Guía de recomendaciones para reducir el riesgo de estrés térmico en el sector industrial y servindustria del metal



GENERALITAT VALENCIANA
Vicepresidencia Primera y Conselleria de Vivienda, Empleo, Juventud e Igualdad

FEMEVAL

Con la colaboración de:
IBV INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA

Contenido

1. PROYECTO 3

2. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO 4

3. FUNDAMENTOS DEL ESTRÉS TÉRMICO Y MARCO NORMATIVO 6

3.1 Definición y conceptos clave 6

3.2 Normativa de referencia 6

3.3 Síntomas y consecuencias del estrés térmico 7

4. PROCESO DE EVALUACIÓN DE RIESGO POR ESTRÉS TÉRMICO 8

4.1 Identificación de los factores y fuentes influyentes 8

4.1.1 Factores de riesgo 8

4.1.2 Análisis de los focos de exposición concretos para los puestos críticos del sector metal 10

4.2 Evaluación y caracterización objetiva del riesgo de estrés térmico 11

4.2.1 Evaluación de estrés térmico a partir de las condiciones ambientales 12

4.3 Priorización y definición de las medidas preventivas para el riesgo de estrés térmico 12

4.3.1 Priorización de medidas preventivas de actuación 12

4.3.2 Definición de medidas preventivas destinadas al sector del metal 13

4.4 Implementación de medidas acordadas 15

4.5 Monitorización de la eficacia de las medidas y mejora continua 17

5. APLICACIÓN PRÁCTICA EN PUESTOS ESTUDIADOS 19

5.1 Recomendaciones generales para el sector 19

5.2 Fichas de puestos y tareas 21

Procesos en caliente (Operario de fundición) 21

Procesos de transformación (Soldador) 22

Tratamientos superficiales (Operario de galvanizado) 23

6. BIBLIOGRAFÍA 24

ANEXO. TABLA DE ÍNDICE DE CALOR (HI) 26

1. Proyecto

Esta guía se enmarca dentro del proyecto TRCOIN/2026/23, "Guía de recomendaciones para reducir el riesgo de estrés térmico en el sector industrial y servindustria del metal", apoyado por la Vicepresidencia Primera y Conselleria de Vivienda, Empleo, Juventud e Igualdad en el marco de las subvenciones en materia de colaboración institucional, a través de acciones sectoriales e intersectoriales mediante programas o actuaciones en materia de prevención de riesgos laborales en la Comunitat Valenciana para el ejercicio 2026.

El objetivo principal del proyecto es contribuir a la mejora de la seguridad y salud laboral en las empresas del sector metal de la Comunitat Valenciana, mediante la identificación y difusión de los principales factores relacionados con el estrés térmico y de las medidas preventivas dirigidas a reducir sus efectos sobre las personas trabajadoras.

En el sector del metal, la exposición al calor puede estar relacionada tanto con las condiciones ambientales como con las características de los propios procesos productivos. Actividades como la soldadura, la fundición, los trabajos con hornos o los tratamientos térmicos pueden generar fuentes adicionales de calor y radiación térmica. A ello pueden sumarse otros factores como la carga física de las tareas, el uso de ropa y equipos de protección individual, las características de los espacios de trabajo, como la existencia de unas condiciones de ventilación desfavorables.

Para la consecución de este objetivo, la Federación Empresarial Metalúrgica Valenciana (FEMEVAL), en colaboración con el Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), ha llevado a cabo las siguientes acciones:

- Revisión documental sobre el estrés térmico en el sector y recomendaciones de mejora.
- Análisis de los puestos de trabajo propuestos para el estudio de campo.
- Estudio de campo en empresas del sector con observación cualitativa, centrado en dos puestos representativos: soldadura y galvanizado en caliente.
- Elaboración de materiales.
- Acciones de sensibilización e información, mediante una jornada de presentación de los resultados.

En los siguientes apartados se presentan los resultados del proyecto.

2. Introducción y objetivo

El calor constituye un factor relevante para la seguridad y la salud en el trabajo. Según OSH Pulse 2025, recogido por el INSST en 2026, en España, más de 5,5 millones de personas trabajadoras afirman haber estado expuestas a calor extremo, tanto en interiores como en exteriores, lo que representa aproximadamente el **26% de la población trabajadora**. La exposición al calor puede provocar diferentes riesgos para la salud y afectar también a la destreza manual, la concentración, la memoria a corto plazo, la coordinación motriz y la percepción visual, capacidades necesarias para desarrollar el trabajo de forma segura (INSST, 2026).

El sector industrial y servindustria del metal representa un motor estratégico de innovación, producción y empleo en la **Comunitat Valenciana**. El aumento en la frecuencia y magnitud de los episodios térmicos extremos se ha consolidado como uno de los principales factores de riesgo emergente para la seguridad y salud en los entornos de fabricación y transformación metálica. Según informes del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo e investigaciones en salud pública, los accidentes de trabajo con baja médica se incrementan en un promedio del 17% durante los periodos de ola de calor (INSST, 2023b) (ISGlobal, 2021) (Varghese, 2018).

Asimismo, se estima que la sobrecarga térmica actúa como factor indirecto en aproximadamente el **4% de los accidentes laborales mortales en la industria**, dado que la exposición prolongada a temperaturas elevadas disminuye el estado de alerta, ralentiza los reflejos e induce estados de fatiga y mareo, lo que deriva en atrapamientos, cortes, fallos de concentración, caídas de piezas o contactos accidentales con maquinaria e instalaciones (Loomis, 2018).

Los datos de accidentalidad laboral permiten disponer de información complementaria sobre los daños asociados a las condiciones térmicas, aunque las estadísticas disponibles no permiten identificar de forma aislada los accidentes derivados específicamente del estrés térmico. En 2024 se registraron en España 263 accidentes con baja en jornada de trabajo clasificados dentro de la categoría "efectos de las temperaturas extremas, la luz y la radiación". De ellos, 98 correspondieron al sector Industria y 32 de estos accidentes se produjeron en Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo (CNAE 25), lo que representa aproximadamente un tercio de los accidentes industriales registrados en esta categoría. Además, el CNAE 25 fue la división de actividad económica industrial con mayor número de accidentes de este tipo en 2024 (Ministerio de Trabajo y Economía Social, 2025).

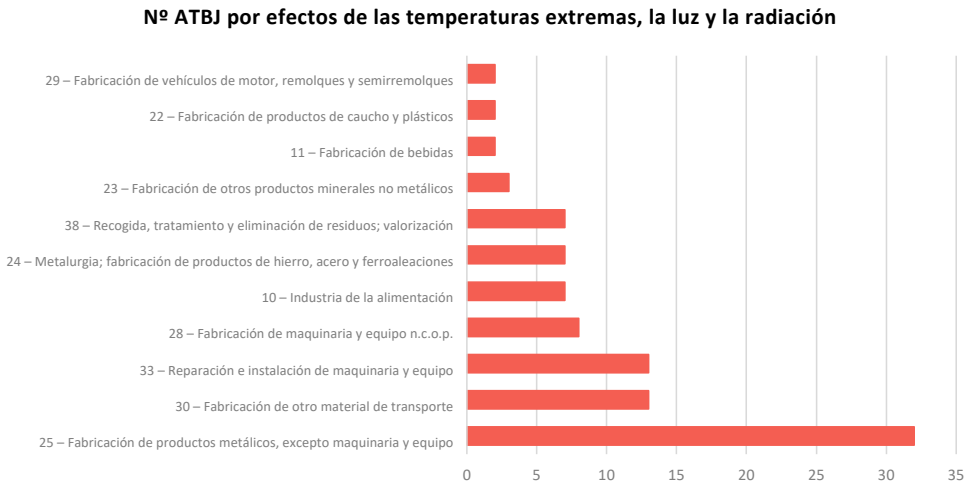


Ilustración 1. CNAE del sector industria con mayor número de accidentes de trabajo con baja en jornada por efectos de las temperaturas extremas, la luz y la radiación.

Estos datos adquieren especial interés en el sector industrial y la servindustria del metal (en adelante, sector metal), donde el riesgo de estrés térmico no depende únicamente de las condiciones meteorológicas, sino que también puede existir sin episodios de calor extremo, debido a los procesos productivos. Determinados procesos y actividades, como la soldadura, la fundición, los trabajos con hornos o los tratamientos térmicos, generan sus propias fuentes de calor y radiación térmica. A ello pueden añadirse otros factores característicos del sector, como la realización de trabajos físicamente exigentes, el uso de ropa y equipos de protección individual que dificultan la disipación del calor o el desarrollo de tareas en naves y espacios con condiciones de ventilación desfavorables.

Esta concurrencia de factores incrementa de forma directa el riesgo de sufrir afecciones agudas como la deshidratación, el agotamiento por calor o el golpe de calor, además de reducir la capacidad de atención y favorecer la aparición de accidentes de trabajo por fatiga (Loomis, 2018).

Por este motivo, resulta necesario identificar las actividades y puestos con mayor exposición, analizar los factores que determinan la carga térmica y establecer medidas preventivas dirigidas, prioritariamente, al control de las fuentes de calor y de las condiciones ambientales, complementadas con medidas organizativas y de protección de las personas trabajadoras.

Sensibles a esta problemática, la **Federación Empresarial Metalúrgica Valenciana (FEMEVAL)** en colaboración con el **Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV)** han diseñado esta herramienta preventiva en consonancia con los objetivos de la Estrategia Valenciana de Seguridad, Salud y Bienestar Laboral 2025-2029 y las recomendaciones del Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST, 2023b).

Con este objetivo se ha elaborado la presente guía, destinada a facilitar a las empresas del sector metal información sobre el estrés térmico, sus principales factores de riesgo y sus posibles consecuencias, así como recomendaciones preventivas generales y específicas para actividades y puestos representativos del sector. En esta anualidad, el análisis específico se centra en analizar la exposición térmica en tres puestos, dentro de tres ámbitos clave de la industria:

- **Procesos en caliente y transformación térmica:** análisis de puestos de fundición, forja y tratamientos donde predomina la radiación infrarroja de alta intensidad.
- **Mecanizado, soldadura y calderería:** evaluación de áreas donde convergen el calor por arco eléctrico, el esfuerzo físico y la restricción aislante del vestuario de protección (que dificulta la evaporación del sudor).
- **Tratamientos superficiales**: diagnóstico en líneas de baño de galvanizado y pintura, con alta saturación de humedad y el calor de las operaciones.

3. Fundamentos del estrés térmico y marco normativo

3.1 Definición y conceptos clave

El estrés térmico se define como la carga neta de calor a la que está expuesta una persona trabajadora. Resulta de la interacción de varias variables como son las condiciones ambientales, la actividad física desarrollada y las características de la ropa o de los equipos de protección utilizados (INSST, 2023b) (Monroy Martí, 2011b).

El concepto de estrés térmico conviene diferenciarlo de la **sobrecarga térmica** que se define como la respuesta fisiológica del organismo ante aquella carga de calor y representa el esfuerzo necesario para mantener la temperatura interna dentro de valores compatibles con la salud. Por ello, una misma situación de trabajo puede afectar de forma distinta a cada persona, especialmente cuando concurren factores individuales o una aclimatación insuficiente. En el entorno laboral, el calor interacciona con la persona trabajadora, por convección, radiación y conducción. El cuerpo regula su temperatura a través de la evaporación del sudor, la respiración y los mecanismos vasculares de termoregulación. Cuando el ambiente, el esfuerzo físico o la ropa reducen la capacidad de disipar ese calor, aumenta el riesgo de **sobrecarga térmica** (INSST, 2023b)(RD 486/1997) (Monroy Martí, 2011b).

3.2 Normativa de referencia

La gestión del riesgo por estrés térmico en el sector industrial y la servindustria del metal no es únicamente una recomendación preventiva, sino una obligación legal fundamentada en el marco normativo de Prevención de Riesgos Laborales (PRL).

La **Ley 31/1995** exige evaluar los riesgos y adoptar medidas preventivas y el **RD 486/1997** regula los límites permisibles de las condiciones ambientales en los lugares de trabajo y establece medidas de protección frente a temperaturas extremas. El **RD-ley 4/2023** refuerza la obligatoriedad de la protección ante fenómenos meteorológicos adversos e indicaciones para avisos naranja o rojo. Como referencia de alerta sanitaria, el **"Plan Nacional de actuaciones preventivas frente al exceso de temperaturas 2026"** organiza las actuaciones según niveles de riesgo y apoya la activación de protocolos empresariales.

Finalmente, en concreto para evaluar el estrés térmico, el INSST recoge métodos técnicos como el **índice WBGT**, descrito en la **UNE-EN ISO 7243:2017**, que debe aplicarse según las condiciones de trabajo y no sustituye la evaluación preventiva completa. Asimismo, para una evaluación más específica, se dispone de la **UNE-EN ISO 8996:2021**, relativa a la determinación de la tasa metabólica como indicador de la carga física de trabajo, y de la **UNE-EN ISO 7933:2023**, que establece el método de cálculo del estrés térmico mediante la estimación de la sobrecarga térmica prevista (PHS). Estas normas permiten complementar la evaluación del riesgo considerando tanto la carga metabólica asociada a la actividad como la respuesta fisiológica prevista del trabajador.

3.3 Síntomas y consecuencias del estrés térmico

La exposición prolongada a condiciones térmicas adversas altera la capacidad del organismo para regular su temperatura interna. Cuando los mecanismos de termorregulación fisiológica se ven superados, se desencadenan efectos que abarcan desde malestares leves hasta patologías de extrema gravedad (EU-OSHA, 2023). La exposición continuada a focos de calor puede incluir a largo plazo otros efectos de mayor gravedad como daño en órganos vitales (riñón, hígado, corazón), fatiga persistente, trastornos del sueño y mayor propensión a lesiones (NIOSH, 2016).

Además de los trastornos mencionados a continuación, en la Tabla 1, la exposición al calor puede generar otros riesgos de seguridad, como, por ejemplo, la presencia de sudor en las manos, que dificulta el agarre seguro de herramientas o su evaporación que, junto a una mayor respiración, empaña las pantallas de protección (Loomis, 2018).

Tabla 1. Principales trastornos por estrés térmico (Fuente: Elaboración propia a partir de bibliografía) (Flouris, 2024) (NIOSH, 2016)

Trastorno	Cuándo se produce	Síntomas principales
Golpe de calor (ictus térmico)	Fallo total del sistema de termorregulación.	Confusión, temperaturas del cuerpo altas, pérdida de conocimiento, convulsiones, piel caliente, seca o con sudoración abundante.
Síncope por calor	Bipedestación prolongada o esfuerzo intenso previo.	Desmayo breve, palidez, visión borrosa.
Rabdomiólisis	Esfuerzo físico prolongado bajo estrés térmico.	Dolor muscular, calambres, debilidad, orina oscura.
Agotamiento por calor	Exposición prolongada con actividad física intensa y reposición inadecuada de líquidos.	Sed intensa, debilidad, cefalea, náuseas, mareo, taquicardia.
Calambres por calor	Esfuerzo y sudoración con pérdida de agua y sales.	Espasmos dolorosos en piernas, brazos o abdomen.
Edema por calor	Falta de aclimatación.	Hinchazón en tobillos y pies.
Erupción por calor	Ambientes húmedos (cabinas de pintura, zonas de lavado de piezas).	Picor, manchas rojas o ampollas en pliegues cutáneos.

4. Proceso de evaluación de riesgo por estrés térmico

La evaluación del riesgo por estrés térmico debe abordarse como un proceso preventivo, sistemático y continuo. De este modo, la gestión del estrés térmico se mantiene actualizada y se integra en la mejora continua de la prevención. A continuación, se muestra la secuencia que se puede llevar a cabo para la **evaluación de riesgos de un puesto por estrés térmico**.

1. Identificación de los puestos, tareas y situaciones de trabajo potencialmente expuestos al calor, para determinar si es necesario profundizar en la evaluación mediante métodos y mediciones aplicables.
2. Evaluación de la exposición y del nivel de riesgo, considerando las condiciones ambientales, la carga física, la ropa de trabajo y los factores individuales.
3. Definición y priorización de las medidas preventivas necesarias, atendiendo a la eliminación o reducción del riesgo en su origen.
4. Implementación de las medidas acordadas, asignando responsables, recursos y plazos, e informando a las personas trabajadoras afectadas.
5. Comprobación periódica de la eficacia de las medidas y actualización de la evaluación cuando cambien las condiciones de trabajo, las tareas, los equipos o la plantilla.

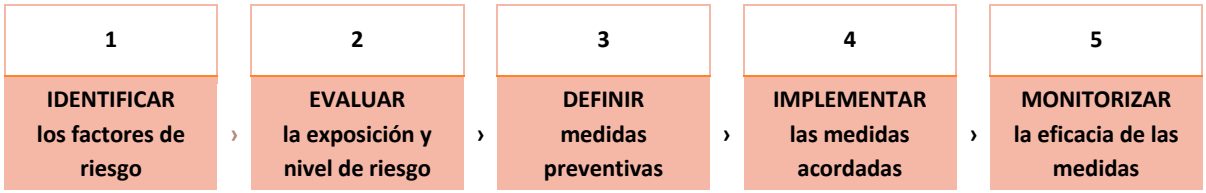


Ilustración 2. Secuencia para llevar a cabo una evaluación de riesgos por estrés térmico

4.1 Identificación de los factores y fuentes influyentes

La evaluación del estrés térmico de un puesto debe partir de la identificación de los puestos, tareas y momentos de trabajo en los que pueda producirse una exposición relevante al calor.

4.1.1 Factores de riesgo

El riesgo por estrés térmico depende de la combinación de las condiciones ambientales, las características del trabajo y la respuesta individual de la persona. Para cada situación deben valorarse conjuntamente todos los factores ya que, para un mismo puesto, pueden aparecer riesgos diferentes según la tarea, la ropa y las características de la persona (Monroy Martí, 2011b).

Condiciones ambientales y del lugar de trabajo

Las condiciones ambientales y del puesto laboral constituyen uno de los factores determinantes en la generación de estrés térmico dentro de los entornos industriales. Estos factores pueden condicionar la capacidad del cuerpo para disipar calor. Por ello, caracterizar estos parámetros resulta adecuado para evaluar los riesgos e implantar medidas preventivas que garanticen la seguridad de la plantilla (RD 486/1997, 1997) (INSST, 2023b)(UNE-EN ISO 7243, 2017).

Tabla 2. Principales factores ambientales que contribuyen al riesgo por estrés térmico

Factor	Descripción breve
Exposición solar	Depende de la duración y la intensidad de la radiación solar recibida por la persona trabajadora e influye añadiendo carga térmica en trabajos exteriores y zonas sin protección al sol.
Temperatura del aire	Refleja el calor del ambiente que rodea a la persona. En los talleres metalúrgicos puede elevarse por la acumulación de calor en naves, la proximidad de procesos calientes y una ventilación insuficiente. Un ambiente caliente dificulta la pérdida de calor corporal y puede aumentar su acumulación.
Radiación térmica	Expresa el intercambio de calor por radiación con superficies, paredes y fuentes de calor, como hornos, crisoles, piezas recién procesadas, tuberías o arcos eléctricos. Puede generar una carga térmica elevada, aunque la temperatura del aire no sea especialmente alta.
Humedad	Se define como la cantidad de vapor de agua que se encuentra presente en el aire. Cuando es elevada condiciona la evaporación del sudor, que es la principal vía de regulación térmica del cuerpo.
Velocidad del aire	Indica la rapidez con la que se desplaza una masa de aire. A determinadas temperaturas puede favorecer la convección y la evaporación, pero con altas temperaturas contribuye al aumento de la sensación térmica y disconfort por corrientes. Además, pero debe controlarse en entornos donde pueden interferir con procesos como la soldadura.

Características de la tarea y de la organización

Por otro lado, **aspectos organizativos** como la falta de pausas en zonas climatizadas, la extensión continuada de la jornada o un ritmo de trabajo elevado reducen la capacidad de recuperación del organismo, incrementando significativamente la vulnerabilidad de la persona trabajadora. Además, la realización de **esfuerzos intensos** incrementa el consumo metabólico y como consecuencia, la producción interna de calor corporal, una situación que puede verse agravada por el uso de equipos de protección individual que limitan la evacuación del calor.

Tabla 3. Factores de la tarea y de la organización que contribuyen al riesgo por estrés térmico

Factor	Descripción breve
Gasto metabólico	Refleja la producción interna de calor generada por la actividad física. En tareas pesadas o de manipulación manual de cargas, incrementa la carga térmica que debe disipar la persona trabajadora.
Tiempo de exposición	Determina la duración durante la cual la persona trabajadora permanece expuesta. La permanencia continuada en ambientes calientes reduce la termorregulación y favorece la acumulación de calor.
Ropa y equipos de protección individual (EPI)	La baja permeabilidad o el grosor de los tejidos ignífugos influyen en el riesgo de estrés térmico ya que pueden dificultar la evaporación del sudor (principal mecanismo del cuerpo para enfriarse) y atrapan el calor corporal.
Pausas y recuperación insuficientes	La falta o la insuficiencia de descansos en zonas adecuadas puede limitar la capacidad del organismo para disipar el calor acumulado y restablecer su equilibrio térmico entre fases de actividad.
Ritmo y distribución de tareas	La secuencia de tareas exigentes o el intercambio entre zonas calientes genera una acumulación de calor. La distribución de las tareas, el ritmo de las mismas y las pausas intermedias deben ser considerados para mantener la exposición de forma continuada.

Factores individuales

Los **factores individuales** completan la fase de identificación del riesgo por estrés térmico, ya que determinan la susceptibilidad de cada persona ante una misma exposición ambiental y laboral. Por ello, se deben considerar estas características personales para adaptar las medidas preventivas individualizadas y proteger a la plantilla más vulnerable.

Tabla 4. Factores individuales que pueden aumentar la susceptibilidad frente al calor.

Factor	Descripción breve
Aclimatación	La falta de adaptación progresiva al calor reduce la tolerancia laboral. Ralentiza la sudoración, aumenta la pérdida de sales e incrementa la frecuencia cardíaca y la temperatura corporal interna.
Hidratación	La falta de líquidos compromete la termorregulación. Reduce el volumen sanguíneo y la sudoración, acelerando la fatiga, el aumento de la temperatura interna y el riesgo de golpe de calor.
Condición física y características corporales	La masa corporal, la edad o una baja forma física modifican la respuesta al esfuerzo.
Estado de salud	Determinadas patologías incrementan la vulnerabilidad, por ejemplo, enfermedades cardiovasculares, respiratorias, renales o diabetes pueden alterar los mecanismos de enfriamiento del organismo.
Medicación	Algunos fármacos afectan a la respuesta termorreguladora del cuerpo humano.
Consumo de alcohol y drogas	Sustancias como el alcohol alteran la regulación térmica. Pueden inhibir la sudoración, acelerar la deshidratación y mermar la percepción del riesgo o los reflejos del trabajador.
Dieta y nutrición	Una nutrición inadecuada dificulta la reposición electrolítica y la digestión. Comidas copiosas cargan el metabolismo, mientras que reponer agua y sales evita calambres y fatiga aguda.

4.1.2 Análisis de los focos de exposición concretos para los puestos críticos del sector metal

En el sector metal, para identificar las situaciones especialmente críticas, es necesario relacionar los puestos y tareas con las fuentes de calor, los tiempos de permanencia y las condiciones en las que se desarrolla el trabajo (Monroy Martí, 2011a) (INSST, 2023b). El **mapeo de focos emisores** debe recoger tanto los focos permanentes como las emisiones intermitentes asociadas a operaciones (ej. carga, apertura de hornos, trasvase, desmoldeo, etc.). La siguiente infografía recoge ejemplos de procesos que requieren especial atención durante la identificación del riesgo:

Fundición y colada	Forja y tratamientos térmicos	Soldadura
		
Focos de exposición		
Radiación de los hornos y exposición a altas temperaturas (crisoles, metal fundido o piezas).	Hornos y piezas calentadas durante la alimentación, descarga y manipulación.	Calor continuado durante la tarea, materiales precalentados y piezas recién trabajadas.
Aspectos a evaluar		
Distancia al foco, duración de las aproximaciones, esfuerzo físico y ropa protectora.	Frecuencia de apertura, permanencia junto a fuentes de calor y esfuerzo de manipulación.	Duración de la tarea, posturas y esfuerzo, ventilación y conjunto de EPI utilizado.
Galvanizado en caliente	**Pintura y tratamientos superficiales**	**Mantenimiento en zonas de calor**
		
Focos de exposición		
Cuba y piezas calentes durante la inmersión, extracción y operaciones próximas al baño.	Baños calientes y equipos de secado y tareas con protección química y respiratoria.	Equipos con calor residual, tuberías y conductos sin aislamiento y superficies calientes.
Aspectos a evaluar		
Tiempo junto a la cuba, distancia, condiciones ambientales y EPI utilizado.	Temperatura, humedad, esfuerzo y tiempo de uso de EPI.	Condiciones durante la intervención, accesibilidad, ventilación, esfuerzo y posturas forzadas.

Ilustración 3. Fuente: elaboración propia a partir de EU-OSHA (2023) y del capítulo «Metalurgia y metalistería» de la Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo de la OIT.

4.2 Evaluación y caracterización objetiva del riesgo de estrés térmico

A partir de la identificación de los riesgos del puesto y los focos relevantes, es posible complementar el análisis con **mediciones objetivas** prestando atención a los momentos de mayor exposición y a las variaciones entre fases del proceso. Estas mediciones ayudarán a seleccionar y priorizar medidas y a comprobar su eficacia (INSST, 2023a).

Cabe destacar que es necesario que las mediciones también se actualicen de manera periódica o cuando cambie el proceso, la organización, las instalaciones, la ropa de protección o las condiciones climáticas que puedan afectar a la exposición. Sus resultados deben traducirse en medidas técnicas, organizativas y de protección adecuadas al riesgo identificado (Ley 31/1995) (RD 486/1997) (UNE-EN ISO 7243, 2017) (INSST, 2023a).

4.2.1 Evaluación de estrés térmico a partir de las condiciones ambientales

Cuando las condiciones ambientales de un puesto de trabajo superan los límites de confort definidos en el RD 486/1997, es técnicamente obligatorio pasar de una evaluación de confort a una evaluación del riesgo de estrés térmico (Fuente: INSST, Guía Técnica de Lugares de Trabajo). El INSST y la Organización Internacional de Normalización (ISO) establecen tres metodologías diferenciadas:

Criterios de humedad relativa y temperatura: en las cabinas de pintura o las líneas de tratamiento superficial, por ejemplo, donde se combinan vapores con temperatura elevada, es especialmente relevante controlar la **humedad relativa**, dado que su exceso reduce la capacidad evaporativa del sudor incluso con temperaturas moderadas. Para evaluar el riesgo, a nivel internacional, puede utilizarse, con carácter orientativo, existe la tabla estandarizada del índice de calor (HI) del NWS la cual es referencial y sus adaptaciones son publicadas por los servicios meteorológicos de cada país. Por ejemplo, en España la publica la **Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)** dentro de sus guías de sensación térmica y prevención de riesgos y está disponible en el **anexo** de este mismo documento.

Evaluación inicial del estrés térmico mediante el índice WBGT: regulada por la norma UNE-EN ISO 7243:2017, este método empírico permite determinar de manera rápida si existe riesgo de estrés térmico. El índice WBGT (temperatura de globo y bulbo húmedo) combina la temperatura natural de bulbo húmedo, la temperatura de globo (calor radiante) y la temperatura del aire. El INSST asocia los límites permisibles al gasto metabólico de la tarea y al grado de aclimatación de la persona trabajadora. Una vez obtenido el valor numérico, este debe compararse con los valores límite establecidos en la ISO 7243:2017, que varían según la tasa metabólica del trabajador (esfuerzo físico: sedentario, ligero, moderado o pesado). Cada nivel tiene un valor de referencia del índice WBGT (UNE-EN ISO 7243, 2017) (INSST, 2023a).

Evaluación de la sobrecarga térmica estimada (índice PHS): En entornos complejos donde el WBGT supera los límites de referencia, la norma UNE-EN ISO 7933:2023 define el método de la sobrecarga térmica estimada (PHS). Este modelo calcula el balance térmico corporal, prediciendo la tasa de sudoración necesaria y el aumento de la temperatura interna en función de seis variables: temperatura del aire, temperatura radiante media, humedad relativa, velocidad del aire, aislamiento térmico del EPI y tasa metabólica del operario (Monroy Martí, 2011a) (UNE-EN ISO 7933, 2023).

4.3 Priorización y definición de las medidas preventivas para el riesgo de estrés térmico

Una vez caracterizada la exposición, deben seleccionarse las actuaciones que permitan eliminar o reducir el riesgo de estrés térmico. Este apartado establece los criterios para decidir dónde actuar primero y concretar medidas aplicables a los procesos del sector metal. Su elección debe responder a las condiciones reales de cada puesto y servir de base para la implantación y el seguimiento descritos en los apartados 4.4 y 4.5.

4.3.1 Priorización de medidas preventivas de actuación

La priorización debe combinar la urgencia de la intervención con la eficacia preventiva de las soluciones. Se atenderán primero las situaciones de mayor riesgo, considerando la intensidad y duración de la exposición, el esfuerzo físico, la ropa y los EPI, las personas especialmente sensibles y las incidencias observadas. La evaluación del apartado 4.2 orientará esta decisión.

Las medidas pueden combinarse desde el inicio. Si una solución definitiva requiere tiempo, se aplicarán controles provisionales suficientes para proteger a las personas; si no puede garantizarse una exposición segura, deberá interrumpirse la tarea afectada. La planificación concretará responsables, recursos y plazos. Los nueve principios de la acción preventiva del artículo 15 de la Ley 31/1995, desarrollados a continuación, orientan todo el proceso y no requieren que la aplicación sea de manera sucesiva:



Ilustración 4. Esquema de los principios de la acción preventiva del artículo 15 de la Ley 31/1995

4.3.2 Definición de medidas preventivas destinadas al sector del metal

En el sector del metal, las medidas preventivas frente al estrés térmico deben adaptarse a las características de cada puesto, proceso y fuente de calor y su selección debe basarse en la evaluación de riesgos. Su objetivo es eliminar o reducir la exposición en origen y, cuando no sea posible, controlar sus efectos mediante medidas técnicas, organizativas y de protección individual.

1. Eliminar el riesgo en origen

La primera opción es suprimir la situación que origina la exposición al calor, siempre que el proceso permita prescindir de ella sin introducir otros riesgos. Por ejemplo:

- **Supresión de operaciones térmicas innecesarias**: eliminar etapas de calentamiento, secado térmico o mantenimiento de piezas a alta temperatura cuando el proceso productivo permita prescindir de ellas, suprimiendo completamente la fuente de calor asociada.
- **Eliminación de permanencias innecesarias**: disponer controles remotos o automatizar operaciones para evitar la presencia habitual de personas junto al horno o la cuba, evaluando también las tareas de ajuste y mantenimiento.

2. Evaluar la exposición al foco

Cuando persista la exposición, la evaluación permitirá determinar su importancia y seleccionar las medidas necesarias. Debe contemplar la situación de trabajo completa, no únicamente la temperatura del foco.

- **Caracterización del puesto**: considerar temperatura, humedad, radiación, movimiento del aire, esfuerzo físico, duración de las tareas, ropa, EPI y aclimatación, aplicando los métodos indicados en el apartado 4.2.
- **Condiciones representativas**: incluir aperturas de hornos, coladas, manipulación de piezas calientes y periodos desfavorables; revisar la evaluación cuando cambien las condiciones o aparezcan incidencias.

3. Combatir los riesgos en origen

Las actuaciones sobre instalaciones y equipos deben reducir la emisión o impedir que el calor y los vapores se dispersen hacia las zonas ocupadas.

- **Captación localizada**: mantener operativos y revisados los sistemas de extracción sobre los puntos de emisión de aire caliente y vapores.
- **Aislamiento térmico**: recubrir conducciones, tuberías y superficies calientes de hornos o cubas con materiales adecuados a las temperaturas y al proceso.
- **Cierre y apagado de equipos**: mantener tapas y compuertas cerradas cuando la operación lo permita y apagar equipos emisores durante la inactividad, siguiendo los procedimientos de seguridad.

4. Adaptar el trabajo a la persona

El diseño del puesto y los métodos de trabajo deben limitar el esfuerzo y ajustarse a las necesidades de las personas, considerando especialmente su susceptibilidad al calor.

- **Ayudas a la manipulación**: utilizar puentes grúa, polipastos, manipuladores o mesas elevadoras para reducir el esfuerzo al mover moldes, matrices y chapas.
- **Adaptación de tareas y ritmos**: ajustar la carga física, los tiempos de exposición y la recuperación según la evaluación, evitando que los objetivos de producción impidan aplicar las medidas.
- **Protección de personas especialmente sensibles**: establecer adaptaciones a partir de las conclusiones preventivas de la vigilancia de la salud, preservando la confidencialidad de los datos médicos.

5. Conocer la evolución de la técnica

La revisión de equipos y procesos debe incorporar las mejoras disponibles que permitan reducir la exposición o el esfuerzo, comprobando su eficacia antes de generalizar su uso.

- **Mejoras de proceso**: valorar la mecanización o robotización de operaciones repetitivas, el control remoto y soluciones de aislamiento o refrigeración más eficaces.
- **Selección y comprobación**: ensayar las mejoras en condiciones representativas y verificar que no generan nuevos riesgos ni comprometen la calidad del proceso.

6. Sustituir lo peligroso por alternativas de menor riesgo

Cuando no sea posible eliminar una operación, se estudiará su sustitución por otra que reduzca la carga térmica y mantenga la seguridad global del proceso.

- **Alternativas de proceso**: valorar técnicas de unión, secado o tratamiento que requieran menor aporte térmico cuando sean técnicamente adecuadas.
- **Selección de equipos**: comparar soluciones que emitan menos calor al entorno o permitan trabajar a mayor distancia del foco, evaluando conjuntamente los riesgos térmicos, químicos y mecánicos.

7. Planificar la prevención

Las actuaciones técnicas, organizativas y de protección de la salud deben integrarse en una planificación coherente, con responsables, medios, plazos y criterios de activación. No deben aplazarse las medidas inmediatas mientras se ejecutan las mejoras de las instalaciones.

- **Horarios y distribución de tareas**: programar las operaciones más exigentes en los periodos de menor exposición, teniendo en cuenta tanto el ambiente como los ciclos de producción.

- **Aclimatación**: prever una incorporación progresiva al calor para nuevas incorporaciones y reincorporaciones tras ausencias prolongadas.
- **Pausas y rotaciones**: definir ciclos de trabajo y recuperación según ambiente, esfuerzo, ropa y aclimatación; alternar únicamente con tareas que reduzcan realmente la exposición.
- **Hidratación**: facilitar agua potable fresca, gratuita y próxima al puesto, promover su consumo frecuente en pequeñas cantidades y prever las necesidades de reposición de electrolitos según las condiciones de trabajo.
- **Coordinación y respuesta**: prever episodios de calor, mantenimiento, contratas, trabajo en solitario y actuación ante malestar, enlazando con el procedimiento del apartado 4.4.

8. Anteponer la protección colectiva a la individual

Las soluciones que protegen al conjunto de personas expuestas deben tener prioridad. Los EPI complementan estas medidas cuando el riesgo no se ha podido evitar o limitar suficientemente (EU-OSHA, 2023).

- **Pantallas y separación**: interponer barreras adecuadas entre hornos, crisoles o piezas calientes y los puestos, y separar las áreas de enfriamiento de las zonas de paso y trabajo.
- **Ventilación y acondicionamiento**: renovar o enfriar el aire según las necesidades del puesto. El uso de ventiladores debe evaluarse en función de las condiciones térmicas y ser compatible con la captación de contaminantes o gases que intervienen en el proceso, sin comprometer la seguridad.
- **Zonas de recuperación**: habilitar espacios frescos, protegidos de la radiación y accesibles, con agua y medios de descanso, que permitan una recuperación efectiva.
- **Indumentaria y EPI**: seleccionar equipos adecuados a los riesgos del puesto y con la menor carga térmica compatible con la protección exigida. No se retirarán prendas necesarias para trabajar en zonas de riesgo.
- **Equipos de refrigeración personal**: valorar chalecos o equipos asistidos únicamente tras comprobar su compatibilidad con el resto de EPI y con el proceso; ajustar los tiempos de exposición cuando el conjunto dificulte la disipación del calor.

9. Dar instrucciones a la plantilla

Las personas expuestas y sus mandos deben recibir información y formación comprensible, específica del puesto y aplicable durante el trabajo. Las instrucciones deben facilitar el reconocimiento del riesgo y la actuación temprana.

- **Pautas del puesto**: explicar las medidas técnicas, los tiempos de exposición y descanso, la hidratación, el uso de EPI y las condiciones que requieren detener o adaptar la tarea.
- **Aviso y emergencia**: indicar cómo reconocer y comunicar síntomas propios o de compañeros, a quién avisar y cómo activar la ayuda y el procedimiento de emergencia del apartado 4.4.
- **Comprobación de la comprensión**: realizar explicaciones prácticas, facilitar instrucciones accesibles y reforzarlas cuando cambien las tareas, los equipos o las condiciones de exposición.

4.4 Implementación de medidas acordadas

La empresa debe disponer de un procedimiento que permita anticipar el incremento de la exposición térmica y adaptar las condiciones de trabajo. Esta planificación debe abarcar tanto los trabajos exteriores como los interiores con fuentes de calor, donde el aumento de la temperatura exterior puede agravar la exposición y reducir la capacidad de recuperación (EU-OSHA, 2023) (NIOSH, 2026). El procedimiento debe incluir:

Asignación de responsabilidades, recursos y plazos

Cada medida debe tener una persona responsable de su ejecución y una fecha prevista de implantación. Asimismo, deben identificarse los recursos necesarios y establecerse un criterio de prioridad en función del nivel de riesgo, el número de personas expuestas y la viabilidad de la actuación.

Planificación de la implantación y priorización de actuaciones

Las actuaciones dirigidas a eliminar o reducir el riesgo en origen deben abordarse con carácter preferente. Cuando su implantación requiera un plazo mayor, deberán aplicarse medidas provisionales que permitan controlar la exposición mientras se ejecuta la solución definitiva.

Información, comunicación y formación de las personas trabajadoras

Las personas expuestas y sus mandos deben conocer los riesgos del puesto, las medidas establecidas, las pautas de hidratación y descanso, el uso correcto de los equipos y el procedimiento de aviso ante malestar. La formación debe ser comprensible, práctica y adaptada a las tareas desarrolladas.

Adaptación de procedimientos y organización del trabajo

Los procedimientos de trabajo deben integrar las medidas acordadas, entre ellas: distribución de tareas, tiempos de exposición, pausas, rotación, aclimatación, horarios, supervisión y limitaciones de determinadas operaciones. La planificación debe considerar también los cambios previstos en la producción, el mantenimiento o el uso de equipos de protección.

Disponibilidad y uso de equipos, medios de protección e hidratación

La empresa debe garantizar la disponibilidad, conservación y utilización de los medios definidos, como: ventilación o enfriamiento, zonas de recuperación, agua fresca, equipos de protección y medios de comunicación. Su entrega no sustituye las medidas colectivas y organizativas, que deben tener carácter prioritario.

Planificación ante episodios de calor

Con la finalidad de protocolizar la activación de las medidas definidas, los **avisos de AEMET** permiten anticipar situaciones desfavorables, pero no sustituyen la comprobación de la exposición real ni constituyen el único motivo para intervenir. Por ejemplo, en los trabajos al aire libre y lugares que, por su actividad, no puedan quedar cerrados, el RD 486/1997, 1997 exige medidas derivadas de la evaluación. Ante avisos naranja o rojo, cuando esas medidas no garanticen la protección, es obligatoria la adaptación de las condiciones, incluida la reducción o modificación de las horas de trabajo.

Reconocimiento de síntomas y actuación ante una emergencia

En el apartado 3.3 de Síntomas y consecuencias del estrés térmico se han definido los síntomas y las principales patologías asociadas, pero es importante conocer cómo se debe actuar ante cada síntoma.

La formación debe permitir reconocer las señales tanto en uno mismo como en los compañeros, ya que una alteración del estado mental puede dificultar que la persona afectada identifique el estado propio (EU-OSHA, 2023) (NIOSH, 2026). Generalmente, las actuaciones iniciales son:

1. **Asegurar la zona.** Interrumpir la operación sin exponer a la persona afectada ni a quienes prestan ayuda. La retirada de EPI y el enfriamiento deben realizarse evitando nuevos riesgos.
2. **Avisar al 112.** En casos de síntomas anómalos, se debe comunicar de manera inmediata a los servicios de emergencia para facilitar la ubicación, acceso, síntomas, estado de conciencia y exposición al calor. Esta medida se debe coordinar en paralelo al resto de medidas de actuación.
3. **Comenzar el enfriamiento.** Trasladar a una zona fresca, retirar ropa exterior innecesaria, mojar la piel con pequeñas aplicaciones y favorecer la circulación de aire.
4. **Mantener acompañamiento y vigilancia.** Comprobar conciencia y respiración. Si está inconsciente, pero respira normalmente, colocarla en posición lateral de seguridad cuando proceda. Si no respira normalmente, iniciar reanimación siguiendo las instrucciones del 112.
5. **Evitar la administración inadecuada de líquidos.** No dar bebida si existe alteración de conciencia o dificultad para tragar. En cuadros sin alteración neurológica, ofrecer pequeños sorbos de agua únicamente si la persona puede beber con seguridad.
6. **Restablecimiento de la actividad.** Si se trata de episodios acotados, tras el incidente, se deben revisar las condiciones de exposición y las medidas preventivas antes de restablecer la actividad.

Tabla 5. Actuaciones inmediatas adecuadas para cada uno de los síntomas más comunes

Señales observadas	Actuación requerida
Debilidad, cefalea, mareo, náuseas o sudoración intensa.	Detener la tarea, retirar de la exposición a la fuente de calor, iniciar enfriamiento y obtener valoración sanitaria. No se debe reincorporar a la tarea hasta recuperación y valoración.
Dolor muscular intenso, debilidad marcada u orina muy oscura después del esfuerzo.	Suspender la actividad y solicitar atención médica inmediata.
Confusión, conducta anormal, dificultad para hablar, convulsiones o pérdida de conciencia.	Llamar al 112 e iniciar enfriamiento inmediato, progresivo con los medios disponibles, manteniendo la vigilancia y siguiendo las indicaciones de emergencias. Es importante no administrar líquidos sin valoración profesional.

4.5 Monitorización de la eficacia de las medidas y mejora continua

El seguimiento permite comprobar que las medidas implantadas se aplican realmente y que reducen la exposición y los efectos sobre la salud. No debe limitarse a verificar su existencia: ha de valorar su adecuación a las condiciones reales del puesto y la percepción de las personas trabajadoras.

Comprobación periódica de las medidas

La empresa debe establecer revisiones periódicas durante los periodos de mayor exposición y cuando se activen medidas específicas. Estas comprobaciones pueden incluir la observación de las tareas, la revisión de las pausas y la hidratación, el estado de los equipos, las condiciones ambientales y la aplicación de los procedimientos por parte de mandos y personal.

Indicadores de seguimiento

Los indicadores de seguimiento permiten conocer si los protocolos se aplican conforme a lo establecido a partir de las evaluaciones y la posibilidad de aparición de riesgos no contemplados hasta el momento. Deben ser sencillos, medibles y adecuados a las características de cada centro y puesto de trabajo.

Tabla 6. Ejemplos de indicadores de seguimiento

Aspecto a comprobar	Ejemplos de indicadores
Aplicación de medidas	Cambios de horario o tarea, pausas realizadas y duración, disponibilidad de agua y zonas de recuperación.
Condiciones de exposición	Evolución de temperatura, humedad, radiación, ventilación, carga física y uso de EPI.
Incidencias y salud	Avisos por malestar, síntomas, absentismos o bajas, comunicaciones de plantilla, etc.
Adecuación del procedimiento	Dificultades de aplicación, recursos insuficientes, tareas no previstas o incumplimientos detectados.

Revisión y actualización cuando se producen cambios

La evaluación y las medidas deben revisarse, además, cuando se produzcan cambios relevantes en el proceso, las tareas, los equipos, los EPI, la organización del trabajo o la plantilla; tras un incidente o la aparición de síntomas; y cuando el seguimiento evidencie que las medidas no son suficientes. La revisión debe concretar las mejoras necesarias, asignar responsables y dejar constancia de las actuaciones realizadas.

Registro y participación

El registro de las comprobaciones, incidencias y mejoras facilita la trazabilidad del proceso y permite identificar tendencias. La consulta a las personas trabajadoras y a sus representantes aporta información esencial sobre las dificultades reales de aplicación y debe utilizarse para mejorar las medidas preventivas.

5. Aplicación práctica en puestos estudiados

La aplicación práctica se desarrolla a partir del estudio de campo realizado mediante visitas a empresas del sector metal, donde se observaron distintos procesos y tareas con posible exposición al calor. A partir de esta información, se describen puestos representativos, sus principales fuentes de calor y las condiciones de exposición, y se proponen medidas preventivas específicas para cada caso. El análisis se complementa con dos termografías ilustrativas que ayudan a visualizar la distribución del calor y los focos de emisión en los procesos estudiados.

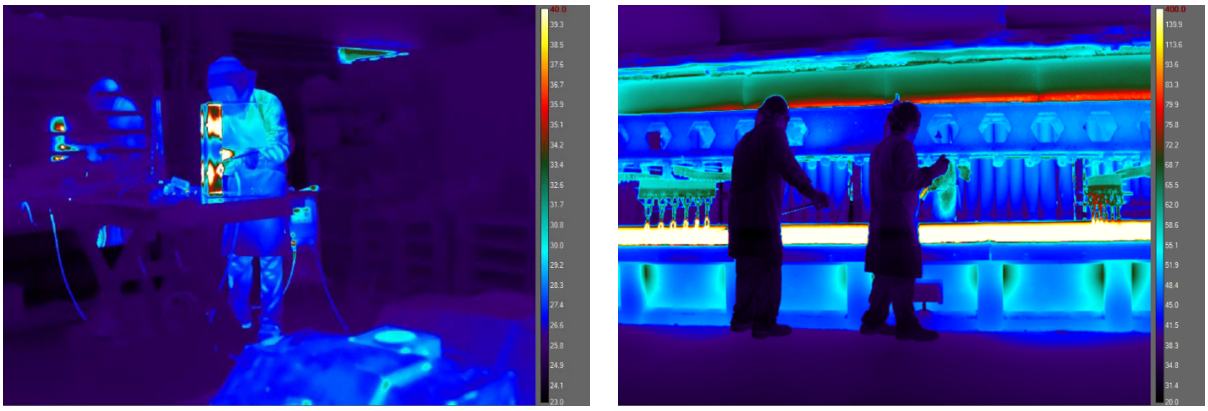


Ilustración 5. Termografías ilustrativas de los puestos de soldadura y galvanizado en caliente; la escala no representa la temperatura del aire ni sustituye la evaluación del estrés térmico. Escala en °C.
Fuente: Estudio de campo

5.1 Recomendaciones generales para el sector

Las medidas deben integrarse en la evaluación de riesgos y aplicarse primero sobre las fuentes de calor y el ambiente. La organización del trabajo, la hidratación, la aclimatación y los equipos de protección complementan las medidas colectivas, pero no las sustituyen. A continuación, se muestran aquellas medidas transversales que es posible aplicar para los puestos de mayor exposición al calor dentro del sector metalúrgico.

Organizar el trabajo para limitar la exposición, programando las tareas más exigentes en las horas más favorables, reduciendo la intensidad o duración del trabajo, estableciendo rotaciones y facilitando pausas frecuentes y cortas en zonas frescas, ventiladas o climatizadas. Siempre que sea posible, se debe permitir adaptar el ritmo de trabajo.

Garantizar la hidratación, mediante agua potable próxima a los puestos y disponible durante toda la jornada. Como referencia, el INSST recomienda suministrarla a una temperatura aproximada de **10 a 15 °C** y fomentar la ingesta frecuente de pequeñas cantidades.

Planificar la aclimatación de las personas que se incorporan a puestos calurosos o regresan tras ausencias prolongadas.

Proteger a las personas especialmente sensibles, mediante la vigilancia de la salud específica y la adaptación del puesto cuando sea necesario. Deben considerarse, entre otros factores, situaciones que puedan afectar a la termorregulación, como determinados medicamentos, la falta de aclimatación o ante antecedentes de problemas relacionados con el calor.

Disponer de un plan ante episodios de calor, con responsables, criterios de activación y medidas concretas. En trabajos al aire libre o que no puedan cerrarse, las medidas deben derivar de la evaluación de riesgos. Si existe aviso naranja o rojo, por fenómenos meteorológicos adversos, y las medidas previstas no garantizan la protección, será obligatorio adaptar las condiciones de trabajo, incluida la reducción o modificación del horario (RD-ley 4/2023).

Formar e informar a mandos y personas trabajadoras sobre factores de riesgo, hidratación, pausas, uso de equipos, síntomas de sobrecarga térmica y pautas de actuación. Debe evitarse, en lo posible, el trabajo en solitario cuando exista exposición significativa.

Comprobar y mejorar las medidas mediante inspecciones, seguimiento de pausas e hidratación, registro de incidencias, consulta a las personas trabajadoras y revisión de las medidas tras cada episodio de calor o incidente relacionado.

Escoger EPI adecuados, priorizando, entre las opciones que proporcionen la protección necesaria, aquellas que dificulten en menor medida la disipación del calor corporal. Cuando sea compatible con los riesgos del puesto, valorar el uso de prendas por capas que permitan adaptar la vestimenta a las distintas tareas y zonas de trabajo, sin comprometer la protección requerida.

5.2 Fichas de puestos y tareas

Procesos en caliente (Operario de fundición)



Puesto dedicado a la fusión, colada y moldeo de metales en hornos de inducción, cubilote o arco eléctrico. Las principales tareas son la carga y fusión del material en el horno, extracción y transporte de la colada en cucharas o cucharones o el vertido del metal fundido en moldes y desmoldeo de piezas aún calientes.

Focos de emisión y factores de riesgo

Exposición a radiación infrarroja elevada

El personal trabaja en las proximidades de focos de radiación infrarroja de alta intensidad, manipulando crisoles, cucharas de colada y moldes durante ciclos de trabajo continuos.

Calor radiante extremo

Emitido por el horno, la colada y las piezas recién moldeadas; el índice WBGT en zonas próximas al horno puede superar ampliamente los límites de referencia de la norma UNE-EN ISO 7243.

Calor metabólico elevado

Derivado del transporte manual de cucharas y moldes pesados.

Restricción del EPI

Determinados conjuntos de protección pueden dificultar la disipación del calor corporal. Por ejemplo, mandiles, polainas y guantes ignífugos, imprescindibles frente a proyecciones de metal fundido.

Recomendaciones preventivas específicas del puesto

MEDIDAS ORGANIZATIVAS Y DE PLANIFICACIÓN

Establecer rotación de puestos entre la boca del horno y tareas de menor exigencia térmica (control, verificación de calidad).

Preparar moldes, herramientas y recorrido de la cuchara antes de abrir el horno, y mantener fuera de la zona caliente al personal que no participe en la operación.

VENTILACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL PUESTO

Instalación de climatizadores portátiles, pingüinos o ventiladores industriales de apoyo.

Refuerzo de la extracción de humos al caudal operativo para forzar la renovación del aire.

Definir el punto de control detrás de la pantalla reflectante y fuera de la línea directa de radiación del horno y la cuchara.

MEDIDAS TÉCNICAS

Instalar pantallas de radiación reflectantes o refractarias entre el horno/colada y el puesto habitual del operario.

Mecanizar el transporte de cucharas y moldes mediante puentes grúa, manipuladores o mesas elevadoras para reducir el calor metabólico generado por el esfuerzo manual.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Indicar ropa de fundición para calor radiante y salpicaduras de metal, con protección de cara y cuello, guantes, polainas y calzado adecuados.

Procesos de transformación (Soldador)



Puesto dedicado a la unión de piezas metálicas mediante soldadura por arco eléctrico (MIG/MAG, TIG, electrodo revestido).

Las principales tareas son la preparación y puntea-do de piezas, soldadura y acabado de cordones de soldadura.

Focos de emisión y factores de riesgo

Restricción evaporativa por EPI específicos

El personal trabaja con EPI completos (careta, mandil, guantes de cuero, polainas), que pueden dificultar la evaporación del sudor al ser ignífugos.

Calor radiante localizado

Procedente del arco eléctrico, la pieza soldada y en algunos casos, de la proximidad a hornos o líneas de tratamiento térmico adyacentes.

Compatibilidad con la captación de humos

La ventilación localizada instalada para extraer humos de soldadura no debe interferir con la cortina de gas de protección (argón, CO_2), lo que limita las soluciones de ventilación directa sobre el operario.

Recomendaciones preventivas específicas del puesto

MEDIDAS ORGANIZATIVAS Y DE PLANIFICACIÓN

Establecer rotación entre tareas de soldadura con tareas de menor exigencia térmica (preparación de piezas, control dimensional).

Complementar la ingesta hídrica con bebidas de reposición electrolítica en jornadas de sudoración profusa.

Limitar el tiempo continuado de uso del EPI de alta estanqueidad, alternando con pausas en zona climatizada.

VENTILACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL PUESTO

Dimensionar la extracción localizada de humos de forma compatible con la cortina de gas de protección, evitando defectos en la unión soldada.

Aislar hornos, piezas calientes, conducciones y otros equipos que incrementen la temperatura del entorno del soldador.

Instalar barreras resistentes al calor entre el soldador y los focos de radiación térmica próximos, sin comprometer la seguridad del proceso.

MEDIDAS TÉCNICAS

Implantar soldadura robotizada o mecanizada en operaciones repetitivas para evitar la permanencia del trabajador junto al foco térmico.

Utilizar antorchas refrigeradas por agua y sistemas de refrigeración adecuados para limitar el calentamiento de los componentes manipulados.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Seleccionar tejidos técnicos ignífugos y alta permeabilidad al aire, evitando capas o prendas ajustadas innecesarias, sin reducir la protección.

Evaluar el uso de pantallas de soldar con refrigeración por convección forzada o chalecos refrigerantes (de gel o aire comprimido) bajo el EPI de protección.

Tratamientos superficiales (Operario de galvanizado)



Puesto dedicado a la preparación de superficies y procesos de galvanizado en caliente (inmersión en baños de zinc fundido) o electrolítico. Las principales tareas comprenden la preparación y desengrasado de piezas previos al recubrimiento, el remado de los baños, la inmersión de piezas en cubas de galvanizado en caliente (450-460 °C) o el secado/curado en horno.

Focos de emisión y factores de riesgo

Calor ambiental e irradiado extremo

Procedente de la cuba de galvanizado en caliente (que opera a temperaturas próximas a los 450 °C) y de los hornos de secado/curado de pintura.

Humedad relativa elevada

El personal puede trabajar en cabinas de pintura con disolventes y en líneas de baños químicos y térmicos con alta generación de vapor y humedad.

Exposición combinada con agentes químicos

Generada por los baños de decapado, fosfatado y enjuague, que dificulta la disipación del calor corporal por sudoración.

EPI específicos

La necesidad de EPI de protección química (buzos, guantes, máscaras) añade una restricción adicional a la evaporación cutánea.

Recomendaciones preventivas específicas del puesto

MEDIDAS ORGANIZATIVAS Y DE PLANIFICACIÓN

Establecer rotación de puestos entre la línea de inmersión y tareas de menor exigencia térmica (embalaje, control de calidad).

Permitir la recuperación de la persona trabajadora alejándose del foco entre partidas.

Complementar la ingesta hídrica con bebidas de reposición electrolítica en jornadas de sudoración profusa.

VENTILACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DEL PUESTO

Mantener operativos y revisados los sistemas de extracción localizada sobre las cubas de galvanizado y las cabinas de pintura, evitando la dispersión de calor y vapores al ambiente general.

Instalación de climatizadores industriales de apoyo en zonas donde no interfiera con el proceso y refuerzo de la extracción de humos para forzar la renovación del aire.

MEDIDAS TÉCNICAS

Instalar una cabina aislante móvil alrededor de la cuba, con paneles que desciendan durante la inmersión y se eleven para la entrada y salida de la carga.

Operar desde un puesto protegido y alejado de la radiación directa.

MEDIDAS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Evaluar el uso de EPI con mayor transpirabilidad compatible con la normativa de protección frente a salpicaduras.

6. Bibliografía

Asociación Española de Normalización. (2022). *UNE-EN ISO 8996:2021. Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2021).* Asociación Española de Normalización. Obtenido de https://tienda.aenor.com/web/tienda/p/norma-une-en-iso-8996-2021-no068063

Chau, N. et al. (2009). *Relationships between some individual characteristics and occupational accidents in the construction and food sectors.* International Archives of Occupational and Environmental Health, 82(4), 453-466.

España. Jefatura del Estado. (8 de Noviembre de 1995). *Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.* (d. 1. BOE núm. 269, Ed.) Obtenido de Boletín Oficial del Estado: https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con

España. Jefatura del Estado. (12 de Mayo de 2023). *Real Decreto-ley 4/2023, de 11 de mayo, por el que se adoptan medidas urgentes en materia agraria y de aguas en respuesta a la sequía y al agravamiento de las condiciones del sector primario.* Obtenido de Boletín Oficial del Estado: https://www.boe.es/eli/es/rdl/2023/05/11/4/con

EU-OSHA. (2023). *Heat at work – Guidance for workplaces.* Obtenido de https://osha.europa.eu/en/publications/heat-work-guidance-workplaces

Flouris, A. A. (2024). *Heat at work: Implications for safety and health. A global review of the science, policy and practice.* Ginebra, Suiza: Organización Internacional del Trabajo (OIT / ILO).

INSST. (2023a). Evaluación del riesgo de estrés térmico: Índice WBGT (Nota Técnica de Prevención NTP 1189).

INSST. (2023b). *Prevención de riesgos laborales ante temperaturas extremas en entornos industriales.* Ministerio de Trabajo y Economía Social.

INSST. (2026). El INSST y la AEMET presentan un proyecto para prevenir los riesgos por altas temperaturas en los trabajos al aire libre. *Nota de Prensa.* Obtenido de https://www.insst.es/documents/94886/10541623/13_05_2026_NP.+El+INSST+y+la+AEMET+presentan+un+proyecto+para+prevenir+los+riesgos+por+altas+temperaturas+en+los+trabajos+al+aire+libre.pdf

ISGlobal. (2021). *El aumento de las temperaturas incrementa los accidentes laborales: Análisis del impacto del calor en la siniestralidad.* Instituto de Salud Global de Barcelona.

Loomis, D. et al. (2018). *The assessment of occupational exposure to heat and its effects on health.* Environmental Research, 161, 416-424.

Ministerio de Trabajo y Economía Social. (2025). Estadística de accidentes de trabajo: Año 2024. Obtenido de https://www.mites.gob.es/estadisticas/eat/eat24/TABLAS%20ESTADISTICAS/ATR_2024_D.pdf

Monroy Martí, E. et al. (2011a). *NTP 922: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (I).*

Monroy Martí, E. et al. (2011b). NTP 923: Estrés térmico y sobrecarga térmica: evaluación de los riesgos (II). *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo.*

NIOSH. (2016). *Criteria for a Recommended Standard: Occupational Exposure to Heat and Hot Environments.* DHHS (NIOSH) Publication No. 2016-106.

NIOSH. (2026). Heat-related illnesses. *Centers for Disease Control and Prevention.* Obtenido de https://www.cdc.gov/niosh/heat-stress/about/illnesses.html

Olavarrieta del Castillo, J. (2011). Riesgos higiénicos existentes en las operaciones de soldadura con arco eléctrico. 97. Obtenido de https://interactivopepis.cantabria.es/Operaciones_de_Soldadura/98/

RD 486/1997. (1997). *Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo en España.* (Vols. núm. 97, de 23 de abril de 1997). Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales.

UNE-EN ISO 7243. (2017). *Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés térmico utilizando el índice WBGT.* Madrid: AENOR.

UNE-EN ISO 7730. (2025). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD.* Madrid: AENOR.

UNE-EN ISO 7933. (2023). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada.* Madrid: AENOR.

Varghese, B. M. (2018). Are workers at risk of occupational injuries due to heat exposure? A systematic review and meta-analysis. *Safety Science,* 110, 380-392. doi:10.1016/j.ssci.2018.04.027

Anexo. Tabla de índice de calor (HI)

Tabla 7. Tabla de índice de calor (HI) basada en temperatura y humedad. (Fuente: ISGlobal. (2022). Calculadora del Índice de Calor)

Temperatura del aire (°C) \ Humedad Relativa (%)	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
24	23	24	24	24	24	25	25	25	25	25	26	26
25	25	25	25	25	25	26	26	26	27	27	27	28
26	26	26	26	26	27	27	27	28	28	29	29	30
27	27	27	27	28	28	29	29	30	30	31	31	32
28	28	28	29	29	30	30	31	32	32	33	34	36
29	29	30	30	31	31	32	33	34	35	36	39	48
30	31	31	32	32	33	34	35	36	38	43	53	60
31	32	33	33	34	35	36	38	39	47	57	61	63
32	33	34	35	36	38	39	41	50	59	62	64	67
33	35	36	37	39	40	42	53	60	63	65	68	71
34	37	38	40	41	43	54	61	63	66	69	72	74
35	39	40	42	44	55	61	64	67	70	73	76	78
36	41	43	45	55	61	64	67	70	73	77	80	83
37	43	45	54	61	64	68	71	74	77	80	84	87
38	46	51	61	64	68	71	74	78	81	85	88	91
39	49	60	64	67	71	75	78	82	85	89	92	95
40	59	63	67	71	74	78	82	86	89	93	96	100
41	62	66	70	74	78	82	86	90	93	97	101	105
42	65	69	73	78	82	86	90	94	98	102	105	109
43	68	72	77	81	85	90	94	98	102	106	110	114
44	71	76	80	85	89	94	98	102	107	111	115	119
45	74	79	84	89	93	98	102	107	111	116	120	124
46	77	82	87	92	97	102	107	111	116	120	125	129
47	81	86	91	96	101	106	111	116	121	125	130	134
48	84	90	95	100	105	111	116	121	126	130	135	140
49	87	93	99	104	110	115	120	125	131	135	140	145
50	91	97	103	109	114	120	125	130	136	141	146	151
51	95	101	107	113	119	124	130	135	141	146	151	156

Los resultados de carácter orientativo y analizados para condiciones de sombra y poco viento, respecto al nivel de riesgo son:

ADVERTENCIA	ÍNDICE DE CALOR (HI)	IMPACTO EN SALUD
Seguro	≤ 26	No se esperan efectos adversos debidos al calor.
Precaución	27 - 32	Fatiga posible con exposición prolongada y/o actividad física.
Precaución extrema	33 - 40	Posible golpe de calor, calambres o agotamiento por calor con exposición prolongada y/o actividad física.
Peligro	41 - 51	Calambres o agotamiento por calor probables y golpe de calor posible con exposición prolongada y/o actividad física.
Peligro extremo	52 - 92	Golpe de calor altamente probable.
Fuera del umbral admisible	≥ 93	Valores más allá de la resistencia humana al calor.

Proyecto/acción (TRCOIN/2026/23) apoyado/a por la **Vicepresidencia Primera y Conselleria de Vivienda, Empleo, Juventud e Igualdad** en el marco de las subvenciones en materia de colaboración institucional, a través de acciones sectoriales e intersectoriales mediante programas o actuaciones en materia de prevención de riesgos laborales en la Comunitat Valenciana para el ejercicio 2026.



GENERALITAT VALENCIANA
Vicepresidencia Primera y Conselleria de Vivienda, Empleo, Juventud e Igualdad

FEMEVAL

Con la colaboración de:

IBV INSTITUTO DE BIOMECÁNICA DE VALENCIA