

Guía de prevención de riesgos laborales asociados al estrés térmico mediante el uso de tecnologías Innovadoras

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Edita: CEPYME ARAGON

Zaragoza 2019

Esta Guía ha sido realizada por CEPYME ARAGÓN con la financiación de la FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P (AT2018-0052).

La titularidad y los derechos de la propiedad intelectual de esta guía como resultado de la acción AT2018-0052 financiada por la Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales, F.S.P. pertenecen a esta.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Todas las referencias contenidas en la presente publicación para las que se utiliza la forma de masculino genérico, deben entenderse aplicables indistintamente, a mujeres y hombres.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
1. INTRODUCCIÓN.....	8
1.1. ANTECEDENTES	8
1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA GUÍA	10
1.3. OBJETIVOS DE LA GUÍA.....	12
1.3.1. Objetivos generales.....	12
1.3.2. Objetivos específicos.....	12
2. LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN EL ORDENAMIENTO JURÍDICO ESPAÑOL..	14
3. ESTADO ACTUAL DEL INTERNET DE LAS COSAS (IoT)	18
4. EL ESTRÉS TÉRMICO.....	22
4.1. INTRODUCCIÓN	22
4.2. ¿QUÉ ES Y CÓMO SE MIDE?	25
4.2.1. Estrés térmico por calor	27
4.2.2. Estrés térmico por frío.....	29
4.3. EFECTOS SOBRE LA SALUD DERIVADOS DEL ESTRÉS TÉRMICO.....	30
4.3.1. Producidos por temperaturas elevadas	30
4.3.2. Producidos por temperaturas bajas.....	33
5. MEDIDAS PREVENTIVAS	36
5.1. MEDIDAS PREVENTIVAS EN AMBIENTES CALUROSOS	38
5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS EN AMBIENTES FRÍOS	40
6. EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ESTRÉS TÉRMICO.....	42

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.1.	METODOLOGÍA.....	43
6.1.1.	Evaluación del riesgo por estrés térmico derivado del calor	49
6.1.2.	Evaluación del riesgo por estrés térmico derivado del frío.....	66
6.2.	IMPLANTACIÓN EN LAS EMPRESAS Y DATOS OBTENIDOS.....	78
6.2.1	Explicación de una ficha tipo.....	81
6.2.2	Fichas realizadas.....	83
6.2.3	Balance de las mediciones realizadas	110
7.	CONCLUSIONES	116
8.	BIBLIOGRAFÍA	121

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 2.1. Pirámide normativa en materia de PRL.....	14
Ilustración 3.1. Habilitadores de la Industria 4.0	18
Ilustración 3.2. Ecosistema de Internet de las Cosas (IoT).....	19
Ilustración 3.3. Tamaño del mercado de IoT de 2016-2020	20
Ilustración 3.4. Predicción de impacto de IoT en 2025	21
Ilustración 4.1. Estrés térmico.....	24
Ilustración 4.2. Factores que determinan el estrés térmico	26
Ilustración 4.3. Estrés térmico por calor	27
Ilustración 4.4. Efectos del frío.....	34
Ilustración 4.5. Respuestas del ser humano al enfriamiento: reacciones indicativas a diferentes niveles de hipotermia.....	35
Ilustración 6.1. Metodología de evaluación del estrés térmico propuesta por la NTP 922.....	44
Ilustración 6.2. Esquema de actuación para la evaluación de los riesgos por estrés por frío	46
Ilustración 6.3. Proceso a seguir para evaluar la existencia de riesgo por estrés térmico	48
Ilustración 6.4. Sensor de Temperatura de Globo	52
Ilustración 6.5. Temperatura Bulbo Húmedo Natural	53
Ilustración 6.6. Dispositivo construido para evaluar el riesgo de estrés térmico por calor.....	65
Ilustración 6.7. Anemómetro	71
Ilustración 6.8. Dispositivo construido para evaluar el riesgo de estrés térmico por frío.	77
Ilustración 6.9. Gráfico de puestos de trabajo evaluados por sectores.....	110
Ilustración 6.10. Resultados obtenidos tras las mediciones realizadas en los 13 puestos de trabajo.....	111
Ilustración 6.11. Diagrama de resultados de estrés térmico por calor o por frío.....	112
Ilustración 6.12. Lugares de trabajo con riesgo por estrés térmico.....	113
Ilustración 6.13. Gráfico de ventilación y climatización en los puestos de trabajo evaluados.	114
Ilustración 6.14. Riesgo por estrés térmico según la existencia de climatización y/o ventilación en el puesto de trabajo.	115

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1. Enfermedades relacionadas con el calor: Causas, síntomas, primeros auxilios y prevención.....	32
Tabla 4.2. Trastornos de la salud causados por el calor.....	33
Tabla 5.1. Medidas preventivas frente al riesgo de estrés térmico por frío.....	41
Tabla 6.1. Temperatura del bulbo húmedo en función de la temperatura seca, la humedad ...	56
Tabla 6.2. Consumo metabólico para distintas profesiones	60
Tabla 6.3. Consumo metabólico según la actividad realizada	61
Tabla 6.4. Metabolismo basal en función de la edad y el sexo.....	62
Tabla 6.5. Componente postural.....	63
Tabla 6.6. Componente del tipo de trabajo	63
Tabla 6.7. Tabla de valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243).....	66
Tabla 6.8. Valores IREQ en función de la velocidad y la temperatura del aire y del nivel de actividad	70
Tabla 6.9. Valores de la resistencia térmica específica del atuendo.	74
Tabla 6.10. Efectos del frío para diferentes valores de WCI y tch.	75

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

En los últimos años hemos vivido la proliferación del uso de las conocidas como “nuevas tecnologías” (redes sociales, APPs móviles, dispositivos móviles, plataformas e-learning, herramientas colaborativas en la nube, etc.), las cuales se han convertido en un elemento más dentro de nuestro entorno y con el cual hemos aprendido a convivir.

Estas nuevas tecnologías, junto con otras más innovadoras o disruptivas (Internet de las Cosas, Big Data, Inteligencia Artificial, etc.) además, han pasado a ser una respuesta novedosa a multitud de necesidades que tenemos como usuarios, pero, por otro lado, han creado nuevas necesidades que antes no teníamos, como estar continuamente conectados e informados de todo lo que acontece en nuestro entorno e interactuar con él de forma sencilla y accesible.

De forma natural estas nuevas tecnologías, que tienen un marcado carácter social, han entrado en el mundo de la empresa. Gracias a ello han facilitado a todo tipo de negocios, con independencia de su tamaño o sector, nuevas herramientas para resolver las necesidades de las empresas y sus trabajadores. De hecho, se puede decir que ya hemos interiorizado los conceptos de movilidad, escalabilidad, accesibilidad, prontitud, etc. en nuestras vidas.

Sin ser ajeno a esta realidad, el ámbito de la Prevención de Riesgos Laborales (en adelante, PRL) está teniendo en cuenta estas nuevas tecnologías para ayudar al cumplimiento de la normativa actual. Facilitar la comprensión de las guías de actuación, realizar cursos online o informar debidamente a los empleados o responsables de PRL de las empresas con estos nuevos medios es algo aceptado e interiorizado por todos que cada vez va cobrando más importancia de la mano de sucesivos avances tecnológicos.

En este marco CEPYME Aragón con la financiación de la Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales, F.S.P., en virtud de la AT2017-0070, desarrolló una guía inicial para entender las nuevas tecnologías (como el Internet de las Cosas o el Big Data) y cómo éstas, de forma

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

sencilla, pueden ayudar en la prevención de numerosos riesgos laborales dentro de las PYMES:
“Guía sobre tecnologías innovadoras para el cumplimiento de las obligaciones en materia de Prevención de Riesgos Laborales”.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

1.2. JUSTIFICACIÓN DE LA GUÍA

Esta guía pretende ser un referente para las empresas, especialmente las PYMES, para poder entender cómo medir y cómo actuar ante posibles riesgos laborales vinculados al estrés térmico, bien por frío o por calor.

La aplicación de tecnologías innovadoras en entornos laborales comunes, así como el análisis de los resultados obtenidos, permitirá seguir una serie de pautas preventivas ante los riesgos laborales asociados a diferentes actividades.

Se ha continuado en la línea iniciada en la convocatoria anterior, en la que a través de la *Guía sobre tecnologías innovadoras para el cumplimiento de las obligaciones en materia de prevención de riesgos laborales* se hizo una primera aproximación sobre la utilidad de estas nuevas tecnologías en la prevención de riesgos laborales.

En esta convocatoria hemos dado un paso más bajando a lo concreto, implantándose ya dispositivos en empresas para poder ver in situ dicha aplicación en el caso de los riesgos asociados a estrés térmico.

Para ello, primero se han identificado aquellos riesgos asociados al estrés térmico susceptibles de medición con dispositivos que emplean tecnologías como el Internet de las Cosas.

Analizándose casos reales de presencia de riesgos asociados al estrés térmico a través de la implantación de estos dispositivos de medición con tecnologías vinculadas a la Industria 4.0 se han extraído unos patrones genéricos sobre los puestos analizados; estos indicadores de valor han permitido extraer una serie de conclusiones para elaborar la guía.

La aplicación de tecnologías innovadoras está permitiendo disponer, tanto a empresas como a trabajadores, de un volumen de información muchísimo más grande.

Analizándola de forma inteligente, va a permitir por lo tanto tomas de decisiones de negocio más rápidas y eficientes.

Las “nuevas tecnologías”, tal y como las conocemos, ya son aplicadas en el día a día por parte de las PYMES. Esto implica que su aceptación ya es un hecho. Así, vemos como, actualmente,

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

conceptos ya citados como los dispositivos móviles, las plataformas digitales, los simuladores, las redes sociales, las plataformas de formación e-learning o las APPs son herramientas de uso diario en el entorno empresarial.

Esta aceptación tecnológica ha trasladado el concepto de nuevas tecnologías a otro tipo de soluciones innovadoras y mucho más efectivas que están siendo aplicadas por las grandes empresas y, cada vez más, por las PYMES. Hablamos, por ejemplo, de Big Data o de Internet de las Cosas.

En esta línea, las tecnologías innovadoras pueden ofrecer múltiples aplicaciones en el ámbito de la PRL en el que ya se están implementando con resultados satisfactorios. El ánimo del proyecto que se presenta es crear un estudio que permita conocer cómo actuar utilizando estas nuevas tecnologías ante riesgos laborales que se puedan dar en el puesto de trabajo, asociados concretamente al estrés térmico.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

1.3. OBJETIVOS DE LA GUÍA

1.3.1. Objetivos generales

La presente Guía pretende analizar y modelizar aquellos riesgos que pueden estar relacionados concretamente con el estrés térmico, tanto por calor como por frío.

Con el objetivo de extraer información continua y en tiempo real de las condiciones que afectan a diferentes puestos de trabajo y que pueden en algún momento generar un riesgo laboral de este tipo, utilizaremos nuevas tecnologías vinculadas a la Industria 4.0, en concreto, dispositivos de Internet de las Cosas (en adelante, IoT).

Esa extracción de datos, mediante dispositivos de IoT implantados en distintas empresas, tiene que servir para analizar los datos de acuerdo con los índices adecuados, modelizar o crear patrones que definan de forma genérica las condiciones que pueden afectar a un trabajador y, por ende, generar un riesgo laboral.

El principal objetivo es convertirse en un documento de referencia que ayude a trasladar esta información a las PYMES para que, siendo conocedoras de estos casos de uso donde se analizan supuestos de estrés térmico que pueden afectar a determinados puestos de trabajo, puedan establecer nuevas medidas para proteger a las personas trabajadoras siempre que los umbrales establecidos se sobrepasen poniendo en peligro la salud de las mismas.

1.3.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos de esta Guía son:

- Desarrollar un estudio que se convierta en un instrumento de consulta para los empresarios, responsables de prevención de las empresas y técnicos de prevención que

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

buscan mejorar las condiciones de trabajo de las personas trabajadoras expuestas a temperaturas que puedan conducir a estrés térmico, ya sea por frío o por calor.

- Analizar casos reales de riesgos laborales asociados al estrés térmico sobre los trabajadores de las empresas, especialmente PYMES, a través de tecnologías vinculadas a la Industria 4.0 como el Internet de las Cosas (IoT).
- Determinar qué riesgos laborales pueden ser paliados o evitados mediante el uso de dispositivos de Internet de las Cosas en las empresas.
- Contar con la opinión en el desarrollo del proyecto de expertos y agentes clave en materia de PRL y/o estas tecnologías innovadoras para difundir los casos de éxito y aplicaciones más relevantes.
- Contar con la experiencia de empresas que hayan aplicado este tipo de tecnologías en sus actuaciones en materia de PRL como expertos y conocer los resultados obtenidos.
- Afectar a determinados puestos de trabajo, de manera que las empresas puedan establecer nuevas medidas para proteger a los trabajadores siempre que los umbrales establecidos sean superados y por lo tanto puedan generar un riesgo laboral.
- A través de los datos extraídos en cada caso de uso, crear patrones genéricos sobre los tipos de puesto analizados con indicadores de valor que permitan actuar en caso de que estos indicadores sobrepasen los umbrales de riesgo definidos.
- Difundir y promocionar las conclusiones del estudio a empresas, en especial a PYMES y a profesionales del ámbito de la prevención de riesgos laborales, generando impacto e interés en las mismas gracias al uso de estas tecnologías.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

2. LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN EL ORDENAMIENTO JURÍDICO ESPAÑOL

El marco normativo en materia de prevención de riesgos laborales se compone de diferentes textos legales de distinto rango jerárquico – internacional, comunitario, autonómico y convencional – y de distinto ámbito aplicativo – bien general, bien específico para un determinado sector - que se complementan entre ellos para establecer una serie de derechos y deberes de los sujetos que intervienen en la relación laboral.



Ilustración 2.1. Pirámide normativa en materia de PRL

Fuente: Manual Básico de Seguridad y Salud en el Trabajo. INVASSAT.

El fundamento legislativo principal viene marcado por la **Constitución Española** de 1978 (CE), en la cual se hace referencia, en varios preceptos, a la seguridad y salud en el trabajo (arts. 15, 40.2, 43 y 149.1.7 CE). Así, el artículo 40.2 CE encomienda a los poderes públicos velar por la seguridad e higiene en el trabajo y el artículo 43.1 CE reconoce el derecho a la protección a la salud

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

encomendando de nuevo la tarea de organizar y tutelar la salud a través de las medidas preventivas a los poderes públicos en su apartado segundo.

A partir de lo establecido en nuestra Constitución, norma suprema del ordenamiento jurídico español, se desarrollan una serie de disposiciones legales diferentes que regulan este ámbito.

El Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores se refiere, en sus artículos 5 y 19, a medidas de seguridad e higiene y formación del trabajador en dicha materia, así como a la paralización de actividades en supuestos de peligro.

En esta línea, y con vistas a desarrollar lo anterior y a adaptar el ordenamiento español a la normativa comunitaria (Convenio 155 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), adoptado en Ginebra el 22 de junio de 1981 y la Directiva Comunitaria 89/391/CEE, del Consejo de 12 de junio de 1989 relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo) y responder a los factores de riesgo en el ámbito laboral, se han desarrollado varias disposiciones legales en materia de prevención de riesgos laborales, que se dividen en normas generales y específicas.

Las **normas generales** son las que fijan el marco de actuación de las Administraciones públicas y los principios, obligaciones y derechos genéricos de empresarios y trabajadores.

Dicho lo anterior, el marco legislativo fundamental en esta materia viene marcado por **la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)**, con sus sucesivas modificaciones.

Esta ley establece las garantías básicas y responsabilidades necesarias para asegurar la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores y fija el marco legal cuyos aspectos más concretos y técnicos irán desarrollando en normas reglamentarias. La LPRL dio un nuevo enfoque a la prevención de riesgos laborales que, en base a dicha norma, pasó de una concepción basada en el mero cumplimiento de una serie de obligaciones empresariales y de la

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

subsanción de situaciones de riesgo a integrar la PRL en el conjunto de actividades y decisiones de la empresa con una concepción totalmente integradora en la actividad empresarial.

Posteriormente se aprobaron una serie de **normas reglamentarias** que desarrollaron aspectos concretos derivados de la aplicación de la misma.

El reglamento de desarrollo más importante es el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP).

Por otro lado, destacan también, por su relación con el objeto de este estudio, el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo

Otras disposiciones reglamentarias son el Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, el Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre, por el que se modifica el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio y sus sucesivas modificaciones, o el Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización, etc.

Además de la normativa general, existe **normativa específica** de aplicación para determinados sectores o condiciones de trabajo, que se encarga de desarrollar este mandato estableciendo limitaciones, prohibiciones y valoraciones concretas al respecto.

Otras normas que hacen referencia a la materia son el Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social (arts. 123, 195 y ss.), Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social, la Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria en materia de seguridad industrial (arts. 9 y ss), la Ley 14/1986, de 25 de abril, General de Sanidad (arts.18.9 y 19.2).

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Por otra parte, la **negociación colectiva** a través de los diferentes convenios colectivos viene a completar la normativa en la materia, como normas de obligado cumplimiento.

Tal y como hemos avanzado al comienzo de este apartado, son de gran ayuda a la hora de interpretar todas las disposiciones legales anteriormente citadas en materia de PRL las Guías Técnicas Legislativas del INSST, los Protocolos, las normas UNE y las Notas Técnicas de Prevención.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

3. ESTADO ACTUAL DEL INTERNET DE LAS COSAS (IoT)

Vivimos actualmente una imparable modernización tecnológica en todos los sectores productivos de nuestra economía de la mano de varias tecnologías disruptivas. Esta auténtica revolución, aplicada a la industria, se denomina “Industria 4.0”, impactando de manera global en nuestro modo de vida y especialmente en los medios de producción, haciéndolos automáticos e inteligentes.

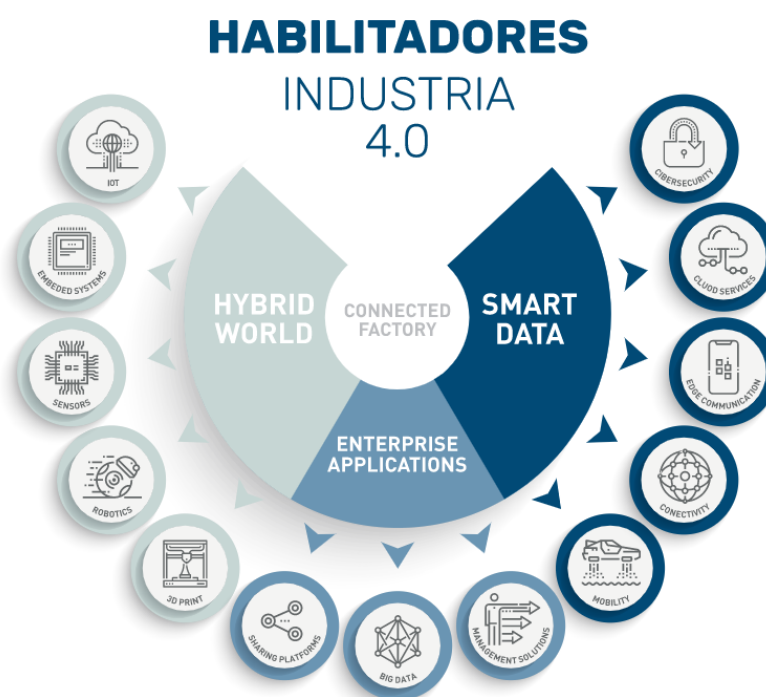


Ilustración 3.1. Habilitadores de la Industria 4.0

Fuente: Presente y futuro del Internet de las Cosas en el sector industrial en España. EFOR Internet y Tecnología

Esto es posible gracias a tecnologías habilitadoras de la Industria 4.0 como el Internet de las Cosas (IoT), que permite recoger datos mediante el uso de sensores integrados y mandarlos a la

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

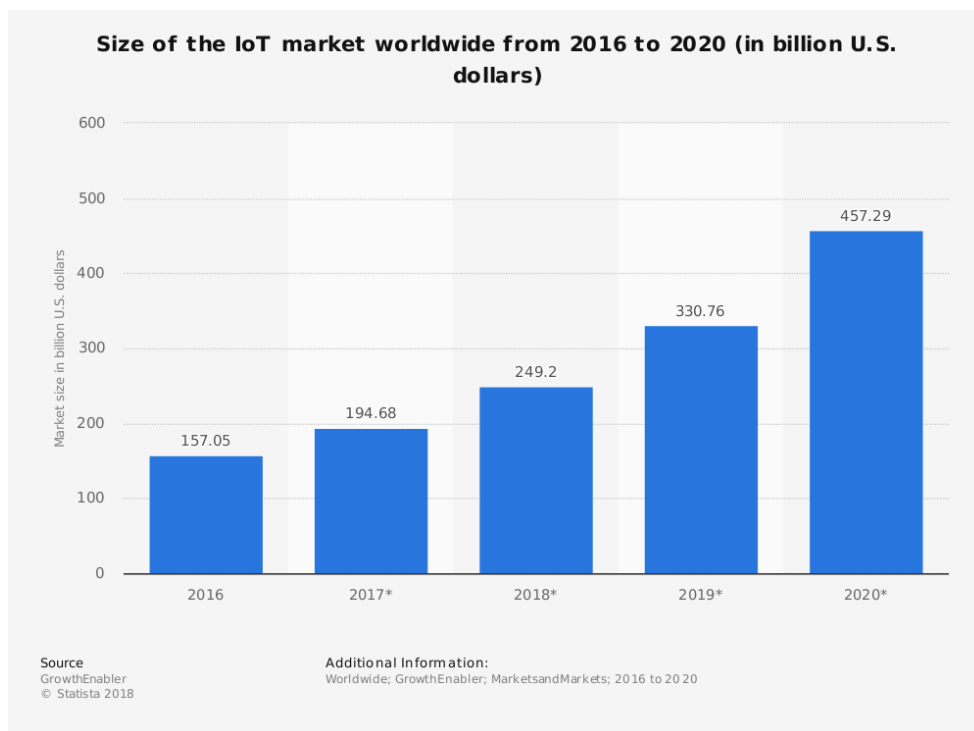


Ilustración 3.3. Tamaño del mercado de IoT de 2016-2020

Fuente: Statista

Los sensores de IoT ya son muy utilizados en la industria manufacturera. Ahora bien, no sólo tiene sentido hablar de IoT ligado a la Industria 4.0, sino que resulta de aplicación y gran ayuda en otras muchas áreas, facilitando la monitorización de procesos que tradicionalmente no eran tecnológicos como la agricultura o la logística. Las posibilidades son, en definitiva, infinitas.

Como ventajas de la aplicación de dispositivos de IoT en la empresa, no sólo encontramos la ya citada automatización de datos que mejora la eficiencia y la precisión, sino que también permite identificar gastos innecesarios para tenerlos en cuenta, así como mejorar la atención al cliente, al tener más información sobre los usuarios y su comportamiento y pudiendo por tanto implementar planes de marketing a medida.

FINANCIADO POR:



En este gráfico, vemos el impacto mundial por sectores de IoT que se espera en 2025, destacando la industria, pero viendo cómo se introduce esta tecnología progresivamente en muchos más sectores.

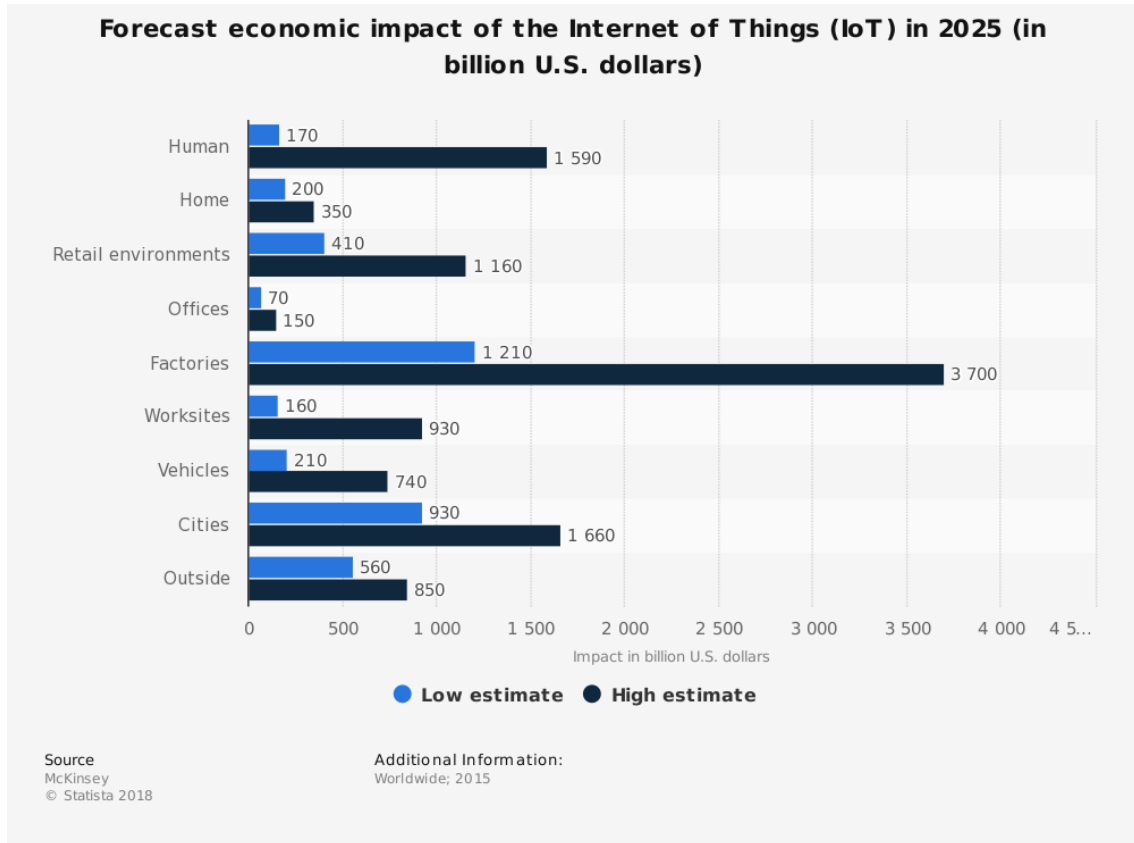


Ilustración 3.4. Predicción de impacto de IoT en 2025

Fuente: Statista

Por todo lo expuesto, consideramos que el IoT puede ser de gran utilidad también en materia de PRL, ayudando a las empresas a realizar su labor preventiva de manera más eficiente y a reducir tanto el número de accidentes laborales como su impacto gracias a los datos que proporcionan los sensores instalados en los distintos puestos de trabajo.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

4. EL ESTRÉS TÉRMICO

4.1. INTRODUCCIÓN

Las condiciones de confort térmico son muy importantes en cualquier ambiente de trabajo, pues la exposición continuada de los trabajadores a situaciones de exceso de calor o frío puede generar disconfort y desarrollar estrés, derivando en consecuencias negativas para la salud de los empleados.

Así, la temperatura existente en el lugar de trabajo es de gran importancia, no solo porque el cuerpo humano tenga que mantenerse dentro de unos niveles de temperatura en torno a 36/37º C para mantener su salud, sino también porque el trabajo se desarrollará en mejores condiciones si se realiza con un **confort térmico**, esto es, cuando el organismo mantiene su equilibrio térmico. Se debe destacar que en el confort térmico no sólo influyen condiciones ambientales tales como la temperatura del aire, la humedad relativa, la exposición directa a los rayos de sol o las corrientes de aire. Es importante tener también en cuenta las condiciones individuales de cada trabajador, entre otras, el consumo metabólico durante el trabajo, su condición física o el atuendo que lleva.

De acuerdo con el artículo 7 del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo en relación con su Anexo III, las condiciones ambientales de los lugares de trabajo, en los locales de trabajo cerrados deben cumplirse las siguientes condiciones:

“a) La temperatura de los locales donde se realicen trabajos sedentarios propios de oficinas o similares estará comprendida entre 17 y 27º C.

La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25º C.

b) La humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70 por 100, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50 por 100.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

c) Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire cuya velocidad exceda los siguientes límites:

1.º Trabajos en ambientes no calurosos: 0,25 m/s.

2.º Trabajos sedentarios en ambientes calurosos: 0,5 m/s.

3.º Trabajos no sedentarios en ambientes calurosos: 0,75 m/s.

Estos límites no se aplicarán a las corrientes de aire expresamente utilizadas para evitar el estrés en exposiciones intensas al calor, ni a las corrientes de aire acondicionado, para las que el límite será de 0,25 m/s en el caso de trabajos sedentarios y 0,35 m/s en los demás casos.

d) Sin perjuicio de lo dispuesto en relación a la ventilación de determinados locales en el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, la renovación mínima del aire de los locales de trabajo, será de 30 metros cúbicos de aire limpio por hora y trabajador, en el caso de trabajos sedentarios en ambientes no calurosos ni contaminados por humo de tabaco y de 50 metros cúbicos, en los casos restantes, a fin de evitar el ambiente viciado y los olores desagradables.

El sistema de ventilación empleado y, en particular, la distribución de las entradas de aire limpio y salidas de aire viciado, deberán asegurar una efectiva renovación del aire del local de trabajo.

4. A efectos de la aplicación de lo establecido en el apartado anterior deberán tenerse en cuenta las limitaciones o condicionantes que puedan imponer, en cada caso, las características particulares del propio lugar de trabajo, de los procesos u operaciones que se desarrollen en él y del clima de la zona en la que esté ubicado. En cualquier caso, el aislamiento térmico de los locales cerrados debe adecuarse a las condiciones climáticas propias del lugar.

5. En los lugares de trabajo al aire libre y en los locales de trabajo que, por la actividad desarrollada, no puedan quedar cerrados, deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.”

Cuando no nos encontramos ante una situación de confort térmico, aparece el **disconfort térmico**, bien por frío, bien por calor. Ante estas circunstancias, el organismo está obligado a realizar ciertos ajustes fisiológicos para mantener el equilibrio térmico.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN



Ilustración 4.1. Estrés térmico

Fuente: <https://www.bubled.es/2018/06/27/estres-termico/>

En situaciones críticas en las que no existe este equilibrio térmico entre el organismo y el ambiente, se produce el **estrés térmico**, por calor o frío excesivo, que puede poner en riesgo la salud del trabajador.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

4.2. ¿QUÉ ES Y CÓMO SE MIDE?

El **estrés térmico**¹ corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan.

En el estrés térmico intervienen tres factores, que pueden influir conjuntamente (o no). Cada uno de ellos se puede identificar y medir mediante parámetros, que son los que utilizan a la hora de evaluar el riesgo. Estos factores son:

- *Condiciones ambientales del entorno.* Se mide con parámetros como la temperatura, humedad, movimiento del aire, calor radiante, etc.
- *Factores personales del trabajador.* Incluye parámetros como la mala forma física, el consumo de alcohol, drogas, la falta de aclimatación y también las características del vestuario que lleva la persona, que se miden con parámetros como la resistencia térmica de la ropa, o de los equipos de protección individual que favorezcan o dificulten la liberación de calor del organismo al ambiente, por evaporación y/o convección.
- *Intensidad de la actividad física.* Se mide mediante el calor metabólico producido durante el trabajo físico y el ritmo de trabajo.

Así, la medición de estos factores permite determinar las demandas térmicas internas y externas que dan lugar a la termorregulación del cuerpo humano.

Ahora bien, para predecir de manera exacta si las condiciones bajo las que está trabajando una persona suponen o no un riesgo para su salud, hemos de hablar de sobrecarga térmica.

La **sobrecarga térmica**² es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico y corresponde al coste que le supone al cuerpo humano el ajuste necesario para mantener la

¹ NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I).

² NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I).

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

temperatura interna en el rango adecuado. Depende, así pues, de los factores propios de cada persona, de variables como la temperatura corporal, la frecuencia cardiaca y la tasa de sudoración. Por lo tanto, no podemos predecirla de manera fiable estudiando únicamente el estrés térmico.

Estos son los motivos por los que, en esta Guía, cuyo objeto es la aplicación del IoT a la PRL, nos vamos a centrar en evaluar los riesgos por estrés térmico mediante el uso de sensores adecuados a estos efectos y sin profundizar en la sobrecarga térmica, para lo cual se precisarían de datos personales de los distintos trabajadores seleccionados.

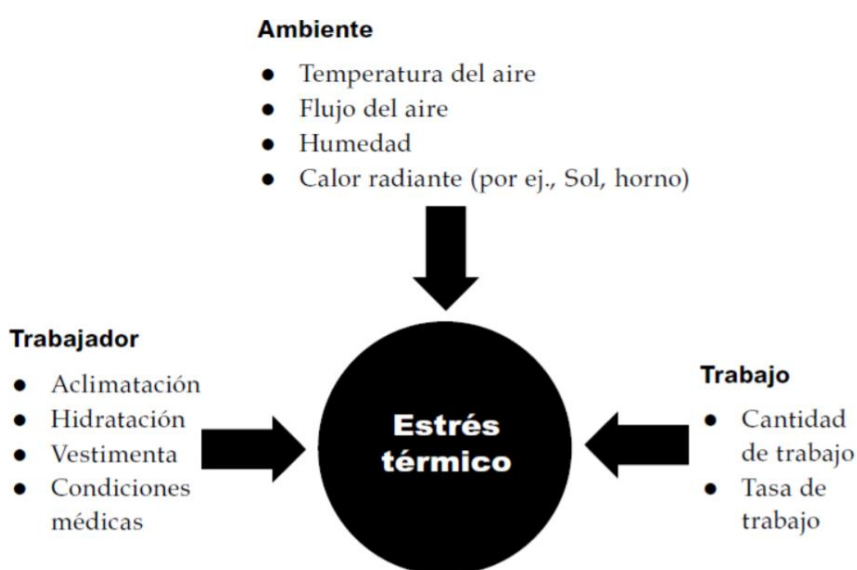


Ilustración 4.2. Factores que determinan el estrés térmico

Fuente: Impacto de las temperaturas elevadas en el ámbito laboral. Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo (NVASSAT), 2014.

Es destacable que el estrés térmico por calor no es un efecto patológico³ que el calor puede originar en los trabajadores, sino la causa de los diversos efectos patológicos que se producen

³ *Impacto de las temperaturas elevadas en el ámbito laboral*. Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo (NVASSAT), 2014. Disponible en: <http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741793/CERVERA+BOADA,%20Jorge.+Impacto+>

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

cuando se acumula excesivo calor en el cuerpo. También conviene hacer referencia a que el estrés térmico y sus consecuencias pueden llegar a ser especialmente peligrosos en los trabajos al aire libre (como, por ejemplo, la construcción, la agricultura, la gestión forestal, los bomberos, etc.), cuyos trabajadores pueden estar expuestos a lo largo de todo el año.

4.2.1. Estrés térmico por calor

Al realizar una actividad física en un ambiente caluroso, el intercambio de calor entre el ambiente y el cuerpo de la persona que realiza dicha actividad queda notablemente condicionado. Cuando este calor no puede ser emitido al ambiente, por ejemplo, a través del sudor, se acumula en el interior del cuerpo y como consecuencia la temperatura corporal aumenta, pudiendo llegar a producir daños irreversibles en el organismo.



Ilustración 4.3. Estrés térmico por calor

Fuente: Calor y trabajo. Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor. Centro Nacional de Nuevas Tecnologías. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

[de+las+temperaturas+elevadas+en+el+%C3%A1mbito+laboral/c3b5c76f-a537-4340-ab43-a0c733328b41](#)

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Este riesgo puede verse incrementado si las condiciones climáticas externas no son favorables, como puede ocurrir cuando llega el verano y/o hay una ola de calor.

Algunos puestos de trabajo que pueden conllevar una exposición a cargas de calor excesivas son:

- Aquellos que se dan en instalaciones cerradas donde haya altas temperaturas, fuentes de calor, contacto directo con objetos calientes, alta humedad y/o se realice una fuerte actividad física. Por ejemplo, las fundiciones, fábricas de cerámica, de cristal, de ladrillos, de cemento, mineras, fábricas de conservas, acerías, panaderías, lavanderías, hornos, cocinas hosteleras, invernaderos, etc.
- Trabajos que se desarrollan al aire libre con tiempo caluroso. Por ejemplo, la construcción, agricultura y pesca, sector forestal, electricidad, mantenimiento de carreteras, zanjas, etc.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

4.2.2. Estrés térmico por frío

Como ya hemos avanzado, las personas necesitan mantener una temperatura corporal interna estable en torno a los 36°C, para lo cual la piel actúa como aislante.

La exposición al frío puede ocasionar a los trabajadores disconfort térmico e incluso situaciones de verdadero estrés térmico que causen riesgos a la salud de los empleados. De hecho, una exposición continuada produce una pérdida de calor a nivel cutáneo y de las vías respiratorias. Esto se debe a que el cuerpo humano genera energía (en su mayor parte calorífica) para mantener las funciones vitales, esfuerzos, movimientos, etc. y cuando el flujo de calor cedido al ambiente es excesivo, la temperatura corporal desciende y hay riesgo de estrés térmico por frío.

Se entiende por estrés térmico por frío⁴ a la carga térmica negativa (pérdida de calor excesiva) a la que están expuestos los trabajadores y que resulta del efecto combinado de factores físicos y climáticos que afectan al intercambio de calor (condiciones ambientales, actividad física y ropa de trabajo).

Está provocado por la combinación de temperaturas frías (4°C o menos), condiciones ambientales húmedas, vientos fuertes y fríos y utilización de ropa inadecuada.

Puestos de trabajo donde se pueda estar expuesto a cargas de frío excesivas son:

- Aquellos puestos de trabajo que se desarrollan en instalaciones cerradas donde haya bajas temperaturas. Por ejemplo, cámaras frigoríficas y congeladoras, almacenes fríos, etc.
- Aquellos que se desarrollan al aire libre en ambientes fríos. Por ejemplo, la construcción, agricultura y pesca, sector forestal, buceo, etc.

⁴ NTP 1036: Estrés por frío (I).

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

4.3. EFECTOS SOBRE LA SALUD DERIVADOS DEL ESTRÉS TÉRMICO

4.3.1. Producidos por temperaturas elevadas

Las altas temperaturas, humedad y trabajos que impliquen esfuerzo físico pueden generar riesgos para la salud de los trabajadores. De hecho, un aumento de temperatura interna de sólo 1°C ya puede influir negativamente en la salud del trabajador y, si sigue aumentando hasta alcanzar los 41°C, podría causar la muerte.

Así, teniendo en cuenta las condiciones tanto ambientales como individuales, los excesos de temperatura generan cansancio y afectan a la capacidad mental del trabajador, disminuyendo su rendimiento, atención y compresión. En casos extremos pueden hasta producirse daños irreversibles.

Como afecciones concretas relacionadas con el estrés térmico por temperaturas elevadas, podemos destacar:

- Golpe de calor: cuando el sistema que controla la temperatura del cuerpo falla y la transpiración se hace inadecuada.
- Agotamiento por calor: consecuencia de la pérdida de grandes cantidades de líquido por la transpiración.
- Inquietud, laxitud, irritabilidad, somnolencia.
- Calambres debidos al calor: espasmos dolorosos de los músculos derivados de sudor abundante e ingesta de grandes cantidades de agua.
- Sarpullidos: causados por las dificultades existentes para eliminar la transpiración.
- Desmayos: por la exposición del trabajador a temperaturas elevadas.
- Deshidratación cuando el cuerpo no tiene tanto líquido como debiera.
- Alteraciones en la percepción y las habilidades mentales del trabajador.
- Agravamiento de dolencias previas como enfermedades respiratorias, cardiovasculares, diabetes, etc.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

- Enfermedades y daños a la salud por exposición prolongada.
- Aumento de la probabilidad de que se produzcan accidentes de trabajo.

De forma más detallada, vemos las enfermedades relacionadas con el calor, así como sus causas, síntomas, primeros auxilios y prevención en la siguiente tabla.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ENFERMEDADES RELACIONADAS CON EL CALOR	CAUSAS	SÍNTOMAS	PRIMEROS AUXILIOS (P. AUX.) / PREVENCIÓN (PREV.)
ERUPCIÓN CUTÁNEA	Piel mojada debido a excesiva sudoración o a excesiva humedad ambiental.	Erupción roja desigual en la piel. Puede infectarse. Picores intensos. Molestias que impiden o dificultan trabajar y descansar bien.	P. AUX.: Limpiar la piel y secarla. Cambiar la ropa húmeda por seca. PREV.: Ducharse regularmente, usar jabón sólido y secar bien la piel. Evitar la ropa que oprima. Evitar las infecciones.
CALAMBRES	Pérdida excesiva de sales, debido a que se suda mucho. Bebida de grandes cantidades de agua sin que se ingieran sales para reponer las pérdidas con el sudor.	Espasmos (movimientos involuntarios de los músculos) y dolores musculares en los brazos, piernas, abdomen, etc. Pueden aparecer durante el trabajo o después.	P. AUX.: Descansar en lugar fresco. Beber agua con sales o bebidas isotónicas. Hacer ejercicios suaves de estiramiento y frotar el músculo afectado. No realizar actividad física alguna hasta horas después de que desaparezcan. Llamar al médico si no desaparecen en 1 hora PREV.: Ingesta adecuada de sal con las comidas. Durante el periodo de aclimatación al calor, ingesta suplementaria de sal.
SÍNCOPE POR CALOR	Al estar de pie e inmóvil durante mucho tiempo en sitio caluroso, no llega suficiente sangre al cerebro. Pueden sufrirlo sobre todo los trabajadores no aclimatados al calor al principio de la exposición.	Desvanecimiento, visión borrosa, mareo, debilidad, pulso débil.	P. AUX.: Mantener a la persona echada con las piernas levantadas en lugar fresco. PREV.: Aclimatación. Evitar estar inmóvil durante mucho rato, moverse o realizar alguna actividad para facilitar el retorno venoso al corazón.
DESHIDRATACIÓN	Pérdida excesiva de agua, debido a que se suda mucho y no se repone el agua perdida	Sed, boca y mucosas secas, fatiga, aturdimiento, taquicardia, piel seca, acartonada, micciones menos frecuentes y de menor volumen, orina concentrada y oscura.	P. AUX.: Beber pequeñas cantidades de agua cada 30 minutos. PREV.: Beber abundante agua fresca con frecuencia, aunque no se tenga sed. Ingesta adecuada de sal con las comidas.
AGOTAMIENTO POR CALOR	En condiciones de estrés térmico por calor: trabajo continuado, sin descansar o perder calor y sin reponer el agua y las sales perdidas al sudar. Puede desembocar en golpe de calor.	Debilidad y fatiga extremas, náuseas, malestar, mareos, taquicardia, dolor de cabeza, pérdida de conciencia, pero sin obnubilación. Piel pálida, fría y mojada por el sudor. La temperatura rectal puede superar los 39 °C.	P. AUX.: Llevar al afectado a un lugar fresco y tumbarlo con los pies levantados. Aflojarle o quitarle la ropa y refrescarle, rociándole con agua y abanicándole. Darle agua fría con sales o una bebida isotónica fresca. PREV.: Aclimatación. Ingesta adecuada de sal con las comidas y mayor durante la aclimatación. Beber agua abundante aunque no se tenga sed.
GOLPE DE CALOR^(*)	En condiciones de estrés térmico por calor: trabajo continuado de trabajadores no aclimatados, mala forma física, susceptibilidad individual, enfermedad cardiovascular crónica, toma de ciertos medicamentos, obesidad, ingesta de alcohol, deshidratación, agotamiento por calor, etc. Puede aparecer de manera brusca y sin síntomas previos. Fallo del sistema de termorregulación fisiológica. Elevada temperatura central y daños en el sistema nervioso central, riñones, hígado, etc., con alto riesgo de muerte.	Taquicardia, respiración rápida y débil, tensión arterial elevada o baja, disminución de la sudación, irritabilidad, confusión y desmayo. Alteraciones del sistema nervioso central Piel caliente y seca, con cese de sudoración. La temperatura rectal puede superar los 40,5 °C. PELIGRO DE MUERTE	P. AUX.: Lo más rápidamente posible, alejar al afectado del calor, empezar a enfriarlo y llamar urgentemente al médico: Tumbarle en un lugar fresco. Aflojarle o quitarle la ropa y envolverle en una manta o tela empapada en agua y abanicarle, o introducirle en una bañera de agua fría o similar. ¡ES UNA EMERGENCIA MÉDICA! PREV.: Vigilancia médica previa en trabajos en condiciones de estrés térmico por calor importante. Aclimatación. Atención especial en olas de calor y épocas calurosas. Cambios en los horarios de trabajo, en caso necesario. Beber agua frecuentemente. Ingesta adecuada de sal con las comidas.

Tabla 4.1. Enfermedades relacionadas con el calor: Causas, síntomas, primeros auxilios y prevención.

Fuente: Calor y trabajo. Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor. Centro nacional de nuevas tecnologías. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT).

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME

PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Podemos resumir las afecciones o síntomas en esta tabla:

Síntomas leves	Síntomas Graves	Síntomas Muy graves
Mucho sudor	Náuseas	Confusión
Cansancio	Mareos	Vómitos
Piel irritada	Dolor de cabeza	Convulsiones
Sed	Irritabilidad	Pérdida de coordinación
	Agotamiento	Desmayo
	Extenuación	Piel pálida, fría y húmeda,
		Piel seca, roja y caliente

Tabla 4.2. Trastornos de la salud causados por el calor

Fuente: Calor en el trabajo, trabajando al aire libre también exigimos prevención. Guía para la prevención del estrés térmico para delegados de prevención. CCOO e Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).

4.3.2. Producidos por temperaturas bajas

Si la temperatura central del cuerpo humano desciende por debajo de los 35º C, se produce una situación en la que el organismo no es capaz de generar el calor necesario para garantizar el mantenimiento adecuado de las funciones fisiológicas. En el momento en el que el flujo de calor cedido al ambiente es excesivo, se produce un descenso de la temperatura del cuerpo y como consecuencia existe riesgo de sufrir estrés por frío.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

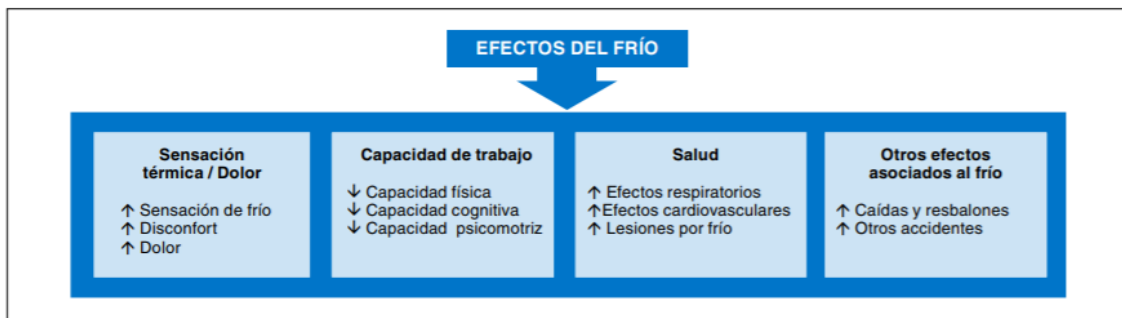


Ilustración 4.4. Efectos del frío

Fuente: NTP 1036: Estrés por frío (I)

Se pueden producir situaciones como las siguientes que provocan malestar general, reducción del rendimiento y deterioro de la función mental, congelación e incluso causar la muerte:

- Congelación cuando la exposición al frío es tan intensa que produce lesiones en los tejidos vivos.
- Lesiones por frío si no llega a producirse la congelación.
- Entumecimiento, insensibilidad, escalofríos y disfunción neuromuscular.
- Hipotermia, cuando la temperatura central del cuerpo humano desciende por debajo de los 35°C aparecen alteraciones que afectan a todos los órganos y sistemas, hasta poder incluso causar la muerte.
- Disminución de la habilidad manual por reducción de la sensibilidad táctil o anquilosamiento de las articulaciones.
- Disminución del rendimiento, la capacidad mental y la capacidad de trabajo físico.
- Efectos respiratorios como, por ejemplo, broncoespasmos.

En la siguiente tabla podemos observar de manera esquemática las respuestas del ser humano al enfriamiento, distinguiendo cuatro niveles de hipotermia y las reacciones fisiológicas y psicológicas que se producen.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Fase	Temperatura del núcleo (°C)	Reacciones fisiológicas	Reacciones psicológicas
Normal	37	Temperatura corporal normal	Sensación de neutralidad térmica
	36	Vasoconstricción, enfriamiento de manos y pies	Malestar
Hipotermia leve	35	tiritona intensa, menor capacidad para el trabajo	Deterioro de la función mental, desorientación, apatía
	34	Fatiga	Consciencia normal y capacidad de respuesta
Hipotermia moderada	33	Torpeza y balbuceos	
	32	Rigidez muscular	Perdida progresiva de la consciencia, alucinaciones
	31	Respiración débil	Escasos momentos de consciencia
	30		Letargo
	29	Ausencia de reflejos nerviosos, disminución de la frecuencia cardíaca y dificultad para detectar el pulso	
Hipotermia severa	28	Arritmias cardíacas (auriculares y/o ventriculares)	
	27	Ausencia de reacción de las pupilas a la luz, ausencia de reflejos tendinosos profundos y superficiales	
	25	Muerte por fibrilación ventricular o asistole	

Ilustración 4.5. Respuestas del ser humano al enfriamiento: reacciones indicativas a diferentes niveles de hipotermia.

Fuente: Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. OIT.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

5. MEDIDAS PREVENTIVAS

El artículo 14 LPRL establece el derecho de los trabajadores a una “protección eficaz en materia de seguridad y salud en el trabajo”, así como el correlativo “deber del empresario de protección de los trabajadores frente a los riesgos laborales”.

En esta línea, el artículo 15 LPRL fija un conjunto de principios que los empresarios han de adoptar en cuanto a selección de medidas preventivas. Estos principios generales son:

- “a) Evitar los riesgos.*
- b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.*
- c) Combatir los riesgos en su origen.*
- d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.*
- e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.*
- f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.*
- g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.*
- h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.*
- i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.”*

Por otro lado, el artículo 17 LPRL también establece la obligación del empresario de adoptar las medidas necesarias con el fin de que los equipos de trabajo sean adecuados para el trabajo en cuestión que deba realizarse y estén adaptados a tal efecto.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

En las empresas donde puede llegar a haber riesgo de estrés térmico se debe elaborar un plan de prevención que incluya un plan de acción específico frente a este riesgo, en el que se identifiquen los factores y situaciones de riesgo, así como las medidas a adoptar en cada uno de los casos, que aseguren la salud y seguridad de los trabajadores.

Se dará prioridad a aquellas medidas que tiendan a eliminar o disminuir el riesgo en el origen de manera que este no llegue a materializarse, en caso de que esto no sea viable se implementarán medidas de protección que eviten o disminuyan las consecuencias de la exposición al riesgo.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

5.1. MEDIDAS PREVENTIVAS EN AMBIENTES CALUROSOS

Algunas de las medidas preventivas y de protección a adoptar en ambientes calurosos son:

- Organización del trabajo de manera que en las épocas más calurosas se reduzca la exposición al calor y/o a la radiación solar en las horas críticas y se produzcan tiempos de descanso.
- Organizar grupos de trabajo de al menos dos personas para cada tarea.
- Aclimatación previa y progresiva de los trabajadores.
- Medidas de control del lugar de trabajo cerrado, mediante la ventilación y/o climatización general.
- Promover la ingesta de líquidos antes, durante y después de la exposición a temperaturas elevadas y/o a la exposición solar y en casos extremos facilitar a las personas expuestas comprimidos de sal de cara a reponer electrolitos.
- Protección individual del trabajador mediante el uso de ropa de trabajo adecuada, ligera y holgada.
- Cuidado de la alimentación y nutrición, evitando especialmente la ingesta de alimentos ricos en grasas y potenciando el aporte vitamínico.
- Medidas administrativas de información y formación sobre los riesgos de estrés térmico y sobrecarga térmica a los trabajadores.
- Vigilancia de la salud específica del trabajador por parte de las empresas.
- Proporcionar protección solar.
- Verificar las condiciones meteorológicas de forma frecuente e informar a los trabajadores.
- Información y formación adecuada referente a los riesgos de la realización de trabajos en ambientes calurosos.
- Monitorizar la frecuencia cardiaca en aquellos trabajos con un mayor riesgo de estrés térmico.
- Vigilar pérdidas agudas de peso.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

- Etc.

Para la implantación de muchas de estas medidas preventivas, puede ser de utilidad el IoT, como veremos a lo largo de este estudio.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

5.2. MEDIDAS PREVENTIVAS EN AMBIENTES FRÍOS

Algunas de las medidas preventivas y de protección a adoptar en ambientes fríos son:

- Organización del trabajo de manera que los trabajos al aire libre se desarrollen en la franja de mayor exposición solar.
- Establecer rotaciones y tiempos de descanso para calentarse.
- Protección individual del trabajador mediante el uso de ropa de trabajo aislante e impermeable.
- Vigilancia específica de la salud del trabajador por parte de las empresas.
- Medidas técnicas como la medición periódica de la temperatura y la velocidad del aire, así como la disposición de zonas de descanso calientes y secas.
- Organizar grupos de trabajo de al menos dos personas para cada tarea.
- Verificar las condiciones meteorológicas de forma frecuente e informar a los trabajadores.
- Información y formación adecuada referente a los riesgos de la realización de trabajos en ambientes fríos.
- Monitorizar la frecuencia cardiaca en aquellos trabajos con un mayor riesgo de estrés térmico.
- Promover la ingesta de bebidas calientes para recuperar las pérdidas de energía calorífica.
- Etc.

A continuación, se expone una tabla que permite consultar, de forma esquemática, una serie de medidas y actuaciones preventivas dirigidas a paliar distintos efectos producidos por el estrés térmico por frío.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ACTUACIÓN PREVENTIVA	EFEECTO BUSCADO
Utilización de pantallas cortaviento en exteriores	Reducir la velocidad del aire.
Protección de extremidades	Evitar enfriamiento localizado. Minimizar el descenso de la temperatura de la piel.
Seleccionar la vestimenta	Facilitar evaporación del sudor. Minimizar pérdidas de calor a través de la ropa.
Establecer regímenes de trabajo-recuperación	Recuperar pérdidas de energía calorífica.
Ingestión de líquidos calientes	Recuperar pérdidas de energía calorífica.
Limitar el consumo de café como diurético y modificador de la circulación sanguínea	Minimizar pérdidas de agua. Evitar vasodilatación.
Modificar difusores de aire (interiores, cámaras, etc.)	Reducir la velocidad del aire (< 1m/s).
Utilizar ropa cortaviento	Reducir la velocidad del aire.
Excluir individuos con medicación que interfiera la regulación de temperatura	Evitar pérdidas excesivas de energía calorífica.
Reconocimientos médicos previos	Detectar disfunciones circulatorias, problemas dérmicos, etc.
Sustituir la ropa humedecida	Evitar la congelación del agua y la consiguiente pérdida de energía calorífica.
Medir periódicamente la temperatura y la velocidad del aire	Controlarlas dos variables termohigrométricas de mayor influencia en el riesgo de estrés por frío.
Disminuir el tiempo de permanencia en ambientes fríos	La pérdida de energía calorífica depende del tiempo de exposición al frío. Se consigue de esta forma minimizar la pérdida de calor.
Controlar el ritmo de trabajo	Aumentar el metabolismo para generar mayor potencia calorífica evitando excederse, ya que podría aumentar la sudoración y el humedecimiento de la ropa.

Tabla 5.1. Medidas preventivas frente al riesgo de estrés térmico por frío.

Fuente: NTP 462. Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales

Para la implantación de muchas de estas medidas preventivas, puede ser de utilidad el IoT, como veremos a lo largo de este estudio.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6. EVALUACIÓN DEL RIESGO POR ESTRÉS TÉRMICO

El **estrés térmico**⁵ corresponde a la carga neta de calor a la que los trabajadores están expuestos y que resulta de la contribución combinada de las condiciones ambientales del lugar donde trabajan, la actividad física que realizan y las características de la ropa que llevan.

El nivel de riesgo, por otra parte, es muy variable en la medida en que lo son estas condiciones. Además, a veces varían mucho las características de los espacios en que se realiza el trabajo (presencia de sombra, presencia de fuentes de calor u objetos radiantes, incluida la radiación solar), etc.

Conviene destacar que mientras que para ambientes interiores existe normativa que señala cuándo es necesario evaluar el riesgo y algunos valores de orientación (artículo 7 Real Decreto 486/97 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo en relación con su Anexo III), para trabajos al aire libre no hay pautas claras, sino que lo único que se establece en el ya citado Anexo es que *“deberán tomarse medidas para que los trabajadores puedan protegerse, en la medida de lo posible, de las inclemencias del tiempo.”*

⁵ NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I).

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.1. METODOLOGÍA

Tal y como se ha avanzado, el objetivo de este estudio es elaborar una “Guía de prevención de riesgos laborales asociados al estrés térmico mediante el uso de tecnologías innovadoras”. En esta línea, se busca ver cómo aplicando el Internet de las Cosas (IoT) se hace más simple evaluar la existencia o no de riesgo por estrés térmico, tanto por calor como por frío, en un centro de trabajo.

Debemos distinguir entonces entre la evaluación del estrés térmico por calor y por frío, teniendo en cuenta la existencia de diversos índices que permiten, analizando una serie de variables, determinar finalmente la existencia o no de este tipo de riesgo.

Merece la pena destacar índices como el WBGT (Wet Bulbe Globe Temperature), el IST (Índice de Sobrecarga Térmica) o el método Fanger como métodos para medir los riesgos por calor; el Índice PMV-PDD (Predicted Mean Vote – Predicted Percentage of Dissatisfied) para valorar la confortabilidad térmica y el IREQ (aislamiento requerido del atuendo) y el índice WCI (Wind Chill Index) para valorar el enfriamiento general y local respectivamente.

Encontramos distintas metodologías que permiten evaluar la existencia del riesgo por estrés térmico en los ambientes de trabajo. Entre otras, conviene hacer referencia a las que proponen las Notas Técnicas de Prevención.

La Nota Técnica de Prevención 922 Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I), propone la siguiente metodología para evaluar los riesgos térmicos por calor intenso basado en los criterios de la *American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH)*:

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

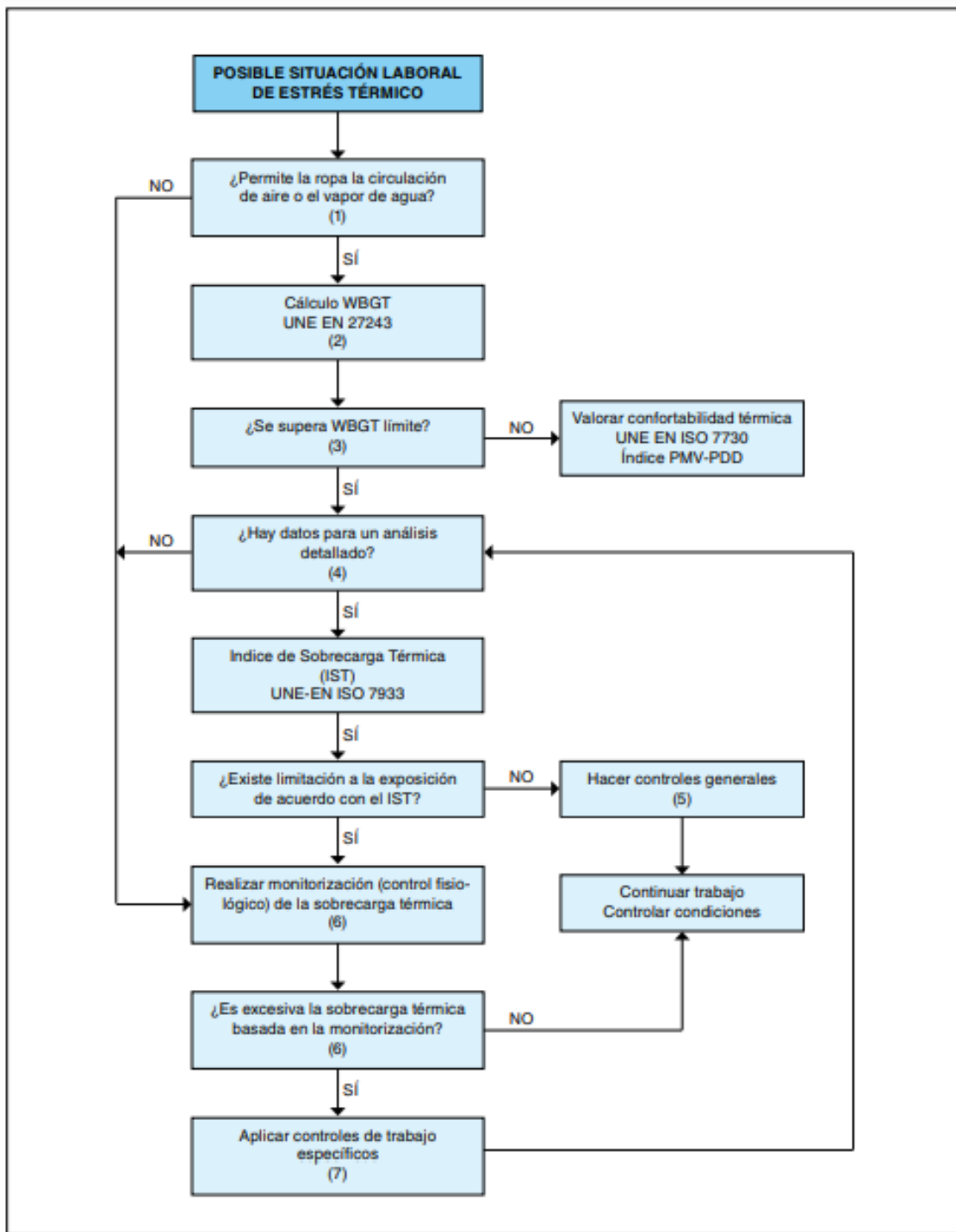


Ilustración 6.1. Metodología de evaluación del estrés térmico propuesta por la NTP 922

Fuente: NTP 922. Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I)

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

En dicha imagen vemos una serie de pasos a seguir de manera esquemática para determinar la existencia o no de estrés térmico por calor, hallando índices como el Wet Bulbe Globe Temperature (WBGT) o el Índice de Sobrecarga Térmica (IST) que expondremos posteriormente.

Por otro lado, la Nota Técnica de Prevención 1.036: Estrés por frío (I) expone el siguiente esquema de actuación para la evaluación de los riesgos por estrés por frío en el que se indican los pasos a seguir considerando paralelamente la valoración del enfriamiento general y la del enfriamiento local:

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

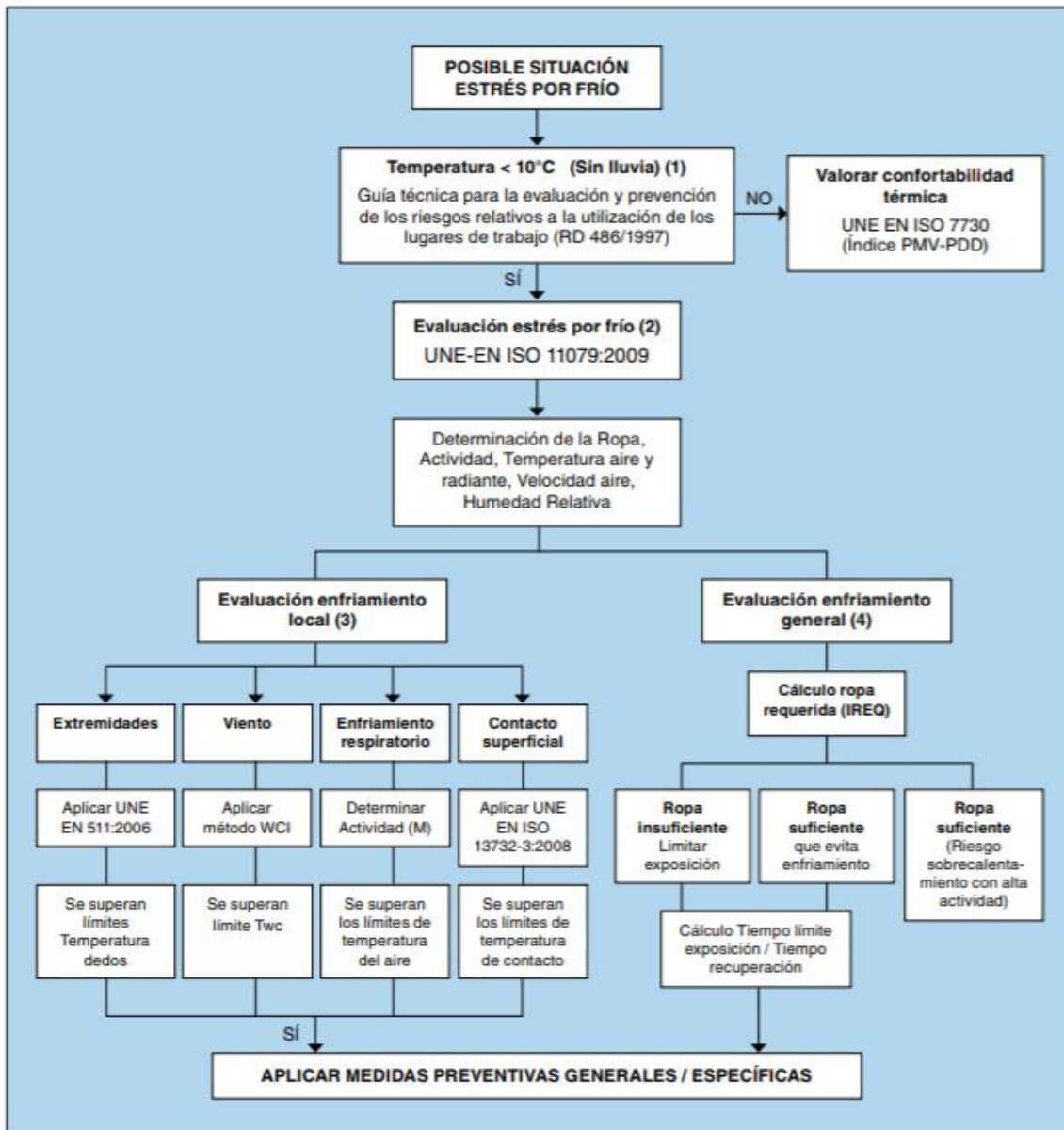


Ilustración 6.2. Esquema de actuación para la evaluación de los riesgos por estrés por frío

Fuente: NTP 1.036. Estrés por frío (I)

El objeto de este estudio es ver cómo la aplicación del IoT puede facilitar la evaluación de las empresas en torno a la existencia de estrés térmico por calor o por frío. Por ello, este análisis se va a centrar en el índice WBGT para determinar la existencia de estrés térmico por calor y el

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

IREQ y el WCI para el estrés térmico por frío. Conviene destacar también que, de cara a calcular el resto de los índices citados, como el IST, se precisa de datos e información personal sobre los trabajadores tales como la humedad o temperatura de la piel, la temperatura interna del trabajador o su tasa máxima de sudoración.

Puesto que la finalidad de este estudio no es analizar la condición física o metabólica de los trabajadores, sino ver cómo las nuevas tecnologías también son aplicables en el ámbito de la prevención de riesgos laborales y, concretamente, a la determinación de la existencia o inexistencia de estrés térmico en diferentes puestos de trabajo, se ha definido el proceso a seguir que se expone a continuación.

No obstante, si cualquier empresa quiere ahondar en el cálculo de estos índices por contar con los datos personales de sus trabajadores, puede hacerlo a través de los calculadores que pone a disposición el INSST en su página web (Disponible en: <http://calculadores.insht.es:86/Disciplinas/Higiene.aspx>).

El criterio para discernir si estamos en un posible caso de estrés térmico por calor o por frío es la temperatura ambiente. Como se ve en la *Ilustración 6.2. Esquema de actuación para la evaluación de los riesgos por estrés por frío* el criterio empleado para realizar la evaluación de estrés por frío es que la temperatura sea inferior a 10º C sin lluvia. Por tanto, vamos a utilizar esta temperatura como referencia para elegir si vamos a realizar la evaluación de estrés térmico por calor o por frío.

Así, el primer paso que llevaremos a cabo será una primera medición de la temperatura que nos permita ver si debemos evaluar uno u otro y colocar en consecuencia los sensores correspondientes, pues como se verá en el análisis detallado de cada uno de los índices no se requieren las mismas medidas para todos.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

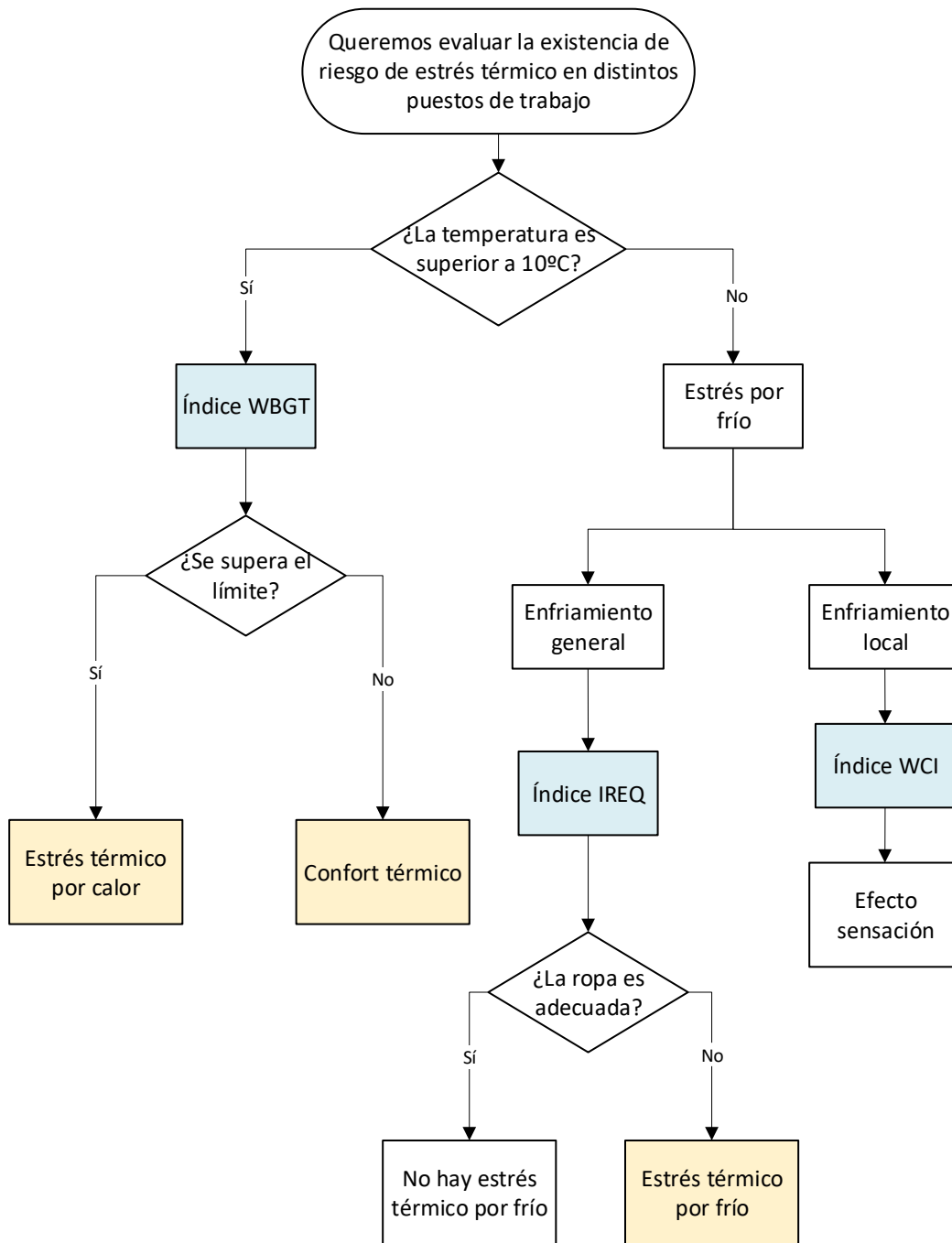


Ilustración 6.3. Proceso a seguir para evaluar la existencia de riesgo por estrés térmico

Fuente: Elaboración propia.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.1.1. Evaluación del riesgo por estrés térmico derivado del calor

6.1.1.1. Método del Índice Wet Bulbe Globe Temperature (WBGT)

Este método permite discriminar rápidamente si es o no admisible la situación de riesgo por estrés térmico que puede ser peligrosa para la salud. De esta forma, no habrá riesgo cuando el índice WBGT del puesto de trabajo sea inferior al índice WBGT de referencia y, si es superior a ese valor, habrá riesgo por estrés térmico debido al calor.

En caso de que haya estrés térmico se deberá proceder a un análisis más detallado para identificar las causas, calcular el tiempo máximo de permanencia y organizar la jornada laboral de forma que se compensen los periodos de trabajo con los de descanso. Este análisis más detallado se realiza mediante el método del Índice de Sobrecarga Térmica (IST) del cual se ha hablado anteriormente y que no va a ser calculado en este estudio por quedar fuera de su objeto.

6.1.1.1.1. Limitaciones

El índice WBGT tiene ciertas limitaciones, como la velocidad del aire o la ropa.

Por un lado, este índice está pensado para individuos cuya vestimenta ofrezca una resistencia térmica aproximada de 0,6 clo (unidad de medida del aislamiento térmico de un determinado indumento), es decir, ropa veraniega (camisa de manga larga y pantalones). En caso contrario se deberá proceder a la monitorización fisiológica.

A lo largo de este estudio hemos tratado de elegir puestos de trabajo que cumplan con esta condición para así calcular un índice WBGT fiable y acorde a las NTPs y no adentrarnos en la monitorización fisiológica de los trabajadores. No obstante, en varios puestos de trabajo, al haberse realizado las mediciones en temporada de verano, los trabajadores llevaban camiseta de manga corta, lo cual supone una limitación a las mediciones.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Por otro lado, y en cuanto a la velocidad del aire, es reseñable que no afecta demasiado y está contemplada en la Tabla 6.7 donde se calcula el índice WBGT de referencia.

6.1.1.1.2. Metodología

En la NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT, se explica la metodología a seguir para el cálculo del índice WBGT, qué sensores se recomiendan utilizar y la solución final adaptada a un ecosistema IoT.

Este índice se calcula a partir de tres parámetros ambientales que son:

- la temperatura de globo (TG).
- la temperatura húmeda natural (THN).
- la temperatura seca del aire (TA).

Las mediciones de estas tres temperaturas deben realizarse a la altura del abdomen del trabajador, siempre que la temperatura no varíe de forma sustancial con la altura.

En los casos en los que la temperatura varía mucho a diferentes alturas, se deben realizar tres mediciones y ponderarlas:

$$WBGT = \frac{WBGT(cabeza) + 2 \cdot WBGT(abdomen) + WBGT(tobillos)}{4}$$

Para el cálculo del índice WBGT se debe tener en consideración la existencia o no de radiación solar. En función de la existencia o no de la misma, se utilizará la fórmula correspondiente.

En exteriores con radiación solar se calcula de la siguiente forma:

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

$$WBGT = 0.7 THN + 0.2 TG + 0.1 TA$$

Si la medición se realiza en el interior de edificaciones o en el exterior, sin radiación solar, utilizaríamos la siguiente fórmula:

$$WBGT = 0.7 THN + 0.3 TG$$

Cualquier sistema de medición de estas variables es válido si, después de calibrado, ofrece resultados de similar precisión que el sistema descrito. Esto es de vital importancia pues los sensores recomendados en la NTP 322 anteriormente citada no están adaptados a una solución IoT.

Una vez hallado el índice debemos compararlo con el calor metabólico que el trabajador genera durante el trabajo, también llamado metabolismo energético (M). Este metabolismo energético se puede hallar mediante el uso de tablas recogidas en la NTP 1011: Determinación del metabolismo energético mediante tablas, las cuales se explican más adelante.

A continuación, se va a profundizar en los sensores necesarios para calcular el índice WBGT, tanto los propuestos en la NTP 322 y sus requisitos como la solución final que se ha elegido debido a la adecuación a un ecosistema IoT.

6.1.1.1.2.1. Temperatura de globo (TG)

La temperatura de globo es la temperatura medida por un sensor situado en el centro de una esfera de las siguientes características⁶:

⁶ NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

- 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: $\pm 0,5$ °C de 20 °C a 50 °C y ± 1 °C de 50 °C a 120 °C.

Esta temperatura se utiliza para medir la radiación térmica, ya que el color negro de la esfera absorbe la mayor parte de la radiación.



Ilustración 6.4. Sensor de Temperatura de Globo

Fuente: https://cdn.raig.com/tienda/meteorologia/termometros/termometros-digitales/sondas-de-temperatura-para-termometros-digitales/sonda-termometro-de-globo-para-radiacion-termica-testo/image_1_large

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.1.1.1.2.2. Temperatura húmeda natural (THN)

La temperatura húmeda natural se calcula utilizando un sensor de temperatura recubierto por un tejido humedecido el cual es ventilado por ventilación natural (sin forzar).

La temperatura húmeda se ve afectada por la humedad relativa en el ambiente y por las corrientes de aire. Si la humedad en el ambiente es alta, la humedad en el tejido se mantendrá más fácilmente. Por otro lado, las corrientes de aire aceleran la evaporación del agua del tejido que está en contacto con el sensor provocando un descenso de la temperatura debido al calor latente (energía requerida por el agua para pasar de estado líquido a gaseoso).

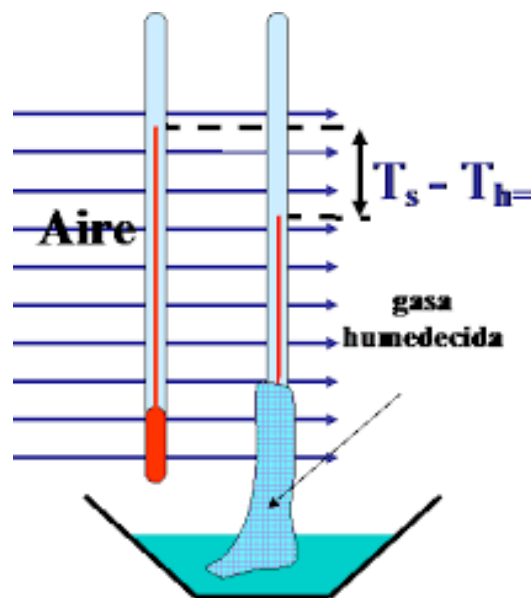


Ilustración 6.5. Temperatura Bulbo Húmedo Natural

Fuente: <https://actitudeologica.com/wp-content/uploads/2017/06/term%C3%B3metro-bulbo-h%C3%BAmedo-e1498039705804.png>

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

El sensor debe tener las siguientes características⁷:

- Forma cilíndrica.
- Diámetro externo de 6mm \pm 1 mm.
- Longitud 30mm \pm 5mm.
- Rango de medida 5 °C - 40 °C.
- Precisión \pm 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 6mm, 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 del agua destilada estará protegido de la radiación térmica.

Como se puede observar, trabajar con este sensor dentro de un ecosistema IoT presenta grandes dificultades, ya que requiere de una alta supervisión y mantenimiento debido a que el tejido debe mantenerse limpio y en unas condiciones concretas. Además, hay que controlar que el depósito de agua no se vacíe.

El transporte y colocación de estos sensores requiere de un cuidado especial, puesto que el derrame de agua puede provocar un fallo en los mismos, cuidado que no puede garantizarse en todos los entornos de trabajo.

⁷ NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Por todo esto, lo que se hace actualmente en los equipos digitales es calcular la temperatura húmeda natural (temperatura de bulbo húmedo) a partir de la temperatura seca del aire, la presión atmosférica y la humedad relativa.

Este cálculo no es inmediato y es necesario un desarrollo matemático complejo. Sin embargo, la solución más adecuada es realizar una aproximación lineal⁸ de dicho modelo matemático, el cual simplifica la obtención de la temperatura de bulbo húmedo.

En dicha aproximación se calcula la temperatura de bulbo húmedo natural a partir de la temperatura seca del aire (t) en °C y de la de la temperatura de punto de rocío (t_d).

$$THN = t - (0.0121 \cdot t + 0.2305)(t - t_d)$$

Los resultados comparando el desarrollo matemático completo y la aproximación lineal para una humedad relativa del 50% y en función de la temperatura seca del aire y la presión atmosférica lo podemos ver en la siguiente tabla, donde la temperatura húmeda natural está representada como t_w (wet temperature):

⁸ Revista Cubana de Meteorología, Vol.23, No.1, pp. 141-145, 2017, ISSN: 0864-151X

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

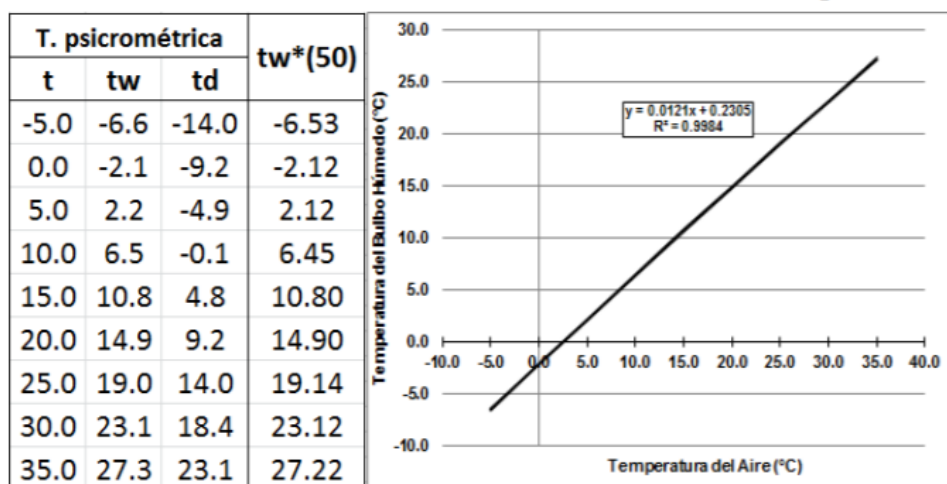


Tabla 6.1. Temperatura del bulbo húmedo en función de la temperatura seca, la humedad

Fuente: Revista Cubana de Meteorología, Vol.23, No.1, pp. 141-145, 2017, ISSN: 0864-151X

Mientras la temperatura seca del aire la podemos hallar con un sensor, la obtención de la de rocío no es inmediata, sino que se calcula utilizando la siguiente fórmula, donde e_s es la tensión saturada del vapor medida de hPa y θ es la humedad relativa:

$$t_d = \frac{237.5 \cdot \log_{10}\left(\frac{e_s \cdot \theta}{610.5}\right)}{7.5 - \log_{10}\left(\frac{e_s \cdot \theta}{610.5}\right)}$$

La humedad relativa se puede obtener mediante el uso de un sensor, pero no la tensión saturada del vapor. Dicha tensión se calcula a partir de la presión p en hPa y de la razón de mezcla por vapor saturado q_{vs} :

$$e_s = \frac{q_{vs} \cdot p}{0.62197 + q_{vs}}$$

Ya por último sólo tenemos que obtener la razón de mezcla por vapor saturado. La temperatura seca del aire t está en unidades Kelvin:

$$q_{vs} = \frac{3800}{p} e^{(17.27 \frac{t-237.159}{t-35.5})}$$

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME

PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

De esta forma, con un sensor que calcule la temperatura seca del aire, la presión atmosférica y la humedad relativa somos capaces de calcular la temperatura húmeda natural sin tener que trabajar con líquidos ni tener que realizar un mantenimiento constante, algo que como ya se ha dicho, es vital siempre que se trabaja con electrónica integrada en un ecosistema IoT.

6.1.1.1.2.3. Temperatura seca del aire, TA

La temperatura seca del aire es aquella medida que prescinde de la radiación calorífica, es decir, la que sería medida por un termómetro de mercurio común teniendo en cuenta las siguientes observaciones:

- 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 ($\pm 1^\circ\text{C}$).

Puesto que estamos hablando de la integración de los sensores en un ecosistema IoT, no se puede emplear un termómetro de mercurio, sino uno que devuelva un valor digital, que es el que utilizamos en este caso.

6.1.1.1.2.4. Consumo metabólico, M

El consumo metabólico hace referencia a la cantidad de calor producido por el organismo por unidad de tiempo. Hay diversas formas de obtenerlo en función de la dificultad para calcularlo y la precisión que se desea obtener. A continuación, se explican los tres principales métodos⁹:

⁹ NTP 1011: Determinación del metabolismo energético mediante tablas.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

- **Consumo de oxígeno del individuo.** Este es el método más preciso ya que la relación entre el consumo de oxígeno y el metabólico es casi lineal. Sin embargo, debido a la dificultad de calcularlo solo se utiliza para pruebas de laboratorio.
- **Frecuencia Cardíaca.** A partir de la frecuencia cardíaca, del sexo, la edad, el peso, hábitos tóxicos, patología actual, actividad deportiva e ingesta de fármacos se puede estimar el consumo metabólico del individuo. El problema de este método es que se necesitan una gran cantidad de datos e información personal de los trabajadores, lo cual como se ha indicado anteriormente, no entra dentro del objeto de este estudio.
- **Estimación mediante tablas:** Este método es el más sencillo de aplicar debido a que solo es necesaria la observación de los trabajadores y de la actividad que realizan para luego utilizar tablas de referencia. Dichas tablas y la metodología para estimar el consumo metabólico con ellas se encuentran en la NTP 1011: Determinación del metabolismo energético mediante tablas. Este es el método que se va a utilizar en este estudio y el cual se desarrolla a continuación.

Las tablas contenidas en la NTP 1011 cuentan con unos valores estandarizados para distintos tipos de actividad, los cuales fueron determinados para un individuo medio de las siguientes características:

- Hombre de 30 años, 70 Kg y 1,75 m. (Área de la superficie del cuerpo de 1,8 m²)
- Mujer de 30 años, 60 Kg y 1,70 m. (Área de la superficie del cuerpo de 1,6 m²)

La menor precisión que se obtiene con este método en comparación con la que se podría hallar midiendo el consumo de oxígeno del individuo o la frecuencia cardíaca es debida a la desviación de dicho individuo con el individuo medio que se ha utilizado para elaborar las tablas, así como a las diferencias que puede haber entre la actividad que esté realizando con la que este indicada en la tabla.

A pesar de tener una menor precisión, este método es mucho más fácil de implementar y normalmente es el más utilizado, por lo que se ha decidido utilizarlo en este estudio para simplificar el cálculo del índice WBGT.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Dentro de la estimación mediante tablas, se encuentran distintas formas de proceder¹⁰:

- **Consumo Metabólico según la ocupación:** Se relaciona el consumo metabólico con diferentes profesiones. Esta tabla incluye el metabolismo basal, es decir, el consumo de energía de una persona acostada y en reposo necesario para mantener las funciones vitales. El rango de valores es bastante amplio, por lo que la precisión no es muy buena, aunque es una forma rápida y sencilla de estimar el consumo metabólico.

¹⁰ NTP 1011: Determinación del metabolismo energético mediante tablas.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Ocupación	Tasa metabólica(W·m ⁻²)
Trabajo sedentario	55 a 70
Trabajo administrativo	70 a 100
Conserje	80 a 115
Albañil	110 a 160
Carpintero	110 a 175
Cristalero	90 a 125
Pintor	100 a 130
Panadero	110 a 140
Carnicero	105 a 140
Relojero	55 a 70
Operador de vagoneta	70 a 85
Picador de carbón	110
Operador de horno de coque	115 a 175
Operador de alto horno	170 a 220
Operador de horno eléctrico	125 a 145
Moldeo manual	140 a 240
Moldeo a máquina	105 a 165
Fundidor	140 a 240
Herrero	90 a 200
Soldador	75 a 125
Tornero	75 a 125
Fresador	80 a 140
Mecánico de precisión	70 a 110
Componedor manual artes gráficas	70 a 95
Encuadernador	75 a 100
Jardinero	115 a 190
Tractorista	85 a 110
Conductor de automóvil	70 a 100
Conductor de autobús	75 a 125
Conductor de tranvía	80 a 115
Operador de grúa	65 a 145
Ayudante de laboratorio	85 a 100
Profesor	85 a 100
Dependiente de comercio	100 a 120

Tabla 6.2. Consumo metabólico para distintas profesiones

Fuente: NTP 1011. Determinación del metabolismo energético mediante tablas

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

- **Consumo metabólico según el tamaño de la actividad:** Es una forma rápida de estimar el consumo metabólico según la intensidad del trabajo. Al igual que el anterior, el rango es demasiado amplio y no es un método preciso.

Clase Rango de la tasa metabólica W·m ⁻²	Rango de la tasa metabólica W·m ⁻²
Reposo	55 a 70
Tasa metabólica baja	71 a 130
Tasa metabólica moderada	131 a 200
Tasa metabólica alta	201 a 260
Tasa metabólica muy alta	> 260

Tabla 6.3. Consumo metabólico según la actividad realizada

Fuente: NTP 1011 Determinación del metabolismo energético mediante tablas

- **Consumo metabólico a partir de los requisitos de la tarea:** es el que mayor precisión tiene, y para su cálculo se suman el metabolismo basal, el componente postural y el tipo de trabajo. Las tablas utilizadas para obtener cada uno de los componentes son las siguientes:

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

VARONES		MUJERES	
Años de edad	Wattios/m ²	Años de edad	Wattios/m ²
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		
65-69	40,368		

Tabla 6.4. Metabolismo basal en función de la edad y el sexo

Fuente: NTP 1011 Determinación del metabolismo energético mediante tablas

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Postura del cuerpo	Tasa metabólica (en $W \cdot m^{-2}$)
Sentado	0
De rodillas	10
En cuclillas	10
De pie	15
De pie e inclinado hacia delante	20

Tabla 6.5. Componente postural

Fuente: NTP 1011 Determinación del metabolismo energético mediante tablas

Parte del cuerpo		Carga de trabajo (en $W \cdot m^{-2}$)		
		Ligera	Media	Pesada
Ambas manos	Rango	< 75	75 a 90	> 90
Un brazo	Rango	< 100	100 a 120	> 120
Ambos brazos	Rango	< 130	130 a 150	> 150
Cuerpo entero	Rango	< 210	210 a 285	> 285

Tabla 6.6. Componente del tipo de trabajo

Fuente: NTP 1011 Determinación del metabolismo energético mediante tablas

Si dentro de un ciclo de trabajo se realizan distintos tipos de actividades se deberán tener en cuenta y recalcularse el consumo metabólico para cada actividad que realice el trabajador.

6.1.1.1.2.5. Dispositivo IoT utilizado.

Para la medición de los parámetros objeto de este estudio, se ha diseñado un dispositivo totalmente personalizado.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Para ello, expertos en IoT y Técnicos en prevención de riesgos laborales han trabajado de manera conjunta, de forma que el producto elaborado cubriera las especificaciones técnicas necesarias para lograr que las mediciones fueran lo más exhaustivas posibles.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y las variables cuyo análisis se precisa para el cálculo del índice WBGT, se ha construido el siguiente dispositivo IoT, que aúna los sensores necesarios para la medición de dichas variables.

Los pasos que se han seguido para su construcción son:

- En primer lugar, la compra de los sensores adecuados a distintos distribuidores, de acuerdo con las calibraciones exigidas en las NTPs,
- En segundo lugar, se ha procedido a la programación de cada uno de ellos, de manera que arrojen los datos que necesitamos cada 5 minutos.
- En tercer lugar, se han soldado los distintos sensores y se ha colocado una batería recargable conectada a todos ellos que permita que el dispositivo sea autónomo y no requiera de conexión a una fuente de alimentación en los distintos puestos de trabajo evaluados.
- En cuarto lugar, remarcar que los datos se almacenan en una tarjeta SD extraíble, desde la cual se extraen los datos obtenidos tras cada medición. No obstante, conviene destacar que estos datos podrían enviarse directamente a la nube, de manera que, mediante una plataforma de visualización pudiera verse, a tiempo real, el seguimiento de los datos.

Para protegerlo, se han introducido los sensores en una caja especial que puede abrirse y cerrarse cuando sea necesario.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN



Ilustración 6.6. Dispositivo construido para evaluar el riesgo de estrés térmico por calor.

Fuente: Elaboración propia.

Este dispositivo IoT ha sido instalado en los puestos de trabajo cuya temperatura ambiente es superior a 10°C con la finalidad de calcular el índice WBGT.

6.1.1.1.3. Análisis y resultados

Una vez que hemos calculado el índice WBGT y el consumo metabólico del trabajador, es necesario compararlos con los valores de referencia recogidos en la NTP 322 con el objetivo de ver si se ha sobrepasado el límite y por tanto existe riesgo por estrés térmico.

Para ello lo primero es establecer cuál es el índice WBGT límite en función del consumo metabólico, si existe climatización y si hay viento. Para ello hacemos uso de la siguiente tabla:

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

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

Tabla 6.7. Tabla de valores límite de referencia para el índice WBGT (ISO 7243)

Fuente: NTP 322. Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT.

Se distingue entre persona aclimatada y persona no aclimatada. Además, se ha de tener en cuenta si hay o no velocidad del aire. Una vez aclarados estos apartados, y dependiendo del consumo metabólico del trabajador estimado mediante la Tabla 6.2, obtenemos el WBGT límite en °C.

Una vez que hemos obtenido el índice WBGT límite, lo establecemos como referencia. Así pues, **si el índice WBGT que hemos calculado es mayor que el WBGT límite, existe riesgo térmico por calor y se deberán adoptar las medidas oportunas para solucionarlo.**

6.1.2. Evaluación del riesgo por estrés térmico derivado del frío

La exposición a bajas temperaturas en los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores. Por este motivo, si la realización de trabajos en ambientes fríos imposibilita la eliminación del riesgo por exposición al frío, es necesario determinar si se precisan medidas preventivas o de reducción del riesgo hasta niveles aceptables.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

La guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo, la cual desarrolla el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, establece que cuando la temperatura de los lugares de trabajo sea inferior a 10°C se recomienda evaluar el riesgo de estrés térmico por frío mediante el método descrito en la norma UNE-EN ISO 11079:2009. Ergonomía del ambiente térmico.

En esta línea, se debe determinar el estrés térmico derivado del frío empleando el aislamiento requerido de la ropa (IREQ) y los efectos del enfriamiento local (ISO 11079:2007).

Se puede tener una sensación de inconfort térmico a partir de temperaturas inferiores a 10°C sin lluvia.

Hay dos tipos de enfriamiento¹¹:

- **Enfriamiento general:** mediante la obtención del índice IREQ que indica el nivel de aislamiento de la ropa necesario. Una vez calculado este valor se compara con el aislamiento de la ropa que lleva el trabajador para determinar si existe riesgo por estrés térmico.

En el caso de que el aislamiento de la ropa del trabajador sea inferior al requerido se deberán aplicar las medidas preventivas.

- **Enfriamiento local:** El enfriamiento local se puede medir de cuatro formas diferentes:
 - Enfriamiento en las extremidades.
 - Evaluación de frío debido al viento en las partes descubiertas.
 - Evaluación de frío respiratorio.
 - Evaluación de frío por conducción.

¹¹ NTP 1036: Estrés por frío (I).

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

De entre estos métodos se va a proceder a evaluar el frío debido al viento en las partes descubiertas, pues es el más crítico y cuyo cálculo se puede simplificar más aplicando tecnología IoT. Para ello se utiliza el índice WCI (Wind Chill Index).

6.1.2.1. Evaluación del riesgo por enfriamiento general

Para la evaluación del riesgo por enfriamiento general se propone el cálculo del índice IREQ (aislamiento requerido del atuendo) de acuerdo con la metodología propuesta en la NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales, el cual representa el aislamiento térmico del vestido resultante (I_{clr}), para evitar el enfriamiento general del cuerpo.

Se pueden obtener dos valores:

- $IREQ_{min}$: aislamiento térmico del vestido mínimo para evitar el enfriamiento general del cuerpo.
- $IREQ_{neutro}$: aislamiento térmico del vestido que proporciona confort térmico.

Con el objetivo de calcular este índice existen dos formas de proceder:

La primera es mediante el uso de tablas, las cuales permiten obtener el $IREQ_{min}$, para lo cual es necesario conocer:

- Temperatura seca del aire, t_a .
- Velocidad relativa del aire, v_{ar} .
- Actividad metabólica, M.

La segunda es mediante iteración, para lo cual necesitamos saber:

- Temperatura seca del aire, t_a .
- Velocidad media del aire, v_a .
- Actividad metabólica, M.
- Temperatura radiante, t_r .

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

- Humedad relativa, HR

La forma más extendida de calcular el índice IREQ es utilizando las tablas que se encuentran en la NTP 462. Por este motivo, en este estudio se va a utilizar este método para calcular el índice IREQ. A continuación, se muestran las tablas y se explica la forma de proceder al cálculo:

V_{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para M = 80 w/m ²					
	t_a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	1.91	2.40	2.89	3.38	4.36	5.34
0.5	1.98	2.47	2.97	3.45	4.42	5.39
1	2.07	2.55	3.03	3.52	4.49	5.46
2	2.15	2.63	3.11	3.58	4.55	5.51
5	2.23	2.70	3.18	3.65	4.60	5.57

V_{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para M = 115 w/m ²					
	t_a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	1.16	1.51	1.86	2.20	2.89	3.58
0.5	1.24	1.58	1.93	2.27	2.95	3.63
1	1.32	1.66	2.00	2.34	3.02	3.70
2	1.40	1.74	2.07	2.41	3.08	3.76
5	1.49	1.82	2.15	2.49	3.15	3.82

V_{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para M = 145 w/m ²					
	t_a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	0.83	1.10	1.38	1.65	2.20	2.75
0.5	0.89	1.17	1.44	1.71	2.26	2.80
1	0.97	1.24	1.51	1.78	2.32	2.87
2	1.05	1.31	1.58	1.85	2.39	2.93
5	1.14	1.40	1.67	1.93	2.46	3

V_{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para M = 200 w/m ²					
	t_a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	0.40	0.69	0.89	1.09	1.49	1.89
0.5	0.54	0.74	0.94	1.14	1.54	1.94
1	0.61	0.80	1.00	1.20	1.59	1.99
2	0.68	0.87	1.07	1.26	1.66	2.05
5	0.76	0.96	1.15	1.34	1.73	2.12

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

v_{ar} (m/seg)	IREQ _{min} (clo) para M = 250 w/m ²					
	t_a					
	5°C	0°C	-5°C	-10°C	-20°C	-30°C
0.2	0.33	0.49	0.65	0.81	1.13	1.45
0.5	0.37	0.53	0.69	0.85	1.17	1.49
1	0.42	0.58	0.74	0.90	1.21	1.53
2	0.49	0.64	0.80	0.96	1.27	1.59
5	0.57	0.73	0.88	1.04	1.35	1.66

Tabla 6.8. Valores IREQ en función de la velocidad y la temperatura del aire y del nivel de actividad

Fuente: NTP 462. Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales

Para realizar el cálculo del índice IREQ hay que hallar, en primer lugar, el índice metabólico (M) mediante el uso de las tablas 6.4., 6.5. y 6.6 expuestas en el apartado estrés térmico por calor. A continuación, medimos la temperatura seca del aire (t_a) utilizando el sensor que se ha empleado en el cálculo del estrés térmico por calor. Por último, calculamos la velocidad relativa del aire (v_{ar}) a partir de la velocidad medida del aire (v_a) utilizando la siguiente ecuación:

$$v_{ar} = v_a + 0.0052(M - 58)$$

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

La velocidad del aire la medimos utilizando un anemómetro:



Ilustración 6.7. Anemómetro

Fuente: https://media.digikey.com/Photos/Adafruit%20Industries%20LLC/MFG_1733.jpg

Una vez que tenemos los tres parámetros, obtenemos el $IREQ_{min}$ mediante interpolación.

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \rightarrow y = y_1 + \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} (y_2 - y_1)$$

Calculado el $IREQ_{min}$, procedemos al calcular el índice que tiene la ropa actual de los trabajadores. Para ello hacemos uso de la siguiente tabla donde sumamos todos los valores de las prendas de ropa que lleve:

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

DESCRIPCIÓN DE LAS PRENDAS	RESISTENCIA TÉRMICA I_{cl} (clo)
ROPA INTERIOR	
Calzoncillos	0.03
Calzoncillos largos	0.10
Camiseta de tirantes	0.04
Camiseta de manga corta	0.09
Camiseta de manga larga	0.12
Sujetadores y bragas	0.03
CAMISAS BLUSAS	
Manga corta	0.15
Ligera, mangas cortas	0.20
Normal, mangas largas	0.25
Camisa de franela, mangas largas	0.30
Blusa ligera, mangas largas	0.15
PANTALONES	
Corto	0.06
Ligero	0.20
Normal	0.25
Franela	0.28

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

VESTIDOS - FALDAS	
Falda ligera (verano)	0.15
Falda gruesa (invierno)	0.25
Vestido ligero, mangas cortas	0.20
Vestido de invierno, mangas largas	0.40
Mono de trabajo	0.55
PULLOVER	
Chaleco sin mangas	0.12
Pullover ligero	0.20
Pullover medio	0.28
Pullover grueso	0.35
CHAQUETA	
Chaqueta ligera de verano	0.25
Chaqueta normal	0.35
Bata de trabajo (guardapolvo)	0.30
FORRADAS CON ELEVADO AISLAMIENTO	
Mono de trabajo	0.90
Pantalón	0.35
Chaqueta	0.40
Chaleco	0.20

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

PRENDAS EXTERIORES DE ABRIGO	
Abrigo	0.60
Chaqueta larga	0.55
Parka	0.70
Mono forrado	0.55
DIVERSOS	
Calcetines	0.02
Calcetines, gruesos, cortos	0.05
Calcetines, gruesos, largos	0.10
Medias de nylon	0.03
Zapatos de suela delgada	0.02
Zapatos de suela gruesa	0.04
Botas	0.10
Guantes	0.05

Tabla 6.9. Valores de la resistencia térmica específica del atuendo.

Fuente: NTP 462. Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales

Si el I_{clr} de la ropa del trabajador es inferior al $IREQ_{min}$ existe riesgo por estrés térmico por frío y habrá que aplicar medidas preventivas como aumentar el aislamiento de la ropa o limitar el tiempo de exposición al frío.

6.1.2.2. Evaluación del riesgo por enfriamiento local: Método Wind Chill Index (WCI)

Las partes que no se encuentran protegidas por ropa son las más críticas, pues se enfrían muy rápidamente. El enfriamiento de manos, pies y cabeza puede producir desde una sensación de incomfort hasta daños por frío.

Para evaluar los riesgos se va a utilizar el método experimental WCI (Wind Chill Index), el cual tiene en cuenta la acción del viento, siguiendo la NTP 462.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Para calcular el WCI se necesitan la temperatura seca del aire (t_a) y la velocidad relativa del aire (v_{ar}) las cuales ya se han medido con anterioridad.

$$WCI = 1,16 (10,45 + 10(v_{ar})^{-\frac{1}{2}} - v_{ar})(33 - t_a)$$

La temperatura de congelación (t_{ch}) la podemos obtener a partir del WCI y representa la temperatura ambiente que para valores de $v_{ar} < 1,8$ m/s posee el mismo poder de enfriamiento que las condiciones existentes.

$$t_{ch} = 33 \frac{WCI}{25,5}$$

Los efectos producidos por la acción del viento están recogidos en la siguiente tabla. El valor máximo de WCI admisible para evitar daños por enfriamiento localizado es de 1600 w/m2.

WCI (w/m ²)	t _{ch} (°C)	Efectosensación
1200	-14	Muy frío
1400	-22	Extremadamente frío
1600 1800	-30 -38	Congelación de tejidos expuestos en una hora
2000 2200	-45 -53	Congelación de tejidos expuestos en un minuto
2400 2600	-61 -69	Congelación de tejidos expuestos en medio minuto

Tabla 6.10. Efectos del frío para diferentes valores de WCI y t_{ch}.

Fuente: NTP 462. Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.1.2.3. Dispositivo IoT utilizado.

Para la medición de los parámetros objeto de este estudio, se ha diseñado un dispositivo totalmente personalizado.

Para ello, expertos en IoT y Técnicos en prevención de riesgos laborales han trabajado de manera conjunta, de forma que el producto elaborado cubriera las especificaciones técnicas necesarias para lograr que las mediciones fueran lo más exhaustivas posibles.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y las variables cuyo análisis se precisa para el cálculo de los índices IREQ y WCI, se ha construido el siguiente dispositivo IoT, que aúna los sensores necesarios para la medición de dichas variables.

Los pasos que se han seguido para su construcción son:

- En primer lugar, la compra de los sensores adecuados a distintos distribuidores, de acuerdo con las calibraciones exigidas en las NTPs,
- En segundo lugar, se ha procedido a la programación de cada uno de ellos, de manera que arrojen los datos que necesitamos cada 5 minutos.
- En tercer lugar, se han soldado los distintos sensores y se ha colocado una batería recargable conectada a todos ellos que permita que el dispositivo sea autónomo y no requiera de conexión a una fuente de alimentación en los distintos puestos de trabajo evaluados.
- En cuarto lugar, remarcar que los datos se almacenan en una tarjeta SD extraíble, desde la cual se extraen los datos obtenidos tras cada medición. No obstante, conviene destacar que estos datos podrían enviarse directamente a la nube, de manera que, mediante una plataforma de visualización pudiera verse, a tiempo real, el seguimiento de los datos.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Para protegerlo, se han introducido los sensores en una caja especial que puede abrirse y cerrarse cuando sea necesario.



Ilustración 6.8. Dispositivo construido para evaluar el riesgo de estrés térmico por frío.

Fuente: Elaboración propia.

Este dispositivo IoT ha sido instalado en los puestos de trabajo cuya temperatura ambiente es inferior a 10°C con la finalidad de calcular los índices IREQ y WCI.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2. IMPLANTACIÓN EN LAS EMPRESAS Y DATOS OBTENIDOS

En primer lugar, conviene hacer referencia a que, en el transcurso de la realización de este proyecto se ha supuesto que todas las empresas participantes cumplen con las obligaciones de seguridad industrial en sus instalaciones. En concreto, nos referimos al cumplimiento de Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) o la normativa específica concerniente a las instalaciones frigoríficas. Es destacable también que el IoT también sería aplicable a estos efectos, ayudando a realizar una buena gestión de los recursos energéticos, reduciendo el impacto ambiental y generando un menor riesgo preventivo.

Por otro lado, hay que comentar que las mediciones realizadas se van a centrar en personas que no pertenecen a colectivos especialmente sensibles tales como mujeres embarazadas¹², menores¹³ u otros trabajadores especialmente sensibles¹⁴ y que además se encuentran totalmente aclimatadas al puesto.

En esta línea, se ha procedido a la implantación de sensores de IoT en 13 puestos de trabajo de diferentes empresas y sectores con el objetivo de contar con un abanico de resultados diversos

¹² Las condiciones de trabajo para trabajadoras en situación de embarazo están reguladas por una normativa específica, que desarrolla el artículo 26 de la Ley de PRL 31/1995. Así, el Real Decreto 298/2009, que modifica al Real Decreto 39/1997, en su Anexo VII, incluyó expresamente la **exposición a calor extremo** a la lista de los agentes y condiciones de trabajo que pueden influir negativamente en las trabajadoras embarazadas o en período de lactancia natural. Fuente: <https://istas.net/istas/prevencion-del-estres-termico/normativa-de-aplicacion>

¹³ La salud de los jóvenes menores de 18 años también goza una protección específica. En general, los puestos de trabajo que vayan a ocupar jóvenes deben ser evaluados conforme al artículo 27 de la Ley 31/1995. En lo relativo al calor, los jóvenes están protegidos además por el Decreto de 26 de julio de 1957, que regula los trabajos prohibidos para los menores, entre los que se incluye los trabajos en hornos y aquellos donde exista riesgo por exposición a altas temperaturas. Fuente: <https://istas.net/istas/prevencion-del-estres-termico/normativa-de-aplicacion>

¹⁴ Los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos están expresamente protegidos mediante el Artículo 25 de la LPRL. Este artículo, además, establece que en las evaluaciones los factores de riesgo se deben tomar en cuenta los factores que puedan incidir en la función de procreación de los trabajadores y trabajadoras, en particular por la exposición a agentes físicos, químicos y biológicos que puedan ejercer efectos mutagénicos o de toxicidad para la procreación, tanto en los aspectos de la fertilidad, como del desarrollo de la descendencia, con objeto de adoptar las medidas preventivas necesarias. Fuente: <https://istas.net/istas/prevencion-del-estres-termico/normativa-de-aplicacion>

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

en distintas situaciones (interior, exterior, frío, calor, etc.) y hacer la muestra lo más representativa posible.

Concretamente, los puestos analizados han sido los siguientes:

- **Cocinero de restaurante.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en la cocina, donde trabajan en torno a 10 trabajadores y no existe ventilación ni climatización.
- **Agricultor.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en una finca de secano de una hectárea aproximadamente.
- **Consultor tecnológico.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en una oficina con ventilación y climatización en la que trabajan en torno a 100 trabajadores.
- **Albañil.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en una obra civil de rehabilitación de un edificio, concretamente en el patio interior del inmueble donde estaban trabajando 4 trabajadores.
- **Operario de fábrica.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en un taller de fabricación y montaje de cintas transportadoras donde trabajan 15-20 trabajadores y no existe climatización, pero sí ventilación.
- **Distribuidor.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en una nave distribuidora de recambios de automóviles que tiene dos plantas, y en la que trabajan 15-20 trabajadores. No existe ventilación, pero sí climatización.
- **Encargado de almacén.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en una nave de almacenamiento de bovinas de cable con ventilación y climatización.
- **Operario de máquina de inyección de plástico.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en una nave donde se realizan tareas de inyección de plástico. No existe climatización, si bien hay ventiladores que permiten la ventilación forzada del lugar de trabajo.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

- **Trabajador de almacén en industria cárnica.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por frío en una nave de producto fresco donde se realizan tareas de guarda de los palets que van a ser cargados posteriormente en los camiones. En dicha nave hay varios enfriadores colocados en el techo que arrojan frío continuamente. No existe ventilación.
- **Operario de horno de fabricación de producto químico.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en un horno químico donde se fabrica un producto químico. No existe ventilación ni climatización.
- **Trabajador de limpieza y mantenimiento de máquina separadora.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en una empresa de fabricación de maíz, concretamente en un puesto de trabajo de limpieza y mantenimiento de una máquina separadora de maíz y almidón. No hay climatización, pero se fuerza la ventilación con varios ventiladores.
- **Trabajador de envasado en tostadero de frutos secos.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en una empresa de tueste de frutos secos, concretamente en un puesto de trabajo de operario de máquina de envasado de producto. No hay climatización, si bien existe ventilación en la nave y se cuenta con ventiladores en cada puesto de trabajo. También hay extractores de calor. En esta nave trabajan unos 30 trabajadores.
- **Trabajador de elaboración de embutidos en industria cárnica.** Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por frío en una cámara frigorífica donde se almacena la materia prima. No existe ventilación, pero el lugar de trabajo cuenta con un condensador que arroja aire frío para mantener la temperatura.

Conviene destacar que la instalación de los dispositivos IoT en los diferentes puestos de trabajo se ha realizado durante los meses de junio, julio y agosto, por lo que las temperaturas ambientales eran, en general, altas, condicionando los resultados obtenidos.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.1 Explicación de una ficha tipo

A continuación, se van a exponer una serie de fichas asociadas a distintos puestos de trabajo que han sido evaluados en el marco de este proyecto, las cuales seguirán la estructura siguiente:

ID. X	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	(Tipo de empresa. Según índice CNAE)
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	(Actividad principal de la empresa)
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	
(Explicación del puesto de trabajo donde se ha realizado la evaluación del riesgo)	IMÁGENES
ANÁLISIS DE DATOS	
(Análisis y exposición de los resultados obtenidos)	
CONCLUSIONES	
(Exposición de las conclusiones derivadas de los resultados obtenidos)	
MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR	
(Medidas recomendables según el riesgo existente y el puesto de trabajo)	

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Estas fichas buscan exponer de manera esquemática y visual la aplicación del IoT según todo lo explicado con anterioridad a distintos puestos de trabajo.

Se parte de una clasificación de la empresa según tipo de empresa (CNAE) y actividad. Después, se describe el puesto de trabajo de la empresa que ha sido objeto de evaluación, acompañando dicha descripción de distintas imágenes ilustrativas y se analizan y exponen los datos obtenidos tras la instalación de los dispositivos IoT en cada una de las empresas.

Finalmente, se concluye a cerca de la existencia o no de riesgo por estrés térmico en base a los datos anteriores, recomendando una serie de medidas preventivas a adoptar según el puesto de trabajo.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.2 Fichas realizadas

Se han realizado 13 fichas resumen de los puestos de trabajo donde se han realizado las mediciones de estrés térmico, cuyo índice es el siguiente:

Ficha 1: Cocinero de restaurante.

Ficha 2: Consultor.

Ficha 3: Agricultor.

Ficha 4: Albañil.

Ficha 5: Operario de fábrica.

Ficha 6: Distribuidor.

Ficha 7: Encargado de almacén.

Ficha 8: Operario de máquina de inyección de plástico.

Ficha 9: Trabajador de almacén de industria cárnica.

Ficha 10: Operario de horno de fabricación de producto químico.

Ficha 11: Trabajador de limpieza y mantenimiento de máquina separadora.

Ficha 12: Trabajador de envasado en tostadero de frutos secos.

Ficha 13: Trabajador de elaboración de embutidos en industria cárnica.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.2.1. Ficha 1: Cocinero de restaurante

ID. 1	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 5610. Restaurantes y puestos de comidas.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa dedica su actividad a la elaboración de comidas y banquetes.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un cocinero de restaurante que prepara comidas y cenas a diario, tanto menús del día como comidas y banquetes para grupos y eventos. En la cocina no existe ventilación ni climatización.

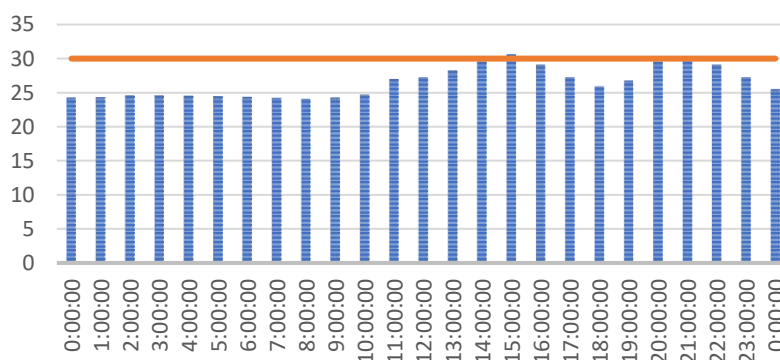
En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 30-40 años en contacto con los fogones y totalmente aclimatado al puesto. Trabaja de pie durante toda su jornada laboral.



ÁNALISIS DE DATOS

Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:

ÍNDICE WBGT



Al tener un consumo metabólico entre 100 y 200 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 30 °C.

FINANCIADO POR:

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT adecuado durante la mayor parte de la jornada laboral, acercándose este y rozando el límite en momentos puntuales, coincidiendo con el horario de preparación de la comida y la cena. Por lo tanto, existe riesgo por estrés térmico por calor en ciertos intervalos de tiempo y se deberán adoptar las medidas preventivas pertinentes.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar para paliar el riesgo de estrés térmico por calor, se recomienda el uso de ropa de trabajo adecuada y ligera por los trabajadores, la ventilación o climatización adecuada del lugar de trabajo (la cual podría controlarse de forma remota y automática mediante el uso de dispositivos IoT) y la aclimatación previa y progresiva de los trabajadores que vayan a estar cocinando en esos intervalos de tiempo.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Facilitar la ingesta de líquidos antes, durante y después de la exposición a temperaturas elevadas.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ID. 2

TIPOLOGÍA DE EMPRESA

CNAE 6209. Otros servicios relacionados con las tecnologías de la información y la informática.

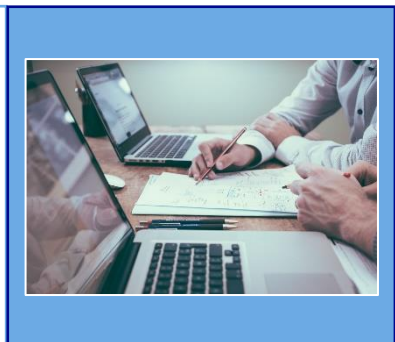
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD

La empresa se dedica a prestar servicios de consultoría tecnológica y estratégica.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

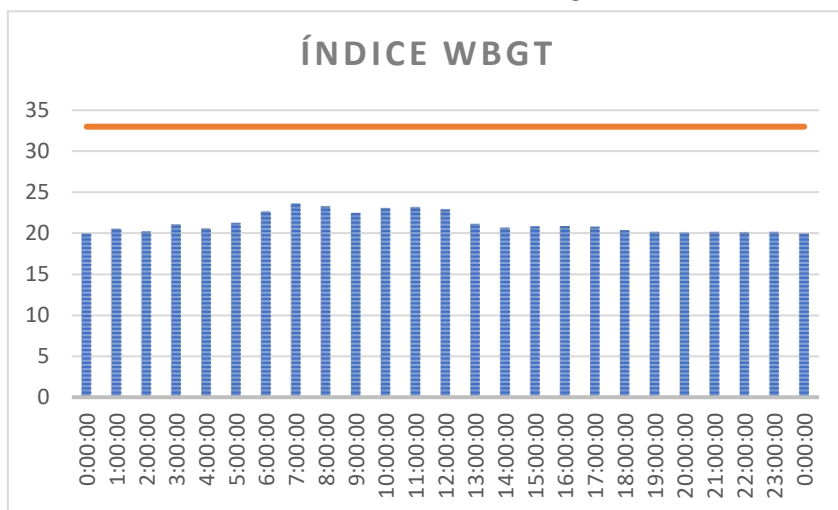
Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un consultor que trabaja en una oficina con ventilación y climatización.

En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 20-30 años que trabaja sentado frente al ordenador la mayor parte del tiempo y totalmente aclimatado al puesto.



ÁNALISIS DE DATOS

Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:



Al tener un consumo metabólico inferior a 100 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 33°C.

FINANCIADO POR:

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT adecuado y constante durante todo el día, dentro y fuera de la jornada laboral. Las pequeñas variaciones que surgen son consecuencia de la apertura de ventanas al abrir la oficina y del posterior encendido del aire acondicionado cuando ya hace demasiado calor.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar ante esta situación, se recomienda seguir ventilando y climatizando adecuadamente el lugar de trabajo. Para ello, puede resultar de gran utilidad el IoT, permitiendo controlar de forma remota y automática mediante el uso de dispositivos IoT la climatización e iluminación de la oficina.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo. Otra posible aplicación de tecnologías innovadoras en este puesto de trabajo sería aplicar inteligencia artificial sobre imágenes captadas por cámaras para controlar la ergonomía.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Facilitar la ingesta de líquidos en épocas en las que las temperaturas sean más elevadas.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.


CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ID. 3	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 0111. Cultivo de cereales (excepto arroz), leguminosas y semillas oleaginosas.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa se dedica a cultivar y recolectar cereales.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

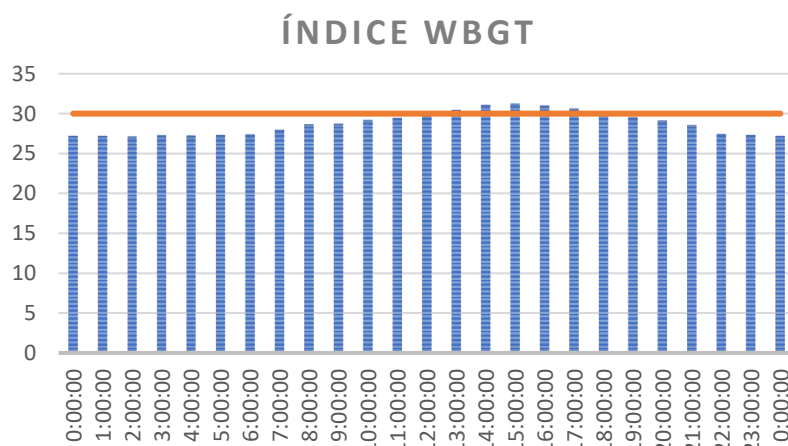
Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un agricultor que trabaja en el campo, dedicando su jornada laboral a realizar tareas agrícolas que requiere el cultivo del cereal, tanto utilizando maquinaria como sin ella. Dedicar, así pues, parte de su tiempo a la labor de tractorista y parte de su tiempo a realizar trabajos manuales propios de la profesión.

En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 50-60 años que está totalmente aclimatado al puesto.



ÁNÁLISIS DE DATOS

Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:



Al tener un consumo metabólico entre 100 y 200 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 30°C.

FINANCIADO POR:

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT alto durante todo el día, si bien hemos de tener en cuenta que las mediciones se han realizado en temporada de verano. Se puede observar cómo en torno a medio día el índice WBGT se encuentra por encima del límite y, como consecuencia, el trabajador sufre estrés térmico por calor.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar para paliar el riesgo de estrés térmico por calor, se recomienda el uso de ropa de trabajo adecuada y ligera por el trabajador, reducir las horas de exposición al sol en horas críticas como a medio día y realizar tiempos de descanso en los que el trabajador ingiera líquidos y refuerce su protección solar.

Conviene, asimismo, vigilar constantemente la salud y alimentación del trabajador e informarle adecuadamente de los riesgos que corre trabajando en temporadas en las que las temperaturas sean muy altas o bajas.

Sería de gran utilidad el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador de situaciones de riesgo que le ayuden a prevenir un posible golpe de calor.

Además de lo anterior, se recomienda a la empresa realizar un análisis detallado del estrés térmico, según métodos más específicos y precisos.

Tomar medidas de control del lugar de trabajo cerrado (cabinas, etc.), mediante la ventilación y/o climatización en los tractores y otra maquinaria.

Verificar las condiciones meteorológicas de forma frecuente y adaptar los horarios a las franjas horarias menos calurosas en la medida de lo posible.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ID. 4	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 4121: Construcción de edificios residenciales.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa se dedica a realizar obras de construcción y rehabilitación de edificios.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

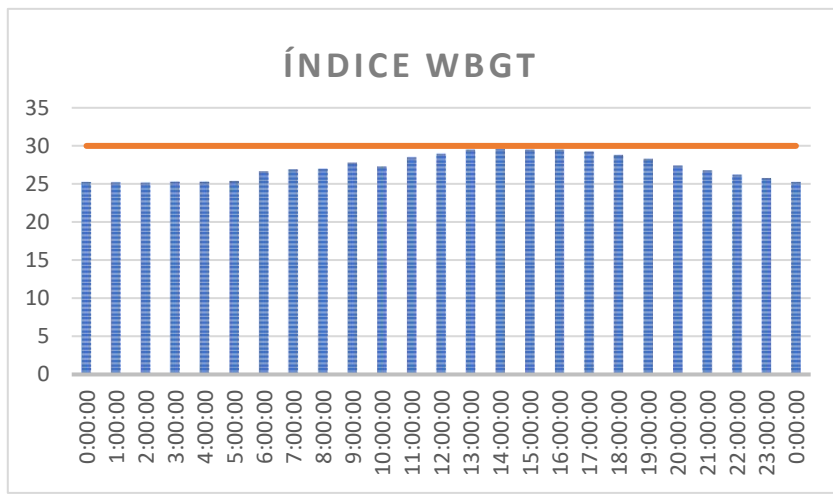
Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un albañil que trabaja en una obra de rehabilitación de un edificio, concretamente de un patio interior.

El perfil tomado ha sido de un trabajador de 40-50 años que trabaja de pie la mayor parte de su jornada laboral, bien al aire libre, bien dentro del edificio en cuestión. Este trabajador se encuentra totalmente aclimatado al puesto.



ÁNÁLISIS DE DATOS

Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:



Al tener un consumo metabólico entre 100 y 200 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 30°C.

FINANCIADO POR:

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT alto durante todo el día, si bien hemos de tener en cuenta que las mediciones se han realizado en temporada de verano. Se puede observar cómo en torno a medio día el índice WBGT se encuentra rozando el límite y por tanto el trabajador se encuentra en una situación en la que casi sufre estrés térmico por calor.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar para paliar este riesgo, se recomienda el uso de ropa de trabajo adecuada y ligera por el trabajador, reducir las horas de exposición al sol en horas críticas como a medio día y realizar tiempos de descanso en los que el trabajador ingiera líquidos y refuerce su protección solar.

Conviene, asimismo, vigilar constantemente la salud del trabajador e informarle adecuadamente de los riesgos que corre trabajando en temporadas en las que las temperaturas sean muy altas o bajas.

Sería de gran utilidad el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo ante las que sea importante actuar inmediatamente.

Además de lo anterior, se recomienda a la empresa realizar un análisis detallado del estrés térmico, según métodos más específicos y precisos.

Verificar las condiciones meteorológicas de forma frecuente y adaptar los horarios a las franjas horarias menos calurosas en la medida de lo posible.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

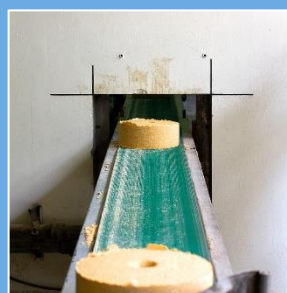
6.2.2.5. Ficha 5: Operario de fábrica.

ID. 5	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 4669: Comercio al por mayor de otra maquinaria y equipo.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa se dedica a fabricar y distribuir cintas transportadoras de varios tipos y otras soluciones robóticas.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

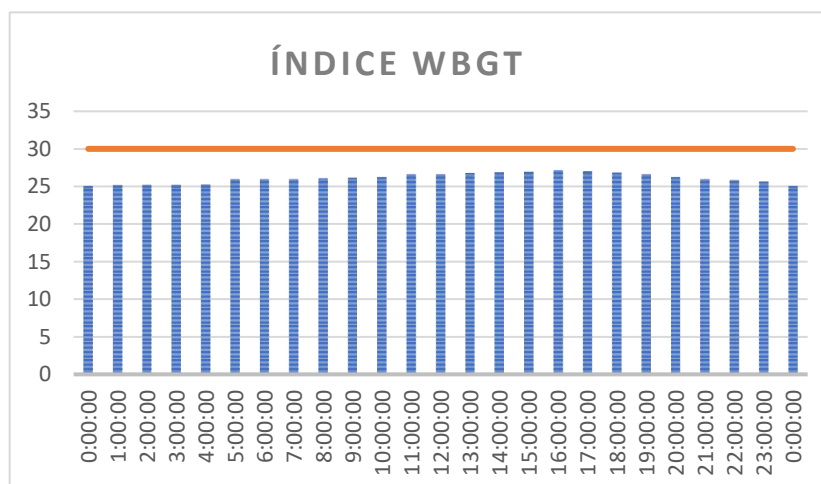
Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un operario cuya labor es el montaje de cintas transportadoras en un taller sito en una nave industrial sin climatización, pero con ventilación, pues cuenta con una gran puerta que está siempre abierta y algunos ventiladores en los puestos de trabajo.

En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 20-30 años que trabaja de pie la mayor parte de su jornada laboral y que se encuentra totalmente aclimatado al puesto.



ÁNALISIS DE DATOS

Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:



Al tener un consumo metabólico entre 100 y 200 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 30°C.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT adecuado y constante durante todo el día, dentro y fuera de la jornada laboral. Esto es así puesto que el lugar de trabajo es pequeño y está bien ventilado. La única variación al alza se produce en las horas centrales del día, cuando más calor hace, si bien esta no supone un claro riesgo por estrés térmico por calor.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar ante esta situación, se recomienda seguir ventilando adecuadamente el lugar de trabajo. También sería aconsejable climatizar la nave y así poder mantener una temperatura constante a lo largo de la jornada laboral, pudiendo incluso controlar la climatización de forma remota y automática mediante el uso de dispositivos IoT.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Facilitar la ingesta de líquidos antes, durante y después de la exposición a temperaturas elevadas.

Protección individual del trabajador mediante el uso de ropa de trabajo adecuada.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.2.6. Ficha 6: Distribuidor.

ID. 6	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 4531: Comercio al por mayor de repuestos y accesorios de vehículos de motor.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa se dedica a distribuir recambios de electricidad y mecánica del automóvil.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

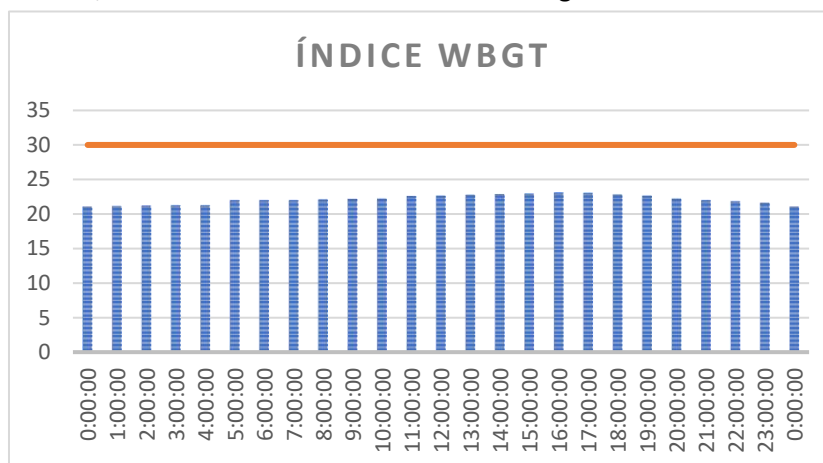
Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un operario que trabaja en una nave de distribución de recambios de electricidad y mecánica del automóvil sin ventilación, pero con climatización.

En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 30-40 años que trabaja de pie la mayor parte de su jornada laboral, pues su trabajo consiste en preparar pedidos y reponer material. Este trabajador se encuentra totalmente aclimatado al puesto.



ÁNALISIS DE DATOS

Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:



Al tener un consumo metabólico entre 100 y 200 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 30°C.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT adecuado y constante durante todo el día, dentro y fuera de la jornada laboral. Esto es así puesto que el lugar de trabajo se encuentra bien climatizado. La única pequeña variación al alza se produce en las horas centrales del día, cuando más calor hace. No obstante, no supone ningún riesgo por estrés térmico por calor para los trabajadores.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar ante esta situación, se recomienda seguir ventilando y climatizando adecuadamente el lugar de trabajo. Para ello, puede resultar de gran utilidad el IoT, permitiendo controlar de forma remota y automática mediante el uso de dispositivos IoT la climatización e iluminación del lugar de trabajo.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Facilitar la ingesta de líquidos antes, durante y después de la exposición a temperaturas elevadas.

Protección individual del trabajador mediante el uso de ropa de trabajo adecuada.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

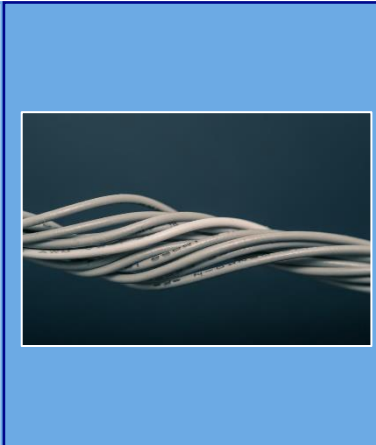
6.2.2.7. Ficha 7: Encargado de almacén.

ID. 7	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 2732. Fabricación de otros hilos y cables electrónicos y eléctricos.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa dedica su actividad a fabricación de cables electrónicos y eléctricos.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

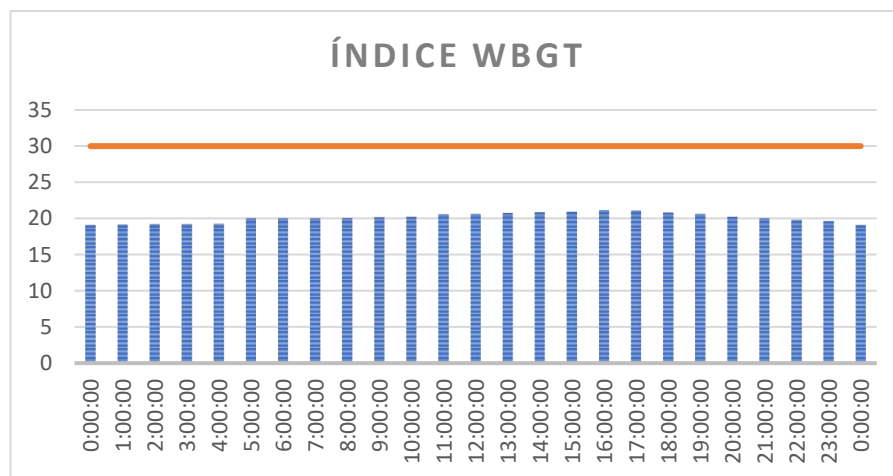
Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un encargado de almacén en una nave de almacenamiento de bobinas de cable en la que este se dedica a coordinar y gestionar el stock. La nave cuenta con ventilación así como con varios evaporativos que permiten la climatización de la misma.

En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 40-50 años que trabaja tanto de pie como sentado durante su jornada laboral. Este trabajador se encuentra totalmente aclimatado al puesto.



ÁNÁLISIS DE DATOS

Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:



Al tener un consumo metabólico entre 100 y 200 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 30°C.

FINANCIADO POR:

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT adecuado y constante durante todo el día, dentro y fuera de la jornada laboral. Esto es así puesto que el lugar de trabajo se encuentra bien climatizado. La única pequeña variación al alza se produce en las horas centrales del día, cuando más calor hace. No obstante, no supone ningún riesgo por estrés térmico por calor para los trabajadores.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar ante esta situación, se recomienda seguir climatizando adecuadamente el lugar de trabajo mediante los evaporativos instalados en la instalación. También sería aconsejable, de cara a mantener una temperatura constante a lo largo de la jornada laboral, pensar en el uso de dispositivos IoT como herramienta para controlar la climatización de forma remota y automática.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Facilitar la ingesta de líquidos antes, durante y después de la exposición a temperaturas elevadas.

Protección individual del trabajador mediante el uso de ropa de trabajo adecuada.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.2.8. Ficha 8: Operario de máquina de inyección de plástico.

ID. 8

TIPOLOGÍA DE EMPRESA

CNAE 2732. Fabricación de otros hilos y cables electrónicos y eléctricos

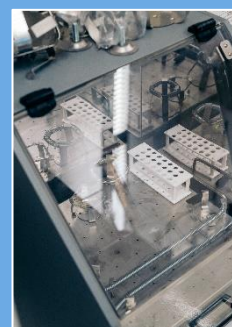
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD

La empresa dedica su actividad a fabricación y comercialización de toda clase de material eléctrico.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

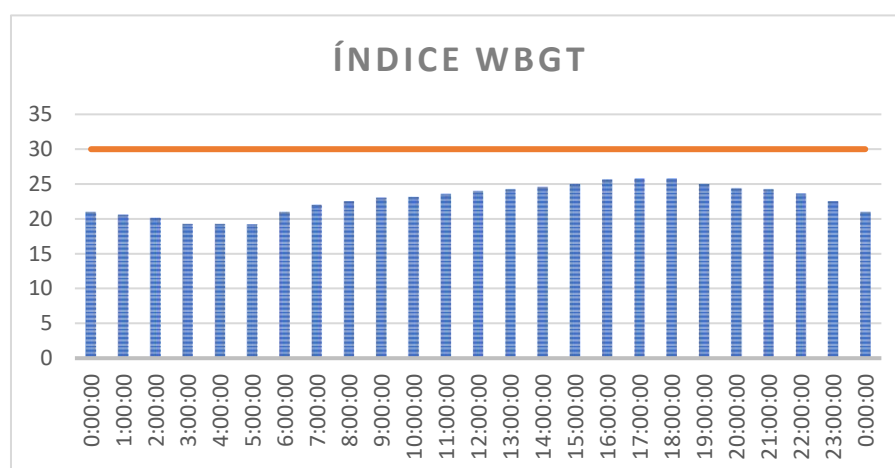
Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un trabajador que se dedica a controlar una máquina inyectora de plástico. La nave no tiene climatización, si bien cuenta ventiladores en distintos puestos de trabajo que permiten la ventilación forzada del lugar de trabajo.

En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 30-40 años que trabaja la mayor parte de su jornada laboral de pie. El trabajador se encuentra totalmente aclimatado al puesto.



ÁNALISIS DE DATOS

Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:



Al tener un consumo metabólico entre 100 y 200 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 30°C.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT adecuado durante todo el día, dentro y fuera de la jornada laboral. Ahora bien, este índice se incrementa en las horas centrales del día, ya que es cuando más calor se concentra y la máquina más horas en funcionamiento lleva. No obstante, este incremento tampoco supone riesgo por estrés térmico por calor.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar ante esta situación, sería aconsejable climatizar la nave para intentar mantener la temperatura constante a lo largo de la jornada laboral, pudiendo incluso controlar la climatización de forma remota y automática mediante el uso de dispositivos IoT.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto y posibilite descansos adecuados durante la jornada laboral a sus trabajadores.

Facilitar la ingesta de líquidos antes, durante y después de la exposición a temperaturas elevadas.

Protección individual del trabajador mediante el uso de ropa de trabajo adecuada.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA


MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.2.9. Ficha 9: Trabajador de almacén en industria cárnica.

ID. 9	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 1011. Procesado y conservación de carne.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa dedica su actividad al sacrificio de ganado, preparación y conservación de carne.
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	
<p>Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un trabajador que se dedica a guardar y controlar los palés de producto fresco que van a cargarse en los camiones. La nave no tiene ventilación, si bien cuenta con varios enfriadores distribuidos por la nave.</p> <p>En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 30-40 años que trabaja la mayor parte de su jornada laboral de pie y entra y sale a dicha nave continuamente. El trabajador se encuentra totalmente aclimatado al puesto.</p>	
ÁNALISIS DE DATOS	
Evaluación del riesgo por enfriamiento general: IREQ	
<p>El trabajador analizado lleva las siguientes prendas de ropa: calzoncillos, camiseta de manga larga, polar grueso, casaca blanca, pantalones largos, braga en el cuello, calcetines térmicos y botas. Sumando los valores de la tabla 6.9 correspondientes a cada prenda podemos determinar que su resistencia térmica (I_{clr}) es 1,35.</p> <p>De acuerdo con la tabla 6.8 y, tras las mediciones realizadas, se observa que el IREQ mínimo oscila entre 1,198 y 1,57.</p> <p>Vemos entonces que hay momentos puntuales en los que el I_{clr} de la ropa del trabajador es inferior al IREQ mínimo y como consecuencia existe riesgo por estrés térmico por frío. No obstante, conviene remarcar que el trabajador no se encuentra continuamente trabajando en estas condiciones, sino que entra y sale a la nave.</p>	

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME

PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Evaluación del riesgo por enfriamiento local: WCI

El WCI obtenido oscila entre 65,59 y 500,04 w/m², dependiendo mucho de la velocidad del aire, la cual se encuentra entre 2 y 11 m/s. En ningún caso supera ni se acerca a los límites del WCI expuestos en la tabla 6.10, por lo que se debe determinar que no existe efecto sensación ni enfriamiento local en este puesto de trabajo.

CONCLUSIONES

Tras las mediciones efectuadas, se concluye que en este puesto no existe riesgo por enfriamiento local. No obstante, en determinados momentos de la jornada laboral sí existe riesgo por estrés térmico general, pues la resistencia térmica de la ropa que porta el trabajador no es suficiente para cubrir el IREQ mínimo. Ahora bien, conviene destacar que el trabajador entra y sale a la nave continuamente y no permanece en dichas condiciones durante toda su jornada laboral, contando así con tiempos de descanso adecuados.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Se recomienda producir rotaciones en el puesto de trabajo analizado, así como mantener e incluso incrementar los tiempos de descanso entre entradas y salidas de dicha nave, habilitando zonas de descanso calientes y secas. Asimismo, se recomienda la protección individual del trabajador mediante el uso de ropa de trabajo aislante e impermeable.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Además de lo anterior, se recomienda a la empresa realizar un análisis detallado del estrés térmico, según métodos más específicos y precisos.

Promover la ingesta de líquidos calientes para recuperar las pérdidas de energía calorífica.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA


MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL

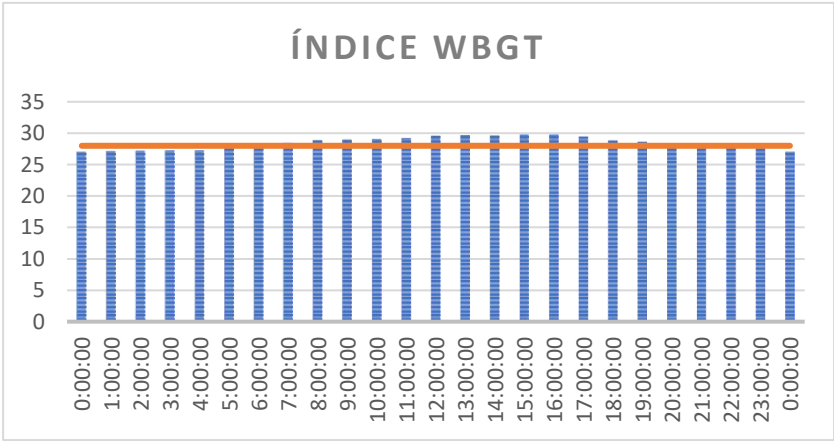


FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.2.10. Ficha 10: Operario de horno de fabricación de producto químico.

ID. 10	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 2013: Fabricación de otros productos básicos de química inorgánica.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa dedica su actividad a la fabricación de productos químicos inorgánicos.
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO	
<p>Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un trabajador que se dedica a supervisar el funcionamiento de la máquina, alimentar el horno y limpiarlo diariamente. En total, pasa 30 minutos de su jornada laboral en este lugar de trabajo, en intervalos de 2 minutos cada vez que entra. Este entorno no tiene ventilación ni climatización.</p> <p>En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 30-40 años que trabaja la mayor parte de su jornada laboral de pie. El trabajador se encuentra totalmente aclimatado al puesto.</p>	

ÁNÁLISIS DE DATOS																																																				
<p>Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:</p>																																																				
<p style="text-align: center;">ÍNDICE WBGT</p>  <table border="1"><caption>WBGT Index Data (Estimated from Chart)</caption><thead><tr><th>Hour</th><th>WBGT Index</th></tr></thead><tbody><tr><td>0:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>1:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>2:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>3:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>4:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>5:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>6:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>7:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>8:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>9:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>10:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>11:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>12:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>13:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>14:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>15:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>16:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>17:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>18:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>19:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>20:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>21:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>22:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>23:00:00</td><td>28</td></tr><tr><td>0:00:00</td><td>28</td></tr></tbody></table>	Hour	WBGT Index	0:00:00	28	1:00:00	28	2:00:00	28	3:00:00	28	4:00:00	28	5:00:00	28	6:00:00	28	7:00:00	28	8:00:00	28	9:00:00	28	10:00:00	28	11:00:00	28	12:00:00	28	13:00:00	28	14:00:00	28	15:00:00	28	16:00:00	28	17:00:00	28	18:00:00	28	19:00:00	28	20:00:00	28	21:00:00	28	22:00:00	28	23:00:00	28	0:00:00	28
Hour	WBGT Index																																																			
0:00:00	28																																																			
1:00:00	28																																																			
2:00:00	28																																																			
3:00:00	28																																																			
4:00:00	28																																																			
5:00:00	28																																																			
6:00:00	28																																																			
7:00:00	28																																																			
8:00:00	28																																																			
9:00:00	28																																																			
10:00:00	28																																																			
11:00:00	28																																																			
12:00:00	28																																																			
13:00:00	28																																																			
14:00:00	28																																																			
15:00:00	28																																																			
16:00:00	28																																																			
17:00:00	28																																																			
18:00:00	28																																																			
19:00:00	28																																																			
20:00:00	28																																																			
21:00:00	28																																																			
22:00:00	28																																																			
23:00:00	28																																																			
0:00:00	28																																																			
<p>Al tener un consumo metabólico entre 200 y 310 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 28°C.</p>																																																				

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME

PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT alto durante todo el día, rozando e incluso rebasando el límite establecido en varias ocasiones. Por lo tanto, se puede determinar que existe riesgo de estrés térmico por calor en este puesto de trabajo. No obstante, se ha de remarcar que el trabajador únicamente pasa aproximadamente media hora de su jornada laboral en este lugar de trabajo.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar para paliar el riesgo de estrés térmico por calor, se recomienda el uso de ropa de trabajo adecuada y ligera por los trabajadores y la aclimatación previa y progresiva de los trabajadores.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo. Asimismo, se debería establecer un régimen de trabajo-descanso de forma que el organismo pueda reestablecer su equilibrio térmico adecuadamente.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Además de lo anterior, se recomienda a la empresa realizar un análisis detallado del estrés térmico, según métodos más específicos y precisos, así como facilitar la ingesta de líquidos antes, durante y después de la exposición a temperaturas elevadas.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ID. 11	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 1062: Fabricación de almidones y productos amiláceos.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa dedica su actividad a la producción y comercialización de productos agrícolas.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

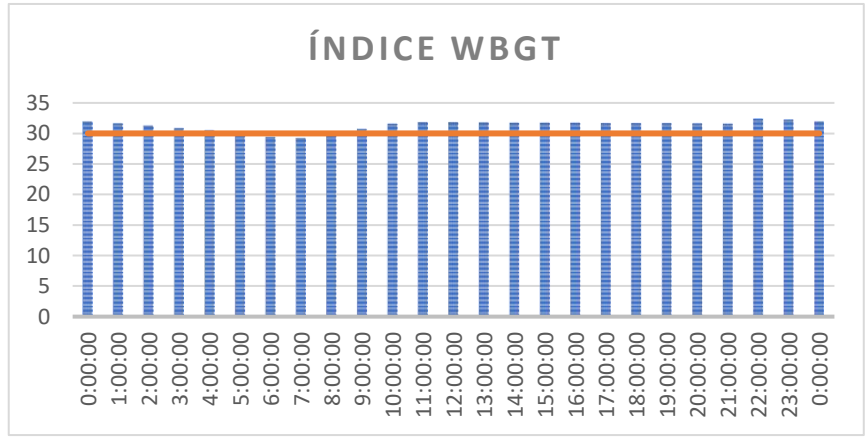
Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un trabajador que se dedica al mantenimiento y limpieza de una máquina separadora de maíz y almidón durante una hora de su jornada laboral. La nave no tiene climatización, si bien cuenta con ventiladores en los puestos de trabajo.

En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 30-40 años que trabaja la mayor parte de su jornada laboral de pie. El trabajador se encuentra totalmente aclimatado al puesto.



ANÁLISIS DE DATOS

Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:



Al tener un consumo metabólico entre 100 y 200 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 30°C.

FINANCIADO POR:

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT alto durante todo el día, rozando e incluso rebasando el límite establecido en varias ocasiones. Por lo tanto, se puede determinar que existe riesgo de estrés térmico por calor en este puesto de trabajo. No obstante, se puede remarcar que el trabajador únicamente pasa aproximadamente una hora de su jornada laboral en este lugar de trabajo.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar para paliar el riesgo de estrés térmico por calor, se podría recomendar el uso de ropa de trabajo adecuada y ligera por los trabajadores, la ventilación o climatización adecuada del lugar de trabajo (la cual podría controlarse de forma remota y automática mediante el uso de dispositivos IoT) y la aclimatación previa y progresiva de los trabajadores.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo. Asimismo, se debería establecer un régimen de trabajo-descanso de forma que el organismo pueda reestablecer su equilibrio térmico adecuadamente.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Además de lo anterior, se recomienda a la empresa realizar un análisis detallado del estrés térmico, según métodos más específicos y precisos, así como facilitar la ingesta de líquidos antes, durante y después de la exposición a temperaturas elevadas.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

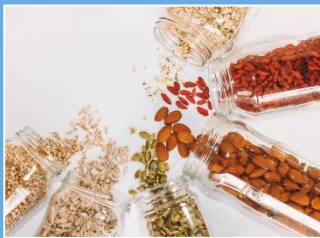
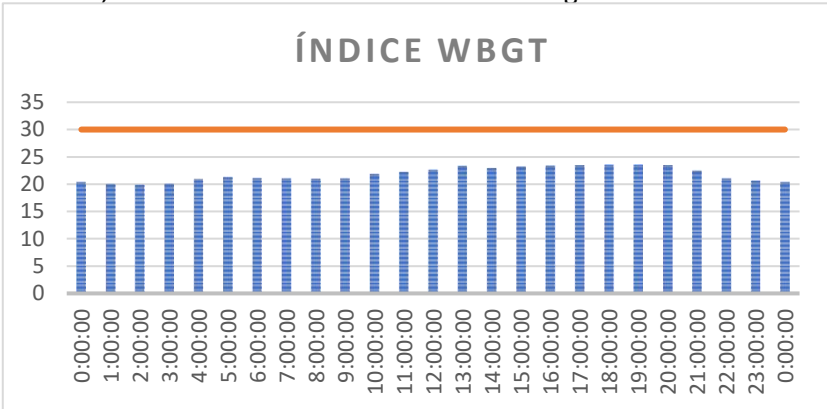
MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.2.12. Ficha 12: Trabajador de envasado en tostadero de frutos secos.

ID. 12																																																					
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 1039: Otro procesado y conservación de frutas y hortalizas.																																																				
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa dedica su actividad a la fabricación de conservas vegetales y el tueste y elaboración de frutos secos.																																																				
DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO																																																					
<p>Se ha procedido a la instalación del dispositivo de estrés térmico por calor en una empresa de tueste de frutos secos, concretamente en un puesto de trabajo de operario de máquina de envasado de producto. No hay climatización, si bien existe ventilación con rejillas en la nave y se cuenta con ventiladores en cada puesto de trabajo. Además, también se dispone de extractores de calor.</p> <p>En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 30-40 años que trabaja la mayor parte de su jornada laboral de pie. El trabajador se encuentra totalmente aclimatado al puesto.</p>																																																					
ÁNALISIS DE DATOS																																																					
<p>Se ha colocado el dispositivo que mide el estrés térmico por calor en el puesto de trabajo durante unos días, observando una media diaria de los siguientes valores:</p>																																																					
<p style="text-align: center;">ÍNDICE WBGT</p>  <table border="1"> <caption>Data for WBGT Index Chart</caption> <thead> <tr> <th>Hour</th> <th>WBGT Index</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0:00:00</td><td>20</td></tr> <tr><td>1:00:00</td><td>20</td></tr> <tr><td>2:00:00</td><td>20</td></tr> <tr><td>3:00:00</td><td>20</td></tr> <tr><td>4:00:00</td><td>21</td></tr> <tr><td>5:00:00</td><td>21</td></tr> <tr><td>6:00:00</td><td>21</td></tr> <tr><td>7:00:00</td><td>21</td></tr> <tr><td>8:00:00</td><td>21</td></tr> <tr><td>9:00:00</td><td>21</td></tr> <tr><td>10:00:00</td><td>22</td></tr> <tr><td>11:00:00</td><td>22</td></tr> <tr><td>12:00:00</td><td>23</td></tr> <tr><td>13:00:00</td><td>23</td></tr> <tr><td>14:00:00</td><td>23</td></tr> <tr><td>15:00:00</td><td>23</td></tr> <tr><td>16:00:00</td><td>23</td></tr> <tr><td>17:00:00</td><td>23</td></tr> <tr><td>18:00:00</td><td>23</td></tr> <tr><td>19:00:00</td><td>23</td></tr> <tr><td>20:00:00</td><td>23</td></tr> <tr><td>21:00:00</td><td>22</td></tr> <tr><td>22:00:00</td><td>21</td></tr> <tr><td>23:00:00</td><td>21</td></tr> <tr><td>0:00:00</td><td>20</td></tr> </tbody> </table>		Hour	WBGT Index	0:00:00	20	1:00:00	20	2:00:00	20	3:00:00	20	4:00:00	21	5:00:00	21	6:00:00	21	7:00:00	21	8:00:00	21	9:00:00	21	10:00:00	22	11:00:00	22	12:00:00	23	13:00:00	23	14:00:00	23	15:00:00	23	16:00:00	23	17:00:00	23	18:00:00	23	19:00:00	23	20:00:00	23	21:00:00	22	22:00:00	21	23:00:00	21	0:00:00	20
Hour	WBGT Index																																																				
0:00:00	20																																																				
1:00:00	20																																																				
2:00:00	20																																																				
3:00:00	20																																																				
4:00:00	21																																																				
5:00:00	21																																																				
6:00:00	21																																																				
7:00:00	21																																																				
8:00:00	21																																																				
9:00:00	21																																																				
10:00:00	22																																																				
11:00:00	22																																																				
12:00:00	23																																																				
13:00:00	23																																																				
14:00:00	23																																																				
15:00:00	23																																																				
16:00:00	23																																																				
17:00:00	23																																																				
18:00:00	23																																																				
19:00:00	23																																																				
20:00:00	23																																																				
21:00:00	22																																																				
22:00:00	21																																																				
23:00:00	21																																																				
0:00:00	20																																																				
<p>Al tener un consumo metabólico entre 100 y 200 kcal/hora y ser una persona aclimatada, de acuerdo con las tablas anteriormente expuestas, el límite del índice WBGT es 30°C.</p>																																																					

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

CONCLUSIONES

Se mantiene un índice WBGT adecuado y constante durante todo el día, dentro y fuera de la jornada laboral. Esto es así puesto que el lugar de trabajo se encuentra bien ventilado y cuenta con extractores de calor. La única pequeña variación al alza se produce en las horas centrales del día, cuando más calor hace. No obstante, no supone ningún riesgo por estrés térmico por calor para los trabajadores.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Como medidas preventivas a adoptar ante esta situación, se recomienda seguir ventilando adecuadamente el lugar de trabajo mediante los extractores de calor de la instalación. También sería aconsejable climatizar la nave y así poder mantener una temperatura constante a lo largo de la jornada laboral, pudiendo incluso controlar la climatización de forma remota y automática mediante el uso de dispositivos IoT.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Facilitar la ingesta de líquidos antes, durante y después de la exposición a temperaturas elevadas.

Protección individual del trabajador mediante el uso de ropa de trabajo adecuada.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL




FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.2.13. Ficha 13: Trabajador de elaboración de embutidos en industria cárnica.

ID. 13	
TIPOLOGÍA DE EMPRESA	CNAE 1085: Elaboración de platos y comidas preparados.
TIPOLOGÍA DE ACTIVIDAD	La empresa dedica su actividad a la fabricación de embutidos frescos, curados y cocidos.

DESCRIPCIÓN DEL PUESTO DE TRABAJO

<p>Se ha analizado el estrés térmico en el puesto de trabajo de un trabajador que se dedica a coger la materia prima de la cámara frigorífica, sacarla a la nave y manipularla para elaborar embutidos. El lugar de trabajo no tiene ventilación, si bien cuenta con un condensador que arroja aire helado.</p> <p>En concreto, el perfil tomado ha sido de un trabajador de 40-50 años que trabaja la mayor parte de su jornada laboral de pie y entra y sale a dicha cámara continuamente. El trabajador se encuentra totalmente aclimatado al puesto.</p>	
--	---

ÁNALISIS DE DATOS

<p>Evaluación del riesgo por enfriamiento general: IREQ</p> <p>El trabajador analizado lleva las siguientes prendas de ropa: calzoncillos, camiseta de manga corta, chaqueta, chaleco sin mangas, pantalones largos, delantal, calcetines, gorro y botas. Sumando los valores de la tabla 6.9 correspondientes a cada prenda podemos determinar que su resistencia térmica (I_{clr}) es 1,13.</p> <p>De acuerdo con la tabla 6.8 y, tras las mediciones realizadas, se observa que el IREQ mínimo oscila entre 1,18 y 1,874.</p> <p>Vemos entonces que el I_{clr} de la ropa del trabajador es inferior al IREQ mínimo y como consecuencia existe riesgo por estrés térmico por frío. No obstante, conviene remarcar que el trabajador no se encuentra continuamente trabajando en estas condiciones, sino que entra unos minutos a la cámara a coger materia prima y sale a trabajar a la nave.</p>

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Evaluación del riesgo por enfriamiento local: WCI

El WCI obtenido oscila entre 65,76 y 1034,93 w/m², dependiendo mucho de la velocidad del aire, la cual se encuentra entre 2 y 31 m/s. En ningún caso supera los límites del WCI expuestos en la tabla 6.10, por lo que se debe determinar que no existe efecto sensación ni enfriamiento local en este puesto de trabajo.

CONCLUSIONES

Tras las mediciones efectuadas, se concluye que en este puesto no existe riesgo por enfriamiento local. No obstante, sí existe riesgo por estrés térmico general, pues la resistencia térmica de la ropa que porta el trabajador no es suficiente para cubrir el IREQ mínimo. Ahora bien, conviene destacar que el trabajador entra y sale a la nave continuamente y no permanece en dichas condiciones toda su jornada laboral, contando así con tiempos de descanso adecuados en los que no está sometido a estrés térmico.

MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

Se recomienda producir rotaciones en el puesto de trabajo analizado, así como mantener e incluso incrementar los tiempos de descanso entre entradas y salidas de dicha cámara, habilitando zonas de descanso calientes y secas. Asimismo, se recomienda la protección individual del trabajador mediante el uso de más ropa de trabajo aislante e impermeable.

Es muy importante también que la empresa vigile constantemente la salud del trabajador, por ejemplo, mediante el uso de pulseras IoT que tomen datos biométricos del trabajador y los envíen a una plataforma de control, avisando al propio trabajador y a su responsable de situaciones de riesgo.

También es fundamental que la empresa proporcione a sus trabajadores formación actualizada sobre los riesgos de estrés térmico que pueden sufrir de acuerdo con su puesto.

Además de lo anterior, se recomienda a la empresa realizar un análisis detallado del estrés térmico, según métodos más específicos y precisos y promover la ingesta de líquidos calientes para recuperar las pérdidas de energía calorífica.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

6.2.3 Balance de las mediciones realizadas

En el contexto de la elaboración de esta Guía, y con el objetivo de validar los dispositivos IoT fabricados para medir el estrés térmico por calor y por frío tal y como se ha expuesto, se ha evaluado el estrés térmico en un total de 13 puestos de trabajo diferentes y pertenecientes a empresas de distintos sectores, como vemos en el siguiente gráfico:

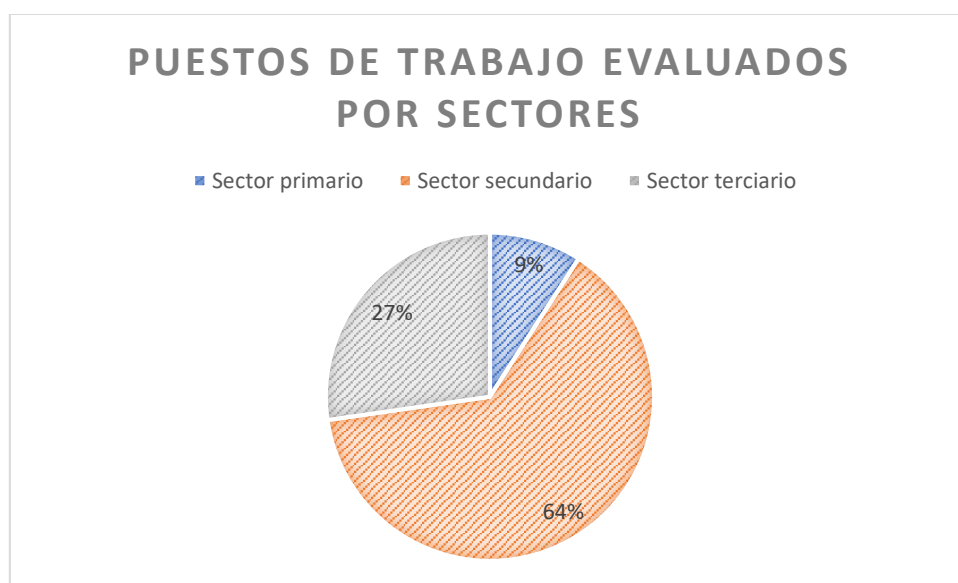


Ilustración 6.9. Gráfico de puestos de trabajo evaluados por sectores.

Fuente: Elaboración propia.

Así, la mayoría de los puestos de trabajo analizados en el desarrollo de esta Guía pertenecen al sector secundario.

En total, se han realizado mediciones de estrés térmico por calor en 11 puestos de trabajo tanto de interior como de exterior.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME

PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

En cuanto a lugares de trabajo de interior, se ha evaluado el estrés térmico de un cocinero de restaurante, un oficinista, un operario de fábrica, un distribuidor, un encargado de almacén, un operario de máquina de inyección de plástico, un operario de horno químico, un trabajador de limpieza y mantenimiento industrial y un trabajador de envasado de frutos secos. Por lo que respecta a lugares de trabajo al aire libre, se ha evaluado el puesto de trabajo de un agricultor y de un albañil.

Asimismo, se ha evaluado el estrés térmico por frío en dos puestos de trabajo, ambos de industria cárnica, si bien uno de almacenamiento y otro de elaboración de embutidos.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

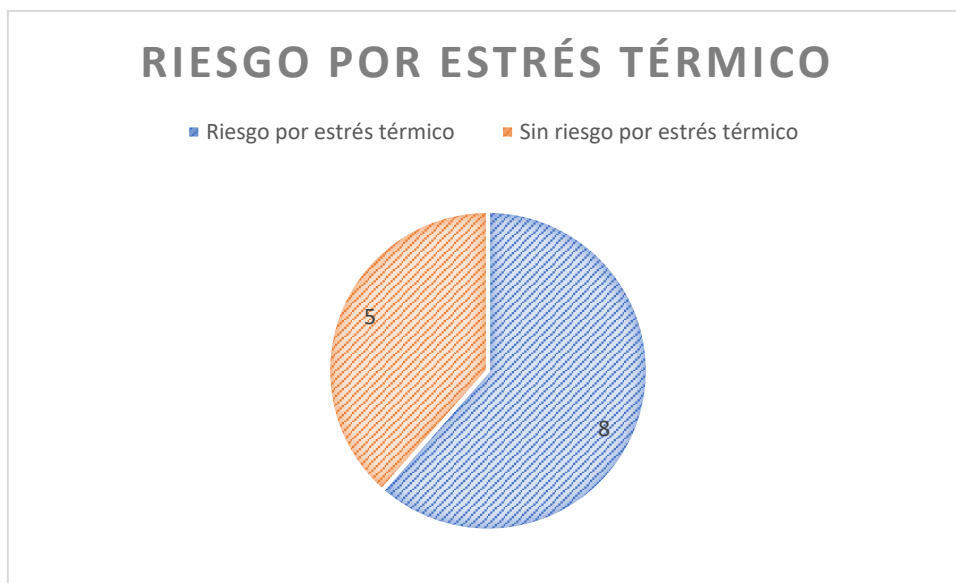


Ilustración 6.10. Resultados obtenidos tras las mediciones realizadas en los 13 puestos de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos, 8 de los 13 puestos evaluados cuentan con riesgo por estrés térmico, bien por calor, bien por frío.

Ahora bien, conviene hacer referencia a que, en varios de estos puestos de trabajo, y tal y como se ha expuesto en las fichas en las que se han plasmado los resultados de las distintas mediciones realizadas, el riesgo por estrés térmico no es constante a lo largo de toda la jornada laboral, sino que suele ser coincidente con las horas centrales del día. Se ha de tener en cuenta, asimismo, que las evaluaciones se han realizado durante los meses de junio, julio y agosto. Por este motivo, las temperaturas ambientes eran altas de por sí y han condicionado los resultados en gran medida, especialmente en los puestos de trabajo al aire libre y en los que no contaban con climatización.

Concretamente, y de acuerdo con el siguiente diagrama, 6 de los puestos tienen riesgo por estrés térmico por calor y 2 por frío.



Ilustración 6.11. Diagrama de resultados de estrés térmico por calor o por frío.

Fuente: Elaboración propia.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME

PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

De los 8 puestos de trabajo que cuentan con estrés térmico de alguno de los dos tipos, 6 se corresponden con lugares de trabajo cerrados y 2 con puestos de trabajo que se desempeñan al aire libre, como vemos en el siguiente gráfico:

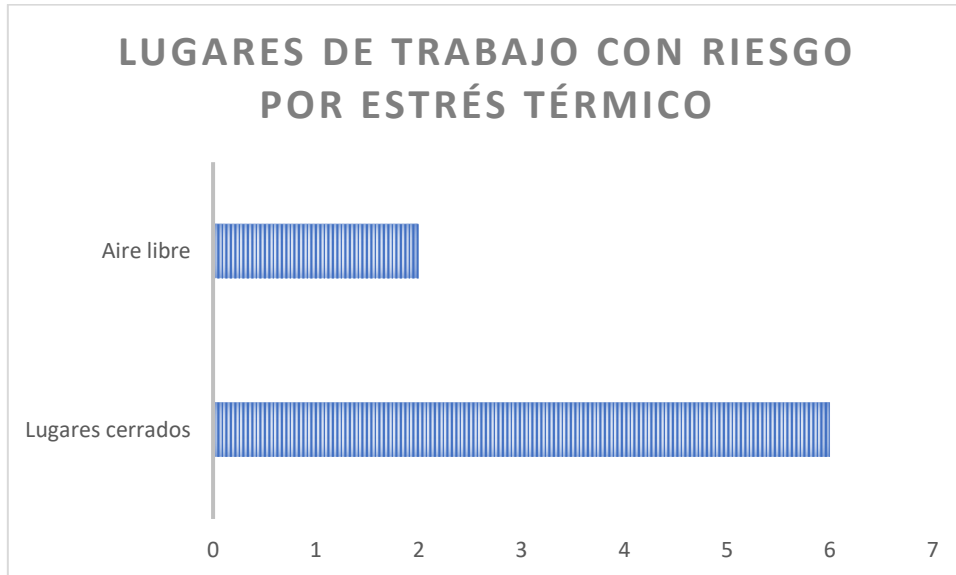


Ilustración 6.12. Lugares de trabajo con riesgo por estrés térmico.

Fuente: Elaboración propia.

De entre todas las mediciones realizadas en lugares de trabajo cerrados, conviene distinguir entre los que están climatizados, los que cuentan con ventilación (forzada o no), los que cuentan con ambos aspectos y los que no están ni ventilados ni climatizados. La distribución es la siguiente:

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

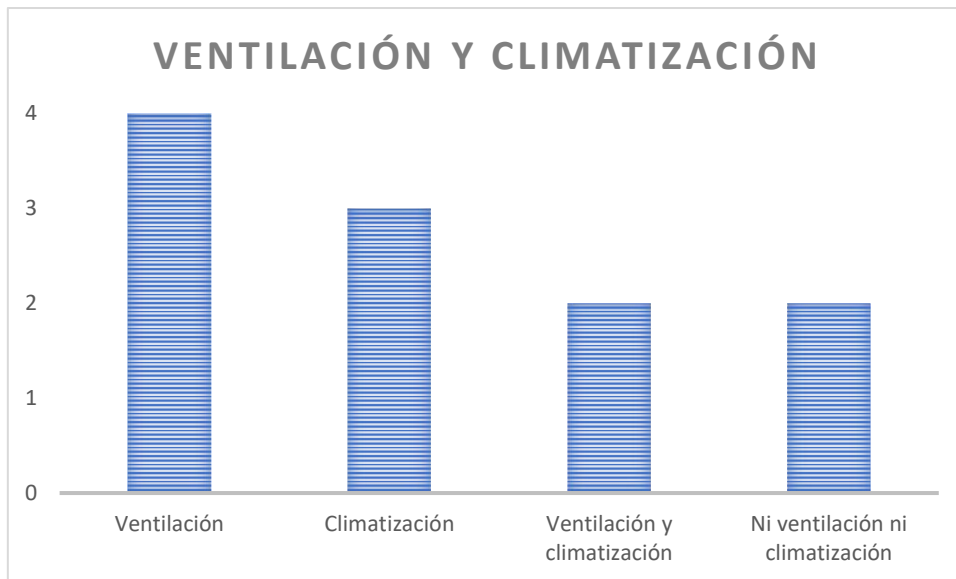


Ilustración 6.13. Gráfico de ventilación y climatización en los puestos de trabajo evaluados.

Fuente: Elaboración propia.

Esta información es relevante, puesto que incide en la existencia o no de riesgo por estrés térmico en los puestos de trabajo analizados como veremos a continuación.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

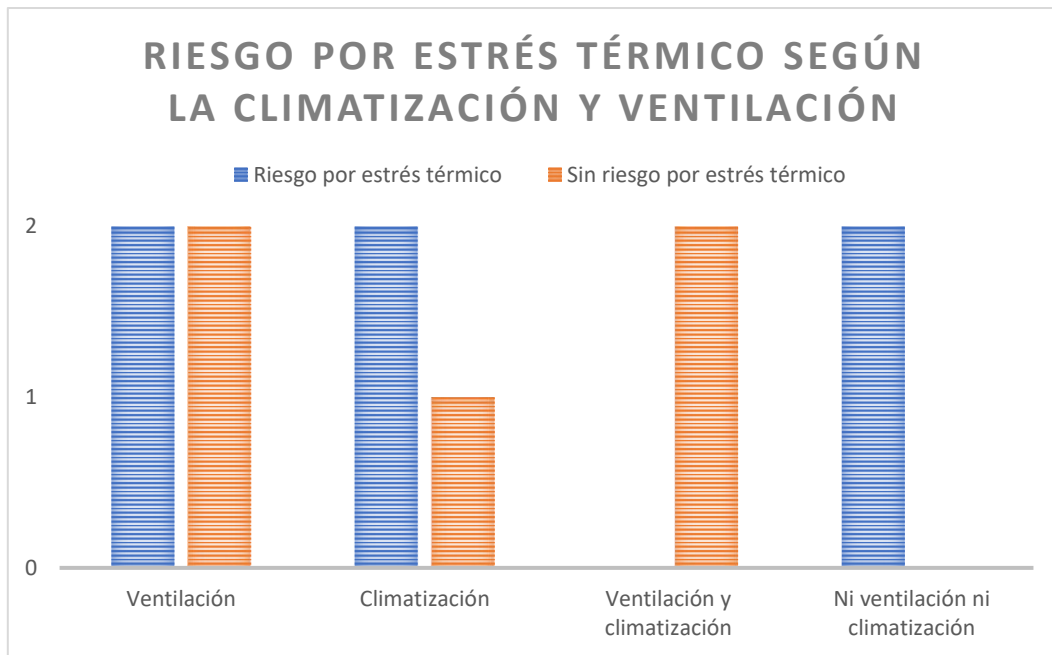


Ilustración 6.14. Riesgo por estrés térmico según la existencia de climatización y/o ventilación en el puesto de trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

De esta manera, vemos como en los puestos en cuyo lugar de trabajo existe ventilación y climatización no cuentan con riesgo por estrés térmico. Al contrario, en los lugares de trabajo en los que no existe ni una ni otra opción, existe riesgo por estrés térmico.

En los casos de ventilación o climatización, depende del puesto de trabajo que se analice. Por ejemplo, los dos puestos en los que habiendo climatización existe riesgo por estrés térmico son los dos en los que existe riesgo térmico por frío.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE TRABAJO, MIGRACIONES Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN ESTATAL PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

7. CONCLUSIONES

En los últimos años las nuevas tecnologías han cobrado mucha importancia en nuestro día a día, convirtiéndose en un elemento más de nuestro entorno y creando nuevas necesidades que antes parecían inexistentes, como es estar continuamente conectado e informado de todo lo que acontece en nuestro entorno e interactuar con él de forma sencilla y accesible.

Estamos asistiendo a una auténtica revolución tecnológica sin precedentes, pues las nuevas tecnologías avanzan a mucha velocidad y pueden servir de aplicación en todos los ámbitos, facilitando procesos tradicionalmente manuales y permitiendo a las empresas que apuestan por ellas ostentar una ventaja competitiva sostenible con respecto a las que no lo hacen. Conocer estos avances tecnológicos y aprovechar todas sus aplicaciones para mejorar nuestra calidad de vida es responsabilidad de todos, y debemos ser capaces de ir un paso por delante de estos cambios y explotar su potencialidad.

La prevención de riesgos laborales es un pilar fundamental dentro de las empresas, y por ello es de vital importancia desarrollar avances en este ámbito. La implementación de tecnologías disruptivas como el Internet de las cosas (IoT) para ayudar en la gestión preventiva de los riesgos laborales de las empresas va a contribuir a la reducción de la siniestralidad y la mejora de las condiciones de los trabajadores en sus puestos de trabajo.

Conviene destacar, llegados a este punto, el estudio que publicó en 2018 CEPYME Aragón, realizado con la financiación de la Fundación Estatal para la Prevención de Riesgos Laborales, F.S.P. titulado *“Guía sobre tecnologías innovadoras para el cumplimiento de las obligaciones en materia de Prevención de Riesgos Laborales”*, en el que se presentaban distintos tipos de tecnologías aplicables a dicha materia.

Vivimos en un mundo conectado, y debemos aprovecharlo. La interconexión de los objetos nos permite conocer y predecir variables que antes nos hubiera costado identificar mucho tiempo.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Debemos utilizar el potencial que tienen las tecnologías como el IoT para identificar problemas, anticiparnos a ellos, y evitar que ocurran.

El IoT permite recoger datos mediante el uso de sensores integrados y mandarlos a la red para su análisis, además posibilita la comunicación entre objetos, lo que da lugar a muchas funcionalidades. Gracias al uso de esta tecnología, obtenemos una valiosa fuente de información, de gran fiabilidad, que nos ayudará a mejorar nuestra toma de decisiones.

El IoT permite ahorro y control de recursos, mayor seguridad y protección, comodidad y por supuesto mejora en el acceso a la información. Hoy en día, es una tecnología que se encuentra en continuo crecimiento y cada vez más empresas apuestan por las numerosas aplicaciones y beneficios que tiene en cualquier ámbito.

Si extrapolamos esta tecnología al ámbito de la prevención de riesgos laborales, seremos capaces de tener una herramienta, que nos permita analizar e identificar situaciones que pongan en peligro a los trabajadores y evitar futuros accidentes laborales.

En esta línea, se precisa analizar la aplicabilidad de estas innovaciones de IoT en el ámbito de la Prevención de Riesgos Laborales, con el objetivo de disponer de información real y poder tomar decisiones rápidas que permitan prevenir y paliar riesgos laborales.

Esta Guía se centra en particular en el riesgo laboral por estrés térmico, teniendo como objetivo ver cómo aplicando el IoT se hace más simple evaluar la existencia o no de riesgo por estrés térmico, tanto por calor como por frío, en un lugar de trabajo.

Para ello, se ha analizado la normativa principal al respecto, estableciendo una metodología a seguir que ha permitido la construcción de dos tipos de dispositivos IoT (uno para medir el estrés térmico por calor y otro por frío) combinando varios sensores necesarios.

Estos dispositivos han sido instalados en distintos puestos de trabajo, cuyos datos han sido analizados y sus conclusiones plasmadas en fichas ilustrativas en las cuales se recomiendan medidas preventivas adecuadas al puesto que se trata.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Dichos puestos de trabajo objeto de evaluación han combinado ambientes fríos y calurosos, así como espacios abiertos y cerrados, buscando la obtención de una muestra lo más representativa posible del entorno empresarial en el que podría ser de utilidad la aplicación del IoT para medir el citado riesgo laboral. No obstante, conviene remarcar que las mediciones se han llevado a cabo en verano, por lo que es necesario tener en cuenta las altas temperaturas, las cuales han influido y condicionado la evaluación realizada.

Con este trabajo, se ha visto cómo con la simple instalación en un puesto de trabajo de un dispositivo IoT, que ni siquiera debe estar conectado a una fuente de alimentación y puede funcionar con una batería portátil, se pueden hallar los índices establecidos por la normativa de Prevención de Riesgos Laborales para evaluar el estrés térmico.

Estos dispositivos IoT podrían ser, en consecuencia, de gran ayuda y valor para los técnicos de prevención de las empresas, permitiéndoles controlar de manera remota el estrés térmico de los trabajadores y así realizar las tareas preventivas oportunas en los momentos reales clave.

En la realización de este estudio, se ha utilizado una tarjeta SD en cada uno de los dispositivos IoT para almacenar los datos obtenidos en cada uno de los puestos de trabajo, pasándolos después a una hoja Excel para hallar los índices necesarios.

Sin embargo, en su aplicación posterior a empresas que quieran apostar por el IoT, los datos obtenidos podrían ir directamente a la nube, concretamente a una plataforma en la que se visualice a tiempo real el estrés térmico de los trabajadores en cada puesto evaluado.

Disponer de una plataforma de tales características sería de enorme utilidad para los técnicos de prevención de las empresas, que podrían controlar el riesgo laboral por estrés térmico de manera exhaustiva y adoptar medidas preventivas en los momentos precisos, evitando situaciones extremas de golpes de calor, congelaciones u otros síntomas.

Ahora bien, aunque esta guía trata en particular la aplicación del IoT para facilitar la medición del estrés térmico como riesgo laboral, sus posibilidades son mucho mayores. No sólo podría

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

ser de aplicación para medir otros riesgos laborales, sino que también sería de gran utilidad a la hora de poner en marcha diversas medidas preventivas.

Por ejemplo, encontramos, entre otras posibilidades:

- Pulseras que toman datos biométricos de la persona (temperatura corporal, pulsaciones, etc) que envíen los datos recogidos a una plataforma desde donde técnicos de PRL puedan ver el estado de cada trabajador y, para aquellos que tengan métricas que no estén en los rangos recomendados, actúen, avisando al trabajador concreto para que detenga su actividad. Estas pulseras podrían incluso llegar a lanzar alertas al propio trabajador para que detenga su actividad en caso de encontrarse en situación de riesgo.
- Sensores que miden decibelios para controlar el riesgo laboral por ruido y envíen los datos a una plataforma a la que tengan acceso los técnicos de PRL y, de nuevo, para valores fuera del rango recomendado, puedan actuar.
- Sensores que incluyen acelerómetros que permiten medir la aceleración a la que se mueve el dispositivo IoT colocado o la superficie donde esté colocado y detectar así vibraciones y riesgos por vibración estudiando los registros.
- Sensores que miden la contaminación lumínica y así evitar el deslumbramiento, las sombras, la fatiga, el reflejo, etc.
- Sensores que miden la concentración de partículas concretas en el aire, por ejemplo, en fábricas que traten ciertos componentes peligrosos y tóxicos para detectar fugas de estos elementos/compuestos. Por supuesto, también pueden situarse en oficinas y detectar, por ejemplo, CO y CO2 en caso de incendios.

Así, se ve cómo el IoT puede convertirse en una herramienta de mucho valor y utilidad para los técnicos de PRL, ayudándoles a realizar su trabajo de una manera mucho más sencilla y automática.

A través de los dispositivos IoT fabricados, se pueden obtener los datos necesarios para evaluar el estrés térmico a tiempo real, lo cual, junto con una plataforma de análisis y visualización de los mismos, puede permitir realizar un seguimiento exhaustivo y continuo de los índices

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

necesarios para comprobar si existe o no riesgo por estrés térmico por calor o frío en cualquier puesto de trabajo.

Esta solución tecnológica sería extrapolable a otros riesgos laborales mediante la construcción de otros dispositivos capaces de medir las variables necesarias para evaluar los diferentes índices necesarios.

Además, y tal y como hemos avanzado, el IoT permite numerosas posibilidades más no sólo para evaluar la exposición a determinados riesgos laborales, sino también, en la de adopción de medidas preventivas de cara a prevenir y evitar determinadas situaciones de riesgo para la salud de los trabajadores.

Por ello las posibilidades de este tipo de tecnologías como herramientas facilitadoras de la labor preventiva en la empresa son múltiples, lo cual plantea un amplio campo de actuación en el que merece la pena centrar esfuerzos de investigación y aplicación ya que pueden contribuir de una manera sencilla y eficaz a mejorar las condiciones de seguridad y salud de las personas trabajadoras.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

8. BIBLIOGRAFÍA

Legislación:

Constitución Española de 1978.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo.

Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Notas Técnicas de Prevención del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo

NTP 074: Confort térmico - Método de Fanger para su evaluación

NTP 1011: Determinación del metabolismo energético mediante tablas

NTP 1036: Estrés por frío (I)

NTP 1037: Estrés por frío (II)

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

NTP 279: Ambiente térmico y deshidratación

NTP 322: Valoración del riesgo de estrés térmico: índice WBGT

NTP 323: Determinación del metabolismo energético

NTP 462: Estrés por frío: evaluación de las exposiciones laborales

NTP 501: Ambiente térmico: inconfort térmico local

NTP 779: Bienestar térmico: criterios de diseño para ambientes térmicos confortables

NTP 916: Descanso en el trabajo

NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I)

NTP 923: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (II)

NTP 940: Ropa y guantes de protección contra el frío

Normas UNE

UNE EN 27243:1995. Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (Wet Bulbe Globe Temperature).

UNE EN 27726:1995. Ambientes Térmicos. Instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos.

UNE EN 28996:1995 Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico.

UNE EN ISO 11079: 2009. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación e interpretación del estrés debido al frío empleando el aislamiento requerido de la ropa (IREQ) y los efectos del enfriamiento local.

UNE EN ISO 15743:2009. Ergonomía del ambiente térmico. Lugares de trabajo con frío. Evaluación y gestión de riesgos.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

UNE EN ISO 7730:2006. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local.

UNE EN ISO 7933:2005. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada.

UNE EN ISO 8996:2004. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica.

UNE-EN ISO 7726:2002. Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas

Otros recursos

Análisis de los riesgos derivados de la exposición al frío en el sector del frío industrial. Criterios de selección de equipos de protección individual. Asociación de Explotaciones Frigoríficas, Logística y Distribución de España (ALDEFE) y Federación de Industria y Trabajadores Agrarios (FICAG). Disponible en: http://www.aldefe.org/wp-content/uploads/2017/05/GuiaEPIS_frio.pdf

Calor en el trabajo, trabajando al aire libre también exigimos prevención. Guía para la prevención del estrés térmico para delegados de prevención. CCOO e Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). Disponible en:

<https://andalucia.ccoo.es/040c65bc13ee72d487c5fb74ce602d0e000057.pdf>

Calor y trabajo. Prevención de riesgos laborales debidos al estrés térmico por calor. Centro nacional de nuevas tecnologías. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Disponible en: <https://www.navarra.es/NR/rdonlyres/AF2BD786-0A6D-4564-9076-BE42220B4843/225685/calorytrabajoprofesional.pdf>

Derecho de la prevención de riesgos laborales. Fernando de Vicente Pachés, Maria José Mateu Carruana, Joan Franco Fonzález. Editorial Bomarzo. 2009.

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. OIT. Calor y frío, Volumen II, Parte VI. Riesgos Generales, 42. Calor y frío. Disponible en:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo2/42.pdf>

Estrés térmico por calor. Instituto Riojano de Salud Laboral (IRSAL) y Consejería de Industria, Innovación y Empleo del Gobierno de La Rioja. Disponible en:

http://ias1.larioja.org/apps/catapu/documentos/2010_Riesgos_stres.pdf

Estrés térmico por calor. Laboratorio Observatorio de Enfermedades Profesionales de Andalucía. Disponible en: <http://www.ladep.es/ficheros/documentos/ccoo.pdf>

Estrés térmico por calor. UGT Illes Balears. Disponible en:

<http://www.ugtbalears.com/es/PRL/Documents/D%C3%ADptics/Triptico%20Estr%C3%A9s%20T%C3%A9rmico%20por%20calor.pdf>

Estrés térmico por frío. UGT Illes Balears. Disponible en:

<http://www.ugtbalears.com/es/PRL/Documents/D%C3%ADptics/Tr%C3%ADptico%20Estr%C3%A9s%20T%C3%A9rmico%20por%20fr%C3%ADo.pdf>

Estrés térmico; Recomendaciones. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. Disponible en:

http://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/nota_prensa/recomendaciones_estres_termico/e_s_notas1/adjuntos/recomendaciones_estres_termico.pdf

Guía sobre tecnologías innovadoras para el cumplimiento de las obligaciones en materia de Prevención de Riesgos Laborales. CEPYME Aragón. Disponible en:

<http://www.cepymearagon.es/?p=9333>

Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Disponible en:

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/lugares.pdf>

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Impacto de las temperaturas elevadas en el ámbito laboral. Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo (NVASSAT), 2014. Disponible en:

<http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741793/CERVERA+BOADA,%20Jorge.+Impacto+de+las+temperaturas+elevadas+en+el+%C3%A1mbito+laboral/c3b5c76f-a537-4340-ab43-a0c733328b41>

La participación de los trabajadores en materia de Prevención de Riesgos Laborales. María Purificación García Miguélez. Pevnia, 8. 2009.

Manual básico de seguridad y salud en el trabajo. M^a Cruz Benlloch López, Yolanda Ureña.

Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo (NVASSAT), 2018. Disponible en:

http://www.invassat.gva.es/documents/161660384/161741761/BENLLOCH+LOPEZ+Mari+Cruz%3B%20URE%C3%91A+URE%C3%91A+Yolanda+2018+.+Bloque+I+Unidad+3+Marco+normativo_cs/6f93e887-d2dc-45ca-9824-a70c2f6026c1

Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en la PYME.

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Disponible en:

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Guias/Guias_Ev_Riesgos/Manual_Eval_Riesgos_Pyme/evaluacionriesgospyme.pdf

Marco normativo de Salud laboral. Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS).

Disponible en: <https://istas.net/salud-laboral/marco-normativo>

Marco normativo en materia de Prevención de Riesgos Laborales. GeoAsbuilt Consultores.

Disponible en: <http://www.geoasbuilt.es/tutoriales/prl/b0103.pdf>

Normas técnicas sobre ambiente térmico. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Disponible en:

<https://www.insst.es/documents/94886/509319/NormativaTecnicaAmbTermico.pdf/dccb99bc-f93e-4596-9295-c7a64b277788>

Presente y futuro del Internet de las Cosas en el sector industrial en España. EFOR Internet y

Tecnología. Disponible en: <https://www.efor.es/recursos/estudio-presente-y-futuro-del-internet-de-las-cosas-en-el-sector-industrial-de-espana.html>

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

Riesgos térmicos. Portal de los Riesgos Laborales de los trabajadores de la Enseñanza.

Disponible en: <http://riesgoslaborales.feteugt-sma.es/wp-content/uploads/2017/02/temp.pdf>

Sujetos responsables de los incumplimientos en materia preventiva. M^a de los Reyes Martínez Barroso. Editorial Bomarzo, 2016.

Trabajo a Bajas Temperaturas. Instituto Vasco de Seguridad y Salud Laborales. Disponible en:

http://www.osalan.euskadi.eus/contenidos/nota_prensa/ponencias_orp_2014/es_notas/adjuntos/ponencia_alberto_alonso_orp2014.pdf

Normativa de aplicación. Prevención del estrés térmico. Instituto Sindical de Trabajo,

Ambiente y Salud (ISTAS). Disponible en: <https://istas.net/istas/prevencion-del-estres-termico/normativa-de-aplicacion>

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN

FINANCIADO POR:



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRABAJO, MIGRACIONES
Y SEGURIDAD SOCIAL



FUNDACIÓN
ESTATAL PARA
LA PREVENCIÓN
DE RIESGOS
LABORALES, F.S.P.

CEPYME
PYMES Y AUTÓNOMOS DE ARAGÓN