

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TRABAJO POR SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**“ESTRÉS TÉRMICO POR CALOR DE LOS OPERADORES DE  
MÁQUINAS DE ESTERILIZACIÓN EN UNA PLANTA DE  
PRODUCCIÓN DE LECHE”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE :  
INGENIERO DE HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

**ELABORADO POR:  
JULIO CÉSAR QUISPE TORALVA**

**ASESOR:  
ING. JORGE ALBERTO VILLENA CHÁVEZ**

**LIMA, PERÚ**

**2021**

**ÍNDICE**

I.	TÍTULO.....	5
II.	ANTECEDENTES REFERENCIALES .....	5
III.	PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA .....	6
IV.	OBJETIVOS.....	6
	4.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
	4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	6
V.	MARCO TEÓRICO Y LEGAL .....	6
	5.1 SOBRECARGA Y TENSIÓN TÉRMICA.....	6
	5.2 ESTRÉS TÉRMICO.....	7
	5.2.1 TEMPERATURA DEL AIRE.....	7
	5.2.2 VELOCIDAD DEL AIRE.....	7
	5.2.3 HUMEDAD RELATIVA.....	7
	5.2.4 TEMPERATURA RADIANTE.....	7
	5.2.5 METABOLISMO.....	7
	5.2.6 VESTIMENTA.....	8
	5.3 PATOLOGÍAS DERIVADAS DE EXPOSICIONES A AMBIENTES TÉRMICOS.....	8
	5.3.1 ALTERACIONES SISTÉMICAS.....	8
	5.3.2 ALTERACIONES CUTÁNEAS.....	9
	5.3.3 TRASTORNOS PSÍQUICOS.....	9
	5.4 PROCESO DE ESTERILIZACIÓN DE LA LECHE.....	10
	5.4.1 UNIDAD UHT.....	10
	5.4.2 ÁREA DE TRABAJO DEL OPERADOR.....	10
	5.4.3 COMPONENTES PRINCIPALES DE LA MÁQUINA TETRA THERM ASEPTIC FLEX (MÁQUINA ESTERILIZADORA).....	10
	5.4.4 CICLO DEL PROCESO EN UNA MÁQUINA DE ESTERILIZACIÓN.....	10
	5.5 MARCO LEGAL.....	11
	5.5.1 NORMATIVA NACIONAL.....	11
	5.5.2 NORMATIVA INTERNACIONAL.....	14
VI.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO .....	15
	6.1 METODOLOGÍA.....	16
	6.1.1 ÍNDICE WBGT.....	16
	6.1.2 FACTORES DE CORRECCIÓN DE ACUERDO AL TIPO DE VESTIMENTA.....	18
	6.1.3 CONSUMO METABÓLICO (M).....	18
	6.1.4 VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO CON EL TIEMPO .....	21
	6.1.5 ADECUACIÓN DE REGÍMENES DE TRABAJO – DESCANSO.....	21

6.2 CARACTERIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO .....	22
6.3 TRABAJO DE CAMPO Y RECOLECCIÓN DE DATOS (MONITOREO). .....	23
6.4 RESULTADOS .....	24
6.4.1 PUNTO DE MONITOREO N°01: MEDICIONES REALIZADAS EL 24/12/2020 .....	24
6.4.2 PUNTO DE MONITOREO N°02: MEDICIONES REALIZADAS EL 25/12/2020 .....	25
VII. CONCLUSIONES .....	27
VIII. RECOMENDACIONES .....	28
IX. REFERENCIAS.....	30
X. ANEXOS .....	36
ANEXO N°1: FIGURAS .....	36
<i>Figura 1. Datos de los trabajadores del área de esterilización. ....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 2. Plano de ubicación de las máquinas unidad Flex 7, Flex 4 y APV del área de esterilización. ....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 3. Plano de ubicación de las máquinas unidad Flex 15 y Flex 8 del área de esterilización. ..</i>	<i>38</i>
<i>Figura 4. Punto de monitoreo N°01 de estrés térmico en la máquina esterilizadora unidad Flex 7. ....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 5. Punto de monitoreo N°02 de estrés térmico en la máquina esterilizadora unidad Flex 15. ....</i>	<i>40</i>
<i>Figura 6. Valores límite del índice WBGT de la norma ISO 7243.....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 7. Límites de exposición horaria para trabajadores aclimatados, con regímenes de trabajo y descanso, según ISO 7243. ....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 8. Factores de corrección para vestimentas de trabajo, según la American Industrial Hygiene Association (AIHA); disminuir el valor límite en la cantidad indicada en la tabla. ....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 9. Estimación del consumo metabólico (M), según ACGIH. ....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 10. Valores límite de referencia para el índice WBGT, según ISO 7243. ....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 11. Valores límite de referencia para el índice WBGT, según la R.M. N°375–2008–TR. ..</i>	<i>43</i>
<i>Figura 12. Cuadro de estimación del aislamiento térmico y la resistencia de evaporación a un conjunto de ropa, según ISO 9920:2007.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 13. Cuadro de intensidad del trabajo respecto al gasto metabólico del D.S. 024-2016-EM. ....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 14. Métodos para determinar el gasto energético según la ISO 8996.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 15. Clasificación del metabolismo por tipo de actividad según ISO 8996 .....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 16. Clasificación del metabolismo por tipo de profesión según ISO 8996.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 17. Metabolismo basal en función de la edad y sexo según ISO 8996.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 18. Metabolismo para la postura corporal. Valores excluyendo el metabolismo basal. ISO 8996 .....</i>	<i>48</i>

<i>Figura 19. Metabolismo para distintos tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal. ISO 8996.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 20. Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo. Valores excluyendo el metabolismo basal. ISO 8996.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 21. Cuadro de evaluación de estrés térmico en el punto de monitoreo N°01 .....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 22. Cuadro de evaluación de estrés térmico en el punto de monitoreo N°02 .....</i>	<i>50</i>
ANEXO N°2: REGISTRO FOTOGRÁFICO .....	51
ANEXO N°3: CÁLCULO DEL GASTO METABÓLICO.....	61
ANEXO N°4: FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS .....	68
ANEXO N°5: REGISTRO DE RECOPIACIÓN DE DATOS .....	69
ANEXO N°6: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y FICHAS TÉCNICAS.....	70

## I. TÍTULO

Estrés térmico por calor de los operadores de máquinas de esterilización en una planta de producción de leche.

## II. ANTECEDENTES REFERENCIALES

La evaluación de estrés térmico en áreas de máquinas esterilizadoras no ha sido desarrollada en estudios anteriores pero si se han encontrado tesis y trabajos referentes al estrés térmico por calor en diferentes industrias y sectores.

La Universidad Nacional de Ingeniería no presenta estudios de estrés térmico por calor en los operadores de máquinas esterilizadoras por lo que se considera al presente trabajo como el primer estudio sobre un área de esterilización en una planta de tratamiento y producción de leche.

A continuación, mencionaremos las tesis encontradas que respaldan la elaboración del presente trabajo:

**Javier Estocalenko**, Perú, 2018. Desarrolla una **Tesis** con el título “Estrés térmico por calor de los trabajadores en la cocina del comedor universitario de la Universidad Nacional de Ingeniería”. El trabajo busca determinar si los trabajadores del comedor universitario de la UNI se encuentran expuestos a estrés térmico por calor. El primer método utilizado es de Temperatura de Globo de Bulbo Húmedo (TGBH) donde obtiene como resultado que los trabajadores del comedor universitario no están expuestos a estrés térmico. El segundo método utilizado es de Confort Térmico de Fanger en la cual obtiene como resultado que los ambientes se encuentran entre calurosos y ligeramente calurosos. El tercer y último método utilizado es el índice de sobrecarga calórica (ISC), que evalúa la evaporación requerida para recuperar el equilibrio térmico y la evaporación máxima posible en las zonas de estudio; aquí obtiene resultados aceptables.

**Kiro Álvarez**, Perú, 2016. Desarrolla una **Tesis** con el título “Evaluación de estrés térmico mediante el índice TGBH y gasto metabólico en una empresa de fabricación de tuberías de plásticos”. En la cual el método utilizado es de Temperatura de Bulbo Húmedo (TGBH).

**Henry Cárdenas**, Perú, 2015. Desarrolla una **Tesis** con el título “Evaluación de estrés térmico por exposición al calor en actividades en el campo libre en una empresa del sector agroindustrial”. En esta tesis se utiliza el método de la Temperatura de Bulbo Húmedo (TGBH).

### **III. PLANTEAMIENTO DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

En el área de esterilización de una planta de tratamiento y producción de leche los operadores se encuentran expuestos a múltiples factores que emiten calor por conducción, convección y radiación como son las máquinas esterilizadoras, las tuberías de vapor de agua, tuberías de agua caliente, fugas de vapor y otras condiciones. De acuerdo con la declaración de los operadores maquinistas mencionan que en el área de esterilización sudan mucho y en ocasiones tienen que salir a tomar un poco de aire fresco, ellos concluyen así que están expuestos al estrés térmico por calor.

Por lo antes expuesto, es importante y necesario determinar lo siguiente:  
¿Existe estrés térmico por calor en los operadores de máquinas esterilizadoras?

### **IV. OBJETIVOS**

#### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Determinar si existe estrés térmico por calor en los operadores de máquinas esterilizadoras.

#### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar todas las fuentes de calor de las máquinas esterilizadoras.
- Identificar todas las actividades cercanas a las fuentes de calor de los operadores maquinistas.
- Realizar la medición del estrés térmico.
- Evaluar los resultados.
- Proponer medidas de control.

### **V. MARCO TEÓRICO Y LEGAL**

#### **5.1 SOBRECARGA Y TENSION TÉRMICA.**

La sobrecarga térmica es la condición objetiva (independiente del sujeto) que resulta de la interrelación de los factores microclimáticos (temperatura del aire, velocidad del aire, humedad y temperatura radiante media) y que provoca en el hombre lo que se denomina tensión térmica, que se manifiesta en el sujeto de forma muy variable, pues depende de diversos factores individuales: sexo, edad, condiciones físicas, estado emotivo, etc. (Mondelo, 1999, p.83)

Para evaluar la tensión térmica en un individuo se toman, generalmente, tres indicadores fisiológicos:

1. Frecuencia cardiaca (FC).
2. Temperatura interna (ti).

### 3. Pérdida de peso por sudoración (S).

#### **5.2 ESTRÉS TÉRMICO.**

El estrés térmico corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resultan de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan. (Monroy y Luna, 2011, p.1)

Entre los factores que se miden y que determinan el estrés térmico se incluyen: la temperatura del aire, la humedad relativa, la velocidad del aire, la radiación, la actividad metabólica y el tipo de ropa. (Monroy y Luna, 2011, p.1)

##### **5.2.1 TEMPERATURA DEL AIRE.**

Como su propio nombre indica se refiere a la temperatura del aire (también llamado temperatura seca) del puesto de trabajo. Los aparatos que se destinan a medir la temperatura del aire son los termómetros líquidos, termómetros de resistencia, termómetros termoelectrónicos, termistores, etc. (Zueras, 2012, p.315)

##### **5.2.2 VELOCIDAD DEL AIRE.**

El movimiento del aire alrededor del cuerpo ayudará al intercambio de calor entre el cuerpo humano y el ambiente. Los aparatos de medida de la velocidad del aire son los anemómetros y se pueden clasificar en: mecánicos, termistores de hilo, etc. (Zueras, 2012, p.318)

##### **5.2.3 HUMEDAD RELATIVA.**

Se define humedad relativa como el cociente entre la cantidad de vapor de agua en la muestra y la que tendría el aire saturado a la misma presión y temperatura. (Zueras, 2012, p.318)

##### **5.2.4 TEMPERATURA RADIANTE.**

Sobre esta temperatura influyen las radiaciones térmicas que comprenden el espectro de radiaciones infrarrojas y ultravioletas. La radiación térmica forma parte del espectro de ondas electromagnéticas. Todo cuerpo emite radiaciones y por lo tanto existe un intercambio de energías del cuerpo caliente al frío mediante ondas electromagnéticas. (Zueras, 2012, p.316)

##### **5.2.5 METABOLISMO.**

El metabolismo es un proceso mediante el cual el cuerpo transforma la energía química, obtenida a través de los alimentos, en energía mecánica y

en calor. La energía mecánica útil obtenida por el cuerpo humano es despreciable en la mayoría de los casos, aunque puede haber tareas donde se alcancen rendimientos de hasta 25%. Por lo tanto, prácticamente toda la energía química consumida (gasto energético) se transformará en calor. La cantidad de calor producido va a ser una de las principales fuentes caloríficas que influirán en el equilibrio térmico humano. (Zueras, 2012, p.319)

### **5.2.6 VESTIMENTA.**

Evidentemente la ropa proporciona un aislamiento térmico que participará activamente en el balance térmico. El aislamiento térmico de la ropa se mide en  $m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$  o en clo (cloth, 1 clo =  $0.155 m^2 \text{ } ^\circ\text{C/W}$ ). (Zueras, 2012, p.319)

## **5.3 PATOLOGÍAS DERIVADAS DE EXPOSICIONES A AMBIENTES TÉRMICOS.**

La exposición a condiciones térmicas extremas pondrá en marcha todos los mecanismos de los que dispone el cuerpo humano para regular el equilibrio producido, y todo ello con el objetivo de preservar la temperatura interna. Pero los recursos de los que disponemos no son ilimitados, es decir, en ocasiones el cuerpo aun poniendo los medios, no podrá mantener de manera constante la temperatura interna. A partir de este momento, el organismo podrá sufrir ciertos trastornos, ya sean debidos a la pérdida de calor (estrés por frío) o bien a la ganancia de éste (estrés por calor). (Zueras, 2012, p.313)

Los trastornos provocados por situaciones de exposición a niveles elevados de temperatura se pueden clasificar en tres tipos de alteraciones:

1. Alteraciones sistémicas: golpe de calor, agotamiento por calor, deshidratación, déficit de sales, calambres y sudoración insuficiente.
2. Alteraciones cutáneas: erupción por calor.
3. Trastornos psíquicos: fatiga crónica leve por calor, pérdida aguda del control emocional.

### **5.3.1 ALTERACIONES SISTÉMICAS.**

#### **5.3.1.1 GOLPE DE CALOR.**

Se produce cuando la combinación de la producción metabólica de calor y el estrés térmico ambiental es lo suficientemente intensa como para que el organismo no lo pueda soportar. Antes de sobrevenir el golpe, la persona se siente desorientada, delira, sufre agitaciones y convulsiones. Como consecuencia de esta patología, la mayoría de los casos de fallecimientos se producen dentro de las primeras veinticuatro horas y el resto se dan en un periodo de 12 días después de sufrir el golpe de calor. (Zueras, 2012, p.313)

#### **5.3.1.2 AGOTAMIENTO POR CALOR.**

Con exposiciones menos severas que las que produce el golpe de calor, se pueden encontrar situaciones donde se produzcan desvanecimientos, pulso debilitado y lento, piel fría y húmeda y caída de la tensión arterial. (Zueras, 2012, p.313)

#### **5.3.1.3 DESHIDRATACIÓN.**

Se produce cuando la pérdida de líquidos del cuerpo humano no ha sido compensada con la reposición de agua. (Zueras, 2012, p.313)

#### **5.3.1.4 DÉFICIT SALINO.**

Tras largos periodos de sudoración con deficiente reposición de sales. Se pueden producir cefaleas, astenia, irritabilidad y debilidad muscular, náuseas y vómitos. (Zueras, 2012, p.314)

#### **5.3.1.5 CALAMBRES POR CALOR.**

Este trastorno es ocasionado por la pérdida excesiva de sales, produciendo espasmos dolorosos severos en músculos de las zonas abdominales y de las extremidades. (Zueras, 2012, p.314)

#### **5.3.1.6 SUDORACIÓN INSUFICIENTE.**

El trabajador se siente caluroso y agotado debido a que una gran superficie de su cuerpo no suda y por tanto pierde la principal vía de cesión de calor al exterior. (Zueras, 2012, p.314)

### **5.3.2 ALTERACIONES CUTÁNEAS.**

#### **5.3.2.1 ERUPCIÓN POR CALOR.**

Un mal funcionamiento de las glándulas sudoríparas impide la secreción de sudor. Cuando el organismo intenta perder calor sudando en estas áreas de la piel se producen sensaciones molestas de prurito, cosquilleo y quemazón. (Zueras, 2012, p.314)

### **5.3.3 TRASTORNOS PSÍQUICOS.**

#### **5.3.3.1 FATIGA TROPICAL.**

Falta de motivación, laxitud, irritabilidad e insomnio son los síntomas que han sido detectados en europeos que trabajan en los trópicos durante periodos prolongados. (Zueras, 2012, p.314)

### **5.3.3.2 DISTRÉS AGUDO.**

Pérdida repentina y dramática del control emocional caracterizado por llanto incontrolable o ira violenta. (Zueras, 2012, p.314)

## **5.4 PROCESO DE ESTERILIZACIÓN DE LA LECHE.**

### **5.4.1 UNIDAD UHT.**

La unidad UHT o máquina de esterilización es un módulo para el tratamiento de la leche, leche aromatizada, nata, postres lácteos, bebidas de yogur, alimentos infantiles líquidos y otras aplicaciones como zumo, néctar y té. La unidad está basada en intercambiadores de calor tubulares.

### **5.4.2 ÁREA DE TRABAJO DEL OPERADOR.**

El operador trabaja en los siguientes lugares:

- Frente a los paneles de visualización.
- Tanques de dosificación de soda cáustica y ácido nítrico.
- Alrededor de la unidad UHT ó máquina Tetra Therm Aseptic Flex.

### **5.4.3 COMPONENTES PRINCIPALES DE LA MÁQUINA TETRA THERM ASEPTIC FLEX (MÁQUINA ESTERILIZADORA).**

Los componentes principales de la máquina de esterilización son:

- Módulo de alimentación con panel de control.
- Desaireador.
- Homogeneizador de Tetra Pack.
- Intercambiador de Calor Tubular de Tetra Pak.

### **5.4.4 CICLO DEL PROCESO EN UNA MÁQUINA DE ESTERILIZACIÓN.**

El ciclo del proceso se divide en las siguientes fases realizadas por el operador a través de los paneles de visualización:

- Esterilización.
- Producción.
- Limpieza Aséptica Intermedia.
- Parada.
- Limpieza Final.

#### **5.4.4.1 ESTERILIZACIÓN.**

Antes de que pueda comenzar la producción, es necesario esterilizar el área aséptica del módulo haciendo circular agua caliente presurizada durante 30 minutos. Tras la esterilización, se enfría el módulo paso por paso hasta las temperaturas de producción. Finalmente, el agua estéril circula a través del circuito del producto.

#### **5.4.4.2 PRODUCCIÓN.**

La producción comienza llenando el módulo con producto por medio del depósito de equilibrio. El producto desplaza la mezcla de agua/producto al drenaje o al depósito de rechazo. Un depósito de equilibrio especialmente diseñado minimiza la cantidad de productos mezclados. Cuando un depósito o máquina de llenado aguas abajo está listo, puede comenzar la producción. El producto es precalentado de forma regenerativa hasta aproximadamente 120°C en el Tetra Spiraflo THE antes de ser homogeneizado en un homogeneizador Tetra Alex.

El calentamiento final tiene lugar por medio de un circuito indirecto de agua caliente.

El producto se mantiene en un tubo de retención durante el tiempo requerido.

#### **5.4.4.3 LIMPIEZA ASÉPTICA INTERMEDIA.**

La limpieza aséptica intermedia se realiza con soda cáustica y ácido nítrico. Después de cada corrida de producción, el módulo se limpia con una CIP con soda cáustica y ácido nítrico.

#### **5.4.4.4 PARADA.**

Cuando se produce la parada en una máquina de llenado, el agua estéril reemplaza al producto.

#### **5.4.4.5 LIMPIEZA FINAL.**

La limpieza final se realiza con soda cáustica y ácido nítrico. Después de cada corrida de producción, el módulo se limpia con una CIP de soda cáustica y ácido nítrico.

### **5.5 MARCO LEGAL.**

#### **5.5.1 NORMATIVA NACIONAL.**

##### **LEY 29783**

LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CONSIDERANDO:

*Principio de prevención.* El empleador garantiza, en el centro de trabajo, el establecimiento de los medios y condiciones que protejan la vida, la salud y el bienestar de los trabajadores, y de aquellos que, no teniendo vínculo laboral, prestan servicios o se encuentran dentro del ámbito del centro de labores. Debe considerar factores sociales, laborales y biológicos, diferenciados en función del sexo, incorporando la dimensión de género en la evaluación y prevención de los riesgos en la salud laboral.

*Artículo 36. Servicios de Seguridad y Salud en el Trabajo.* Todo empleador organiza un servicio de seguridad y salud en el trabajo propio o común a varios empleadores, cuya finalidad es esencialmente preventiva. Sin perjuicio de la responsabilidad de cada empleador respecto de la salud y la seguridad de los trabajadores a quienes emplea y habida cuenta de la necesidad de que los trabajadores participen en materia de salud y seguridad en el trabajo, los servicios de salud en el trabajo aseguran que las funciones siguientes sean adecuadas y apropiadas para los riesgos de la empresa para la salud en el trabajo:

- a) Identificación y evaluación de los riesgos que puedan afectar a la salud en el lugar de trabajo.
- b) Vigilancia de los factores del medio ambiente de trabajo y de las prácticas de trabajo que puedan afectar a la salud de los trabajadores, incluidas las instalaciones sanitarias, comedores y alojamientos, cuando estas facilidades sean proporcionadas por el empleador.
- c) Asesoramiento sobre la planificación y la organización del trabajo, incluido el diseño de los lugares de trabajo, sobre la selección, el mantenimiento y el estado de la maquinaria y de los equipos y sobre las sustancias utilizadas en el trabajo.
- d) Participación en el desarrollo de programas para el mejoramiento de las prácticas de trabajo, así como en las pruebas y la evaluación de nuevos equipos, en relación con la salud.
- e) Asesoramiento en materia de salud, de seguridad e higiene en el trabajo y de ergonomía, así como en materia de equipos de protección individual y colectiva.
- f) Vigilancia de la salud de los trabajadores en relación con el trabajo.
- g) Fomento de la adaptación del trabajo a los trabajadores.

**D.S. 005-2012-TR**

## REGLAMENTO DE LA LEY DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO CONSIDERANDO:

*En el artículo 22, inciso b,* se indica la necesidad de identificar los peligros y evaluar los riesgos existentes o posibles en materia de seguridad y salud que guarden relación con el medio ambiente de trabajo o con la organización del trabajo.

*Que, el artículo 33* del reglamento solicita de manera obligatorio los registros de monitoreo de agentes físicos, químicos, biológicos, psicosociales y factores de riesgo disergonómicos, se deben realizar monitoreos de estrés térmico para evaluar el factor de riesgo al que están expuestos los trabajadores.

*En el artículo 42, inciso n,* indica que una de las funciones del Comité de Seguridad y Salud en el Trabajo, es hacer recomendaciones apropiadas para el mejoramiento de las condiciones y el medio ambiente de trabajo, velar porque se lleven a cabo las medidas adoptadas y examinar su eficiencia.

### **RM 375-2008 TR**

#### NORMA BÁSICA DE ERGONOMÍA Y DE PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DISERGONÓMICO.

#### TÍTULO VII: CONDICIONES AMBIENTALES DE TRABAJO, CONSIDERANDO LOS NUMERALES DEL 26 AL 29:

26. El ambiente térmico se medirá con el índice WBGT (West Bulb Globe Temperature):

Trabajo al aire libre con carga solar  $WBGT = 0.7 T_{bh} + 0.2 T_g + 0.1 T_{bs}$

Trabajo al aire libre sin carga solar o bajo techo  $WBGT = 0.7 T_{bh} + 0.3 T_g$

Siendo:  $T_{bh}$  = Temperatura de bulbo húmedo;  $T_{bs}$  = Temperatura de bulbo seco y  $T_g$  = Temperatura de globo.

27. Los valores límite de WBGT – Norma ISO 7247, se darán acorde a la ACGIH.<sup>1</sup>

28. La velocidad del aire tendrá las siguientes características:

- ❖ 0,25 m/s para trabajo en ambientes no calurosos.
- ❖ 0,50 m/s para trabajos sedentarios en ambientes calurosos.
- ❖ 0,75 m/s para trabajos no sedentarios en ambientes calurosos.

---

<sup>1</sup> American Conference of Governmental Industrial Hygienists

29. En los lugares de trabajo donde se usa aire acondicionado la humedad relativa se situará entre 40% (cuarenta) por ciento y 90 % (noventa) por ciento.

## **5.5.2 NORMATIVA INTERNACIONAL.**

### **5.5.2.1 NORMATIVAS UNE EN**

- UNE EN 27243:95. Ambientes calurosos: Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice TGBH.
- UNE EN ISO 7726:02. Ergonomía de los ambientes térmicos: instrumentos de medida de las magnitudes físicas.
- UNE EN ISO 8996:2005. Ergonomía del ambiente térmico: Determinación de la tasa metabólica.
- UNE EN ISO 9920:2009. Ergonomía del ambiente térmico: Determinación del aislamiento de la vestimenta. Estimación del aislamiento térmico y de la resistencia de evaporación de un conjunto de ropa.
- UNE EN ISO 15265:05. Ergonomía del ambiente térmico. Estrategia de evaluación del riesgo para la prevención del estrés o incomodidad en condiciones de trabajo térmicas.
- UNE EN ISO 7243:2017. “Ergonomics of the thermal environment – Assessment of heat stresses using the WBGT (wet bulb globe temperature)”. “Ergonomía del ambiente térmico – Evaluación del estrés térmico usando el WBGT (bulbo globo de temperatura)”.

### **5.5.2.2 NORMATIVA ESPAÑOLA**

- NTP 18: Estrés térmico. Evaluación de las exposiciones muy intensas.
- NTP 176: Evaluación de las condiciones de trabajo: Método de los perfiles de puestos.
- NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.
- NTP 350: Evaluación del estrés térmico. Índice de sudoración requerida.
- NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I).
- NTP 923: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (II).

## VI. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO

El presente trabajo se realizó en el área de esterilización de una planta de producción de leche; en dicha área se realiza el tratamiento de leche a temperaturas ultra-altas (Ultra High Temperature, UHT) que consiste en calentar la leche a más de 135°C con el objetivo de maximizar la destrucción de microorganismos mientras se minimizan los cambios químicos en el producto. Si bien es cierto que el equipo que emite la mayor cantidad de energía calorífica es la unidad de tratamiento UHT, también existen otros equipos y situaciones como son las tuberías de vapor de agua, tuberías de agua caliente, fuga de vapor de agua y actividades de trabajo que emiten calor en sus diferentes formas ya sea por conducción, convección o radiación.

El año 2015 se realizó la primera medición de estrés térmico en el área de esterilización para la actividad de medición de parámetros en los tableros de control digital de las máquinas UHT, obteniendo resultados por debajo del límite permisible, por lo cual se concluyó que no existía estrés térmico en el área de esterilización de UHT. Así mismo se volvió a medir el estrés térmico en el año 2017, dando resultados por debajo del límite permisible, por lo cual se volvió a concluir que los trabajadores no se encontraban en estrés térmico. Pero se pudo observar después, y gracias al reporte de los trabajadores, que se estaba incrementando la sensación de estrés térmico en la actividad de preparación de CIP como se conoce comúnmente a la limpieza interna de máquinas esterilizadoras utilizando la soda cáustica y el ácido nítrico; esta actividad se realiza una hora antes de la finalización del tratamiento térmico de la leche que como ya mencionamos durante toda la producción llega hasta los 135°C con la finalidad de destruir los microorganismos.

En el área de esterilización existen cinco máquinas esterilizadoras (Ver anexo 1, figura 2 y 3) que aportan la mayor cantidad de calor al medio ambiente debido a las altas temperaturas a las cuales trabajan. Estas máquinas esterilizadoras son:

- Máquina esterilizadora: Unidad Flex 7.
- Máquina esterilizadora: Unidad Flex 4.
- Máquina esterilizadora: Unidad APV.
- Máquina esterilizadora: Unidad Flex 15.
- Máquina esterilizadora: Unidad Flex 8.

Todas las máquinas esterilizadoras cuentan con los mismos elementos como son la zona CIP (el lugar donde el trabajador tiene la mayor sensación térmica de calor), el panel de control, el desaireador, un homogenizador y un intercambiador de calor tubular. Todos estos elementos en su conjunto forman una máquina esterilizadora.

Debido a que las cinco máquinas esterilizadoras están bajo un solo ambiente de trabajo podemos afirmar que presentan similares condiciones para realizar las mediciones.

Por este motivo se ha escogido como puntos de medición los lugares donde los operadores maquinistas han presentado una mayor cantidad de observaciones respecto a la alta sensación de calor.

Los puntos donde se realiza la evaluación del estrés térmico (Ver anexo 1, figura 4 y 5) son:

- Punto de monitoreo N°01: Zona CIP de la Unidad Flex 7.
- Punto de monitoreo N°02: Zona CIP de la Unidad Flex 15.

Por lo tanto es imprescindible saber si los trabajadores del área de esterilización de una planta de tratamiento de leche, en los puntos indicados, se encuentran sometidos a estrés térmico por calor.

## 6.1 METODOLOGÍA

### 6.1.1 ÍNDICE WBGT

La metodología utilizada en este estudio es el índice WBGT detallada en la norma europea UNE EN ISO 7243:2017, este método se utiliza en ambientes laborales para evaluar el estrés térmico al que está sometido un individuo o trabajador expuesto a un ambiente caluroso.

El índice WBGT se utiliza para discriminar si es o no admisible una situación de riesgo de estrés térmico. Su cálculo permite tomar decisiones en cuanto a las posibles medidas preventivas a aplicar. (Luna, 1993, p.1)

El método de evaluación parte del cálculo del índice WBGT en base a:

- La producción interna de calor en el cuerpo como resultado de la actividad física o consumo metabólico.
- Las características del ambiente que rigen la transferencia de calor entre el entorno y el cuerpo. Para ello, se necesitará conocer los siguientes parámetros:
  - Temperatura Húmeda Natural (THN).
  - Temperatura de Globo (TG).
  - Temperatura del Aire (TA), llamada también temperatura de bulbo seco.

Las siguientes ecuaciones muestran la relación entre estos parámetros, dependiendo de las características del lugar de trabajo:

- En el interior del edificio o en el exterior sin carga solar:

$$WBGT = 0.7xTHN + 0.3xTG \dots (I)$$

- En el exterior del edificio con carga solar:

$$WBGT = 0.7xTHN + 0.2xTG + 0.1xTA \dots (II)$$

Cuando el puesto de trabajo a evaluar presenta diferencias observables en cuanto a la temperatura en sus alrededores, entonces debe hallarse el índice

WBGT realizando tres mediciones, a nivel de la cabeza, abdomen y tobillos, utilizando la siguiente ecuación:

$$WBGT = \frac{WBGT(cabeza) + 2xWBGT(abdomen) + WBGT(tobillos)}{4} \dots (III)$$

Las mediciones deben realizarse a 0.1 m, 1.1 m y 1.7 m del suelo si la posición en el puesto de trabajo es de pie.

Este índice así hallado, expresa las características del ambiente y no debe sobrepasar un cierto valor límite que depende del calor metabólico que el individuo genera durante el trabajo (M). (Ver figuras 6, 7, 10 y 11).

Las mediciones de las variables que intervienen en este método de valoración deben realizarse preferentemente, durante los meses de verano y en las horas más cálidas de la jornada (Luna, 1993, p.2) (Ver anexo 5).

Los instrumentos de medida deben cumplir con los siguientes requisitos:

**Temperatura de Globo (TG):** Es la temperatura indicada por un sensor colocado en el centro de una esfera de las siguientes características:

- 150 mm de diámetro.
- Coeficiente de emisión medio: 90 (negro y mate).
- Grosor: Tan delgado como sea posible.
- Escala de medición: 20 °C-120°C.
- Precisión: +-0.5°C de 20°C a 50°C y +-1°C de 50°C a 120°C.

**Temperatura húmeda natural (THN):** Es el valor indicado por un sensor de temperatura recubierto de un tejido humedecido que es ventilado de forma natural, es decir, sin ventilación forzada. Esto último diferencia a esta variable de la temperatura húmeda psicrométrica, que requiere una corriente de aire alrededor del sensor y que es la más conocida y utilizada en termodinámica y en las técnicas de climatización (Luna, 1993, p.2).

El sensor debe tener las siguientes características:

- Forma cilíndrica.
- Diámetro externo de 6mm +-1mm.
- Longitud 30mm +-5 mm
- Rango de medida 5°C a 40°C
- Precisión: +-0.5°C.
- La parte sensible del sensor debe estar recubierta de un tejido (p.e. algodón) de alto poder absorbente de agua.
- El soporte del sensor debe tener un diámetro de 6 mm y parte de él (20 mm) debe estar cubierto por el tejido, para reducir el calor transmitido por conducción desde el soporte al sensor.
- El tejido debe formar una manga que ajuste sobre el sensor. No debe estar demasiado apretado ni demasiado holgado.
- El tejido debe mantenerse limpio.

- La parte inferior del tejido debe estar inmersa en agua destilada y la parte no sumergida del tejido, tendrá una longitud entre 20 mm y 30 mm.
- El recipiente de agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

**Temperatura seca del aire (TA):** Es la temperatura del aire medida, por ejemplo, con un termómetro convencional de mercurio u otro método adecuado y fiable (Luna, 1993, p.3).

El sensor debe tener las siguientes características:

- El sensor debe estar protegido de la radiación térmica, sin que esto impida la circulación natural de aire a su alrededor.
- Debe tener una escala de medida entre 20°C y 60°C (+-1°C).

### **6.1.2 FACTORES DE CORRECCIÓN DE ACUERDO AL TIPO DE VESTIMENTA.**

La simplicidad del método hace que esté sujeto a ciertas limitaciones, debidas a las obligadas restricciones en algunas variables. Así, por ejemplo, la curva límite que se aprecia en la figura 6 sólo es de aplicación a individuos cuya vestimenta ofrezca una resistencia térmica aproximada de 0.6 clo, que corresponde a un atuendo veraniego (Luna, 1993, p.4).

En caso contrario, deberá aumentarse el valor del índice WBGT según lo indicado en la figura 12 o deberá reducirse el límite WBGT según lo indica la figura 8.

Si la ropa usada para el trabajo no permite el paso del aire (no facilita la evaporación) y no se tiene factor de corrección para el índice WBGT, entonces deberá considerarse un cambio en el material como una medida preventiva.

Cuando la situación de trabajo no se adapte al campo de aplicación del método, es decir, que la velocidad del aire o el vestido sean muy diferentes de lo indicado, debe recurrirse a métodos más precisos de valoración (Luna, 1993, p.4).

### **6.1.3 CONSUMO METABÓLICO (M)**

La cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo es una variable que es necesario conocer para la valoración del estrés térmico. Existen diferentes métodos para determinar el gasto energético, todos basados en la norma ISO 8996. El gasto metabólico energético se expresa normalmente en unidades de energía y potencia: kilocalorías (kcal), joules (J), y watios (w) (Nogareda & Luna, 1993, p.1).

La equivalencia entre las mismas es la siguiente:

- 1 Kcal = 4.184 kJ
- 1 M = 0.239 Kcal

- 1 Kcal/h = 1.161 w
- 1 w = 0.861 Kcal/h
- 1 kcal/h = 0.644 w/m<sup>2</sup>
- 1 w/m<sup>2</sup> = 1.553 kcal/hora (para una superficie corporal estándar de 1.8 m<sup>2</sup>)

Existen varios métodos para determinar el gasto energético, que se basan en la consulta de tablas o en la medida de algún parámetro fisiológico. En la figura 14 se indican los que recoge la ISO 8996, clasificándolos en niveles según su precisión y dificultad (Nogareda & Luna, 1993, p.1).

### **Estimación del consumo metabólico a través de tablas**

La estimación del consumo metabólico a través de tablas implica aceptar unos valores estandarizados para distintos tipos de actividad, esfuerzo, movimiento, etc. Y suponer, tanto que nuestra población se ajusta a la que sirvió de base para la confección de las tablas. Estos dos factores constituyen las desviaciones más importantes respecto de la realidad y motivan que los métodos de estimación del consumo metabólico mediante tablas ofrezcan menor precisión que los basados en mediciones de parámetros fisiológicos. A cambio son mucho más fáciles de aplicar y en general son más utilizados. (Nogareda & Luna, 1993, p.2).

#### **a) Consumo metabólico según el tipo de actividad.**

Mediante este sistema se puede clasificar de forma rápida el consumo metabólico en reposo, ligero, moderado, elevado o muy elevado en función del tipo de actividad desarrollada (ver la figura 15). El término numérico que se obtiene representa el valor medio dentro de un intervalo amplio de valores. Desde el punto de vista cuantitativo es un método muy utilizado porque permite establecer de forma rápida cual es el nivel aproximado de metabolismo (Nogareda & Luna, 1993, p.2).

- **Metabolismo de reposo:** Sentado en descanso sin realizar tarea alguna.
- **Metabolismo ligero:** Sentado con comodidad realizando trabajo manual ligero (escribir, dibujar, tejer, tipear); trabajo con manos y brazos (ensamblaje, archivado de documento, armado y desarmado de piezas); trabajo de brazos y piernas (conducir un vehículo en condiciones normales). De pie en marcha ocasional (velocidad hasta 3.5 km/h).
- **Metabolismo moderado:** Trabajo mantenido de manos y brazos (claveteado, llenado); trabajo con brazos y piernas (maniobras sobre camiones, tractores o máquinas); trabajo de brazos y tronco (trabajo con martillo neumático, acoplamiento de vehículos, enyesado, recolección de frutos); empuje o

tracción de carretillas ligeras, marcha a una velocidad de 3.5 a 5.5 km/h.

- **Metabolismo elevado:** Trabajo intenso con brazos y tronco; transporte de materiales pesados; trabajos de cava; trabajo con martillo, cincelado de madera, excavar, marcha a una velocidad de 5.5 a 7 km/h. Empuje de carretillas muy cargadas.
- **Metabolismo muy elevado:** Actividad muy intensa a marcha rápida cercana al máximo; trabajar con el hacha; acción de palear o de cavar intensamente; subir escaleras, una rampa o una escalera; andar rápidamente con pasos pequeños, correr, andar a una velocidad superior a 7 km/h.

#### b) Consumo metabólico según la profesión.

Se obtiene el consumo metabólico a través de las tablas (ver figura 16) que lo relacionan con diferentes profesiones. Hay que tener en cuenta que los valores que figuran en dicha tabla se incluyen el metabolismo basal (Nogareda & Luna, 1993, p.3).

#### c) Consumo metabólico a partir de los componentes de la actividad.

Mediante este tipo de tablas se dispone, por separado, de información sobre posturas, desplazamientos, etc., de forma que la suma del gasto energético que suponen esos componentes, que en conjunto integran la actividad, es el consumo metabólico de esa actividad. Este es posiblemente el sistema más utilizado para determinar el consumo metabólico. (Nogareda & Luna, 1993, p.5).

Los términos a sumar son los siguientes:

- **Metabolismo basal:** Es el consumo de energía de una persona en reposo y acostada. Representa el gasto energético necesario para mantener las funciones vegetativas (respiración, circulación, etc.). La figura 17 muestra su valor en función a la edad y el sexo.
- **Componente postural:** Es el consumo de energía que tiene una persona en función de la postura que mantiene (de pie, sentado, etc.). La figura 18 muestra los valores correspondientes.
- **Componente del tipo de trabajo:** Es el gasto energético que se produce en función del tipo de trabajo (manual, con un brazo, con el tronco, etc.) y de la intensidad de éste (ligero, moderado, pesado, etc.) (Ver la figura 19).

- **Componente de desplazamiento:** Es el consumo de energía que supone el hecho de desplazarse, horizontal o verticalmente a una determinada velocidad. El uso de la figura 20, donde figuran estos datos, implica multiplicar el valor del consumo metabólico, por la velocidad de desplazamiento para obtener el gasto energético correspondiente al desplazamiento estudiado.

#### 6.1.4 VARIACIÓN DE LAS CONDICIONES DE TRABAJO CON EL TIEMPO

Durante la jornada de trabajo pueden variar las condiciones ambientales o el consumo metabólico, al realizar tareas diferentes o en diferentes ambientes. En estos casos se debe hallar el índice WBGT o el consumo metabólico, ponderados en el tiempo, aplicando las expresiones siguientes:

- Cálculo del índice WBGT ponderado en el tiempo:

$$WBGT = \frac{\sum_{i=1}^n WBGT_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots (IV)$$

- Cálculo del consumo metabólico (M), ponderado en el tiempo:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n M_i \times t_i}{\sum_{i=1}^n t_i} \dots (V)$$

Esta forma de ponderar solo puede utilizarse bajo la condición de que:

$$\sum_{i=1}^n t_i \leq 60$$

Esto se debe a que las compensaciones de unas situaciones térmicas con otras no ofrecen seguridad en periodos de tiempo largos.

#### 6.1.5 ADECUACIÓN DE RÉGIMENES DE TRABAJO – DESCANSO

Cuando exista riesgo de estrés térmico según lo indicado, puede establecerse un régimen de trabajo-descanso de forma que el organismo pueda restablecer el balance térmico. Se puede hallar en este caso la fracción de tiempo (trabajo-descanso) necesaria para que, en conjunto, la segura, de la siguiente forma:

$$ft = \frac{(A-B)}{(C-D)+(A-B)} \times 60 \left( \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \right) \dots (VI)$$

Siendo:

- ft = Fracción de tiempo de trabajo respecto del total (indica los minutos a trabajar por cada hora)
- A = WBGT límite en el descanso ( $M < 100$  Kcal/h)
- B = WBGT en la zona de descanso.
- C = WBGT en la zona de trabajo.
- D = WBGT límite en el trabajo.

Si se trata de una persona aclimatada al calor, que permanece en el lugar de trabajo durante la pausa, la expresión se simplifica:

$$ft = \frac{33-B}{33-D} \times 60 \left( \frac{\text{minutos}}{\text{hora}} \right) \dots \text{(VII)}$$

Cuando  $B \geq A$ , entonces las ecuaciones anteriores nos son aplicables.

Esta situación corresponde a un índice WBGT tan alto, que ni siquiera con un índice de actividad relativo al descanso ( $< 100$  Kcal /hora) ofrece seguridad. Debe adecuarse un lugar más fresco para el descanso, de forma que se cumpla  $B < A$ .

## 6.2 CARACTERIZACIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

El área de esterilización cuenta con 16 trabajadores del sexo masculino, todos en el puesto de operadores maquinistas (Ver figura 1) cuyas funciones van desde la limpieza del área hasta el manejo de los equipos de esterilización. Cada trabajador tiene una jornada de 12 horas diarias durante 4 días en el turno de la mañana, luego descansa 3 días y al regreso pasa al turno noche con una jornada de 12 horas nocturnas por el periodo de 4 días.

Cabe precisar que todos los trabajadores pertenecientes al área de esterilización en la planta UHT están aclimatados ya que como mínimo alguno de ellos tiene un año de experiencia y el más antiguo tiene 12 años de experiencia (Ver figura 1).

El área de esterilización de la planta de tratamiento de leche está formado por un ancho y largo de 18 y 50 metros que en conjunto forman 900 metros cuadrados en los cuales se distribuyen 5 equipos de esterilización o llamadas también unidades UHT como se puede apreciar en la figura 2 y 3. Estos equipos de esterilización que aportan una mayor cantidad de energía calorífica son: Unidad Flex 7, Flex 4, APV, Flex 15 y Flex 8.

Según el reporte de los trabajadores, la actividad donde se tiene una mayor sensación de estrés térmico es en la preparación de CIP de las unidades Flex 7 y Flex 15.

La preparación de CIP tiene cinco tareas relevantes las cuales se pasa a detallar:

- Traslado de soda cáustica y ácido nítrico hacia zona de dosificación.
- Apertura de la válvula de agua hacia los tanques de dosificación.
- Adición de soda cáustica y ácido nítrico en los tanques de dosificación.
- Inicio de limpieza interna CIP y lectura de parámetros en tablero digital.
- Esperar de pie la siguiente dosificación.

Cabe señalar que debido a que la actividad de preparación de CIP es similar, y bajo las mismas condiciones en todas las máquinas de esterilización, entonces se tomará como puntos de monitoreo las siguientes zonas:

- **Punto N°01:** Zona de CIP en la unidad Flex 7.
- **Punto N°02:** Zona de CIP en la unidad Flex 15.

### 6.3 TRABAJO DE CAMPO Y RECOLECCIÓN DE DATOS (MONITOREO).

Debido a que se ha determinado dos puntos de monitoreo para la evaluación de estrés térmico, entonces se programó dos fechas para la recolección de datos las cuales son:

- **Punto N°01:** Medición realizada el día lunes 21/12/2020
- **Punto N°02:** Medición realizada el día martes 22/12/2020

El primer día se realizaron las siguientes actividades:

- Identificación de las tareas realizadas por el operador maquinista en la preparación de CIP para la unidad Flex 7.
- Cálculo del gasto metabólico del operador maquinista en la preparación de CIP para la unidad Flex 7 (ver anexo 3, cuadro 1, 2 y 3).
- Medición de la temperatura húmeda natural y temperatura de globo en tres altura diferentes utilizando el equipo de medición de estrés térmico en la Zona CIP de la unidad Flex 7 (ver anexo 5).
- Cálculo del factor de corrección (por tipo de vestimenta) para el índice WBGT de la unidad Flex 7 zona CIP (ver anexo 3, cuadro 4).

El segundo día se realizaron las siguientes actividades:

- Identificación de las tareas realizadas por el operador maquinista en la preparación de CIP para la unidad Flex 15.
- Cálculo del gasto metabólico del operador maquinista en la preparación de CIP para la unidad Flex 15 (ver anexo 3, cuadro 1, 2 y 3).
- Medición de la temperatura húmeda natural y temperatura de globo en tres altura diferentes utilizando el equipo de medición de estrés térmico en la Zona CIP de la unidad Flex 15 (ver anexo 5).
- Cálculo del factor de corrección (por tipo de vestimenta) para el índice WBGT de la unidad Flex 15 zona CIP (ver anexo 3, cuadro 5).

La identificación de tareas y el cálculo del gasto metabólico se puede observar en los cuadros 1, 2 y 3 del anexo 3.

El cálculo del gasto metabólico se realizó utilizando las tablas de la norma internacional ISO 8996:2005 que se pueden observar en las figuras 14, 15, 16, 17, 18, 19 y 20 del anexo 1.

La medición de las temperaturas húmedas naturales y de globo ser realizó con un equipo de estrés térmico cuyo certificado de calibración y ficha técnica se puede apreciar en el anexo 6.

Finalmente se tomaron las fotografías correspondientes como evidencia del tipo de vestimenta que utilizan los trabajadores del área de esterilización lo cual se puede observar en las fotos 1, 2 3, 4, 5, 6, 7 y 8 del anexo 2.

## 6.4 RESULTADOS

### 6.4.1 PUNTO DE MONITOREO N°01: MEDICIONES REALIZADAS EL 24/12/2020

EQUIPO MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO					
LUGAR:		ZONA CIP DE MÁQUINA ESTERILIZADORA UNIDAD FLEX 7			
ACTIVIDAD:		PREPARACIÓN DE CIP			
PARTE DEL CUERPO	THN (°C)	TG (°C)	TA (°C)	WBGT <sub>i</sub> (°C)	WBGT TOTAL (°C)
CABEZA	21.7	33.4	33.7	25.10	25.15
ABDOMEN	21.7	33.7	33.9	25.30	
TOBILLO	21.6	33.3	33.7	25.11	

Se observa que la temperatura de la zona CIP de la unidad Flex 7 es muy heterogénea, por lo cual pueden existir variaciones entre las mediciones tomadas a diferentes alturas.

Antes de hallar el índice WBGT total, primero se debe tomar una medición en cada parte del cuerpo (cabeza, abdomen y tobillo), luego aplicando la ecuación (III) tenemos:

$$\text{WBGT (Flex 7)} = 25.15 \text{ °C}$$

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTRÉS TÉRMICO SEGÚN LOS VALORES LÍMITES WBGT DE LA NORMA ISO 7243						
LUGAR:		ZONA CIP DE MÁQUINA ESTERILIZADORA UNIDAD FLEX 7				
ACTIVIDAD:		PREPARACIÓN DE CIP				
WBFT FLEX7 (°C)	M (Kcal/h)	V aire (m/s)	CAF vestimenta (°C)	WBGT FLEX 7 corregido (°C)	WBGT límite (°C)	RESULTADO
25.15	370.05	4.275	+2	27.15	26	<b>SÍ EXISTE ESTRÉS TÉRMICO</b>

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTRÉS TÉRMICO SEGÚN LOS VALORES LÍMITES WBGT DE LA R.M. 375-2008-TR						
LUGAR:		ZONA CIP DE MÁQUINA ESTERILIZADORA UNIDAD FLEX 7				
ACTIVIDAD:		PREPARACIÓN DE CIP				
WBFT FLEX7 (°C)	M (Kcal/h)	V aire (m/s)	CAF vestimenta (°C)	WBGT FLEX 7 corregido (°C)	WBGT límite (°C)	RESULTADO
25.15	370.05	4.275	+2	27.15	26	<b>SÍ EXISTE ESTRÉS TÉRMICO</b>

La actividad de preparación de CIP en la unidad Flex 7 engloba las tareas de traslado de bidones de ácido nítrico de 25 Kg y sacos de soda cáustica de 25 Kg, así mismo el levantamiento de estos productos químicos para adicionarlos a los tanques de dosificación, también trabajos de pie y con los dos brazos por lo cual el mayor gasto metabólico hallado fue de 370.05 kcal/hora como se detalla en el cuadro 3 del anexo 3. Este resultado del gasto metabólico califica la intensidad del trabajo como “pesada” de acuerdo a la figura 13 del anexo 1.

Dado que existe un factor de corrección del índice WBGT de la Flex 7 según la figura 12, entonces el índice WBGT corregido sería 27.15°C. Así mismo conociendo que el gasto metabólico es de 370.05 kcal/hora, la velocidad del aire 4.275 m/s y los trabajadores del área de esterilización están aclimatados entonces el valor del límite WBGT para el área es 26°C según la figura 10.

Por lo tanto bajo las condiciones halladas durante la preparación de CIP, se determinó que el operador maquinista de la unidad Flex 7 sí se encuentra sometido a estrés térmico (Ver anexo 1, figura 21).

#### 6.4.2 PUNTO DE MONITOREO N°02: MEDICIONES REALIZADAS EL 25/12/2020

EQUIPO MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO					
LUGAR:		ZONA CIP DE MÁQUINA ESTERILIZADORA FLEX 15			
ACTIVIDAD:		PREPARACIÓN DE CIP DE FLEX 15			
PARTE DEL CUERPO	THN (°C)	TG (°C)	TA (°C)	WBGT <sub>i</sub> (°C)	WBGT TOTAL (°C)
CABEZA	23.6	34.3	33.3	26.81	25.99
ABDOMEN	22.6	32.8	32.2	25.66	
TOBILLO	22.9	32.6	32.2	25.81	

Se observa que la temperatura de la zona CIP de la unidad Flex 15 es muy heterogénea, por lo cual pueden existir variaciones entre las mediciones tomadas a diferentes alturas.

Antes de hallar el índice WBGT total, primero se debe tomar una medición en cada parte del cuerpo (cabeza, abdomen y tobillo), luego aplicando la ecuación (III) tenemos:

$$\text{WBGT (Flex 15)} = 25.99 \text{ } ^\circ\text{C}$$

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTRÉS TÉRMICO SEGÚN LOS VALORES LÍMITES WBGT DE LA NORMA ISO 7243						
LUGAR:		ZONA CIP DE MÁQUINA ESTERILIZADORA FLEX 15				
ACTIVIDAD:		PREPARACIÓN DE CIP DE FLEX 15				
WBFT FLEX7 (°C)	M (Kcal/h)	V aire (m/s)	CAF vestimenta (°C)	WBGT FLEX 15 corregido (°C)	WBGT límite (°C)	RESULTADO
25.99	366.01	1.325	+2	27.99	26	<b>SÍ EXISTE ESTRÉS TÉRMICO</b>

RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE ESTRÉS TÉRMICO SEGÚN LOS VALORES LÍMITES WBGT DE LA R.M. 375-2008-TR						
LUGAR:		ZONA CIP DE MÁQUINA ESTERILIZADORA FLEX 15				
ACTIVIDAD:		PREPARACIÓN DE CIP DE FLEX 15				
WBFT FLEX7 (°C)	M (Kcal/h)	V aire (m/s)	CAF vestimenta (°C)	WBGT FLEX 15 corregido (°C)	WBGT límite (°C)	RESULTADO
25.99	366.01	1.325	+2	27.99	26	<b>SÍ EXISTE ESTRÉS TÉRMICO</b>

La actividad de preparación de CIP en la unidad Flex 15 engloba las tareas de traslado de bidones de ácido nítrico de 25 Kg y sacos de soda cáustica de 25 Kg, así mismo el levantamiento de estos productos químicos para adicionarlos a los tanques de dosificación, también trabajos de pie y con los dos brazos por lo cual el mayor gasto metabólico hallado fue de 366.01 kcal/hora como se detalla en el cuadro 3 del anexo 3. Este resultado del gasto metabólico califica la intensidad del trabajo como "pesada" de acuerdo a la figura 13 del anexo 1.

Dado que existe un factor de corrección del índice WBGT de la Flex 15 según la figura 12, entonces el índice WBGT corregido sería 27.99°C. Así mismo conociendo que el gasto metabólico es de 366.01 kcal/hora, la velocidad del aire 1.325 m/s y los trabajadores del área de esterilización están aclimatados entonces el valor del límite WBGT para el área es 26°C según la figura 10.

Por lo tanto bajo las condiciones halladas durante la preparación de CIP, se determinó que el operador maquinista de la unidad Flex 15 sí se encuentra sometido a estrés térmico (Ver anexo 1, figura 22).

## VII. CONCLUSIONES

- De acuerdo a los resultados del punto de monitoreo N°01, el operador maquinista de la unidad Flex 7 sí se encuentra sometido a estrés térmico, debido a que el índice WBGT corregido sobrepasa los límites máximos permisibles de la Resolución Ministerial N°375 -2008-TR y de la norma internacional ISO 7243:2017 (ver anexo 1, figura 21).
- De acuerdo a los resultados del punto de monitoreo N°02, el operador maquinista de la unidad Flex 15 sí se encuentra sometido a estrés térmico, debido a que el índice WBGT corregido sobrepasa los límites máximos permisibles de la Resolución Ministerial N°375 -2008-TR y de la norma internacional ISO 7243:2017 (ver anexo 1, figura 22).
- Se observa que las máquinas esterilizadoras (unidades Flex 7 y Flex 15) presentan distintas fuentes de calor, que aportan a la situación de estrés térmico, las cuales son: el equipo de intercambiador de calor que llega a los 135°C interno para esterilizar la leche, las tuberías de vapor de agua que no tienen aislamiento y las fugas de vapor de agua que no han sido reparadas.
- Se identificaron que las actividades y tareas que están cercanas a las fuentes de calor de las máquinas esterilizadoras son: El traslado de soda cáustica y ácido nítrico a la zona de dosificación, la apertura de la válvula de agua, la adición de soda cáustica y ácido nítrico, la lectura de los parámetros en el tablero digital y la espera para la siguiente dosificación.
- Se ha identificado que las tareas y actividades que requieren un mayor gasto metabólico para el operador maquinista de la unidad Flex7 y Flex 15, están relacionadas a la preparación del CIP.
- Se ha determinado que la intensidad del trabajo por gasto metabólico del operador maquinista de las unidades Flex 7 y Flex 15, relacionado a la actividad de preparación de CIP, es de una categoría denominada como pesada (ver anexo 3, cuadro 1, 2 y 3).
- El gasto metabólico del operador maquinista de las unidades Flex 7 y Flex 15, cuyos datos arrojan una intensidad de trabajo pesado, es un factor principal en el aporte de energía calórica al resultado elevado de estrés térmico.

- El traje de polietileno color amarillo que utilizan los operadores maquinistas del área de esterilización para la preparación de CIP en los esterilizadores, tiene un factor de corrección muy alto, que aumenta en dos grados centígrados el índice WBGT. Este factor hace que el índice WBGT corregido sobrepase el límite máximo permisible de la norma nacional e internacional. (ver anexo 3, cuadro 4 y 5).
- Las molestias que presentaron los operadores maquinistas se debe a que realmente están expuestos a estrés térmico en la zona CIP de las máquinas esterilizadoras de UHT.
- Existe una gran probabilidad que los operadores maquinistas del área de esterilización comiencen a presentar patologías derivadas de la exposición al estrés térmico, como podrían ser: golpes de calor, agotamiento, deshidratación, déficit salino, calambres, sudoración insuficiente, alteraciones cutáneas y trastornos psíquicos.
- Finalmente se puede concluir que los operadores maquinistas del área de esterilización de la planta de producción de leche sí se encuentran sometidos a estrés térmico.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- Principalmente se recomienda un control efectivo de ingeniería y en las fuentes de calor, implementando un programa de instalación de aislamiento térmico en los equipos intercambiadores de calor de todas las máquinas esterilizadoras y en las tuberías de vapor que no presenten aislamiento.
- Así mismo implementar un programa de reparación de tuberías que presenten fugas de vapor de agua. Así mismo implementar un programa de mantenimiento preventivo de tuberías de vapor de agua.
- Cumplir con el programa de mantenimiento preventivo del sistema de ventilación mecánica del área de esterilización compuesto por inyectores y extractores de aire (ver anexo 2, fotos 9, 10, 11 y 12).
- Como control administrativo el operador maquinista que realice preparación de CIP en la unidad Flex 7 debe trabajar 50 minutos y descansar 10 minutos en la misma área de trabajo para disminuir el riesgo de exposición a estrés térmico (ver anexo 3, cuadro 6).
- Siguiendo el control administrativo, el operador maquinista que realice preparación de CIP en la unidad Flex 15 debe trabajar 43 minutos y

descansar 17 minutos en la misma área de trabajo para disminuir el riesgo de exposición a estrés térmico (ver anexo 3, cuadro 6).

- El control personal debe estar determinado hacia el operador, por tal motivo se debe implementar un bebedero electrónico en el área de esterilización para abastecer de agua fría a los operadores maquinistas, quienes deberán hidratarse en los minutos que tengan para descanso. De esta forma se puede reducir el riesgo por deshidratación de los trabajadores.
- Entregar 4 unidades de polo y pantalón para realizar los cambios diarios de ropa debido a la sudoración que experimentan los operadores maquinistas del área de esterilización.
- Automatizar el ingreso de soda cáustica y ácido nítrico hacia los tanques de dosificación de las máquinas esterilizadoras, de esta forma se reduciría el gasto metabólico de los operadores maquinistas y no sería necesario el uso del traje de polietileno color amarillo ya que no habría riesgo de salpicaduras de productos químicos peligrosos.
- Sustituir la tarea de levantamiento de cargas (bidón de ácido nítrico de 25 Kg) en la preparación de CIP por bombas de succión que no requiera levantar el bidón de ácido nítrico. Esta sustitución de la tarea disminuirá el gasto metabólico del operador maquinista.
- Evaluar el cambio del traje de polietileno, que se usa en la preparación de CIP, por un overol de mitad de cuerpo que permita disminuir o anular el factor de corrección del índice WBGT.
- El médico ocupacional de la empresa debe revisar a la brevedad los últimos exámenes médicos de todos los operadores maquinistas del área de esterilización, haciendo énfasis en la búsqueda de posibles afectaciones determinadas por la exposición al estrés térmico.
- Así mismo el médico ocupacional debe identificar a los colaboradores que presenten deficiencias circulatorias o respiratorias; especialmente aquellas que tienen un historial de lesiones o enfermedades cardiovasculares para evitar que se expongan a condiciones térmicas agresivas.
- Aconsejar y monitorear a aquellos trabajadores que tomen medicamentos que comprometan su sistema cardiovascular normal, presión sanguínea, regulación de temperatura corporal, funciones renales y de las glándulas sudoríparas así como aquellos que abusan o se recuperan de ingesta de alcohol u otros.

- Mantener los exámenes médicos ocupacionales periódicos a los operadores maquinistas que están expuestos a estrés térmico, debe haber un énfasis especial en la capacidad del estado físico.
- Implementar y/o asegurar el cumplimiento de un programa de aclimatación al calor lo cual consiste en mantener a los trabajadores en buena forma física (a través de la alimentación, pausas activas o programas de acondicionamiento), asegurar la reposición del agua perdida y mantener el equilibrio electrolítico de ser necesario.
- Difundir los resultados del presente trabajo a los operadores maquinistas y a los miembros del comité de seguridad y salud en el trabajo para que tengan conocimiento de los controles que permitirán reducir el riesgo por exposición a estrés térmico en el área de esterilización.
- Capacitar a todos los operadores maquinistas de esterilización sobre la importancia de cumplir con los exámenes médicos ocupacionales, el reporte de condiciones inseguras, actos inseguros y el cumplimiento de las medidas de control.

## **IX. REFERENCIAS**

### **LIBROS**

- HERNANDEZ, FERNANDEZ & BAPTISTA (2014) Metodología de la Investigación. 6ta ed. EE. UU: Mc. Graw Hill.
- ALTISEN, Claudio (2009) Metodología de la Investigación Científica. 1era ed. Buenos Aires: LibrosEnRed.
- CARRASCO DÍAZ, Sergio (2019) Metodología de la Investigación Científica. 19va ed. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- BAENA PAZ, Guillermina (2017) Metodología de la Investigación. 3ra ed. México: Grupo Editorial Patria S.A.
- COHEN & GÓMEZ (2019) Metodología de la Investigación, ¿Para qué? 1ra ed. Argentina: Editorial Teseo.
- MAGER STELLMAN, Jeanne (1998) ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, tomo 1. 3ra ed. Madrid: Chantal Dufresne, BA.

- LATARJET & RUIZ (2004) Anatomía Humana. 4ta ed. Buenos Aires: Editorial Panamericana.
- BASCUAS & HUESO (1989:11-15). Ergonomía, 20 preguntas básicas para aplicar la ergonomía en la empresa. 2da ed. Madrid: Fundación Mapfre.
- MODELO, GREGORI & BARRAU (1999) Ergonomía 1 Fundamentos. 3era ed. Barcelona: Mutua Universal.

### **ESTÁNDARES INTERNACIONALES**

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (1992) Threshold limits values and Biological exposure indices of 1992-93 Cincinnati. USA: ACGIH.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA) (1971) Technical Committee on Ergonomics. Ergonomics Guide to Assessment of Metabolic and Cardia. España: UPC.
- AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION(AIHA) (1975) Heating and Cooling for Man in Industry.2da ed. USA: Elsevier
- AMERICAN NATIONAL STANDARD (ANSI) (1979) American National Standard: Guide for the Evaluation of Human Exposure. New York: USA.
- American Industrial Hygiene Association (AIHA) (1971) Costs of Physical Work. España: UPC.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (1982) NTP 018: Estrés Térmico. Evaluación de las exposiciones muy intensas. España: INSHT.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (1983) NTP 074: Confort Térmico. Método de Fanger para su Evaluación. España: INSHT.

- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (1986) NTP 177: La carga física de trabajo: definición y evaluación. España: INSHT.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (1991) NTP 279: Ambiente Térmico y Deshidratación. España: INSHT
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (1993) INSHT- NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT. España: INSHT.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (1993) INSHT- NTP 323: Determinación del metabolismo energético. España: INSHT.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (1994) NTP 350: Evaluación del Estrés Térmico. Índice de Sudoración Requerida. España: INSHT.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (1998) INSHT-NTP 501: Ambiente térmico: disconfort térmico local. España: INSHT.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (2007) INSHT-NTP 779: Bienestar Térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables. España: INSHT.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (2011) INSHT-NTP 922: Estrés Térmico y Sobre Carga Térmica: evaluación de riesgos (I). España: INSHT.
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (INSHT) (2011) INSHT-NTP 923: Estrés Térmico y Sobre Carga Térmica: evaluación de riesgos (II). España: INSHT.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION (ISO) (1984) Moderate Thermal Environments -Determination of the PMV

and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort, ISO 7730.España: AENOR.

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1989) Hot Environments - Analytical determination and interpretation of thermal stress using calculation of required sweat rate, ISO 7933.España: AENOR
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1989) Hot environments. Estimation of the heat stress on working man, based on the WBGT index (Wet bulb globe temperatures), ISO 7243.España: AENOR
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1989) Hot Environments - Estimation of the heat, ISO 7243: AENOR
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (1989) Stress on working man, based on the TGBH-index (Wet Bulb Globe Temperature). España: AENOR
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2001) Ergonomía del ambiente térmico. Principios y aplicación de las normas internacionales correspondientes: UNE-EN ISO 1139. España: AENOR.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2005) Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica: UNE-EN ISO 8996. España: AENOR.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2005) Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada: UNE-EN ISO 7933. España: AENOR.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2006) Ergonomía del ambiente térmico: une-en ISO 7730:2006. España: AENOR.

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2006) Ergonomía del ambiente térmico: una norma en ISO 8996:2004. España: AENOR.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2009) Ergonomía del ambiente térmico y la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa: EN ISO 9920:2009. España: AENOR.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO) (2017) Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo): UNE-EN ISO 7243:2017. España: AENOR.

### **PÁGINAS WEB**

- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT) (2020) Seguridad y salud en el trabajo. Recuperado de <https://www.ilo.org/inform/online-information-resources/databases/osh/lang--es/index.htm> [Consulta: Diciembre del 2020].
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (INSST) (2020) Enciclopedia de Seguridad y Salud en el Trabajo. Madrid. Recuperado de <https://www.insst.es/tomo-i> [Consulta: Diciembre del 2020].
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (INSST). (2020). Calculadora del índice WBGT. Madrid. Recuperado de <https://herramientasprl.insst.es/Estr%C3%A9st%C3%A9rmico/Introducci%C3%B3n.aspx> [Consulta: Diciembre del 2020].
- INSTITUTO NACIONAL PARA LA SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL (NIOSH) (2020). Temas de Seguridad y Salud en el Trabajo. Atlanta. Recuperado de <https://www.cdc.gov/spanish/niosh/topics/default.html> [Consulta: Diciembre del 2020].

### **ARTÍCULOS, REVISTAS Y GUÍAS**

- INSTITUTO SINDICAL DE TRABAJO, AMBIENTE Y SALUD (ISTAS) (2019). Exposición laboral a estrés térmico por calor y sus efectos en la salud. ¿Qué hay que saber? Valencia: QAR Comunicación, SA.

- J.J. VOGT (2003) Ambiente térmico industrial, pp.103-166. En: "tercer simposio de higiene industrial. Madrid: Mapfre
- ARQUES ESPÍ, Eugenio (2003) Control de los riesgos higiénicos derivados del calor, pp.167-190. En: "III simposio de higiene industrial: Madrid.: Mapfre.
- MENENDEZ, M. Y ARGUES, E (1977) Riesgos en ambientes de calor, stress térmico" VIII Congreso nacional de medicina, higiene y Seguridad en el trabajo. España: Serv. Publicaciones del INSHT.
- CASTEJÓN VILERLLA, E (1974) Evaluación del ambiente térmico en higiene del trabajo. En: Revista de Medicina de Empresa pp.1-36, nº4, Vol. XI.
- D.G., Alden, R.W., Daniels & A.F. Kanarick (1971) Keyboard Design and Operation: A Review of the Major. España: UPC.

## X. ANEXOS

### ANEXO N°1: FIGURAS

ITEM	APELLIDOS Y NOMBRES	PLANTA	ÁREA	EDAD EN AÑOS	PUESTO DE TRABAJO	TIEMPO DE EXPERIENCIA EN AÑOS
1	HIDALGO CARDENAS, JOSE JOEL	UHT	ESTERILIZACIÓN	37	OPERADOR MAQUINISTA UHT	12
2	QUINTO MAJINO, ANSELMO	UHT	ESTERILIZACIÓN	37	OPERADOR MAQUINISTA UHT	8
3	PINEDA GUILLERMO, HERMANN STHEFF	UHT	ESTERILIZACIÓN	37	OPERADOR MAQUINISTA UHT	8
4	MORALES ROBLES, MIGUEL ANGEL	UHT	ESTERILIZACIÓN	33	OPERADOR MAQUINISTA UHT	12
5	CUBAS SOBERON, SEGUNDO	UHT	ESTERILIZACIÓN	31	OPERADOR MAQUINISTA UHT	9
6	URBINA RIVERA, JONATHAN ALEXANDER	UHT	ESTERILIZACIÓN	27	OPERADOR MAQUINISTA UHT	6
7	VASQUEZ FIÑIPE, WALQUER	UHT	ESTERILIZACIÓN	47	OPERADOR MAQUINISTA UHT	3
8	CANDELA CARRIZALES, CARLOS ERNESTO	UHT	ESTERILIZACIÓN	42	OPERADOR MAQUINISTA UHT	5
9	DIAZ CORREA, FERNANDO ALEXANDER	UHT	ESTERILIZACIÓN	40	OPERADOR MAQUINISTA UHT	3
10	MALLCCO HUARACA, ALBERTO	UHT	ESTERILIZACIÓN	40	OPERADOR MAQUINISTA UHT	2
11	CANGALAYA MEDINA, JAVIER ADRIAN	UHT	ESTERILIZACIÓN	31	OPERADOR MAQUINISTA UHT	5
12	LUJAN MENDOZA, JOSS MATIAS	UHT	ESTERILIZACIÓN	25	OPERADOR MAQUINISTA UHT	3
13	GONZALES CUBAS, LENIN	UHT	ESTERILIZACIÓN	23	OPERADOR MAQUINISTA UHT	1
14	SOSA ROSALES, EDUARDO LUIS	UHT	ESTERILIZACIÓN	27	OPERADOR MAQUINISTA UHT	1
15	ESPINOZA ROJAS, CESAR	UHT	ESTERILIZACIÓN	22	OPERADOR MAQUINISTA UHT	3
16	CANALES CCAHUANA, JONY	UHT	ESTERILIZACIÓN	25	OPERADOR MAQUINISTA UHT	1

*Figura 1. Datos de los trabajadores del área de esterilización.*

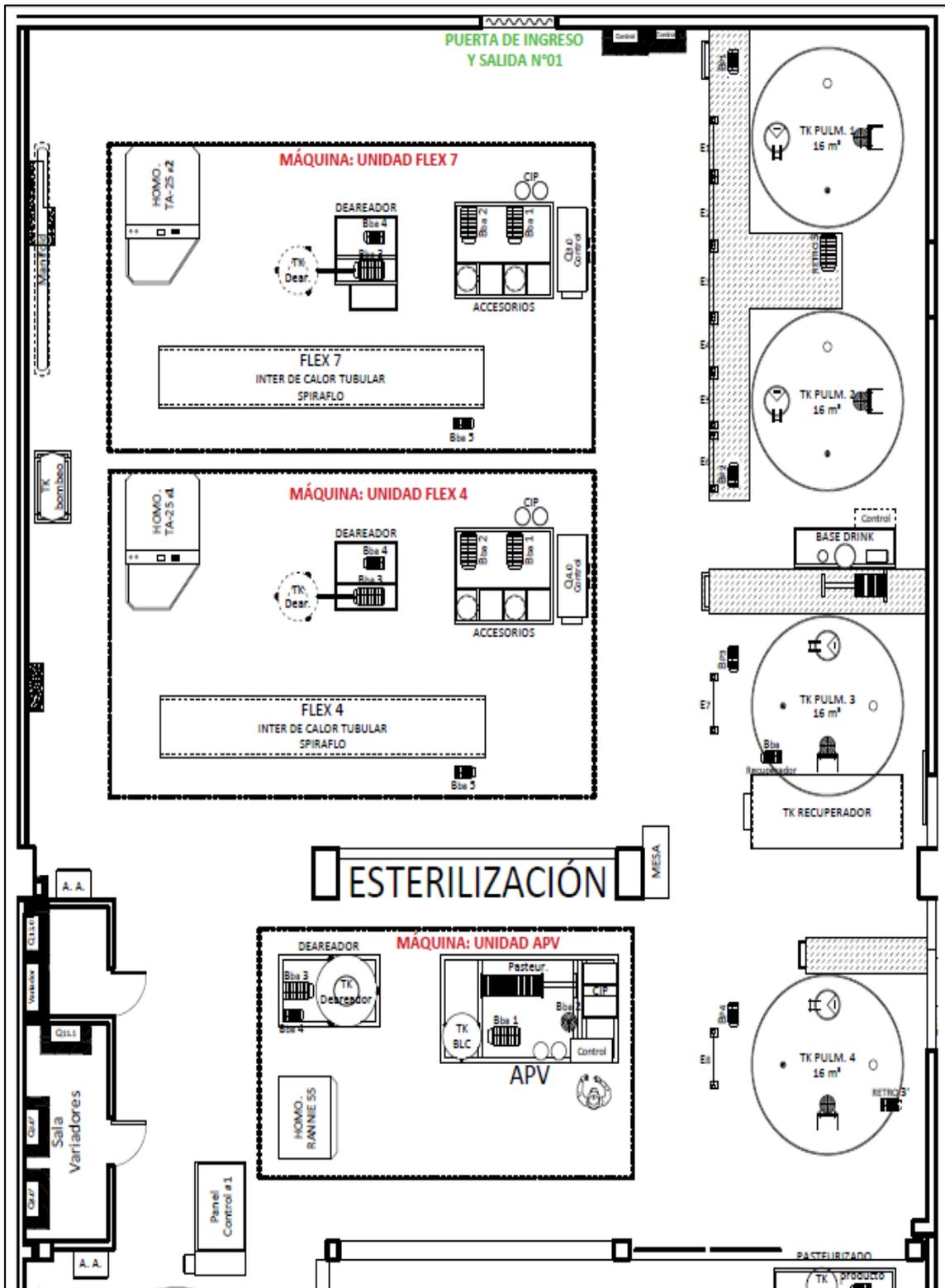


Figura 2. Plano de ubicación de las máquinas unidad Flex 7, Flex 4 y APV del área de esterilización.

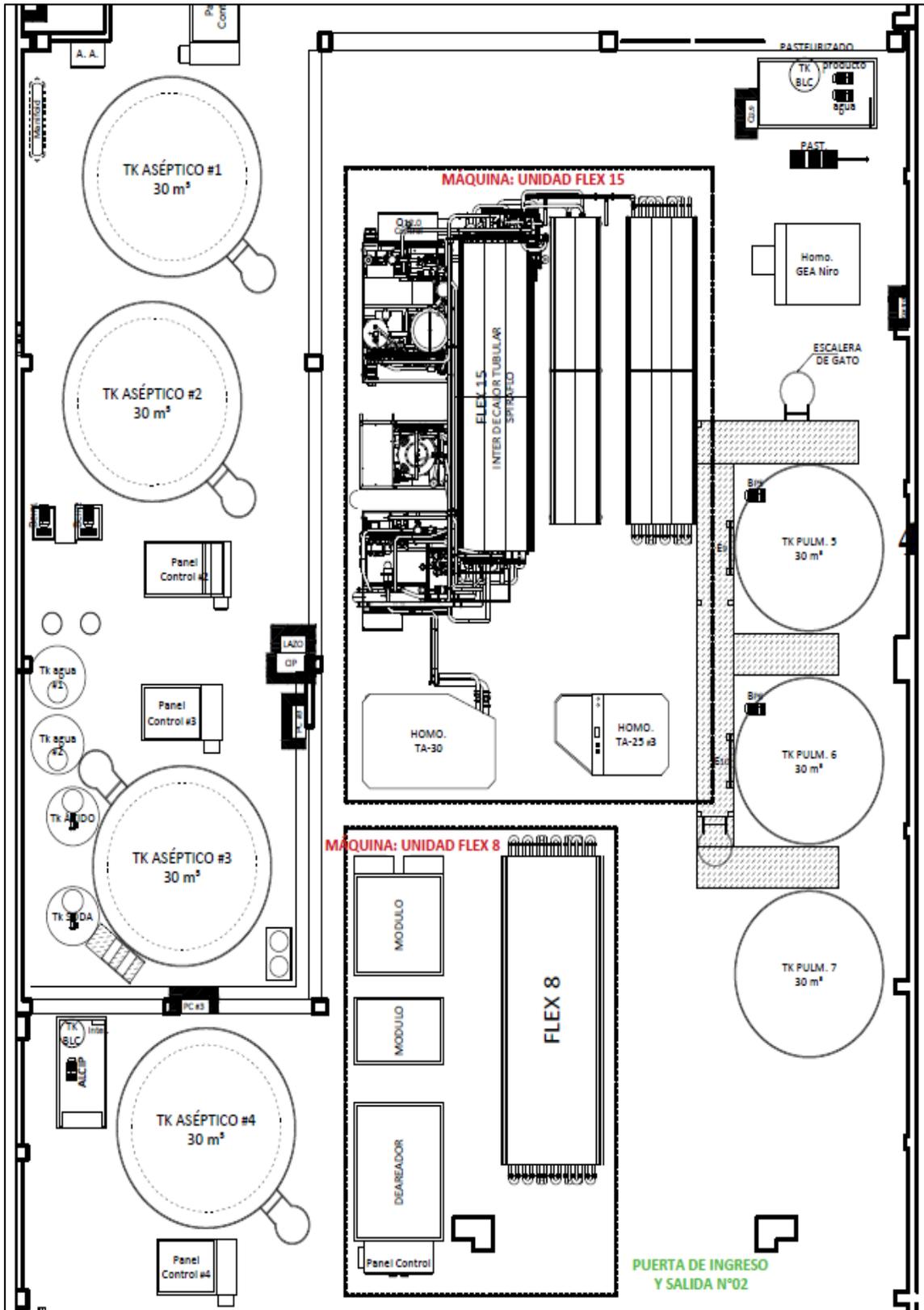


Figura 3. Plano de ubicación de las máquinas unidad Flex 15 y Flex 8 del área de esterilización.

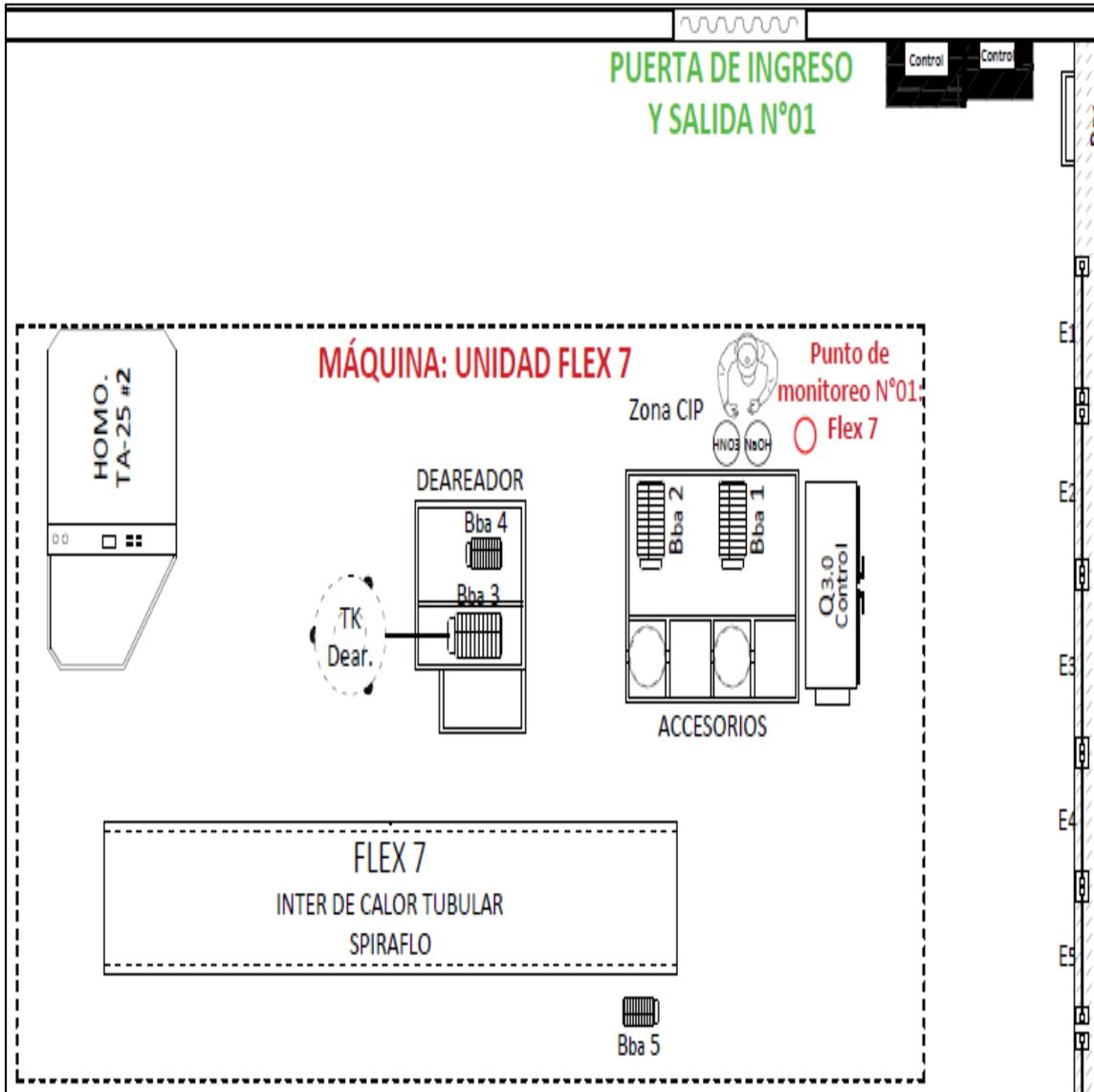


Figura 4. Punto de monitoreo N°01 de estrés térmico en la máquina esterilizadora unidad Flex 7.

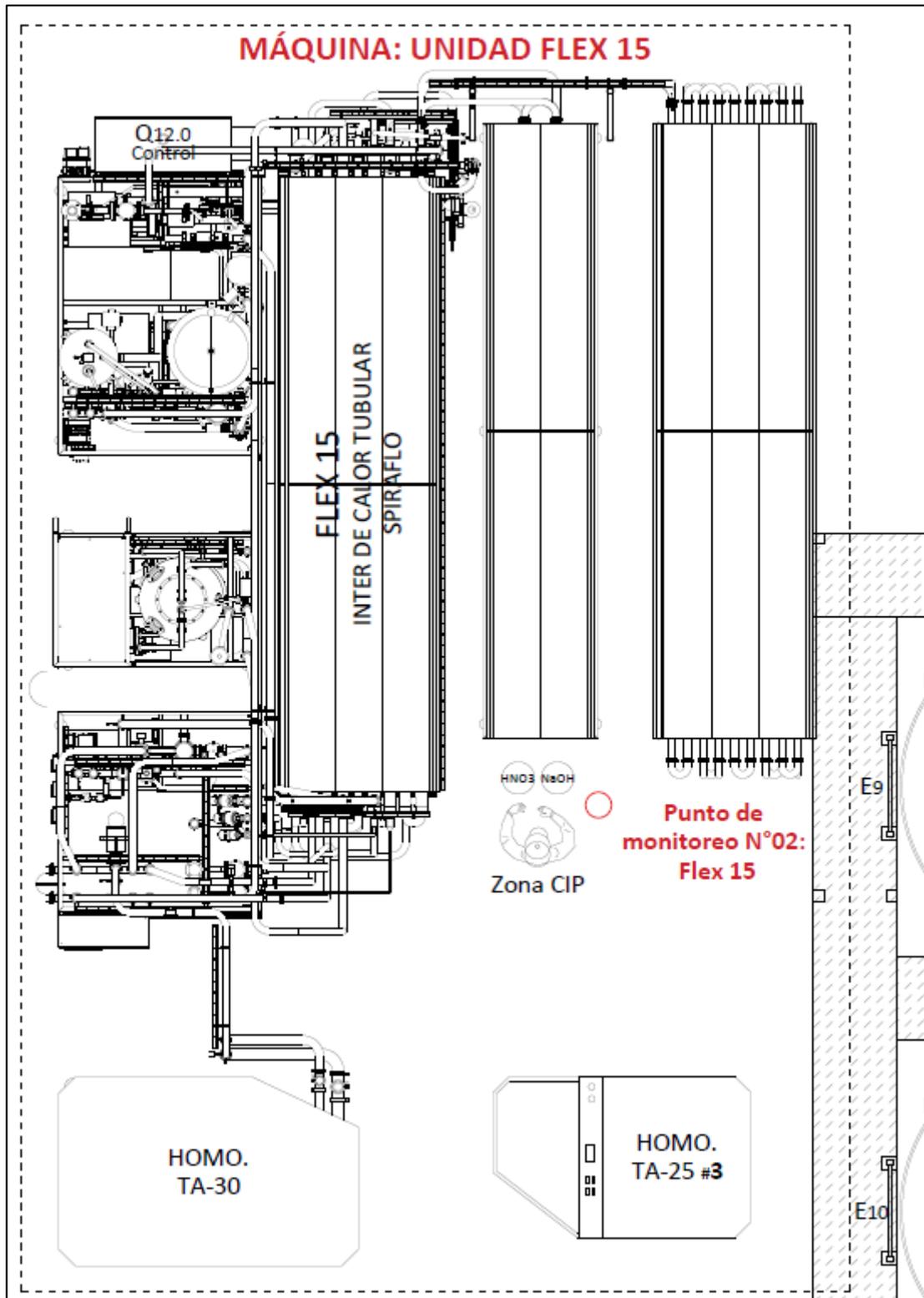


Figura 5. Punto de monitoreo N°02 de estrés térmico en la máquina esterilizadora unidad Flex 15.

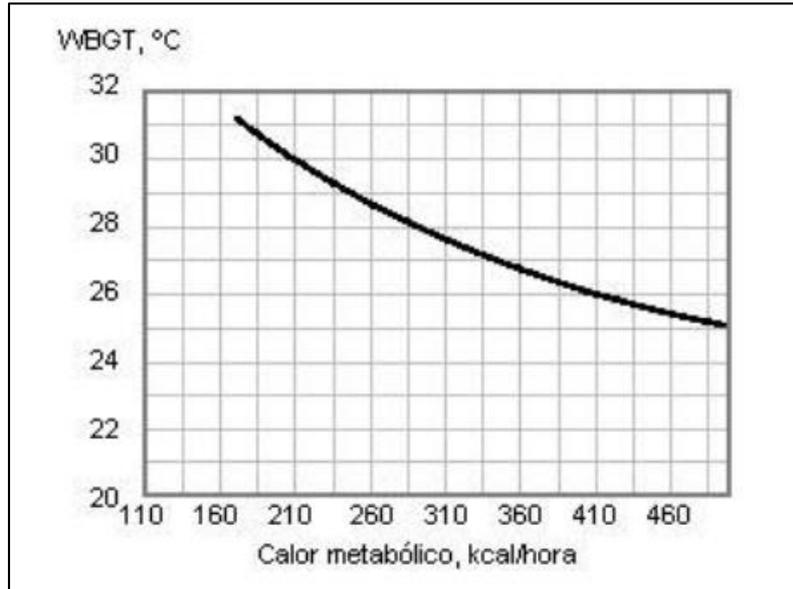


Figura 6. Valores límite del índice WBGT de la norma ISO 7243

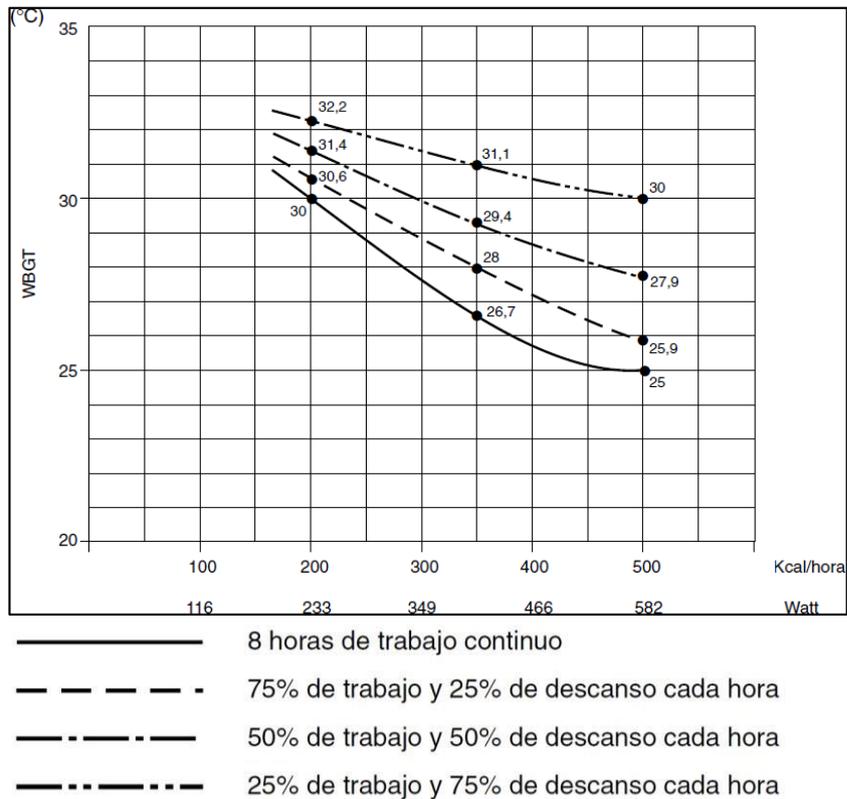


Figura 7. Límites de exposición horaria para trabajadores aclimatados, con regímenes de trabajo y descanso, según ISO 7243.

TIPO DE CORRECCIÓN	VALOR (clo)	CORRECCIÓN DEL LÍMITE WBGT
Uniforme de trabajo de verano	0.6	0
Batas de algodón	1.0	-2
Uniforme de trabajo de invierno	1.4	-4
Gore TEX (protección antihumedad)	1.2	-6

*Figura 8. Factores de corrección para vestimentas de trabajo, según la American Industrial Hygiene Association (AIHA); disminuir el valor límite en la cantidad indicada en la tabla.*

A. POSICIÓN Y MOVIMIENTO DEL CUERPO			
		Kcal/min	
Sentado		0,3	
De pie		0,6	
Andando		2,0 - 3,0	
Subida de una pendiente		añadir 0,8 por m de subida	
B. TIPO DE TRABAJO			
		Media Kcal/min	Rango Kcal/min
Trabajo manual	Ligero	0,4	0,2 - 1,2
	Pesado	0,9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1,0	0,7 - 2,5
	Pesado	1,7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1,5	1,0 - 3,5
	Pesado	2,5	
Trabajo con el cuerpo	Ligero	3,5	2,5 - 15,0
	Moderado	5,0	
	Pesado	7,0	
	Muy pesado	9,0	

*Figura 9. Estimación del consumo metabólico (M), según ACGIH.*

Consumo metabólico Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	V = 0	V ≠ 0	V = 0	V ≠ 0
< 100	33	33	32	32
100 ÷ 200	30	30	29	29
200 ÷ 310	28	28	26	26
310 ÷ 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

Figura 10. Valores límite de referencia para el índice WBGT, según ISO 7243.

Ubicación del trabajo dentro de un ciclo de trabajo - descanso	Aclimatado (WBGT en °C)				No aclimatado (WBGT en °C)			
	Leve	Moderada	Pesada	Muy Pesada	Leve	Moderada	Pesada	Muy Pesada
75% a 100%	29.5	27.5	26	---	27.5	25	22.5	---
50% a 75%	30.5	28.5	27.5	---	29	26.5	24.5	---
25% a 50%	31.5	29.5	28.5	27.5	30	28	26.5	25
0% a 25%	32.5	31	30	29.5	31	31	28	26.5

Figura 11. Valores límite de referencia para el índice WBGT, según la R.M. N°375-2008-TR.

Clothing Adjustment Factors (CAF)		
Ensemble	Comments	CAF (°C WBGT)
Work clothes	Work clothes made from a woven fabric is the reference ensemble.	0
Cloth coveralls	Woven fabric that includes FR®-treated cotton and Nomex®.	0
SMS nonwoven coveralls as a single layer	SMS is a nonproprietary process to make nonwoven fabrics from polypropylene.	0.5
Tyvek® 1422A coveralls as a single layer	Tyvek® is a proprietary fabric made from polyethylene. Tyvek® 1422A has a somewhat higher CAF than 1424 and 1427, which were used for the TLV®.	2
Vapour-barrier apron with long sleeves and long length over cloth coveralls	The apron configuration was designed to protect the front of the body against spills from chemical agents.	4
Double layer of woven clothing		3
NexGen® coveralls as a single layer	NexGen® is a proprietary microporous fabric that is water barrier, vapour permeable. There is great variability in these types of fabrics and one CAF will not apply for another fabric.	2.5
Saratoga™ hammer protective clothing ensemble	Used by US military for chemical protective clothing.	3
Microporous coveralls (generic)	The CAFs of microporous barriers vary widely and the generic value represents a higher observed value in the range.	6
Vapour-barrier coveralls as a single layer	No hood. The real effect depends on the level of humidity and in many cases the effect is less.	10
Vapour-barrier coveralls with hood as a single layer	It was assumed that a hood would be worn with vapour-barrier coveralls.	11

Figura 12. Cuadro de estimación del aislamiento térmico y la resistencia de evaporación a un conjunto de ropa, según ISO 9920:2007

GASTO METABÓLICO (Kcal/hr)	Categoría de Intensidad del Trabajo	Ejemplo de Actividad
<100	Descanso	Sentado.
100-200	Ligero	Sentado con trabajo ligero con las manos o con las manos y brazos.
200-300	Moderado	Trabajo constante moderado con las manos y brazos.
300-400	Pesado	Trabajo intenso con manos y tronco, excavación manual, caminando rápidamente, etc.
>400	Muy Pesado	Actividad muy intensa.

Figura 13. Cuadro de intensidad del trabajo respecto al gasto metabólico del D.S. 024-2016-EM.

NIVEL	MÉTODO	PRECISIÓN	ESTUDIO DEL PUESTO DE TRABAJO
I	A. Clasificación en función del tipo de actividad	Informaciones imprecisas con riesgo de errores muy importantes	No necesario
	B. Clasificación en función de las profesiones		Información sobre el equipamiento técnico y la organización
II	A. Estimación del metabolismo a partir de los componentes de la actividad.	Riesgo elevado de errores	Estudio necesario de los tiempos
	B. Utilización de tablas de estimación por actividad tipo	Precisión: $\pm 15\%$	
	C. Utilización de la frecuencia cardiaca en condiciones determinadas		No necesario
III	Medida		Riesgo de errores en los límites de precisión de la medida y del estudio de los tiempos. Precisión: $\pm 5\%$

Figura 14. Métodos para determinar el gasto energético según la ISO 8996

CLASE	W/m <sup>2</sup>
Reposo	65
Metabolismo ligero	100
Metabolismo moderado	165
Metabolismo elevado	230
Metabolismo muy elevado	290

Figura 15. Clasificación del metabolismo por tipo de actividad según ISO 8996

Profesión	Metabolismo W/m <sup>2</sup>	Profesión	Metabolismo W/m <sup>2</sup>	Profesión	Metabolismo W/m <sup>2</sup>
<b>ARTESANOS</b>		<b>INDUSTRIA SIDERÚRGICA</b>		<b>IMPRENTA</b>	
Albañil .....	110 a 160	Obrero de altos hornos .....	170 a 220	Compositor manual .....	70 a 95
Carpintero .....	110 a 175	Obrero de horno eléctrico .....	125 a 145	Encuadernador .....	75 a 100
Vidriero .....	90 a 125	Moldeador a mano .....	140 a 240	<b>AGRICULTURA</b>	
Pintor .....	100 a 130	Moldeador a máquina ....	105 a 165	Jardinero .....	115 a 190
Panadero .....	110 a 140	Fundidor .....	140 a 240	Conductor de tractor .....	85 a 110
Carnicero .....	105 a 140			<b>CIRCULACIÓN</b>	
Relojero .....	55 a 70	<b>FERRETERÍA Y CERRAJERÍA</b>		Conductor de coche .....	70 a 90
<b>INDUSTRIA MINERA</b>		Herrero forjador .....	90 a 200	Conductor de autocar ....	75 a 125
Empujador de vagonetas .....	70 a 85	Soldador .....	75 a 125	Conductor de tranvía .....	80 a 115
Picador de hulla (estratificación base) .....	140 a 240	Tornero .....	75 a 125	Conductor de trolebús ...	80 a 125
Obrero de horno de coque .....	115 a 175	Fresador .....	80 a 140	Conductor de grúa .....	65 a 145
		Mecánico de precisión ...	70 a 110	<b>PROFESIONES DIVERSAS</b>	
				Laborante .....	85 a 100
				Profesor .....	85 a 100
				Vendedora .....	100 a 120
				Secretaria .....	70 a 85

Figura 16. Clasificación del metabolismo por tipo de profesión según ISO 8996

VARONES		MUJERES	
Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>	Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>
6	61,480	6	58,719
7	60,842	6,5	58,267
8	60,065	7	56,979
8,5	59,392	7,5	55,494
9	58,626	8	54,520
9,5	57,327	8,5	53,940
10	56,260	9-10	53,244
10,5	55,344	11	52,502
11	54,729	11,5	51,968
12	54,230	12	51,365
13-15	53,766	12,5	50,553
16	53,035	13	49,764
16,5	52,548	13,5	48,836
17	51,968	14	48,082
17,5	51,075	14,5	47,258
18	50,170	15	46,516
18,5	49,532	15,5	45,704
19	49,091	16	45,066
19,5	48,720	16,5	44,428
20-21	48,059	17	43,871
22-23	47,351	17,5	43,384
20-21	48,059	17	43,871
22-23	47,351	17,5	43,384
24-27	46,678	18-19	42,618
28-29	46,180	20-24	41,969
30-34	45,634	25-44	41,412
35-39	44,869	45-49	40,530
40-44	44,080	50-54	39,394
45-49	43,349	55-59	38,489
50-54	42,607	60-64	37,828
55-59	41,876	65-69	37,468
60-64	41,157		

Figura 17. Metabolismo basal en función de la edad y sexo según ISO 8996

Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )
Sentado	10
Arrodillado	20
Agachado	20
De pie	25
De pie inclinado	30

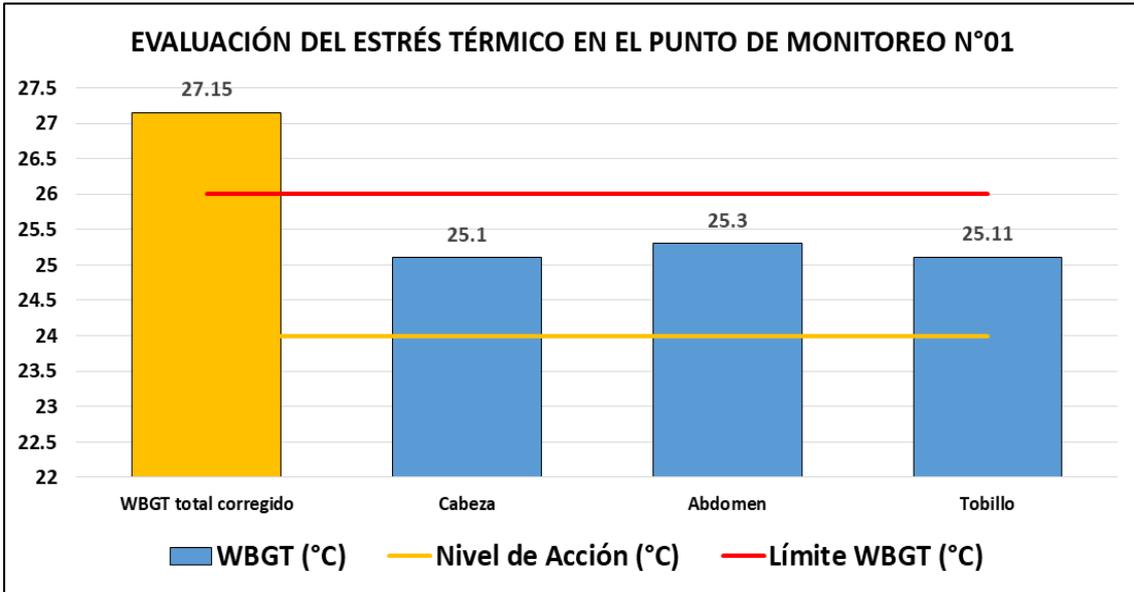
Figura 18. Metabolismo para la postura corporal. Valores excluyendo el metabolismo basal. ISO 8996

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )	
	Valor medio	Intervalo
Trabajo con las manos		
ligero .....	15	< 20
medio .....	30	20 - 35
intenso .....	40	> 35
Trabajo con un brazo		
ligero .....	35	< 45
medio .....	55	45 - 65
intenso .....	75	> 65
Trabajo con 2 brazos		
ligero .....	65	< 75
medio .....	85	75 - 95
intenso .....	105	> 95
Trabajo con el tronco		
ligero .....	125	< 155
medio .....	190	155 - 230
intenso .....	280	230 - 330
muy intenso .....	390	> 330

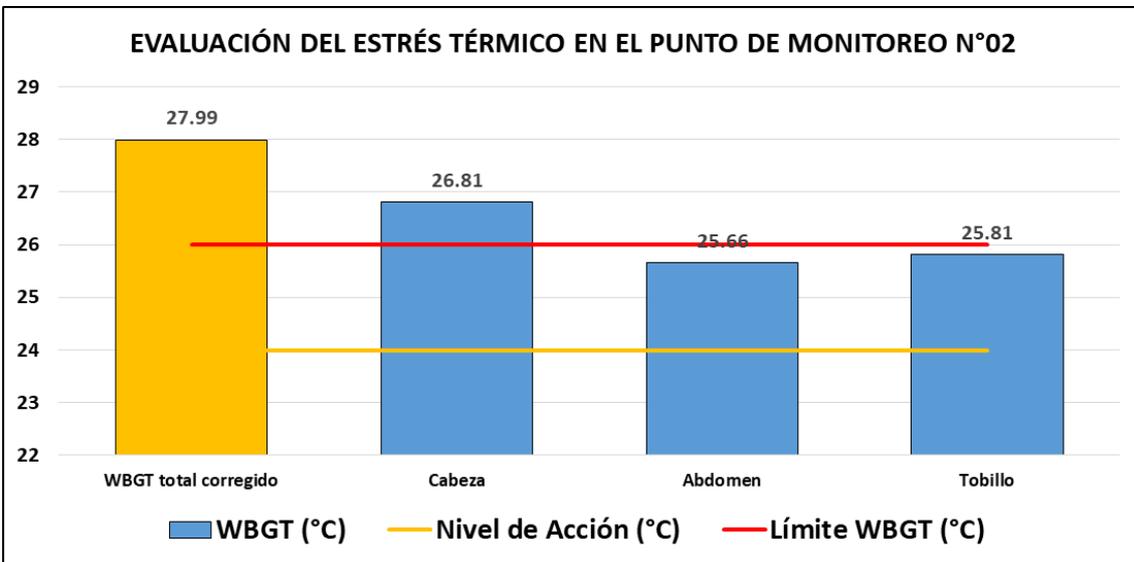
Figura 19. Metabolismo para distintos tipos de actividades. Valores excluyendo el metabolismo basal. ISO 8996

Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )/ (m/s)
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia	
Andar 2 a 5 km/h .....	110
Andar en subida, 2 a 5 km/h	
Inclinación 5° .....	210
Inclinación 10° .....	360
Andar en bajada, 5 km/h	
Declinación 5° .....	60
Declinación 10° .....	50
Andar con una carga en la espalda, 4 km/h	
Carga de 10 kg .....	125
Carga de 30 kg .....	185
Carga de 50 kg .....	285
Velocidad de desplazamiento en función de la altura	
Subir una escalera .....	1725
Bajar una escalera .....	480
Subir una escalera de mano inclinada	
sin carga .....	1660
con carga de 10 kg. ....	1870
con carga de 50 kg. ....	3320
Subir una escalera de mano vertical	
sin carga .....	2030
con carga de 10 kg. ....	2335
Subir una escalera de mano vertical	
sin carga .....	2030
con carga de 10 kg. ....	2335
con carga de 50 kg. ....	4750

Figura 20. Metabolismo del desplazamiento en función de la velocidad del mismo. Valores excluyendo el metabolismo basal. ISO 8996



*Figura 21. Cuadro de evaluación de estrés térmico en el punto de monitoreo N°01*



*Figura 22. Cuadro de evaluación de estrés térmico en el punto de monitoreo N°02*

**ANEXO N°2: REGISTRO FOTOGRÁFICO**

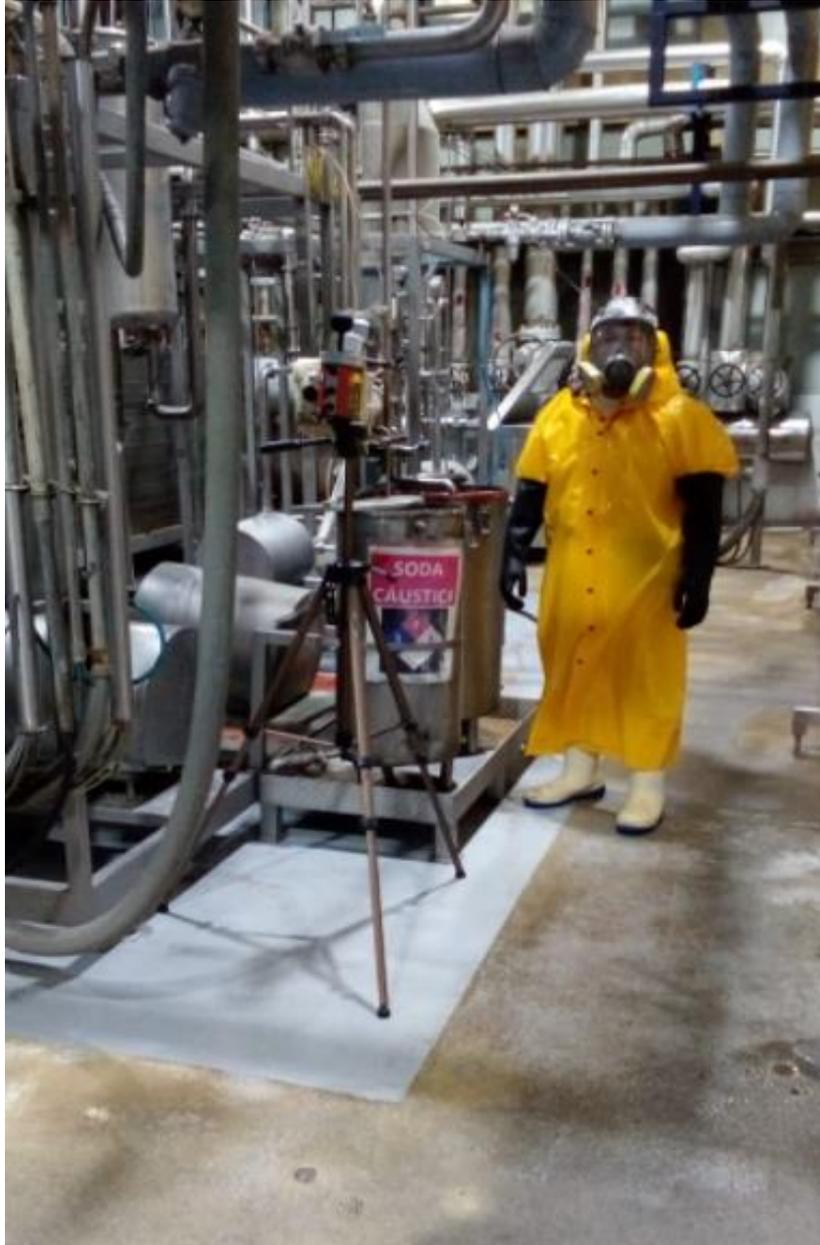
*Foto 1. Adición de soda cáustica y ácido nítrico en los tanques de dosificación en el punto de monitoreo N°01 (Flex 7).*



*Foto 2. Medición del índice WBGT al nivel del pie en el punto de monitoreo N°01 (Flex 7).*



*Foto 3. Medición del índice WBGT al nivel del abdomen en el punto de monitoreo N°01 (Flex 7).*



*Foto 4. Medición del índice WBGT al nivel de la cabeza en el punto de monitoreo N°01 (Flex 7).*



*Foto 5. Adición de soda cáustica y ácido nítrico en los tanques de dosificación en el punto de monitoreo N°02 (Flex 15).*



*Foto 6. Medición del índice WBGT al nivel del pie en el punto de monitoreo N°02 (Flex 15).*



*Foto 7. Medición del índice WBGT al nivel del abdomen en el punto de monitoreo N°02 (Flex 15).*



*Foto 8. Medición del índice WBGT al nivel de la cabeza en el punto de monitoreo N°02 (Flex 15).*



*Foto 9. Vista del techo exterior de los inyectores de aire del área de esterilización.*



*Foto 10. Vista del techo interior de los inyectores de aire del área de esterilización.*



*Foto 11. Vista exterior de los extractores de aire del área de esterilización.*



*Foto 12. Vista interior de los extractores de aire del área de esterilización.*

### ANEXO N°3: CÁLCULO DEL GASTO METABÓLICO

CÁLCULO DEL GASTO METABÓLICO POR TIPO DE ACTIVIDAD													
<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>	OPERADOR MAQUINISTA DE UHT												
<b>ACTIVIDAD:</b>	PREPARACIÓN DE CIP												
<b>DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS:</b>													
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Traslado de soda cáustica (25 kg) y ácido nítrico (25 Kg) hacia zona de dosificación CIP: Trabajo intenso con los dos brazos y transporte de materiales pesados.</li> <li>• Apertura de la válvula de agua.</li> <li>• Adición de la bolsa de soda cáustica (25 Kg) y el bidón de ácido nítrico (25 Kg): Levantamiento de cargas pesadas.</li> <li>• Lectura de parámetros en tablero digital.</li> </ul>													
<b>CLASIFICACIÓN DEL METABOLISMO POR TIPO DE ACTIVIDAD:</b>													
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CLASE</th> <th>W/m<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Reposo</td> <td>65</td> </tr> <tr> <td>Metabolismo ligero</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Metabolismo moderado</td> <td>165</td> </tr> <tr> <td>Metabolismo elevado</td> <td>230</td> </tr> <tr> <td>Metabolismo muy elevado</td> <td>290</td> </tr> </tbody> </table>		CLASE	W/m <sup>2</sup>	Reposo	65	Metabolismo ligero	100	Metabolismo moderado	165	Metabolismo elevado	230	Metabolismo muy elevado	290
CLASE	W/m <sup>2</sup>												
Reposo	65												
Metabolismo ligero	100												
Metabolismo moderado	165												
Metabolismo elevado	230												
Metabolismo muy elevado	290												
<b>RESULTADO DEL CONSUMO METABÓLICO INCLUYENDO EL METABOLISMO BASAL:</b>													
$230 \frac{w}{m^2} = 357.19 \text{ kcal/hora}$													
<b>CATEGORÍA DE INTESIDAD DEL TRABAJO:</b>													
PESADO													

Cuadro 1. Cálculo del gasto metabólico por tipo de actividad según ISO 8996.

CÁLCULO DEL GASTO METABÓLICO POR TIPO DE PROFESIÓN					
INDUSTRIA:		INDUSTRIA MANUFACTURERA			
PUESTO DE TRABAJO:		OPERADOR MAQUINISTA			
ACTIVIDAD:		PREPARACIÓN DE CIP Y OPERACIÓN DE MÁQUINAS			
CLASIFICACIÓN DEL METABOLISMO SEGÚN PROFESIÓN:					
Profesión	Metabolismo W/m <sup>2</sup>	Profesión	Metabolismo W/m <sup>2</sup>	Profesión	Metabolismo W/m <sup>2</sup>
<b>ARTESANOS</b>		<b>INDUSTRIA SIDERÚRGICA</b>		<b>IMPRENTA</b>	
Albañil .....	110 a 160	Obrero de altos hornos .....	170 a 220	Compositor manual .....	70 a 95
Carpintero .....	110 a 175	Obrero de horno eléctrico .....	125 a 145	Encuadernador .....	75 a 100
Vidriero .....	90 a 125	Moldeador a mano .....	140 a 240	<b>AGRICULTURA</b>	
Pintor .....	100 a 130	Moldeador a máquina .....	105 a 165	Jardinero .....	115 a 190
Panadero .....	110 a 140	Fundidor .....	140 a 240	Conductor de tractor .....	85 a 110
Carnicero .....	105 a 140	<b>FERRETERÍA Y CERRAJERÍA</b>		<b>CIRCULACIÓN</b>	
Relojero .....	55 a 70	Herrero forjador .....	90 a 200	Conductor de coche .....	70 a 90
<b>INDUSTRIA MINERA</b>		Soldador .....	75 a 125	Conductor de autocar .....	75 a 125
Empujador de vagonetas .....	70 a 85	Tornero .....	75 a 125	Conductor de tranvía .....	80 a 115
Picador de hulla (estratificación base) .....	140 a 240	Fresador .....	80 a 140	Conductor de trolebús .....	80 a 125
Obrero de horno de coque .....	115 a 175	Mecánico de precisión .....	70 a 110	Conductor de grúa .....	65 a 145
				<b>PROFESIONES DIVERSAS</b>	
				Laborante .....	85 a 100
				Profesor .....	85 a 100
				Vendedora .....	100 a 120
				Secretaria .....	70 a 85

Un obrero de altos hornos es lo más semejante a un operador de maquina esterilizadora.

**RESULTADO DEL CONSUMO METABÓLICO INCLUYENDO EL METABOLISMO BASAL:**

Sacando la media del rango tenemos:

$$195 \frac{w}{m^2} = 302.835 \text{ kcal/hora}$$

**CATEGORÍA DE INTESIDAD DEL TRABAJO:**

PESADO

Cuadro 2. Cálculo del gasto metabólico por tipo de profesión según ISO 8996.

CÁLCULO DEL GASTO METABÓLICO A PARTIR DE LOS COMPONENTES DE LA ACTIVIDAD																																																																																																																																																																																																																																																																			
TRABAJADOR N°01		TRABAJADOR N°02																																																																																																																																																																																																																																																																	
EDAD:	25 AÑOS	EDAD:	40 AÑOS																																																																																																																																																																																																																																																																
SEXO:	VARÓN	SEXO:	VARÓN																																																																																																																																																																																																																																																																
A) METABOLISMO BASAL DEL TRABAJADOR N°01		B) METABOLISMO BASAL DE TRABAJADOR N°02																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VARONES</th> <th colspan="2">MUJERES</th> </tr> <tr> <th>Años de edad</th> <th>Wattios/m<sup>2</sup></th> <th>Años de edad</th> <th>Wattios/m<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>61,480</td><td>6</td><td>58,719</td></tr> <tr><td>7</td><td>60,842</td><td>6,5</td><td>58,267</td></tr> <tr><td>8</td><td>60,065</td><td>7</td><td>56,979</td></tr> <tr><td>8,5</td><td>59,392</td><td>7,5</td><td>55,494</td></tr> <tr><td>9</td><td>58,626</td><td>8</td><td>54,520</td></tr> <tr><td>9,5</td><td>57,327</td><td>8,5</td><td>53,940</td></tr> <tr><td>10</td><td>56,260</td><td>9-10</td><td>53,244</td></tr> <tr><td>10,5</td><td>55,344</td><td>11</td><td>52,502</td></tr> <tr><td>11</td><td>54,729</td><td>11,5</td><td>51,968</td></tr> <tr><td>12</td><td>54,230</td><td>12</td><td>51,365</td></tr> <tr><td>13-15</td><td>53,766</td><td>12,5</td><td>50,553</td></tr> <tr><td>16</td><td>53,035</td><td>13</td><td>49,764</td></tr> <tr><td>16,5</td><td>52,548</td><td>13,5</td><td>48,836</td></tr> <tr><td>17</td><td>51,968</td><td>14</td><td>48,082</td></tr> <tr><td>17,5</td><td>51,075</td><td>14,5</td><td>47,258</td></tr> <tr><td>18</td><td>50,170</td><td>15</td><td>46,516</td></tr> <tr><td>18,5</td><td>49,532</td><td>15,5</td><td>45,704</td></tr> <tr><td>19</td><td>49,091</td><td>16</td><td>45,066</td></tr> <tr><td>19,5</td><td>48,720</td><td>16,5</td><td>44,428</td></tr> <tr><td>20-21</td><td>48,059</td><td>17</td><td>43,871</td></tr> <tr><td>22-23</td><td>47,351</td><td>17,5</td><td>43,384</td></tr> <tr><td>24-27</td><td>46,678</td><td>18-19</td><td>42,618</td></tr> <tr><td>28-29</td><td>46,180</td><td>20-24</td><td>41,969</td></tr> <tr><td>30-34</td><td>45,634</td><td>25-44</td><td>41,412</td></tr> <tr><td>35-39</td><td>44,869</td><td>45-49</td><td>40,530</td></tr> <tr><td>40-44</td><td>44,080</td><td>50-54</td><td>39,394</td></tr> <tr><td>45-49</td><td>43,349</td><td>55-59</td><td>38,489</td></tr> <tr><td>50-54</td><td>42,607</td><td>60-64</td><td>37,828</td></tr> <tr><td>55-59</td><td>41,876</td><td>65-69</td><td>37,468</td></tr> <tr><td>60-64</td><td>41,157</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		VARONES		MUJERES		Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>	Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>	6	61,480	6	58,719	7	60,842	6,5	58,267	8	60,065	7	56,979	8,5	59,392	7,5	55,494	9	58,626	8	54,520	9,5	57,327	8,5	53,940	10	56,260	9-10	53,244	10,5	55,344	11	52,502	11	54,729	11,5	51,968	12	54,230	12	51,365	13-15	53,766	12,5	50,553	16	53,035	13	49,764	16,5	52,548	13,5	48,836	17	51,968	14	48,082	17,5	51,075	14,5	47,258	18	50,170	15	46,516	18,5	49,532	15,5	45,704	19	49,091	16	45,066	19,5	48,720	16,5	44,428	20-21	48,059	17	43,871	22-23	47,351	17,5	43,384	24-27	46,678	18-19	42,618	28-29	46,180	20-24	41,969	30-34	45,634	25-44	41,412	35-39	44,869	45-49	40,530	40-44	44,080	50-54	39,394	45-49	43,349	55-59	38,489	50-54	42,607	60-64	37,828	55-59	41,876	65-69	37,468	60-64	41,157			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">VARONES</th> <th colspan="2">MUJERES</th> </tr> <tr> <th>Años de edad</th> <th>Wattios/m<sup>2</sup></th> <th>Años de edad</th> <th>Wattios/m<sup>2</sup></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td><td>61,480</td><td>6</td><td>58,719</td></tr> <tr><td>7</td><td>60,842</td><td>6,5</td><td>58,267</td></tr> <tr><td>8</td><td>60,065</td><td>7</td><td>56,979</td></tr> <tr><td>8,5</td><td>59,392</td><td>7,5</td><td>55,494</td></tr> <tr><td>9</td><td>58,626</td><td>8</td><td>54,520</td></tr> <tr><td>9,5</td><td>57,327</td><td>8,5</td><td>53,940</td></tr> <tr><td>10</td><td>56,260</td><td>9-10</td><td>53,244</td></tr> <tr><td>10,5</td><td>55,344</td><td>11</td><td>52,502</td></tr> <tr><td>11</td><td>54,729</td><td>11,5</td><td>51,968</td></tr> <tr><td>12</td><td>54,230</td><td>12</td><td>51,365</td></tr> <tr><td>13-15</td><td>53,766</td><td>12,5</td><td>50,553</td></tr> <tr><td>16</td><td>53,035</td><td>13</td><td>49,764</td></tr> <tr><td>16,5</td><td>52,548</td><td>13,5</td><td>48,836</td></tr> <tr><td>17</td><td>51,968</td><td>14</td><td>48,082</td></tr> <tr><td>17,5</td><td>51,075</td><td>14,5</td><td>47,258</td></tr> <tr><td>18</td><td>50,170</td><td>15</td><td>46,516</td></tr> <tr><td>18,5</td><td>49,532</td><td>15,5</td><td>45,704</td></tr> <tr><td>19</td><td>49,091</td><td>16</td><td>45,066</td></tr> <tr><td>19,5</td><td>48,720</td><td>16,5</td><td>44,428</td></tr> <tr><td>20-21</td><td>48,059</td><td>17</td><td>43,871</td></tr> <tr><td>22-23</td><td>47,351</td><td>17,5</td><td>43,384</td></tr> <tr><td>24-27</td><td>46,678</td><td>18-19</td><td>42,618</td></tr> <tr><td>28-29</td><td>46,180</td><td>20-24</td><td>41,969</td></tr> <tr><td>30-34</td><td>45,634</td><td>25-44</td><td>41,412</td></tr> <tr><td>35-39</td><td>44,869</td><td>45-49</td><td>40,530</td></tr> <tr><td>40-44</td><td>44,080</td><td>50-54</td><td>39,394</td></tr> <tr><td>45-49</td><td>43,349</td><td>55-59</td><td>38,489</td></tr> <tr><td>50-54</td><td>42,607</td><td>60-64</td><td>37,828</td></tr> <tr><td>55-59</td><td>41,876</td><td>65-69</td><td>37,468</td></tr> <tr><td>60-64</td><td>41,157</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		VARONES		MUJERES		Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>	Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>	6	61,480	6	58,719	7	60,842	6,5	58,267	8	60,065	7	56,979	8,5	59,392	7,5	55,494	9	58,626	8	54,520	9,5	57,327	8,5	53,940	10	56,260	9-10	53,244	10,5	55,344	11	52,502	11	54,729	11,5	51,968	12	54,230	12	51,365	13-15	53,766	12,5	50,553	16	53,035	13	49,764	16,5	52,548	13,5	48,836	17	51,968	14	48,082	17,5	51,075	14,5	47,258	18	50,170	15	46,516	18,5	49,532	15,5	45,704	19	49,091	16	45,066	19,5	48,720	16,5	44,428	20-21	48,059	17	43,871	22-23	47,351	17,5	43,384	24-27	46,678	18-19	42,618	28-29	46,180	20-24	41,969	30-34	45,634	25-44	41,412	35-39	44,869	45-49	40,530	40-44	44,080	50-54	39,394	45-49	43,349	55-59	38,489	50-54	42,607	60-64	37,828	55-59	41,876	65-69	37,468	60-64	41,157		
VARONES		MUJERES																																																																																																																																																																																																																																																																	
Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>	Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																																																
6	61,480	6	58,719																																																																																																																																																																																																																																																																
7	60,842	6,5	58,267																																																																																																																																																																																																																																																																
8	60,065	7	56,979																																																																																																																																																																																																																																																																
8,5	59,392	7,5	55,494																																																																																																																																																																																																																																																																
9	58,626	8	54,520																																																																																																																																																																																																																																																																
9,5	57,327	8,5	53,940																																																																																																																																																																																																																																																																
10	56,260	9-10	53,244																																																																																																																																																																																																																																																																
10,5	55,344	11	52,502																																																																																																																																																																																																																																																																
11	54,729	11,5	51,968																																																																																																																																																																																																																																																																
12	54,230	12	51,365																																																																																																																																																																																																																																																																
13-15	53,766	12,5	50,553																																																																																																																																																																																																																																																																
16	53,035	13	49,764																																																																																																																																																																																																																																																																
16,5	52,548	13,5	48,836																																																																																																																																																																																																																																																																
17	51,968	14	48,082																																																																																																																																																																																																																																																																
17,5	51,075	14,5	47,258																																																																																																																																																																																																																																																																
18	50,170	15	46,516																																																																																																																																																																																																																																																																
18,5	49,532	15,5	45,704																																																																																																																																																																																																																																																																
19	49,091	16	45,066																																																																																																																																																																																																																																																																
19,5	48,720	16,5	44,428																																																																																																																																																																																																																																																																
20-21	48,059	17	43,871																																																																																																																																																																																																																																																																
22-23	47,351	17,5	43,384																																																																																																																																																																																																																																																																
24-27	46,678	18-19	42,618																																																																																																																																																																																																																																																																
28-29	46,180	20-24	41,969																																																																																																																																																																																																																																																																
30-34	45,634	25-44	41,412																																																																																																																																																																																																																																																																
35-39	44,869	45-49	40,530																																																																																																																																																																																																																																																																
40-44	44,080	50-54	39,394																																																																																																																																																																																																																																																																
45-49	43,349	55-59	38,489																																																																																																																																																																																																																																																																
50-54	42,607	60-64	37,828																																																																																																																																																																																																																																																																
55-59	41,876	65-69	37,468																																																																																																																																																																																																																																																																
60-64	41,157																																																																																																																																																																																																																																																																		
VARONES		MUJERES																																																																																																																																																																																																																																																																	
Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>	Años de edad	Wattios/m <sup>2</sup>																																																																																																																																																																																																																																																																
6	61,480	6	58,719																																																																																																																																																																																																																																																																
7	60,842	6,5	58,267																																																																																																																																																																																																																																																																
8	60,065	7	56,979																																																																																																																																																																																																																																																																
8,5	59,392	7,5	55,494																																																																																																																																																																																																																																																																
9	58,626	8	54,520																																																																																																																																																																																																																																																																
9,5	57,327	8,5	53,940																																																																																																																																																																																																																																																																
10	56,260	9-10	53,244																																																																																																																																																																																																																																																																
10,5	55,344	11	52,502																																																																																																																																																																																																																																																																
11	54,729	11,5	51,968																																																																																																																																																																																																																																																																
12	54,230	12	51,365																																																																																																																																																																																																																																																																
13-15	53,766	12,5	50,553																																																																																																																																																																																																																																																																
16	53,035	13	49,764																																																																																																																																																																																																																																																																
16,5	52,548	13,5	48,836																																																																																																																																																																																																																																																																
17	51,968	14	48,082																																																																																																																																																																																																																																																																
17,5	51,075	14,5	47,258																																																																																																																																																																																																																																																																
18	50,170	15	46,516																																																																																																																																																																																																																																																																
18,5	49,532	15,5	45,704																																																																																																																																																																																																																																																																
19	49,091	16	45,066																																																																																																																																																																																																																																																																
19,5	48,720	16,5	44,428																																																																																																																																																																																																																																																																
20-21	48,059	17	43,871																																																																																																																																																																																																																																																																
22-23	47,351	17,5	43,384																																																																																																																																																																																																																																																																
24-27	46,678	18-19	42,618																																																																																																																																																																																																																																																																
28-29	46,180	20-24	41,969																																																																																																																																																																																																																																																																
30-34	45,634	25-44	41,412																																																																																																																																																																																																																																																																
35-39	44,869	45-49	40,530																																																																																																																																																																																																																																																																
40-44	44,080	50-54	39,394																																																																																																																																																																																																																																																																
45-49	43,349	55-59	38,489																																																																																																																																																																																																																																																																
50-54	42,607	60-64	37,828																																																																																																																																																																																																																																																																
55-59	41,876	65-69	37,468																																																																																																																																																																																																																																																																
60-64	41,157																																																																																																																																																																																																																																																																		
B) COMPONENTE POSTURAL DEL TRABAJADOR N°01		B) COMPONENTE POSTURAL DEL TRABAJADOR N°02																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Posición del cuerpo</th> <th>Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sentado</td><td>10</td></tr> <tr><td>Arrodillado</td><td>20</td></tr> <tr><td>Agachado</td><td>20</td></tr> <tr><td>De pie</td><td>25</td></tr> <tr><td>De pie inclinado</td><td>30</td></tr> </tbody> </table>		Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )	Sentado	10	Arrodillado	20	Agachado	20	De pie	25	De pie inclinado	30	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Posición del cuerpo</th> <th>Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Sentado</td><td>10</td></tr> <tr><td>Arrodillado</td><td>20</td></tr> <tr><td>Agachado</td><td>20</td></tr> <tr><td>De pie</td><td>25</td></tr> <tr><td>De pie inclinado</td><td>30</td></tr> </tbody> </table>		Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )	Sentado	10	Arrodillado	20	Agachado	20	De pie	25	De pie inclinado	30																																																																																																																																																																																																																																								
Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )																																																																																																																																																																																																																																																																		
Sentado	10																																																																																																																																																																																																																																																																		
Arrodillado	20																																																																																																																																																																																																																																																																		
Agachado	20																																																																																																																																																																																																																																																																		
De pie	25																																																																																																																																																																																																																																																																		
De pie inclinado	30																																																																																																																																																																																																																																																																		
Posición del cuerpo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )																																																																																																																																																																																																																																																																		
Sentado	10																																																																																																																																																																																																																																																																		
Arrodillado	20																																																																																																																																																																																																																																																																		
Agachado	20																																																																																																																																																																																																																																																																		
De pie	25																																																																																																																																																																																																																																																																		
De pie inclinado	30																																																																																																																																																																																																																																																																		
C) COMPONENTE DEL TIPO DE TRABAJO EN EL TRABAJADOR N°01		C) COMPONENTE DEL TIPO DE TRABAJO EN EL TRABAJADOR N°02																																																																																																																																																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de trabajo</th> <th colspan="2">Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <th>Valor medio</th> <th>Intervalo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Trabajo con las manos</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>  ligero .....</td><td>15</td><td>&lt; 20</td></tr> <tr><td>  medio .....</td><td>30</td><td>20 - 35</td></tr> <tr><td>  intenso .....</td><td>40</td><td>&gt; 35</td></tr> <tr><td>Trabajo con un brazo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>  ligero .....</td><td>35</td><td>&lt; 45</td></tr> <tr><td>  medio .....</td><td>55</td><td>45 - 65</td></tr> <tr><td>  intenso .....</td><td>75</td><td>&gt; 65</td></tr> <tr><td>Trabajo con 2 brazos</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>  ligero .....</td><td>65</td><td>&lt; 75</td></tr> <tr><td>  medio .....</td><td>85</td><td>75 - 95</td></tr> <tr><td>  intenso .....</td><td>105</td><td>&gt; 95</td></tr> <tr><td>Trabajo con el tronco</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>  ligero .....</td><td>125</td><td>&lt; 155</td></tr> <tr><td>  medio .....</td><td>190</td><td>155 - 230</td></tr> <tr><td>  intenso .....</td><td>280</td><td>230 - 330</td></tr> <tr><td>  muy intenso .....</td><td>390</td><td>&gt; 330</td></tr> </tbody> </table>		Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )		Valor medio	Intervalo	Trabajo con las manos			ligero .....	15	< 20	medio .....	30	20 - 35	intenso .....	40	> 35	Trabajo con un brazo			ligero .....	35	< 45	medio .....	55	45 - 65	intenso .....	75	> 65	Trabajo con 2 brazos			ligero .....	65	< 75	medio .....	85	75 - 95	intenso .....	105	> 95	Trabajo con el tronco			ligero .....	125	< 155	medio .....	190	155 - 230	intenso .....	280	230 - 330	muy intenso .....	390	> 330	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de trabajo</th> <th colspan="2">Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <th>Valor medio</th> <th>Intervalo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Trabajo con las manos</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>  ligero .....</td><td>15</td><td>&lt; 20</td></tr> <tr><td>  medio .....</td><td>30</td><td>20 - 35</td></tr> <tr><td>  intenso .....</td><td>40</td><td>&gt; 35</td></tr> <tr><td>Trabajo con un brazo</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>  ligero .....</td><td>35</td><td>&lt; 45</td></tr> <tr><td>  medio .....</td><td>55</td><td>45 - 65</td></tr> <tr><td>  intenso .....</td><td>75</td><td>&gt; 65</td></tr> <tr><td>Trabajo con 2 brazos</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>  ligero .....</td><td>65</td><td>&lt; 75</td></tr> <tr><td>  medio .....</td><td>85</td><td>75 - 95</td></tr> <tr><td>  intenso .....</td><td>105</td><td>&gt; 95</td></tr> <tr><td>Trabajo con el tronco</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>  ligero .....</td><td>125</td><td>&lt; 155</td></tr> <tr><td>  medio .....</td><td>190</td><td>155 - 230</td></tr> <tr><td>  intenso .....</td><td>280</td><td>230 - 330</td></tr> <tr><td>  muy intenso .....</td><td>390</td><td>&gt; 330</td></tr> </tbody> </table>		Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )		Valor medio	Intervalo	Trabajo con las manos			ligero .....	15	< 20	medio .....	30	20 - 35	intenso .....	40	> 35	Trabajo con un brazo			ligero .....	35	< 45	medio .....	55	45 - 65	intenso .....	75	> 65	Trabajo con 2 brazos			ligero .....	65	< 75	medio .....	85	75 - 95	intenso .....	105	> 95	Trabajo con el tronco			ligero .....	125	< 155	medio .....	190	155 - 230	intenso .....	280	230 - 330	muy intenso .....	390	> 330																																																																																																																																																
Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )																																																																																																																																																																																																																																																																		
	Valor medio	Intervalo																																																																																																																																																																																																																																																																	
Trabajo con las manos																																																																																																																																																																																																																																																																			
ligero .....	15	< 20																																																																																																																																																																																																																																																																	
medio .....	30	20 - 35																																																																																																																																																																																																																																																																	
intenso .....	40	> 35																																																																																																																																																																																																																																																																	
Trabajo con un brazo																																																																																																																																																																																																																																																																			
ligero .....	35	< 45																																																																																																																																																																																																																																																																	
medio .....	55	45 - 65																																																																																																																																																																																																																																																																	
intenso .....	75	> 65																																																																																																																																																																																																																																																																	
Trabajo con 2 brazos																																																																																																																																																																																																																																																																			
ligero .....	65	< 75																																																																																																																																																																																																																																																																	
medio .....	85	75 - 95																																																																																																																																																																																																																																																																	
intenso .....	105	> 95																																																																																																																																																																																																																																																																	
Trabajo con el tronco																																																																																																																																																																																																																																																																			
ligero .....	125	< 155																																																																																																																																																																																																																																																																	
medio .....	190	155 - 230																																																																																																																																																																																																																																																																	
intenso .....	280	230 - 330																																																																																																																																																																																																																																																																	
muy intenso .....	390	> 330																																																																																																																																																																																																																																																																	
Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )																																																																																																																																																																																																																																																																		
	Valor medio	Intervalo																																																																																																																																																																																																																																																																	
Trabajo con las manos																																																																																																																																																																																																																																																																			
ligero .....	15	< 20																																																																																																																																																																																																																																																																	
medio .....	30	20 - 35																																																																																																																																																																																																																																																																	
intenso .....	40	> 35																																																																																																																																																																																																																																																																	
Trabajo con un brazo																																																																																																																																																																																																																																																																			
ligero .....	35	< 45																																																																																																																																																																																																																																																																	
medio .....	55	45 - 65																																																																																																																																																																																																																																																																	
intenso .....	75	> 65																																																																																																																																																																																																																																																																	
Trabajo con 2 brazos																																																																																																																																																																																																																																																																			
ligero .....	65	< 75																																																																																																																																																																																																																																																																	
medio .....	85	75 - 95																																																																																																																																																																																																																																																																	
intenso .....	105	> 95																																																																																																																																																																																																																																																																	
Trabajo con el tronco																																																																																																																																																																																																																																																																			
ligero .....	125	< 155																																																																																																																																																																																																																																																																	
medio .....	190	155 - 230																																																																																																																																																																																																																																																																	
intenso .....	280	230 - 330																																																																																																																																																																																																																																																																	
muy intenso .....	390	> 330																																																																																																																																																																																																																																																																	

D) COMPONENTE DE DESPLAZAMIENTO EN EL TRABAJADOR N°01		D) COMPONENTE DE DESPLAZAMIENTO EN EL TRABAJADOR N°02																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de trabajo</th> <th>Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)/ (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Velocidad de desplazamiento en función de la distancia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Andar 2 a 5 km/h .....</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Andar en subida, 2 a 5 km/h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inclinación 5° .....</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>Inclinación 10° .....</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>Andar en bajada, 5 km/h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Declinación 5° .....</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Declinación 10° .....</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )/ (m/s)	Velocidad de desplazamiento en función de la distancia		Andar 2 a 5 km/h .....	110	Andar en subida, 2 a 5 km/h		Inclinación 5° .....	210	Inclinación 10° .....	360	Andar en bajada, 5 km/h		Declinación 5° .....	60	Declinación 10° .....	50		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de trabajo</th> <th>Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)/ (m/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Velocidad de desplazamiento en función de la distancia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Andar 2 a 5 km/h .....</td> <td>110</td> </tr> <tr> <td>Andar en subida, 2 a 5 km/h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Inclinación 5° .....</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>Inclinación 10° .....</td> <td>360</td> </tr> <tr> <td>Andar en bajada, 5 km/h</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Declinación 5° .....</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>Declinación 10° .....</td> <td>50</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )/ (m/s)	Velocidad de desplazamiento en función de la distancia		Andar 2 a 5 km/h .....	110	Andar en subida, 2 a 5 km/h		Inclinación 5° .....	210	Inclinación 10° .....	360	Andar en bajada, 5 km/h		Declinación 5° .....	60	Declinación 10° .....	50	
Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )/ (m/s)																																						
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia																																							
Andar 2 a 5 km/h .....	110																																						
Andar en subida, 2 a 5 km/h																																							
Inclinación 5° .....	210																																						
Inclinación 10° .....	360																																						
Andar en bajada, 5 km/h																																							
Declinación 5° .....	60																																						
Declinación 10° .....	50																																						
Tipo de trabajo	Metabolismo (W/m <sup>2</sup> )/ (m/s)																																						
Velocidad de desplazamiento en función de la distancia																																							
Andar 2 a 5 km/h .....	110																																						
Andar en subida, 2 a 5 km/h																																							
Inclinación 5° .....	210																																						
Inclinación 10° .....	360																																						
Andar en bajada, 5 km/h																																							
Declinación 5° .....	60																																						
Declinación 10° .....	50																																						
SUMATORIA DE COMPONENTES PARA TRABAJADOR N°01		SUMATORIA DE COMPONENTES PARA TRABAJADOR N°02																																					
(A)	46.678 W/m <sup>2</sup>	(A)	44.080 W/m <sup>2</sup>																																				
(B)	25.000 W/m <sup>2</sup>	(B)	25.000 W/m <sup>2</sup>																																				
(C)	105.000 W/m <sup>2</sup>	(C)	105.000 W/m <sup>2</sup>																																				
(D)	(110.000 x 0.56) W/m <sup>2</sup>	(D)	(110.000 x 0.56) W/m <sup>2</sup>																																				
SUMA TOTAL N°01:	238.278 W/m <sup>2</sup>	SUMA TOTAL N°02:	235.68 W/m <sup>2</sup>																																				
SUMA TOTAL N°01 EN kcal/hora:	370.05 kcal/h	SUMA TOTAL N°02 EN kcal/hora:	366.01 kcal/h																																				
CATEGORÍA DE LA INTENSIDAD DE TRABAJO PARA EL TRABAJADOR N°01:		CATEGORÍA DE LA INTENSIDAD DE TRABAJO PARA EL TRABAJADOR N°02:																																					
PESADO		PESADO																																					

Cuadro 3. Cálculo del gasto metabólico por la suma de los componentes de la actividad según ISO 8996.

CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR TIPO DE VESTIMENTA PARA EL OPERADOR DE LA MÁQUINA ESTERILIZADORA FLEX 7		
FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN DE LA ROPA	CORRECCIÓN DEL ÍNDICE WBGT (°C)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Polo veraniego (manga corta) de algodón color blanco.</li> <li>* Pantalón de algodón color blanco.</li> <li>* Malla cubre cabello de algodón color blanco.</li> <li>* Mascarilla de tela para protección de covid 19.</li> <li>* Careta fácil para protección de covid 19.</li> <li>* Medias de algodón.</li> <li>* Bota de PVC color blanco.</li> </ul>	0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Traje de polietileno para cuerpo entero como barrera de protección ante salpicadura o derrame de productos químicos.</li> <li>* Guantes de latex negros usados para la manipulación de productos químicos.</li> <li>* Respirador full face de serie 6800.</li> <li>* Malla cubre cabello de algodón color blanco.</li> <li>* Botas de PVC color blanco.</li> </ul>	+2

Cuadro 4. Cálculo del factor de corrección al índice WBGT por tipo de vestimenta en el punto de monitoreo N°01 según ISO 9920.

CÁLCULO DEL FACTOR DE CORRECCIÓN POR TIPO DE VESTIMENTA PARA EL OPERADOR DE LA MÁQUINA ESTERILIZADORA FLEX 15		
FOTOGRAFÍA	DESCRIPCIÓN DE LA ROPA	CORRECCIÓN DEL ÍNDICE WBGT (°C)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Polo veraniego (manga corta) de algodón color blanco.</li> <li>* Pantalón de algodón color blanco.</li> <li>* Malla cubre cabello de algodón color blanco.</li> <li>* Mascarilla de tela para protección de covid 19.</li> <li>* Careta fácil para protección de covid 19.</li> <li>* Medias de algodón.</li> <li>* Bota de PVC color blanco.</li> </ul>	0
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Traje de polietileno para cuerpo entero como barrera de protección ante salpicadura o derrame de productos químicos.</li> <li>* Guantes de latex negros usados para la manipulación de productos químicos.</li> <li>* Respirador full face de serie 6800.</li> <li>* Malla cubre cabello de algodón color blanco.</li> <li>* Botas de PVC color blanco.</li> </ul>	+2

Cuadro 5. Cálculo del factor de corrección al índice WBGT por tipo de vestimenta en el punto de monitoreo N°02 según ISO 9920.

CÁLCULO DEL TIEMPO DE TRABAJO Y DESCANSO PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO			
ZONA CIP DE UNIDAD FLEX 7		ZONA CIP DE UNIDAD FLEX 15	
WBGT (Flex 7):	27.15°C	WBGT (Flex 15):	27.99°C
WBGT (Límite):	26.00°C	WBGT (Límite):	26.00°C
APLICANDO LA EXPRESIÓN (VII):		APLICANDO LA EXPRESIÓN (VII):	
$\frac{33 - 27.15}{33 - 26} \times 60 \text{ min} = 50 \text{ min/h.}$		$\frac{33 - 27.99}{33 - 26} \times 60 \text{ min} = 43 \text{ min/h.}$	
RESULTADOS PARA ZONA CIP DE UNIDAD FLEX 7		RESULTADOS PARA ZONA CIP DE UNIDAD FLEX 15	
TIEMPO DE TRABAJO:	50 minutos	TIEMPO DE TRABAJO:	43 minutos
TIEMPO DE DESCANSO EN LA MISMA ÁREA:	10 minutos	TIEMPO DE DESCANSO EN LA MISMA ÁREA:	17 minutos

Cuadro 6. Cálculo del tiempo de trabajo y descanso para reducir el riesgo de estrés térmico según ISO 9920.

## ANEXO N°4: FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS PARA EVALUACIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO						UHT-FOR-001 Ver. 01
ÁREA MONITOREADA:						
LUGAR DE MONITOREO:						
NOMBRES Y APELLIDOS DEL TRABAJADOR EVALUADO:						
PUESTO DE TRABAJO A EVALUAR:						
ACTIVIDAD A EVALUAR:						
FECHA DEL MONITOREO:						
Tiempo de Exposición (minutos)	Nivel del Cuerpo	Temperatura Húmeda Natural (THN) en (°C)	Temperatura del Aire (TA) en (°C)	Temperatura de Globo (TG) en (°C)	Humedad Relativa (HR) en (%)	Velocidad del Aire en (m/s)
	CABEZA					
	ABDOMEN					
	TOBILLO					
ÁREA MONITOREADA:						
LUGAR DE MONITOREO:						
NOMBRES Y APELLIDOS DEL TRABAJADOR EVALUADO:						
PUESTO DE TRABAJO A EVALUAR:						
ACTIVIDAD A EVALUAR:						
FECHA DEL MONITOREO:						
Tiempo de Exposición (minutos)	Nivel del Cuerpo	Temperatura Húmeda Natural (THN) en (°C)	Temperatura del Aire (TA) en (°C)	Temperatura de Globo (TG) en (°C)	Humedad Relativa (HR) en (%)	Velocidad del Aire en (m/s)
	CABEZA					
	ABDOMEN					
	TOBILLO					

## ANEXO N°5: REGISTRO DE RECOPIACIÓN DE DATOS

FORMATO DE RECOPIACIÓN DE DATOS PARA EVALUACIÓN DE ESTRÉS TÉRMICO						UHT-FOR-001 Ver. 01
ÁREA MONITOREADA:		ESTERILIZACIÓN UHT				
LUGAR DE MONITOREO:		ZONA CIP DE MAQ. UNIDAD FLEX 7				
NOMBRES Y APELLIDOS DEL TRABAJADOR EVALUADO:		JOSS MATIAS LUJAN MENDOZA				
PUESTO DE TRABAJO A EVALUAR:		OPERADOR MAQUINISTA UHT				
ACTIVIDAD A EVALUAR:		PREPARACIÓN DE CIP				
FECHA DEL MONITOREO:		24/12/2020 Hora: 13:00				
Tiempo de Exposición (minutos)	Nivel del Cuerpo	Temperatura Húmeda Natural (THN) en (°C)	Temperatura del Aire (TA) en (°C)	Temperatura de Globo (TG) en (°C)	Humedad Relativa (HR) en (%)	Velocidad del Aire en (m/s)
60 min	CABEZA	21.7	33.7	33.4	34	4.275
	ABDOMEN	21.7	33.9	33.7	34	
	TOBILLO	21.6	33.7	33.3	35	
ÁREA MONITOREADA:		ESTERILIZACIÓN UHT				
LUGAR DE MONITOREO:		ZONA CIP DE MAQ. UNIDAD FLEX 15				
NOMBRES Y APELLIDOS DEL TRABAJADOR EVALUADO:		FERNANDO ALEXANDER DIAZ CORREA				
PUESTO DE TRABAJO A EVALUAR:		OPERADOR MAQUINISTA UHT				
ACTIVIDAD A EVALUAR:		PREPARACIÓN DE CIP				
FECHA DEL MONITOREO:		25/12/2020 Hora: 14:00				
Tiempo de Exposición (minutos)	Nivel del Cuerpo	Temperatura Húmeda Natural (THN) en (°C)	Temperatura del Aire (TA) en (°C)	Temperatura de Globo (TG) en (°C)	Humedad Relativa (HR) en (%)	Velocidad del Aire en (m/s)
60 min	CABEZA	23.6	33.3	34.3	46	1.325
	ABDOMEN	22.6	32.2	32.8	43	
	TOBILLO	22.9	32.2	32.6	43	

## ANEXO N°6: CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DE EQUIPOS Y FICHAS TÉCNICAS

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0194-039-20

		 				
<b>IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>						
NOMBRE:	SGS PERÚ S.A.C					
DIRECCIÓN:	AV. ELMER FAUCETT 3348. CALLAO 07036					
TÉLEFONO:	(01) 5171900					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	LUZ OLORTEGUI					
<b>IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM</b>						
ÍTEM:	TERMO ANEMÓMETRO	CÓDIGO ASIGNADO:	3183			
MARCA:	KESTREL	UNIDAD DE MEDIDA:	m/s			
MODELO:	3000	RESOLUCIÓN:	0,1 m/s			
SERIE:	1876135	INTERVALO DE MEDIDA:	(0,6 a 40) m/s			
UBICACIÓN:	CALLAO					
<b>EQUIPAMIENTO UTILIZADO</b>						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	FECHA CAL.	VENCE CAL.
EL.PC.060	ANEMOMETRO PATRON	TSI ALNOR	AVM440	AVM441813009	2020-06-11	2022-06-11
EL.PT.597	BAROMETRO	CONTROL COMPANY	1081	160458369	2020-05-15	2021-05-15
EL.PT.365	TERMOHIGROMETRO	CENTER	342	190601459	2020-04-01	2021-04-01
<b>DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA</b>						
<p>Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (INMs).</p>						
<b>CALIBRACIÓN</b>						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON ANEMÓMETRO PATRÓN Y TUNEL DE VIENTO					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	ISO 17713-1:2007					
PROCEDIMIENTO:	PEC.EL.53					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO DE TORQUE, FUERZA Y PRESIÓN (ELICROM)					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	23,2 °C	±0,1 °C				
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	54,1 %HR	±0,1 %HR				
PRESIÓN ATMOSFÉRICA MEDIA:	1011 hPa	±0 hPa				
<b>RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN</b>						
Nominal	Lectura Ítem	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura	
m/s	m/s	m/s	m/s	m/s	(k)	
1	1,0	1,07	-0,07	0,58	2,00	
2	2,1	2,02	0,08	0,58	2,00	
3	2,9	2,88	0,02	0,58	2,00	
4	3,9	3,79	0,11	0,58	2,00	
5	5,0	4,91	0,09	0,58	2,00	
<b>OBSERVACIONES</b>						
<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio Elicrom-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>NOTA: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la incertidumbre reportada (véase 7.2.6 de la GUM).</p>						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR:	Alex Bajaña					
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM:	2020-07-10	FECHA DE EMISIÓN: 2020-07-10				
FECHA DE CALIBRACIÓN:	2020-07-10					



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente general - Autorización PE270319SP



Sustento legal de firma electrónica

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN No: CCP-0638-014-20

		 				
<b>IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>						
NOMBRE:	SGS DEL PERÚ S.A.C.					
DIRECCIÓN:	AV. ELMER FAUCETT 3368, CALLAO 07036					
TELÉFONO:	(01) 5171900					
PERSONA(S) DE CONTACTO:	LUC OLORTEGUI					
<b>IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN</b>						
ÍTEM:	MEDIDOR DE ESTRÉS TÉRMICO	SERIE:	TET10003E			
MARCA:	QUEST	CÓDIGO:	19249			
MODELO:	QUESTemp 34	UBICACIÓN:	CALLAO			
<b>ESPECIFICACIONES DEL ÍTEM DE CALIBRACIÓN</b>						
MAGNITUD:	TEMPERATURA	UNIDAD DE MEDIDA:	°C			
TEMPERATURA DEL AIRE (BULBO SECO):		INTERVALO DE MEDIDA:	(-5 a 100) °C			
TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO:		INTERVALO DE MEDIDA:	(-5 a 100) °C			
TEMPERATURA DE GLOBO:		INTERVALO DE MEDIDA:	(-5 a 100) °C			
TEMPERATURA DE PUNTO DE ROCCIÓN:		INTERVALO DE MEDIDA:	(-5 a 100) °C			
MAGNITUD:	HUMEDAD RELATIVA	INTERVALO DE MEDIDA:	(0 a 100) %HR			
		RESOLUCIÓN:	1			
<b>EQUIPAMIENTO UTILIZADO</b>						
CÓDIGO	NOMBRE	MARCA	MODELO	SERIE	VENCE CAL.	Nº CERTIFICADO
ELP_PC_028.01	SENSOR DE TEMPERATURA	JUMO	802930/30-302-1011	FA 2524876 / 101	2021-06-13	CCP-0104-049-20
ELP_PC_024	TERMOMÉTRICO PATRÓN	VAISALA	M70 / HMP70B	P1720040 / P2130016	2021-09-25	LH - 066 - 2020
ELP_PT_040	CÁMARA CLIMÁTICA	KAMBIC	KK-105 CHLT	18080878	2021-06-31	CC-2929-001-20
ELP_PT_059	BARÓMETRO	CONTROL COMPANY	8530	181821642	2021-11-05	CCP-0104-149-20
ELP_PT_036	TERMOMÉTRICO	CENTER	342	180303334	2021-05-24	CCP-0104-061-20
<b>DECLARACIÓN DE TRAZABILIDAD METROLÓGICA</b>						
<p>Los resultados de calibración contenidos en este certificado son trazables al Sistema Internacional de Unidades (SI) por medio de una cadena ininterrumpida de calibraciones a través del NIST (National Institute of Standards and Technology - Estados Unidos) o de otros Institutos Nacionales de Metrología (NIM).</p>						
<b>CALIBRACIÓN</b>						
MÉTODO:	COMPARACIÓN DIRECTA CON TERMOMÉTRICO PATRÓN Y CÁMARA DE ESTABILIDAD					
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	CEM TH-007:2008 (EDICIÓN DIGITAL 1)					
PROCEDIMIENTO:	PCO.ELP.04					
LUGAR DE CALIBRACIÓN:	LABORATORIO 2 (ELICROM)					
TEMPERATURA AMBIENTAL MEDIA:	21,3 °C ±0,2 °C					
HUMEDAD RELATIVA MEDIA:	53,0 %HR ±1,3 %HR					
<b>RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN TEMPERATURA</b>						
Nominal	Lectura Item	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)	
°C	°C	°C	°C	°C		
<b>BULBO SECO</b>						
10	10,4	10,044	0,356	0,35	2,00	
20	19,9	20,023	-0,123	0,30	2,00	
30	30,0	30,017	-0,017	0,67	2,00	
<b>BULBO HÚMEDO</b>						
10	10,5	10,044	0,456	0,35	2,00	
20	20,1	20,023	0,077	0,31	2,00	
30	30,1	30,017	0,083	0,67	2,00	
<b>GLOBO</b>						
10	10,2	10,013	0,187	0,36	2,00	
20	20,1	20,028	0,072	0,30	2,00	
30	30,1	30,026	0,074	0,67	2,00	
<b>RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN EN HUMEDAD RELATIVA</b>						
Nominal	Lectura Item	Lectura Patrón	Error de Medición	Incertidumbre	Factor de Cobertura (k)	
%HR	%HR	%HR	%HR	%HR		
44	46	44,70	1,30	2,2	2,00	
86	87	86,57	0,43	2,2	2,00	
(*) 95	95	95,03	-0,03	2,7	2,00	
<b>OBSERVACIONES</b>						
<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición (intervalo de confianza), la cual se evaluó con base en el documento JCGM 100:2008 (GUM 1995 with minor corrections) "Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement", multiplicando la incertidumbre típica combinada por el factor de cobertura k, que para una distribución t (de Student) corresponde a un nivel de confianza de aproximadamente el 95,45%. Este certificado no podrá reproducirse excepto en su totalidad sin la aprobación escrita del laboratorio ELICROM-Calibración. Los resultados contenidos en este certificado son válidos únicamente para el ítem aquí descrito, en el momento y bajo las condiciones en que se realizó la calibración.</p> <p>NOTA 1: La lectura del patrón y el error de medición (mejor estimación del valor verdadero) se muestran con la misma cantidad de decimales que la resolución del patrón empleado.</p> <p>NOTA 2: Esta calibración está limitada a la exactitud de los sensores de temperatura integrados en el instrumento. El método de calibración no es necesariamente el mismo que el empleado en la práctica cuando se usa el dispositivo.</p>						
<p>NOTA 3: SE CALIBRÓ CON EL SENSOR DE CÓDIGO 291118-01 EL PUNTO DE CALIBRACIÓN MARCADO CON (*) NO ESTÁ INCLUIDO EN EL ALCANCE DE ACREDITACIÓN DE A2LA.</p>						
CALIBRACIÓN REALIZADA POR: Juan Villegas				FECHA DE EMISIÓN: 2020-11-24		
FECHA DE RECEPCIÓN DEL ÍTEM: 2020-11-20						
FECHA DE CALIBRACIÓN: 2020-11-23						



Autenticación de certificado

Autorizado y firmado electrónicamente por:

Gerente general - Autorización PE2703195P



Sustento legal de firma electrónica



## Monitores de estrés térmico de áreas 3M™ QUESTemp° 32/34/36

Los monitores QUESTemp° 32/34/36 están diseñados para evaluar con rapidez y precisión los entornos de potencial presión térmica. Ofrecen monitoreo de alto rendimiento a través de la tecnología de detección de Temperatura de globo y bulbo húmedo (WBGT) y el cálculo de un valor del Índice WBGT.

### CARACTERÍSTICAS CLAVE

- Temperatura de bulbo húmedo, temperatura de bulbo seco, temperatura de globo, % de humedad relativa (RH), WBGT interior/ exterior, índice de calor e índices HUMIDEX
- Conjunto de sensores de cabeza/cuerpo/torso
- Idiomas: inglés, español, francés, alemán e italiano
- Registro de datos del historial de tiempo con reloj en tiempo real
- El modelo QT36 ofrece una calculadora del tiempo de permanencia en la placa, basada en el Manual de valores de límite del umbral (TLV) de la Conferencia estadounidense de higienistas industriales gubernamentales (ACGIH), los gráficos de Límites fisiológicos de exposición térmica (PHEL) de la Marina de EE. UU. y límites de acción del Instituto de investigación de alimentación eléctrica (EPRI).
- Sensor de velocidad del aire opcional para aplicaciones de confort térmico disponible con el modelo QT36
- Lecturas en grados Celsius o Fahrenheit
- Hasta 150 horas de funcionamiento con una sola batería alcalina de 9 V
- Hasta 300 horas de funcionamiento con una batería de hidruro metálico de níquel (NiMH) recargable opcional
- Compatible con el Software de administración de detección DMS para análisis avanzado
- Certificación de seguridad intrínseca para uso en ubicaciones riesgosas



# ANEMÓMETRO KESTREL 3000

Modelo: NK-0830

Medición <i>Tiempo de respuesta</i>	Unidad	Alcance en Funcionamiento	Resolución	Precisión (+/-)	Alcance especificado
<b>Velocidad del viento</b> (Velocidad del aire) <i>1 segundo</i>	m/s	0.4 a 60.0 m/s	0.1	Superior al 3% de la lectura o del dígito con menos importancia	0.4 a 40.0 m/s
	ft/min	59 a 11,948 ft/min	1		59 a 7877 ft/min
	km/h	1.0 a 218.0 km/h	0.1		1.0 a 144.0 km/h
	mph	0.8 a 135.0 mph	1		0.8 a 89.0 mph
	nudos	0.6 a 118.3 kt	0.1		0.6 a 78.0 kt
	Beaufort	0 a 12 B	0.1		0 a 12 B
Impulsor de 2.5 cm de diámetro con eje de precisión y colocado sobre zafiro. Precisión fuera de eje: -1% a 5° fuera de eje; -2% a 10°; -3% a 15°. Desviación de calibrado < 1% después de 100 horas de uso a 16 MPH / 7 m/s. Un funcionamiento continuo por encima de 60 MPH / 27 m/s causará un desgaste rápido del impulsor y podría causar la destrucción del mismo. El impulsor de repuesto (NK PN-0801) puede colocarse sobre el terreno sin necesidad de herramientas (Patente EE.UU. 5.763.753).					
<b>Temperatura</b> <i>1 Segundo</i>	°F	-49.0 a 257.0 °F	0.1	1.8 °F	-20.0 a 158.0 °F
	°C	-45.0 a 125.0 °C	0.1	1.0 °C	-29.0 a 70.0 °C
Mide la temperatura del aire, el agua y la nieve. Termistor de precisión aislado térmicamente y herméticamente sellado fijado en el exterior (Patente EE.UU. 5.939.645). Desviación de calibrado insignificante.					
<b>Humedad Relativa</b> <i>1 Minuto</i>	%HR	0.0 a 100.0 %	0.1	3.0 %HR	5.0 a 95.0 % sin condensación
	Sensor de humedad capacitivo de polímero colocado sobre cámara de paredes finas exterior al recubrimiento para una respuesta rápida y precisa (Patente EE.UU. 6.257.074). (Para obtener la precisión estipulada en la humedad relativa, debe dejarse que la unidad se equilibre con la temperatura externa cuando haya estado expuesta a cambios de temperatura importantes y rápidos, y debe mantenerse alejada de la luz directa del sol.) Desviación de calibrado +/- 2% en 24 meses. La humedad relativa puede volver a calibrarse en la fábrica o sobre el terreno utilizando el Equipo de Calibración para Humedad Relativa de Kestrel (NK PN-0802).				
<b>Sensación Térmica</b> <i>1 segundo</i>	°F	0.7 a 135.0 MPH, -49.0 a 257.0 °F	0.1	1.8 °F	1.8 a 89.0 mph, -50.0 a 50.0 °F
	°C	0.4 a 60.0 m/s, -45.0 a 125.0 °C	0.1	1.0 °C	0.4 a 40 m/s, -45.6 a 10.0 °C
Calculada a partir de las mediciones principales de velocidad del viento y temperatura. Utiliza el índice de Sensación Térmica (Wind Chill Temperature, WCT) del NWS, revisado en el 2001, con la velocidad del viento ajustada por un factor de 1.5 para obtener resultados equivalentes a la velocidad del viento medida a 10 m por encima de la superficie. (Límites de temperatura especificados establecidos por las Tablas de WCT.)					
<b>Índice de Calor</b> <i>1 minuto</i>	°F	0.0 a 100.0 %RH, -49.0 a 257.0 °F	0.1	3.6 °F	70.0 a 130.0 °F, 0 a 100% HR
	°C	0.0 a 100.0 %RH, -45.0 a 125.0 °C	0.1	2.0 °C	21.1 a 54.4 °C, 0 a 100% HR