-extractores marca Ferrari. Importados de Italia. Fabricados bajo las normas ISO 9001 - ISO 9002 – AENOR – UL\* – AMCA – ENAC:

CORREGIDO A: VILLAVICENCIO

ITEM	REF. Cliente	ARTÍCULO	DESCRIPCIÓN	CANT.	V. UNITARIO	VALOR TOTAL	
1	1	CRVL-T 33	Extractor centrífugo de tejado, tipo hongo, marca S&P, modelo CRVL-T 33, aleta recta atrassada en aluminio, descarga vertical, transmisión por poleas al motor. NO INCLUYE INTERRUPTOR, Caudal: 23423 C.F.M., Presión: 0,3 In c.d.a., RPM: 625, MOTOR 5.0 HP 1800 RPM ALTA EFICIENCIA TRIFASICO 220V/440V VOLTAJE: Trifásico 220 - 230 V	1	USD\$ 3,224	USD\$ 3,224	
						SUBTOTAL	USD\$ 3,224
						IVA 19%	USD\$ 613
						TRANSPORTE	USD\$ 0
						TOTAL NETO	USD\$ 3,837

\* Precios en dolares Americanos

MERCANCIA PUESTA EN BODEGA DE S&P COLOMBIA S.A.S. COTA-CUNDINAMARCA. NO INCLUYE FLETES	
EL DESCUENTO INCLUIDO SÓLO APLICA PARA LA TOTALIDAD DEL VALOR DE LA OFERTA, EN CASO DE COMPRA PARCIAL SE REPLANTEARÁ Y AJUSTARÁ DICHO DESCUENTO.	
La anulación de su orden de compra pasados 5 días después de recibida, generará una multa equivalente al 20% del valor total de la orden, suma que será descontada de su anticipo.	
PRECIOS EN DOLARES AMERICANOS A LA TRM DEL DÍA DE LA FACTURA Y/O A LA DISPONIBILIDAD DE EQUIPOS.	
PLAZO DE ENTREGA	6-8 SEMANAS. CONTADOS A PARTIR DE RECIBIDO EL ANTICIPO
FORMA DE PAGO	Contado
VALIDEZ DE LA OFERTA	2 semanas
Condiciones Comerciales	Para el despacho, a partir del cancelado total de la factura. Para el plazo de entrega, a partir que se haga efectivo el anticipo correspondiente. La mercancía corre por cuenta y riesgo del cliente. S&P COLOMBIA S.A.S. no se hace responsable por la información técnica omitida accidental o intencionalmente por el cliente.

**\*Norma UL: Sólo bajo pedido.**

---

Autopista Medellín Km 2.7 Parque Industrial Los Nogales - Bodega 10 - PBX: – Línea Gratuita 01800 915 7270 - Tel. Portería: 877 37 96  
 www.solerpalau.co – comercial@solerpalau.com.co

Figura.3-25 cotización



**S&P Colombia S.A.S**  
 NIT: 900157534-0  
 Parque Industrial Los Nogales - Bodega 10  
 Autopista Medellín Km 2.7  
 Cota - Cundinamarca - Colombia  
 PBX: - Línea Gratuita 01800 915 7270 - Tel. Portería: 877 37 96  
 www.solerpalau.co – comercial@solerpalau.com.co



Cordialmente,



**Norberto Navas**  
 Departamento Comercial,  
 S&P COLOMBIA S.A.S.





### **3.4 Sistema de Control**

Después de haber determinado las cargas térmicas, necesarias para el acondicionamiento del área y haber seleccionado el equipo según dicha carga se prosigue con el diseño del sistema de control el mismo que opera los equipos bajo las condiciones preestablecidas.

El sistema de control automatizado provoca la reacción de los equipos sin necesidad de un operador para realizar las tareas preseleccionadas; dicho control ocurre cuando una señal produce cuando la temperatura de los sensores sobre pasa el nivel establecido, para obtener el resultado requerido ya sea ajuste de temperatura o humedad.

En el diseño del sistema de control automático se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Capacidad del sistema para controlar los equipos.
- La capacidad de integrar el sistema instalado con un sistema de mando automatizado, sin necesidad de control remoto.
- El sistema de ventilación requiere de un control ya sea automático o manual; en el caso de nuestro equipo esta labor será realizada por un control automático que opera de forma más precisa, para generar confiabilidad de confort, seguridad y eficiencia energética.
- Sensores de temperatura que midan la temperatura de operación, diferencial o los límites de temperatura.

Figura.3-26 Arduino uno



Figura.3-27 programación sistemas de control

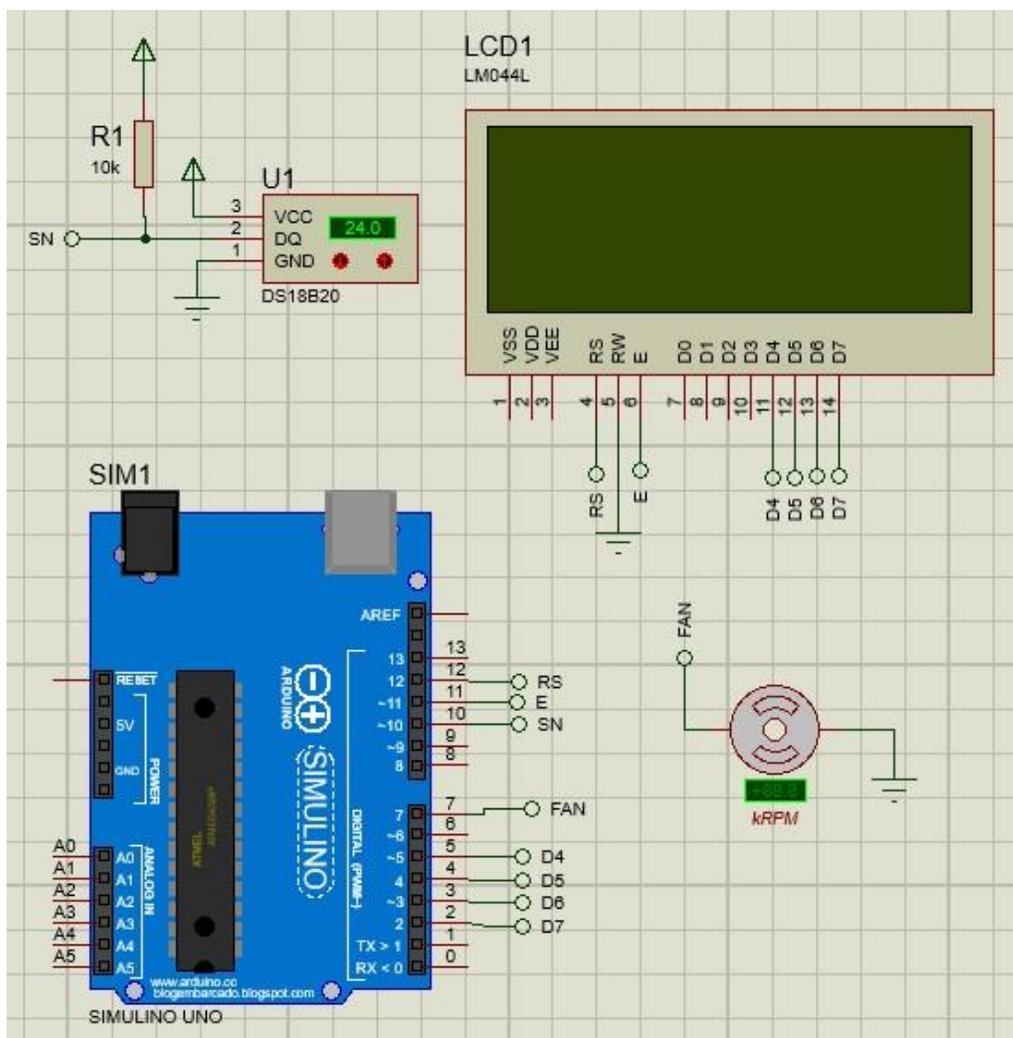
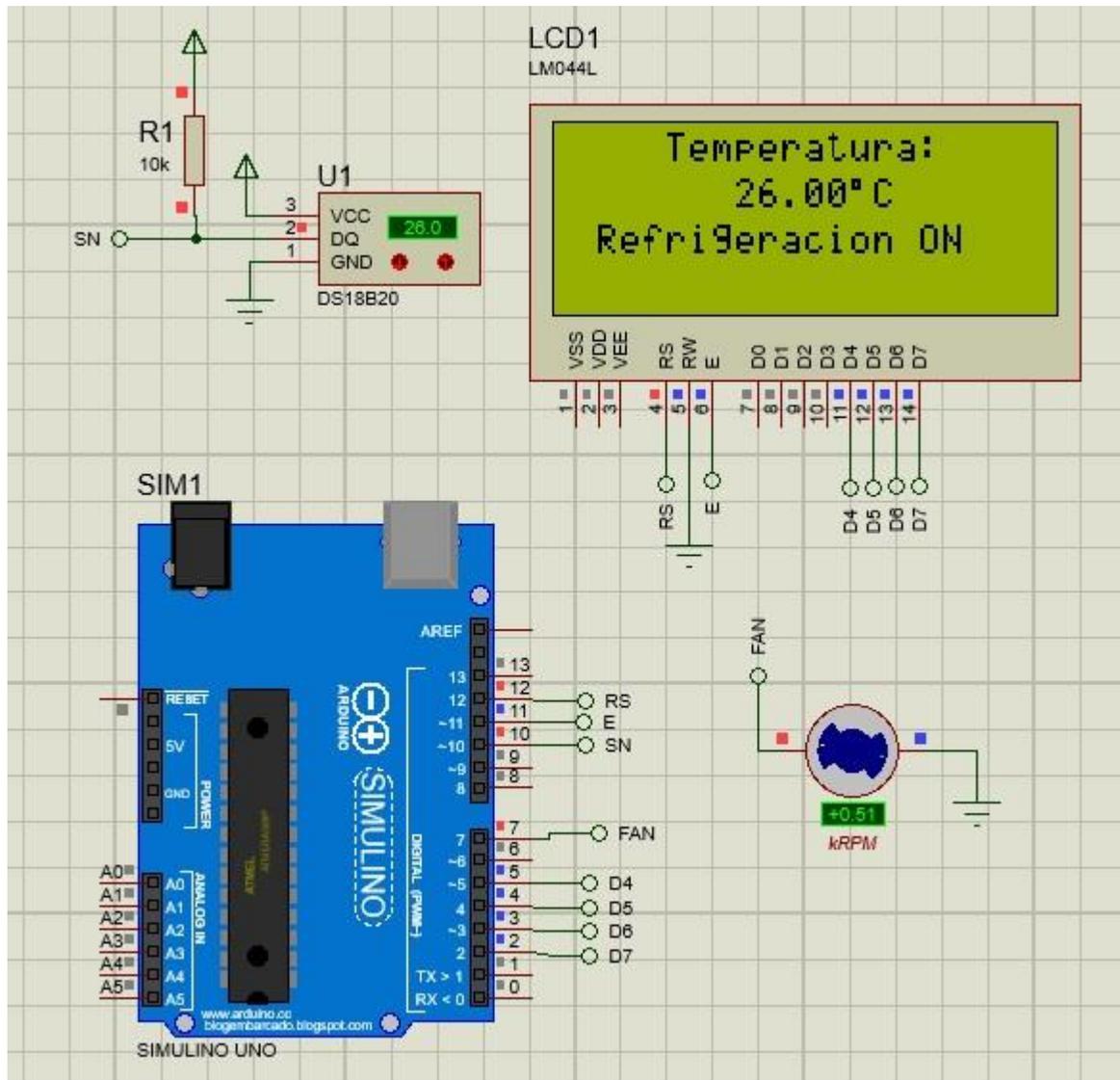


Figura.3-28 Programación sensor



## 4. Capítulo 4

### 4 Conclusiones

En este proceso de acompañamiento al requerimiento de la empresa Comestibles El Gaván quedó evidenciado que las tecnologías son una herramienta fundamental en la competitividad y están relacionadas con reducir los gastos de producción.

La empresa Comestibles El Gaván tiene la necesidad de instalar el sistema automatizado de disipación de calor para solucionar el problema de temperatura, una vez realizado del análisis térmico de la planta de producción de la empresa se evidencio que los valores de emisión de calor no son los permisibles.

Una vez realizados los cálculos de la carga térmica el caudal de aire que se debe extraer es de  $23145 \text{ m}^3/h$  y el equipo seleccionado al ser CRVH T-33 genera  $24000 \text{ m}^3/h$  lo que significa que este equipo es el adecuado para para extraer el caudal de aire requerido y no genera ningún inconveniente de operación.

Para la selección de este equipo se debía tener en cuenta aspectos como: infraestructura de la planta, tipo y espacio a climatizar, por lo tanto se identificó que el sistema mas adecuado es el extractor CRVH T-33 el cual no genera dificultad en su instalación y no ocupa gran espacio ya que este es un equipo compacto que no requiere de equipos adicionales.

Se evidenció que el grado de riesgo es una medida potencial que perjudica las condiciones térmicas del área evaluada, el cuerpo humano debe mantener una temperatura adecuada que fluctúa entre  $36^\circ\text{C}$  y  $38^\circ\text{C}$ , el cuerpo reacciona para eliminar el exceso de calor sin embargo este sigue recibiendo calor en una

cantidad mayor a la que puede eliminar; causando que la persona sufra estrés térmico.

Se crea una secuencia de automatización mediante Arduino el cual controla el debido proceso lo que le permite funcionar de manera autónoma e interactuar entre si teniendo en cuenta las condiciones ambientales exteriores.

De este modo se satisface las necesidades de la empresa desarrollando este sistema de control integrado que le permite el acceso al proceso de climatización.

Para el funcionamiento de los procesos de producción de la empresa es muy importante contar con los cálculos de la carga térmica para establecer de forma acertada cual es la disipación real de calor de la planta, basándose en estos cálculos poder seleccionar el equipo adecuado que se adapte a las necesidades.

## Bibliografía

- Acero, L. Y. (12 De Jun De 2019). Tipos De Extractores De Aire. (M. Morcillo, Ed.) *Laminas Y Acero* , 2. Obtenido De [Https://Blog.Laminasyaceros.Com/Blog/Tipos-De-Extractores-De-Aire](https://Blog.Laminasyaceros.Com/Blog/Tipos-De-Extractores-De-Aire)
- Allan, D., Abdul , A., & Welty, J. (1956). *Extended Surface Heat Transfer*. Londres.
- By. (10 De 07 De 2014). *Cero Grados* . Obtenido De <Https://0grados.Com.Mx/Extractores-De-Aire/>
- Fuertes Molina , J. (30 De Diciembre De 2016). Confort Termico. *Alternativas Renovables*, 2. Recuperado El 02 De Mayo De 2021, De <Http://Alternativarenovable.Blogspot.Com/2016/12/Confort-Termico.Html>
- Garcia, A. O. (02 De 01 De 21). *Seis Cubos*. Recuperado El 15 De 04 De 21, De <Https://Www.Seiscubos.Com/Conocimiento/Confort-Termico-Y-Cuerpo-Humano>
- Incopera, F., & Dewitt, D. (1996). *Fundamentos De Transferencia De Calor* . México: Prentice Hall.
- Institucional GI Centros Farmacia. (03 De 05 De 2013). *Estres Termico Por Calor* . Obtenido De [Https://Www.Usc.Es/Export9/Sites/Webinstitucional/GI/Centros/Farmacia/Descargas/Documentos2013/Estres\\_Termico\\_.Pdf](Https://Www.Usc.Es/Export9/Sites/Webinstitucional/GI/Centros/Farmacia/Descargas/Documentos2013/Estres_Termico_.Pdf)
- Kreith, F., Manglik, R., & Bohn, M. (2012). *Principios De Transferencia De Calor*. México: Impresos Vacha S.A.

- La Casa Del Chef. (19 De Marzo De 2020). *Productos Para Hosteleria Y Comercio* . Recuperado El 14 De 02 De 2021, De La Tienda De Maquinaria Y Utensilios Profesionales Para Hosteleria :  
[Https://Lacasadelchef.Net/](https://Lacasadelchef.Net/)
- Martinez, L. (10 De 02 De 2021). *Confort Térmico En La Arquitectura: La Clave Para Sentirse A Gusto*. Recuperado El 15 De 04 De 21, De  
[Https://Www.Crehana.Com/Co/Blog/Diseno-Grafico/Confort-Termico-Arquitectura/](https://Www.Crehana.Com/Co/Blog/Diseno-Grafico/Confort-Termico-Arquitectura/)
- Motorex. (05 De 08 De 20). *Motres Lider En El Suministro De Equipos E Insumos Industriales*. Recuperado El 15 De 04 De 21, De  
[Http://Www.Motorex.Com.Pe/Blog/Beneficios-Instalar-Extractor-Aire/](http://Www.Motorex.Com.Pe/Blog/Beneficios-Instalar-Extractor-Aire/)
- Muqeeet, M. (2015). *Plc And Scada Based Control Of Cotinuous Stirred Tank Reactor*. Paris: Ijireeice.
- Primitiva, C. (17 De 06 De 17). *Upcommouns Upc Edu*. Recuperado El 04 De 02 De 21, De  
[Https://Upcommons.Upc.Edu/Bitstream/Handle/2117/93416/07capitulo2.Pdf?Sequence=7](https://Upcommons.Upc.Edu/Bitstream/Handle/2117/93416/07capitulo2.Pdf?Sequence=7)
- Sanchez, M. (S.F.). *Mundo Hvacr*. (A. Nieto, Editor) Recuperado El 15 De 04 De 21, De Sistemas De Extraccion Y Ventilacion :  
[Https://Www.Mundohvacr.Com.Mx/2013/05/Sistemas-De-Extraccion-Y-Ventilacion-En-Restaurantes/](https://Www.Mundohvacr.Com.Mx/2013/05/Sistemas-De-Extraccion-Y-Ventilacion-En-Restaurantes/)
- Soler & Palau Ventilation Group . (02 De 01 De 2020). *Soluciones En Ventilación - Syp Colombia Sas*. Recuperado El 15 De 04 De 21, De  
[Https://Www.Solerpalau.Co/Home/](https://Www.Solerpalau.Co/Home/)
- Tecnovientos. (02 De 06 De 21). *Tecnovientos*, 1. Recuperado El 02 De 06 De 2021, De [Https://Tecnovientos.Com/Categoria-Producto/Extractores-Industriales](https://Tecnovientos.Com/Categoria-Producto/Extractores-Industriales)

## Anexos

### Anexo A. Evaluación del confort térmico

<b>EVALUACION DEL CONFORT TERMICO</b>										
Fecha: 12 de Feb de 2021			Dirección: Vereda Caney Alto			Ciudad: Restrepo				
Empresa: Comestibles El Galván					Persona de contacto: German Gordillo					
Num	Area	Sitio / Operación	Hora	%HR	TG (temperatura de globo)	TA (temperatura del aire)	WB	WBGT temperatura de globo y bulbo húmedo	VLP (Valores Limites Permisibles)	Rango
1	Hornos	Punto 1	3:30 p.m.	47,5	37,5	34,8	22,2	29,6	25,9	1,11
2		Punto 2	3:45 p.m.	40,5	45,3	34,8	25,5	29,2		
3		Punto 3	4:00 p.m.	47,9	36,4	34	25,2	28,6		
4		Punto 4	04:15 a. m.	45,9	35	33,8	25,3	28,5		
			PROMEDIO PONDERADO	45,5	38,6	34,4	24,6	28,8	Grado de Riesgo	<b>ALTO</b>

## Anexo B. Informe de confort térmico de Comestibles El Gaván

[INFORME CONFORT COMESTIBLES EL GAVAN \(2\).pdf](#)



### INFORME DE CONFORD TERMICO

### COMESTIBLES EL GAVÁN

Asesoría técnica y metodológica de: SEHICOC S.A.S.

Nombre del profesional: HERMAN HERRERA VIVAS  
Profesión: Ingeniero Industrial  
Especialista en Salud Ocupacional  
Lic. En S.O: 0806 del 31 de Mayo de 2011

Febrero de 2021



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

### Contenido

1	INTRODUCCIÓN .....	3
2	OBJETIVOS .....	4
2.1	Objetivos específicos .....	4
3	MARCO DE REFERENCIA .....	4
3.1	Vocabulario técnico .....	4
4	MARCO TEORICO .....	7
4.1	Tensión térmica .....	7
4.2	Intercambio térmico entre el hombre y el medio ambiente .....	7
4.3	Factores ambientales influyentes en el intercambio térmico .....	8
4.4	Factores personales influyentes en el estrés térmico .....	8
4.5	ESTRÉS TERMICO POR CALOR .....	8
5	Estrés térmico – Método TGBH .....	9
5.1	Grado de riesgo (G.R.) .....	10
6	METODOLOGÍA .....	11
6.1	Descripción de la empresa .....	11
6.2	Origen y descripción del estudio .....	11
6.3	Estrategia de muestreo .....	11
6.4	Equipo. ....	12
6.5	Metodología de evaluación. ....	12
7	Valores límites permisibles de referencia. ....	13
8	RESULTADOS .....	14
8.1	Carga metabólica y relación trabajo – descanso .....	14
9	CONCLUSIONES .....	16
10	RECOMENDACIONES .....	17
11	Registro fotográfico .....	18
12	ANEXOS .....	20



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

## 1 INTRODUCCIÓN

Un ambiente térmico inadecuado causa reducción del rendimiento físico y mental, y por tanto de la productividad; aumenta o disminuye la frecuencia cardiaca, provoca irritabilidad, incrementa la agresividad, las distracciones y los errores por la incomodidad producida por el sudar o temblar; repercute negativamente en la salud e incluso en situaciones límite, desemboca en la muerte del individuo expuesto.

El estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de Disconfort, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia pueden encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

## 2 OBJETIVOS

Evaluar en COMESTIBLES EL GAVÁN. La exposición laboral a estrés térmico como agente físico en áreas de producción y servicio al cliente; estimando el grado de riesgo por exposición para el personal que allí labora.

### 2.1 Objetivos específicos

- Obtener mediciones cuantitativas de variables como temperatura de globo, bulbo seco, bulbo húmedo y humedad relativa; que permitan a partir de la estimación del índice TGBH propuesto por la ACGIH y la Norma Técnica Internacional ISO 7243, valorar los niveles de estrés térmico presentes en las áreas de trabajo
- Establecer el potencial grado de riesgo por exposición, y el cumplimiento o no de estándares higiénicos; teniendo en cuenta los tiempos de exposición y los valores límites permisibles adoptados en la legislación colombiana.
- Efectuar recomendaciones generales técnico-administrativas derivadas de los resultados de las evaluaciones, que contribuyan a proteger y/o mejorar las condiciones laborales, y disminuyan las posibles condiciones perjudiciales.

## 3 MARCO DE REFERENCIA

### 3.1 Vocabulario técnico.

**ACGIH:** American Conference of Governmental Industrial Hygienists. (Conferencia Americana de Higienistas Industriales Gubernamentales.)

**Aislamiento Térmico:** Material que no permite la transmisión de calor.

**Calibrar:** Ajustar lo más perfectamente posible un aparato de medida para obtener los resultados más precisos.

**Calor:** Forma de energía, parte de la cual se puede convertir en energía mecánica.

**Carga Térmica Metabólica:** Calor generado por una persona durante la realización de una determinada actividad.



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

**Condiciones de Exposición:** Conjunto de factores que inciden sobre el trabajador durante el desarrollo de su actividad laboral.

**Confort Térmico:** Manifestación subjetiva de armonía y conformidad de una persona con el ambiente térmico.

**Contaminante Físico:** Todo estado energético agresivo que tiene lugar en el medio ambiente

**Criterios de Valoración de Riesgos:** Reglas, conceptos y valores establecidos científicamente y reconocidos por entidades de prestigio, que se utilizan como base de referencia en la evaluación de los riesgos de tipo higiénico o de seguridad.

**Evaluación Ambiental:** Es la emisión de un juicio basado en la observación, medición de la magnitud de un agente de riesgo y comparación del resultado con criterios higiénicos preestablecidos.

**Exposición:** Palabra con la que se indica que una o varias personas permanecen sometidas a un riesgo o están bajo la acción de un agente contaminante que incide negativamente en las condiciones de seguridad o en su estado de salud.

**Extracción:** Vocablo con el que se pretende designar la operación de evacuar el agente contaminante de un recinto.

**Golpe de Calor:** Efecto provocado en un ser expuesto a una alta temperatura cuando la cantidad de calor recibida es muy grande y la capacidad de disipación del organismo no es suficiente para compensarla.

**Humedad:** Cantidad de vapor contenida en un volumen de aire determinado. Este concepto se suele considerar o medir en dos sentidos; como humedad absoluta o como humedad relativa.

**Medida Preventiva:** Acción práctica dirigida a eliminar riesgos o limitar sus consecuencias.

**Metabolismo:** Conjunto de las complejas manifestaciones de tipo biológico, químico y fisicoquímico, que acontecen en el organismo humano, necesarias para mantener y renovar la materia viva.

**Muestra Ambiental:** Es la toma que se obtiene en una zona determinada o del ambiente general. La muestra personal es la toma que se recoge a un trabajador en particular a quien se le coloca el dispositivo de muestreo.

**NIOSH:** National Institute for Occupational Safety and Health. Instituto Nacional de Salud y Seguridad Ocupacional.



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Aseorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

**OMS:** La organización mundial de la salud

**OSHA:** Occupational Safety and Health Administration. Administradora de Salud y Seguridad Industrial.

**Protección Personal:** Toda prenda o elemento usado directamente por el trabajador para preservarse de la acción de un determinado riesgo al que se está expuesto, eliminando, o en todo caso disminuyendo sus consecuencias hasta niveles aceptables.

**Riesgo Higiénico:** Exposición a agentes físicos, químicos o biológicos, capaces de provocar efectos perjudiciales en la salud de las personas expuestas.

**Valores de Referencia:** Niveles establecidos bien legalmente, o bien por entidades de prestigio y adaptados como tales, que sirven como criterios de calificación y decisión ante una situación determinada, una vez conocidos los resultados de su evaluación



Calle 8 No. 41-107  
4ta. Etapa B, La Esperanza



317 642 93 70 - 301 518 55 79 - 310 754 70 66



sehicoc.sas@hotmail.com



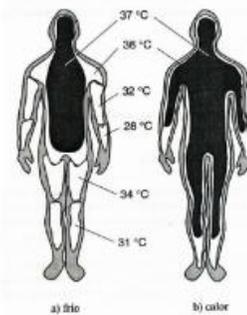
## 4 MARCO TEORICO

### 4.1 Tensión térmica

Variación de la temperatura normal del cuerpo debido al calor procedente del ambiente de trabajo, El objetivo principal de la gestión del estrés térmico: prevenir el golpe de calor, alteración más grave relacionada con el calor.

La temperatura corporal del hombre permanece constante dentro de unos límites (33-39°C), gracias a los mecanismos reguladores para perder calor o mantener la temperatura:

- Aumento o disminución de la circulación de la sangre en la piel por variación del riego de órganos internos hacia la piel (vasodilatación).
- Producción de sudor.



### 4.2 Intercambio térmico entre el hombre y el medio ambiente

**Evaporación del sudor:** eliminación del calor por sudoración. El sudor se evapora absorbiendo calor de nuestro cuerpo. La cantidad de sudor evaporado es función de la humedad y la velocidad de aire.

**Convección:** proceso de intercambio de calor producido cuando un líquido o gas en movimiento (aire) entra en contacto con nuestro cuerpo. La piel recibe o cede calor del aire.



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

**Radiación:** el cuerpo humano absorbe casi toda la radiación que recae sobre él, por ejemplo del sol, obteniendo el calor proveniente del mismo. Para evitarlo se debe utilizar ropa de colores claros.

#### 4.3 Factores ambientales influyentes en el intercambio térmico

- Temperatura del aire.
- Humedad del aire.
- Velocidad del aire.
- Temperatura radiante media.

#### 4.4 Factores personales influyentes en el estrés térmico

- Sexo.
- Constitución corporal.
- Edad.
- Etnia.
- El vestido.
- Aclimatación al calor.

#### 4.5 ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR

Efectos del calor

**Psicológicos:** Sensación de malestar, irritabilidad, y disminución de productividad.

**Fisiológicos:** Alteraciones funcionales, tales como la pérdida de agua y sal.

**Físico-Patológicos:** Alteraciones graves de la salud y trastornos:

**Sistemáticos:** Golpe de calor y agotamiento.

**Dérmicos:** Erupciones, sequedad, quemaduras de sol.

**Psiconeuróticos:** Fatiga leve o crónica, desorientación, delirio, inconsciencia.

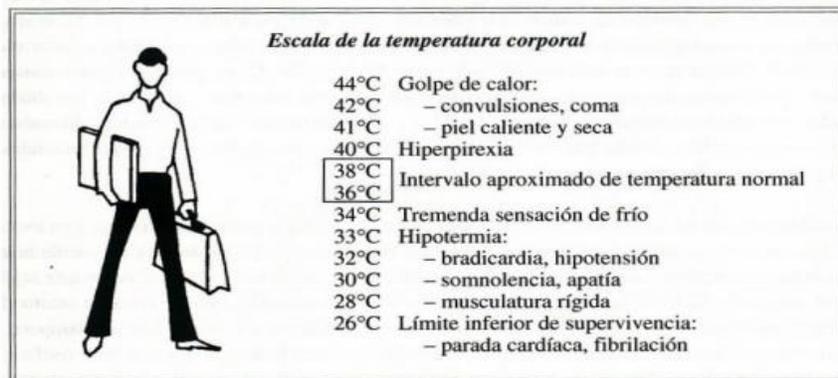


Fig. 1.6 Intervalo de temperaturas del cuerpo humano con límites superior e inferior de supervivencia

Síntomas de los trastornos producidos por el calor

- Mareo
- Palidez
- dificultades respiratorias
- palpitaciones
- sed extremas

## 5 Estrés térmico – Método TGBH

La transferencia de calor (o el calor) es la transferencia de energía debida a una diferencia de temperatura, el calor puede ser transferido por tres formas diferentes:

**Conducción:** Es la transferencia de energía de las partículas más energéticas a las menos energéticas de una sustancia debido a interacciones entre sus partículas. Un ejemplo típico es la transferencia de calor a través de las paredes de un horno.

**Convección:** Es la transferencia de energía debido a difusión y al movimiento de un fluido. Un ejemplo típico es el enfriamiento de una superficie debido al flujo inducido por un ventilador, o por las diferencias de densidades en el fluido cercano.



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

**Radiación:** Es la energía emitida por la materia a una temperatura dada. Independientemente a la forma de materia (sólida, líquida o gaseosa), la emisión se atribuye a cambios en las configuraciones de los electrones de los átomos o moléculas. Todos los cuerpos irradian energía continuamente.

**Temperatura de bulbo seco:** Es la temperatura del aire como si se hubiera medido con termómetros ordinarios colocados en el área bajo estudio.

**Temperatura de bulbo húmedo:** Es la temperatura que se obtiene cuando una mezcla insaturada de aire-vapor de agua pasa sobre una superficie húmeda hasta alcanzar una condición de equilibrio dinámico.

**Temperatura de globo:** Es la temperatura medida al interior de una esfera de cobre que se ha recubierto con negro mate.

**Temperatura radiante media:** Está asociada con la temperatura de globo y da un indicador de la influencia de fuentes de radiación calórica sobre el ambiente de trabajo.

**Humedad relativa:** Porcentaje entre la humedad que hay en el ambiente y la que habría (a la misma temperatura) si el ambiente estuviese saturado, es decir, el cociente entre la presión parcial del vapor del agua en el ambiente y la presión de saturación del vapor de agua a la misma temperatura.

**Valor Límite Permisible:** Para las altas temperaturas, representa condiciones por debajo de las cuales se cree que aproximadamente todos los trabajadores saludables, sin medicamentos y adecuadamente hidratados pueden ser repetidamente expuestos sin efectos adversos para su salud (ACGIH).

El índice WBGT, se utiliza, por su sencillez, para discriminar rápidamente si es o no admisible la situación de riesgo de estrés térmico, aunque su cálculo permite a menudo tomar decisiones, en cuanto a las posibles medidas preventivas que hay que aplicar.

### 5.1 Grado de riesgo (G.R.)

El Grado de Riesgo es la razón entre el índice TGBH medido para un puesto de trabajo en particular sobre el valor límite permisible estipulado por norma para ese puesto de trabajo. Se calcula utilizando la siguiente relación:

$$G.R. = \frac{WBGT}{VLP}$$



Calle 8 No. 41-107  
4ta. Etapa B. La Esperanza



317 642 93 70 - 301 518 55 79 - 310 754 70 66



sehicoc.sas@hotmail.com

**Tabla 1. Categorización de los G.R.**

RANGO	CATEGORIA	ACCIONES A TOMAR
Mayor de 1	Grado de riesgo Alto	Inmediatas
0.5 – 1	Grado de riesgo Medio	Mediano plazo
Menor de 0.5	Grado de riesgo Bajo	Continuar acciones

## 6 METODOLOGÍA

### 6.1 Descripción de la empresa

Nombre : COMESTIBLES EL GAVÁN  
Dirección : Vereda Caney Alto Restrepo - Meta  
Ciudad : Restrepo  
Contacto : German Gordillo

### 6.2 Origen y descripción del estudio

**Objeto:** Estudio técnico de valoración de exposición a agentes físicos en ambiente laboral (Estrés Térmico)

**Tipo de estudio:** Visita de inspección higiénica cualitativa y monitoreo de exposición ocupacional a estrés térmico.

**Fecha de realización:** 12 de febrero de 2021

**Cantidad de áreas evaluadas:** 1 área de trabajo la cual fue monitoreada, tomando una medición cada 15 minutos por una hora por estación de trabajo.

### 6.3 Estrategia de muestreo

El escenario objeto de evaluación está ubicado en el área operativa seleccionada y reconocida por tener las temperaturas más altas en el proceso de fabricación de productos de panadería y repostería, En esta área, el personal trabaja bajo techo, realizando labores propias de panadería y repostería (operación de equipos, horneado, preparación de productos etc)



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

#### 6.4 Equipo.



Medidor Estrés Térmico HT200 mide el calor que se siente cuando la humedad se combina con la temperatura, el movimiento del aire, y el calor radiante.

**Características:** El índice de fatiga calorífica mide el calor cuando la humedad se combina con la temperatura, el movimiento del aire y el calor radiante, la temperatura de globo negro (TG) monitorea los efectos de la radiación solar directa en una superficie expuesta, la función para interior y exterior muestra el valor de TGBH con o sin exposición directa al sol.

#### 6.5 Metodología de evaluación.

Una vez identificadas las áreas objeto de evaluación y utilizando criterios estipulados en la Guía Técnica Colombiana (ICONTEC) GTC -45 "Guía para el Diagnostico de Condiciones de Trabajo o Panorama de Factores de Riesgo y Valoración", y conceptos teóricos fundamentales de la higiene de campo; se efectuó una inspección preliminar para determinar el tipo de exposición del trabajador (continua o no), su ubicación dentro del ambiente y respecto a las fuentes potenciales de calor, la influencia del ambiente térmico externo y las condiciones locativas de las instalaciones. Con esta información se procedió a determinar el punto de ubicación del monitor.

Los métodos y procedimientos aplicados durante cada monitoreo corresponden a las recomendaciones emitidas por la ACGIH en su publicación Anual de TLV's and BEI's 2007, y por la Norma Técnica Internacional ISO 7243 (WBGT. Hot Environments – Estimation of Heat Stress on Working man based on WBGT Index.1989); que consisten, en dada la influencia que el ambiente externo tiene sobre las áreas evaluadas, en la toma en cada área de 4 mediciones de 15 minutos c/u en el horario comprendido entre las 04:40 a.m. y las 5:10 p.m.

Para la toma de mediciones, la altura aproximada respecto al piso fue 1.20 mts para personal trabajando de pie, o 0.60 mts para personal trabajando sentado.



Una vez determinado tenido en cuenta el anterior aspecto, se procedió a encender el monitor y permitir su estabilización durante 10 minutos; tiempo a partir del cual se inicia la corrida de datos. Una vez transcurridos 15 minutos se registran datos para establecer la WBGT interior y WBGT exterior; analizar movimientos y esfuerzos del trabajador durante su actividad.

### 7 Valores límites permisibles de referencia.

Para estimar la contribución del ambiente en la determinación del estrés calórico, se midió el índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo (WBGT), utilizando un equipo de lectura directa que calcula el índice a partir de los siguientes parámetros y fórmulas matemáticas:

$$\text{WBGT en exteriores con carga solar} = 0.7 \text{ WB} + 0.2 \text{ G} + 0.1 \text{ DB}$$

$$\text{WBGT en interiores sin carga solar} = 0.7 \text{ WB} + 0.3 \text{ G}$$

Dónde:

WB = es la temperatura de bulbo húmedo medido a condiciones naturales.  
 G = es la temperatura de globo o medida del calor por radiación, y  
 DB = es la temperatura de bulbo seco o temperatura ambiental.

Sus resultados, se comparan con los valores límites permisible por exposición a estrés térmico empleados en Colombia, quienes a su vez son definidos por la ACGIH. En la siguiente tabla se presentan los valores en grados centígrados, teniendo en cuenta el régimen de trabajo descanso, la carga de trabajo y la preparación previa del trabajador para la exposición a altas temperaturas (aclimatación):

Tabla 2. Valores Límites Permisibles ACGIH 2009

Demanda de Trabajo	Persona Aclimatada				Persona no Aclimatada			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado	Ligero	Moderado	Pesado	Muy pesado
Trabajo continuo	29.5	27.5	26	-	27.5	25	22.5	-
75% trabajo-25% descanso	30.5	28.5	27.5	-	29	26.5	24.5	-
50% trabajo-50% descanso	31.5	29.5	28.5	27.5	30	28	26.5	25
25% trabajo-75% descanso	32.5	31	30	29.5	31	29	28	26.5



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

Los valores anteriores son válidos para una vestimenta ligera. Si se requiere un traje para realizar las actividades de más abrigo, o impide la evaporación del sudor o aísla más, se requieren realizar un factor de corrección, según la siguiente tabla:

Tabla 3. Factores de corrección para vestimentas de trabajo según la AIHA (American Industrial Hygiene Association).

TIPO DE CORRECCIÓN	VALOR (CLO)	CORRECCIÓN WBGT
Uniforme trabajo de verano	0,6	0
Batas de algodón	1,0	-2
Uniforme de trabajo de invierno	1,4	-4
Gortex (protección antihumedad)	1,2	-6

## 8 RESULTADOS

### 8.1 Carga metabólica y relación trabajo – descanso.

En el presente estudio se consideró que las actividades laborales desarrolladas en el área evaluada. Presenta dos tipos de exigencias metabólicas distintas, las del personal del área de producción como las que desarrollan labores administrativas, atención a clientes siendo estas últimas las que reúnen la menor cantidad de personas.

**Labores de horneado y preparación de pan:** Carga metabólica pesada; trabajos mantenidos de brazos y manos; trabajo con brazos y piernas (maniobras para levantamiento y movilización de cargas); trabajo de brazos y tronco (soporte de cargas para su transporte).

La tabla 5, detalla los resultados ponderados de cada evaluación.

En ella se desglosan las variables obtenidas en campo, G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), WBGT in y WBGT out (índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores "in" y exteriores "out") según sea el caso; los VLP's de referencia, factores de corrección respecto a la vestimenta, el potencial grado de riesgo (G.R.) y la valoración frente a la clase de exposición.



Tabla 4. Resultados

EVALUACION DEL CONFORT TERMICO										
Fecha: 12 de Feb de 2021			Dirección: Vereda Caney Alto			Ciudad: Restrepo				
Empresa: Comestibles El Galván					Persona de contacto: German Gordillo					
Num	Area	Sitio / Operación	Hora	%HR	TG (temperatura de globo)	TA (temperatura del aire)	WB	WBGT temperatura de globo y bulbo húmedo	VLP (Valores Límites Permisibles)	Rango
1	Hornos	Punto 1	3:30 p.m.	47,5	37,5	34,8	22,2	29,6	25,9	1,11
2		Punto 2	3:45 p.m.	40,5	45,3	34,8	25,5	29,2		
3		Punto 3	4:00 p.m.	47,9	36,4	34	25,2	28,6		
4		Punto 4	04:15 a. m.	45,9	35	33,8	25,3	28,5		
		PROMEDIO PONDERADO		45,5	38,6	34,4	24,6	28,8	Grado de Riesgo	ALTO

El G.R. es una medida del potencial perjudicial de las condiciones térmicas del área evaluada (% del VLP), a las cuales los trabajadores se encuentran expuestos durante la toma de muestra. Permite valorar el nivel de riesgo que presenta un área o ambiente en particular.

Este porcentaje puede sufrir variaciones a lo largo de la jornada laboral, según las circunstancias que determinen la exposición al agente.





**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

## 9 CONCLUSIONES

El cuerpo humano mantiene una temperatura que fluctúa entre 36°C y 38°C. Cuando la temperatura del cuerpo sobrepasa este nivel, el cuerpo reacciona para eliminar del exceso de calor. Sin embargo, si el cuerpo sigue recibiendo calor en una cantidad mayor a la que puede eliminar, la temperatura corporal aumenta y la persona sufre estrés térmico. Los problemas de salud derivados del estrés térmico son conocidos como trastornos causados por calor. Este tipo de trastornos ocurren más a menudo cuando se está realizando trabajo físico arduo en ambientes calurosos y húmedos y cuando el cuerpo, como consecuencia, pierde demasiado fluido y sal en el sudor.

Se evaluó el área de influencia de los hornos, con una cobertura cada una de ellas de 4 monitoreos de 15 minutos c/u. En estos se determinaron 4 variables; G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), WBGT in o WBGT out (Índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores "IN" o exteriores "OUT").

En los procedimientos de muestreo, así como en las técnicas de análisis e interpretación de resultados, se tuvo en cuenta consideraciones y directrices emitidas por organismos internacionales como la ACGIH, la NIOSH, la OSHA, El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España y la ISO.

De acuerdo a la Tabla 1 de Interpretación del Grado de Riesgo, el punto monitoreado presento un **GRADO DE RIESGO ALTO**, lo que requiere acciones de control inmediatas, por lo cual se requiere que la empresa tenga en cuenta las recomendaciones emitidas a continuación.



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
NIT. 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

## 10 RECOMENDACIONES

Implementar un Sistema Automatizado de Disipación de Calor, mediante sensores de temperatura para que se activen y trabajen en cuanto la sensación térmica aumente su nivel.

Presentar este diagnóstico al área de medicina laboral, para que se tomen las medidas y seguimientos (Vigilancia médica) necesarios para evitar que el Personal se afecte en el tiempo por el factor de riesgo evaluado, teniendo en cuenta la demanda de trabajo vs el nivel de exposición del trabajador frente a tareas y jornada diaria de trabajo.

Es adecuado desarrollar de los protocolos de prevención y control de exposición que se enmarcan dentro del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo y el cumplimiento de la legislación vigente. En ellos es importante incluir campañas de formación y educación acerca del riesgo al cual se está expuesto, que incluyan características, efectos sobre la salud, medidas de prevención, métodos de hidratación, descanso y formas de actuar frente a un caso de deshidratación, o de golpe de calor y las consecuencias para el trabajador expuesto para lo cual es importante el entrenamiento en primeros auxilios al respecto.

Continuar manteniendo en los sitios cercanos a las áreas de trabajo, agua a baja temperatura, que hidrate y sustituya las cantidades pérdidas durante la sudoración.

En días soleados y ante inminente ambiente térmico caluroso (analizar posibilidad de disponer de termómetro ambiental), es importante la ingesta de agua antes del comienzo de las labores. Durante la jornada se sugiere ingerir continuamente pequeñas cantidades de líquidos, sin llegar a desconocer que la sensación de sed, es siempre inferior a la pérdida real de agua por el organismo.

Vestir ropa adecuada al trabajo arduo y en condiciones de calor ayuda al cuerpo a enfriarse. La ropa suelta hecha de materiales tales como algodón, permite el paso del aire. El aire que pasa sobre la piel ayudará a enfriar el cuerpo al evaporar el sudor de la piel.

Programar los trabajos físicos más arduos para la parte más fresca del día.

Altere las actividades de trabajo o use más trabajadores para reducir la exposición al calor para los miembros del equipo de trabajo.

Mueva o aleje los trabajadores de la fuente directa de luz solar o de calor radiante tanto como le sea posible.

Reducir la humedad por medio del uso de aire fresco y/o frío deshumidificadores o reducir las fuentes de humedad en oficinas.



Calle 8 No. 41-107  
4ta. Etapa B. La Esperanza



317 642 93 70 - 301 518 55 79 - 310 754 70 66



sehicoc.sas@hotmail.com



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
NIT: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

Mantener la dotación suministrada actualmente, que permite la transpiración normal para la regulación de la temperatura corporal de los trabajadores

Garantizar que todos los empleados expuestos en las áreas evaluadas tomen rigurosamente los descansos suministrados en su jornada laboral, para ayudar a que el organismo regule el calor interno mediante el metabolismo propio.

### 11 Registro fotográfico

	1		2
FOTOGRAFÍA No. HORNO – PUNTO CALIENTE		FOTOGRAFÍA No. EQUIPO MEDIDOR HT30	
FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021		FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021	
LUGAR: PUNTO DEHORNEO 1 – El Gaván		LUGAR: PUNTO DEHORNEO 1 – El Gaván	
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>	
Medición del área de influencia del horno(punto caliente) durante una hora, con 4 monitoreos de 15 minutos c/u		Medición de 4 variables; G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), WBGT in o WBGT out (índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores "IN" o exteriores "OUT").	



**SEHICOC S.A.S.**  
 SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
 NIT: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

	1		2
<b>FOTOGRAFÍA No. HORNO – PUNTO CALIENTE</b>		<b>FOTOGRAFÍA No. EQUIPO MEDIDOR HT30</b>	
<b>FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021</b>		<b>FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021</b>	
<b>LUGAR: PUNTO DEHORNEO 1 – El Gaván</b>		<b>LUGAR: PUNTO DEHORNEO 1 – El Gaván</b>	
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>	
Medición del área de influencia del horno(punto caliente) durante una hora, con 4 monitoreos de 15 minutos c/u		Medición de 4 variables; G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), WBGT in o WBGT out (índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores "IN" o exteriores "OUT").	

	1		2
<b>FOTOGRAFÍA No. HORNO – PUNTO CALIENTE</b>		<b>FOTOGRAFÍA No. EQUIPO MEDIDOR HT30</b>	
<b>FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021</b>		<b>FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021</b>	
<b>LUGAR: PUNTO DEHORNEO 1 – El Gaván</b>		<b>LUGAR: PUNTO DEHORNEO 1 – El Gaván</b>	
<b>OBSERVACIONES</b>		<b>OBSERVACIONES</b>	
Medición del área de influencia del horno(punto caliente) durante una hora, con 4 monitoreos de 15 minutos c/u		Medición de 4 variables; G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), WBGT in o WBGT out (índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores "IN" o exteriores "OUT").	



Calle 8 No. 41-107  
 4ta. Etapa B, La Esperanza



317 642 93 70 - 301 518 55 79 - 310 754 70 66



sehicoc.sas@hotmail.com

## PROPUESTA DE IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO DE DISIPACIÓN DE CALOR PARA LA PLANTA DE COMESTIBLES EL GAVÁN



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
NIT: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

	
FOTOGRAFÍA No. HORNO – PUNTO CALIENTE	FOTOGRAFÍA No. EQUIPO MEDIDOR HT30
FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021	FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021
LUGAR: PUNTO DEHORNEO 2 – El Gaván	LUGAR: PUNTO DEHORNEO 2 – El Gaván
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Medición del área de influencia del horno(punto caliente) durante una hora, con 4 monitoreos de 15 minutos c/u	Medición de 4 variables; G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), WBGT in o WBGT out (índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores "IN" o exteriores "OUT").
	
FOTOGRAFÍA No. HORNO – PUNTO CALIENTE	FOTOGRAFÍA No. EQUIPO MEDIDOR HT30
FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021	FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021
LUGAR: PUNTO DEHORNEO 3 – El Gaván	LUGAR: PUNTO DEHORNEO 1,2,3 – El Gaván
<b>OBSERVACIONES</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
Medición del área de influencia del horno(punto caliente) durante una hora, con 4 monitoreos de 15 minutos c/u	Medición de 4 variables; G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), WBGT in o WBGT out (índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores "IN" o exteriores "OUT").



**SEHICOC S.A.S.**  
 SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
 Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

	
<p>FOTOGRAFÍA No. HORNO – PUNTO CALIENTE</p>	<p>FOTOGRAFÍA No. EQUIPO MEDIDOR HT30</p>
<p>FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021</p>	<p>FECHA: 12 DE FEBRERO DE 2021</p>
<p>LUGAR: PUNTO DEHORNEO 1 – El Gaván</p>	<p>LUGAR: PUNTO DEHORNEO 1 – El Gaván</p>
<p><b>OBSERVACIONES</b></p> <p>Medición del área de influencia del horno(punto caliente) durante una hora, con 4 monitoreos de 15 minutos c/u</p>	<p><b>OBSERVACIONES</b></p> <p>Medición de 4 variables; G (temperatura de globo), WB (temperatura de bulbo húmedo), DB (temperatura de bulbo seco), WBGT in o WBGT out (índice de temperaturas de globo y bulbo húmedo para interiores "IN" o exteriores "OUT").</p>



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
NIT: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

**12. ANEXO A: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**



*Certificado de Calibración*

CERTIFICATE OF CALIBRATION

<b>Certificado No. /</b> Certificate number	SP-002298-CT-2718-13	<b>Magnitud /</b> Magnitude	TEMPERATURA / TEMPERATURE
<b>Cliente /</b> Customer	RONA INDUSTRIAS S.A.S.		
<b>Dirección /</b> Address	Carretera 76 D No. 72 Bis - 53 Dama Mpio Facho, Bogotá D.C.		
<b>Estadocentro /</b> City	Medellín de Nariño, Nariño	<b>Ubicación /</b> Location	Señalero
<b>Número de serie /</b> Serial number	767233	<b>Modelo /</b> Model	441-20
<b>Fabricante /</b> Manufacturer	Endevco	<b>Identificación /</b> Identification	15
<b>Rango de Medición /</b> Intervalo de medición / Range of Measurement / Measurement Interval	0 °C a 50 °C	<b>División de escala /</b> Division of a large scale	0,1 °C
<b>Fecha de calibración /</b> Calibration date	2017-04-20	<b>Fecha Supuesta de Calibración /</b> Assumed Calibration Date	No aplica / Not applicable
<b>Nivel de Calibración /</b> Calibration class	Laboratorio de Temperatura Industria y Metrología Ltda.		
<b>Número de páginas del certificado /</b> Number of pages of the certificate	Una (1)		

This certificate expresses faithfully the results of the measurements indicated, but does not represent a guarantee, except when it has been obtained previously in writing by the laboratory that it exists.  
El presente es el resultado de la calibración de los instrumentos a intervalos apropiados.  
This certificate is an accurate record of the performed measurements only. The certificate does not in itself represent an exact value or a guarantee of the accuracy of the measuring instrument.  
El presente es el resultado de la calibración de los instrumentos a intervalos apropiados.

**Método utilizado (Method Used):**  
El instrumento descrito anteriormente fue calibrado por el método de comparación directa, el cual, consiste en colocar la parte sensible (sensor) del termómetro a calibrar en el medio estándar junto con el termómetro patrón. La indicación del termómetro se comparó con la temperatura de referencia la cual es medida con el termómetro patrón. Siguiendo las instrucciones expuestas en documento NORMA BRASILEIRA ABNT NBR 14033:2015 2015 09-03 "Indicador de Temperatura con Sensor - Calibración por Comparación" y en documentos adicionalmente descritos en el procedimiento interno P0016.  
The instrument described above was calibrated by direct comparison method, which involves placing the sensitive part (sensor) to calibrate the thermometer in the standard medium together with the standard thermometer. The indication of the thermometer is compared with the reference temperature which is measured with the known standard. Following the guidelines set out in document ABNT BRASILEIRA 14033:2015 2015 09-03 "Indicator Temperature Sensor - Calibration by Comparison" and in documents additionally described in the internal procedure P0016.

**Firmas Autorizadas /**  
Authorized Signatures

<b>Calibrado por /</b> Calibrated by	<b>Aprobado por /</b> Approved by	<b>Fecha de emisión /</b> Date of Issue	<b>Sello /</b>
		2017-04-20	
<b>Firma de Laboratorio /</b>	<b>Nombre Físico /</b>	<b>AS-UN S.R.L.</b>	<b>DIRECCIÓN GENERAL</b>

CALLE 8 No. 41-107 - 4ta. Etapa B, La Esperanza - Medellín - Colombia  
Tel: +57 410 451 228 - Fax: +57 410 451 228 - Correo: info@sehicoc.com.co  
www.sehicoc.com.co



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
NIT.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

## ANEXO B: LICENCIA DE SALUD OCUPACIONAL



GOBERNACIÓN DEL META  
NIT. 982 000-148 -8  
Villavicencio

### RESOLUCIÓN NÚMERO 0806 ( mayo 31 de 2011 )

Por la cual se concede una licencia para prestación de servicios de administración en salud ocupacional a una persona natural.

La Jefe de la Oficina de Seguridad Social, Inspección, Vigilancia y Control, en uso de sus atribuciones legales y en especial las que le confiere la Resolución 02318 del 15 de julio de 1996 del Ministerio de Salud, Resolución 0088 del 28 de enero de 2004 de la Secretaría de Salud del Meta, y

#### CONSIDERANDO:

Que toda persona natural o jurídica que oferte servicios de salud ocupacional debe obtener una licencia de salud ocupacional, según lo establece la resolución 02318 del 15 de julio de 1996

Que la Secretaría Seccional de Salud del Meta es la autoridad competente en el Departamento, para hacer cumplir las normas estipuladas en la resolución y expedir la licencia.

Que HERMAN HERRERA VIVAS, con cédula de ciudadanía número 79.519.785 de Bogotá, Ingeniero Industrial y Especialista en Administración en Salud Ocupacional de la Corporación Universitaria del Meta, presentó solicitud de licencia para la prestación de servicios de salud ocupacional para lo cual allegó la documentación exigida.

Que en reunión realizada el 31 de mayo de 2011, el Comité Seccional de Salud Ocupacional del Departamento del Meta, emitió concepto favorable para el otorgamiento de la licencia para la prestación de servicios como Especialista en Administración en Salud Ocupacional, por cuanto cumple con todos los requisitos exigidos por la Ley.

#### RESUELVE:

**ARTÍCULO PRIMERO:** Concédase Licencia a HERMAN HERRERA VIVAS, con cédula de ciudadanía número 79.519.785 de Bogotá, de Especialista en Administración en Salud Ocupacional por el término de diez (10) años, contados a partir de la fecha de expedición.

**ARTÍCULO SEGUNDO:** La presente licencia faculta a HERMAN HERRERA VIVAS, con cédula de ciudadanía número 79.519.785 de Bogotá, para la prestación de los Servicios en Administración en Salud Ocupacional en las siguientes áreas:

- ✓ SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL
- ✓ INVESTIGACION
- ✓ EDUCACIÓN - CAPACITACIÓN
- ✓ DISEÑO, ADMINISTRACIÓN Y EJECUCIÓN DE PROGRAMAS DE S. O.

**ARTÍCULO TERCERO:** Esta licencia estará condicionada al cumplimiento de la Resolución 002284 de 1994.



Calle 37 No. 41 - 80 Barrio Barzal Alto  
Tel. 6702852 ext. 104 fax 6620158 Email: registrossaludmeta@gmail.com



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
NIT: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas



GOBERNACIÓN DEL META  
NIT: 962.000-148 -E  
Villavicencio

Continuación de resolución número 0806/11

2

**ARTÍCULO CUARTO:** La presente licencia tiene carácter personal e intransferible.

**ARTÍCULO QUINTO:** Contra los actos administrativos que conceden la Licencia de Salud Ocupacional, procede el Recurso de Reposición ante el Secretario Seccional de Salud y el de apelación ante el despacho del Ministro de la Protección Social en Salud, en los términos y condiciones establecidas en el Código Contencioso Administrativo.

**ARTÍCULO SEXTO:** Esta licencia es válida en todo el Territorio Nacional.

**ARTÍCULO SÉPTIMO:** La presente resolución rige a partir de su ejecución.

**NOTIFIQUESE Y CÚMPLASE**  
Villavicencio, mayo 31 de 2011

  
MARLENY ROJAS HOLGUIN  
Jefe Oficina de Seguridad Social, I.V.C.

  
Gloria C.

**NOTIFICACIÓN PERSONAL:**

EL NOTIFICADO: Herrera Herrera CC # 79'519'783

EL NOTIFICADOR: Herrera

FECHA: 16-06-2011



Calle 37 No. 41 - 80 Barrio Barzal Alto  
Tel. 6702852 ext. 104 fax 6620168 Email: registrossaludmeta@gmail.com



**SEHICOC S.A.S.**  
SEGURIDAD E HIGIENE Y CONSTRUCCIÓN DE COLOMBIA S.A.S.  
Nit.: 901152335-2 - Régimen Común

Asesorías y Consultorías en Seguridad e Higiene Industrial, SG-SST - Construcción de Obras Civiles y Electromecánicas

**Elaboró: SEHICOC SAS.**

**Nombre del Profesional: HERMAN HERRERA VIVAS**

**Profesión: INGENIERO INDUSTRIAL**

**Esp SALUD OCUPACIONAL**

**No. Lic. En S.O. 0806 mayo 31 de 2011**



Calle 8 No. 41-107  
4ta. Etapa B. La Esperanza



317 642 93 70 - 301 518 55 79 - 310 754 70 66



sehicoc.sas@hotmail.com