

# Apuntes técnicos del Invassat

20/3. Evaluación del riesgo de estrés térmico

AT-200302

J. Alberto Ortega Galacho

**INVASSAT**

# Evaluación del riesgo de estrés térmico

J. Alberto Ortega Galacho



GENERALITAT  
VALENCIANA

**INVASSAT**

Institut Valencià de  
Seguretat i Salut en el Treball

Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

2020

**Título:** *Evaluación del riesgo de estrés térmico*

**Autor:** J. Alberto Ortega Galacho. Servicio de Asistencia. Centro Territorial de Alicante. INVASSAT

**Edición:** julio de 2020

**Serie:** Apuntes Técnicos; AT-200302

**Edita:** Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball (INVASSAT). [www.invassat.gva.es](http://www.invassat.gva.es)

**Para citar este documento**

ORTEGA GALACHO, J. Alberto. *Evaluación del riesgo de estrés térmico* [en línea]. Burjassot: Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball, 2020. 21 p. [Consulta: dd.mm.aaaa]. Disponible en XXXX. (Apuntes técnicos; AT-200302)

## CONTENIDO

Introducción, 3. – Estrés térmico, sobrecarga térmica y efectos sobre la salud, 3. – Evaluación del riesgo de estrés térmico, 5. – Medidas preventivas, 11. – Referencias técnicas y normativas, 15. – Anexo caso práctico, 17

## RESUMEN

El objetivo de este apunte técnico es facilitar la tarea de evaluación del riesgo de estrés térmico y la adopción de medidas preventivas. Con dicho fin se ha sintetizado la información disponible de mayor relevancia, centrándose el documento en la identificación del riesgo, la selección del método de evaluación más adecuado y la propuesta de medidas preventivas. Con el fin de facilitar la comprensión del documento se han incluido algunos ejemplos a título orientativo. Procede advertir al lector que el carácter del presente apunte técnico es puramente ilustrativo y no exhaustivo.

## Introducción

---

El riesgo de estrés térmico está presente en la práctica totalidad de los sectores de actividad de nuestra Comunidad, desde la agricultura a la hostelería, pasando por el transporte, la construcción o la industria. Sin embargo, los resultados obtenidos en las diferentes actuaciones de comprobación de los organismos públicos competentes en prevención de riesgos laborales, muestran que existen deficiencias importantes en cuanto a su evaluación. Por poner algunos ejemplos, el último informe disponible del INVASSAT de diciembre de 2018 sobre *Resultados de las encuestas de valoración del sistema de PRL en las empresas de mayor siniestralidad laboral de la Comunitat Valenciana* (Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball [INVASSAT], 2018) refiere que el 55,97 % de las empresas no había contemplado adecuadamente los contaminantes físicos (entre los que se encuentra el estrés térmico) dentro del apartado de riesgos higiénicos de la evaluación de riesgos. Conclusiones similares se obtienen en el informe del Instituto Regional de Seguridad y Salud de Murcia de marzo de 2012 (Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia, 2012), en el que se indica que el 51.06 % de las empresas analizadas de diferentes sectores no había realizado una evaluación específica del riesgo de estrés térmico.

Por último, debe señalarse que, en la situación de cambio climático actual, es lógico pensar que este riesgo tendrá un peso cada vez mayor en la siniestralidad de las empresas tanto directamente (aumento de los accidentes por golpe de calor), como indirectamente (aumento del número de accidentes durante épocas de altas temperaturas). De hecho, esa es la tendencia que se observa al comparar los datos de temperatura media y siniestralidad asociada al estrés térmico de los últimos 10 años en la Comunidad Valenciana. En concreto, al analizar los accidentes reportados al Sistema Delt@ por calor e insolación durante el período 2009-2019, se constata que aquellos años en los que el verano ha sido muy cálido (2009, 2012, 2015, 2017, 2018 y 2019) (Agencia Estatal de Meteorología [AEMET], 2019) presentan de 4 a 8 veces más accidentes por calor e insolación que los veranos cálidos o normales (2010, 2011, 2014 y 2016).

## 2. ESTRÉS TÉRMICO, SOBRECARGA TÉRMICA Y EFECTOS SOBRE LA SALUD

---

El estrés térmico se define como la carga neta de calor a la que está expuesto el personal como resultado de su actividad laboral en un ambiente concreto. Las metodologías empleadas para la valoración del estrés térmico se basan en un balance energético del cuerpo humano. En términos generales, se considera que el calor acumulado por el cuerpo depende del calor generado por la actividad física realizada y el calor intercambiado con el ambiente. A su vez, el calor intercambiado con el ambiente dependerá, tanto de la ropa que lleve el trabajador, como de las condiciones del entorno de trabajo (principalmente temperatura, humedad y velocidad del aire, y fuentes de calor radiante presentes). Además, debe señalarse que el principal mecanismo de enfriamiento del cuerpo, junto con el aumento del flujo sanguíneo hacia la piel, es la sudoración. Siendo precisos, el enfriamiento se produce fundamentalmente al evaporarse el sudor de la piel y pasar éste al ambiente. Por esta razón, una de las principales cuestiones a tener en cuenta en la evaluación del

riesgo de estrés térmico es la transpirabilidad de la ropa que utiliza el trabajador, condicionando en gran medida el método de evaluación a emplear.

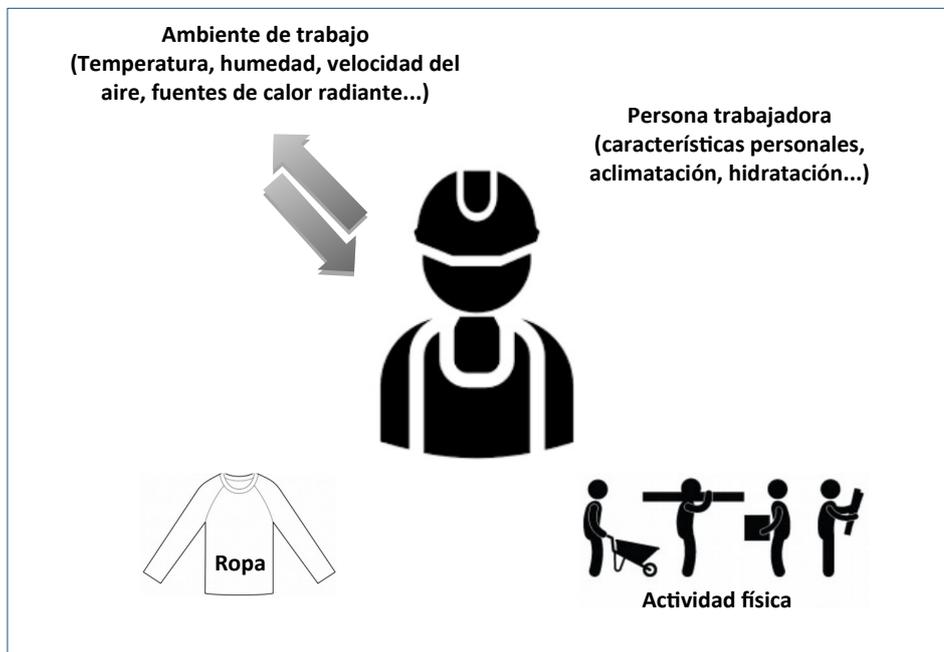


Figura 1: Esquema sobre los principales factores considerados en el estrés térmico

Por otra parte, la sobrecarga térmica es la respuesta fisiológica del cuerpo humano al estrés térmico. Por tanto, depende de factores propios de cada persona que incluso pueden variar en el tiempo, por lo que estos factores o características personales son los que determinan en último término la capacidad fisiológica de respuesta al calor. Entre los factores personales que mayor influencia tienen en la tolerancia individual al estrés térmico se encuentran la edad, la obesidad, la hidratación, el consumo de medicamentos o bebidas alcohólicas, el género y la aclimatación. Si bien estos factores son intrínsecos a la persona, también se puede y debe actuar sobre ellos desde el punto de vista preventivo. Fundamentalmente, se debe asegurar una adecuada vigilancia de la salud, hidratación y aclimatación.

Entre los principales efectos sobre la salud de la exposición al calor se encuentran (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo [INSHT], 2011):

- Síncope. La pérdida de conciencia o desmayo son signos de alarma de sobrecarga térmica. Normalmente se produce en personas no aclimatadas al principio de la exposición al calor.
- Agotamiento por calor. Se produce principalmente cuando existe una gran deshidratación. Los síntomas incluyen la pérdida de capacidad de trabajo, disminución de las habilidades psicomotoras, náuseas, fatiga, etc. Si no es una situación muy grave, con la rehidratación y el reposo se produce la recuperación de la persona.
- Golpe de calor. Se desarrolla cuando la termorregulación ha sido superada, y el cuerpo ha utilizado la mayoría de sus defensas para combatir la hipertermia (aumento de la temperatura interna por encima de la habitual). Se caracteriza por un incremento elevado de

la temperatura interna por encima de 40,5 °C y la piel caliente y seca debido a que no se produce sudoración. En este caso es necesaria la asistencia médica y hospitalización debido a que las consecuencias pueden mantenerse durante algunos días. En ocasiones puede provocar el fallecimiento de la trabajadora o el trabajador.

Por último, señalar que una reducción de los niveles de exposición al estrés térmico del personal no solo reducirá la probabilidad de sufrir daños derivados del calor, sino que aumentará su productividad y mejorará la calidad de su trabajo (Heat-shield Project, 2019).

### 3. EVALUACIÓN DEL RIESGO DE ESTRÉS TÉRMICO

---

La estrategia de evaluación que se presenta a continuación sigue las pautas recomendadas por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (en adelante INSST) tanto en la [Nota Técnica de Prevención nº 922](#) (INSHT, 2011), como en el apéndice 4 de la [Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo : Real Decreto 486/1997](#) (INSHT, 2015). Se ha optado por presentar la información de la forma más concisa posible, teniendo en cuenta que para cada una de las metodologías de evaluación presentadas, se dispone de calculadores en la [página web del INSST](#) (2020).

#### 3.1. Identificación del peligro

La primera cuestión que debe contemplarse es la identificación del peligro. Como ya se expuso en la introducción, es de destacar que en torno a la mitad de las empresas analizadas en los estudios referidos no habían evaluado el riesgo de estrés térmico.

En el caso de trabajos en interior de locales, se atenderá a lo dispuesto en el apéndice 4 de la Guía técnica del Real Decreto 486/1997, es decir, **debe evaluarse el riesgo de estrés térmico en locales cerrados siempre que la temperatura o la humedad excedan los valores dados en el apartado 3 del anexo III del Real Decreto 486/1997, o también cuando el trabajo sea del tipo medio o pesado (es decir, cuando la actividad metabólica supere 131 W/m<sup>2</sup>) aunque no se rebasen los límites citados.** Conviene recordar que las obligaciones de temperatura y humedad impuestas por el apartado 3 del anexo III del [Real Decreto 486/1997](#) son:

- a) La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25 °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.

En el caso de trabajos al aire libre, atendiendo a la tabla (figura 2) incluida en el [Protocolo para el trabajo en épocas de altas temperaturas](#) del INVASSAT (2012), puede comprobarse que la Comunitat Valenciana presenta en verano condiciones habitualmente comprendidas en el rango de alerta

extrema y peligro; pudiendo alcanzarse puntualmente situaciones de peligro extremo (en olas de calor). Por tanto, teniendo en cuenta la climatología de la Comunitat Valenciana, puede deducirse que cualquier actividad laboral realizada en épocas de altas temperaturas, durante el día y al aire libre, implicará una evaluación específica del riesgo de estrés térmico. La tabla mostrada puede emplearse para realizar una primera estimación, pero no puede sustituir una evaluación específica del riesgo mediante alguna de las metodologías internacionalmente reconocidas.

		TABLA DE INDICE DE CALOR (HEAT INDEX CHART)																				
		HUMEDAD RELATIVA (%)																				
TEMPERATURA		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
57	43	49	56	64	72	81	91	101	112	124	136	149	163	177	192	208	224	241	258	277	296	
56	43	49	55	62	70	78	87	97	107	118	130	142	155	169	183	198	213	229	246	264	282	
55	43	48	54	60	68	75	84	93	103	113	124	135	148	161	174	188	203	218	234	251	268	
54	42	47	53	59	65	72	80	89	98	108	118	129	140	153	165	179	193	208	223	239	255	
53	42	46	51	57	63	70	77	85	93	103	112	123	134	145	157	170	183	197	212	227	242	
52	42	46	50	55	61	67	74	81	89	98	107	117	127	138	149	161	174	187	201	215	230	
51	41	45	49	54	59	64	71	78	85	93	101	111	120	131	141	153	165	177	190	204	218	
50	41	44	48	52	57	62	68	74	81	88	96	105	114	124	134	144	156	167	180	193	206	
49	41	43	47	50	55	59	65	71	77	84	91	99	108	117	126	137	147	158	170	182	195	
48	40	43	45	49	53	57	62	67	73	80	87	94	102	110	119	129	139	149	160	172	184	
47	40	42	44	47	51	55	59	64	70	76	82	89	96	104	113	121	131	141	151	162	173	
46	39	41	43	46	49	53	57	61	66	72	78	84	91	98	106	114	123	132	142	152	163	
45	39	40	42	44	47	50	54	58	63	68	73	79	86	92	100	107	116	124	133	143	153	
44	38	39	41	43	46	48	52	55	60	64	69	75	81	87	94	101	108	116	125	134	143	
43	38	39	40	42	44	46	49	53	57	61	65	70	76	82	88	94	101	109	117	125	134	
42	37	38	39	40	42	45	47	50	54	57	62	66	71	77	82	88	95	102	109	117	125	
41	37	37	38	39	41	43	45	48	51	54	58	62	67	72	77	83	89	95	102	109	116	
40	36	36	37	38	39	41	43	46	48	51	55	59	63	67	72	77	83	88	95	101	108	
39	35	36	36	37	38	39	41	43	46	49	52	55	59	63	67	72	77	82	88	94	100	
38	35	35	35	36	37	38	39	41	43	46	49	52	55	59	63	67	71	76	81	87	92	
37	34	34	34	35	35	36	38	39	41	43	46	48	51	55	58	62	66	70	75	80	85	
36	33	33	33	34	34	35	36	38	39	41	43	46	48	51	54	58	61	65	69	74	78	
35	33	32	32	33	33	34	35	36	37	39	41	43	45	48	50	53	57	60	64	68	72	
34	32	32	31	32	32	33	34	35	37	38	40	42	44	47	49	52	55	58	62	66	69	
33	31	31	31	31	31	31	32	33	34	35	36	38	40	41	43	46	48	51	54	57	60	
32	30	30	30	30	30	30	31	31	32	33	34	36	37	39	40	42	44	47	49	51	54	
31	29	29	29	29	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	43	45	47	49	
30	28	28	28	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	38	39	41	42	44	
29	28	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40	
28	27	27	27	27	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	31	31	32	33	34	35	36	
27	26	26	26	26	26	26	26	27	27	27	27	28	28	28	29	29	30	30	31	31	32	
26	25	25	25	25	25	26	26	26	26	26	27	27	27	27	27	27	28	28	28	28	28	
25	24	24	24	25	25	25	25	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	25	
24	23	23	24	24	24	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	24	24	24	23	23	
23	22	22	23	24	24	24	25	25	25	25	25	25	25	24	24	24	23	23	22	21	20	
22	21	22	22	23	24	24	25	25	25	25	25	25	24	24	24	23	22	21	20	19	18	
21	20	21	22	23	23	24	24	25	25	25	25	25	24	24	23	22	22	20	19	18	16	
20	19	20	21	22	23	24	25	25	25	25	25	25	25	24	23	22	21	20	18	17	15	

Categoría	Índice calor (°C)	Posibles problemas fisiológicos en caso de exposición prolongada al calor y/o con actividad física
Peligro extremo	≥ 54	Golpe de calor o insolación probable
Peligro	41 - 54	Insolación, calambres musculares y/o probable agotamiento por calor. Posible golpe de calor por exposición prolongada y/o actividad física
Alerta extrema	32 - 41	Insolación, calambres musculares, y/o posible agotamiento por calor con exposición prolongada y/o actividad física
Alerta	27 - 32	Posible fatiga por exposición prolongada y/o actividad física

Figura 2: Tabla de estimación del nivel de riesgo en trabajos al aire libre

### 3.2. Análisis de la ropa de trabajo empleada

La segunda cuestión de importancia en la evaluación del riesgo de estrés térmico, es el análisis de la ropa utilizada por la persona trabajadora. De acuerdo con lo expuesto en el apartado segundo, el principal mecanismo fisiológico empleado por el cuerpo para eliminar el calor es la sudoración. En concreto, el enfriamiento producido al evaporarse el sudor que cubre la piel y que pasa al medio

ambiente en estado vapor. Por tanto, cualquier prenda que pudiera limitar la transpirabilidad debe ser tenida en cuenta, a pesar de que las condiciones ambientales no se consideren peligrosas (INSHT, 2011). A título orientativo, entre las actividades en las que se hace un uso habitual de ropa impermeable, se encuentra la retirada de elementos de fibrocemento, la aplicación de pesticidas, trabajos con productos químicos corrosivos o trabajos en fundiciones. Además, debemos tener en cuenta el uso de otras prendas que, aunque no sean impermeables, pudiesen afectar a la capacidad de transpiración del cuerpo como, por ejemplo, el uso de varias capas superpuestas de ropa. En el caso de considerar que las prendas de ropa limitan de forma considerable la transpiración, se deberá realizar un control fisiológico de las personas expuestas (ver apartado 3.5). En el resto de situaciones, es decir, cuando la ropa no suponga una limitación a la transpiración, procederá la estimación del aislamiento térmico que proporciona la ropa. Para ello, puede hacerse uso del [calculador](#) diseñado al efecto por el INSST a partir de la información contenida en la norma europea [EN ISO 9920:2009 Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa](#). (Asociación Española de Normalización y Certificación [AENOR], 2010)

### 3.3. Índice WBGT

En aquellos casos en los que se realicen trabajos al aire libre o en el interior de instalaciones donde no se cumplan los valores indicados en el apartado 3 del [anexo III del Real Decreto 486/97](#), se realizará una primera estimación del riesgo de estrés térmico mediante el índice WBGT. Este método se utiliza, por su sencillez, para realizar una primera discriminación si es o no admisible una situación de riesgo de estrés térmico.

En este punto, debe prestarse especial atención a evaluar todos y cada uno de los puestos de trabajo de la empresa, atendiendo no sólo a las condiciones ambientales de los diferentes puestos, sino también a las características propias del puesto de trabajo (actividad realizada, ropa utilizada, nivel de aclimatación del personal, etc.). Estudios al respecto refieren que hasta un 75 % de las evaluaciones analizadas no habían contemplado todos los puestos susceptibles de presentar riesgo de estrés térmico por calor (Instituto de Seguridad y Salud Laboral de la Región de Murcia, 2012).

El método presenta algunas limitaciones, por lo que no debe emplearse cuando se dé alguna de las siguientes circunstancias:

- En el caso de personas trabajadoras especialmente sensibles o cuando existan dificultades para una correcta hidratación.
- En exposiciones de muy corta duración (inferiores a 1 hora).
- Cuando se haga uso de ropa no permeable al vapor o con un aislamiento térmico superior a 0,6 clo.

El método requiere el cálculo del índice WBGT a partir de las condiciones termohigrométricas y su comparación con un valor límite que dependerá de la aclimatación de la persona trabajadora (ver apartado 4.2.5), la velocidad del aire a la que está expuesta y el consumo metabólico de la actividad

física realizada. Este último parámetro puede obtenerse mediante el [calculador](#) diseñado al efecto por el INSST (s.f. b) o mediante la consulta de la norma internacional de referencia ([ISO 8996:2005](#) [AENOR, 2005] para la determinación de la tasa metabólica). En el caso de las condiciones termohigrométricas, se requerirá el uso un termohigrómetro con capacidad para medir temperatura de globo, temperatura húmeda natural y temperatura de bulbo seco. Las mediciones deben realizarse en las condiciones más desfavorables previsibles; por lo que debe prestarse atención, no sólo a las condiciones ambientales exteriores, sino también al uso de equipos generadores de calor (hornos, materias primas a elevadas temperaturas, procesos que generen vapor, etc.). Antes de proceder a la medición, se debe comprobar que las condiciones son homogéneas a nivel espacial (es decir que no existen variaciones superiores al 5 % entre pies y cabeza). En caso afirmativo, la medición se realizará a la altura del abdomen donde estaría ubicada la persona en su actividad habitual, evitando el apantallamiento del equipo. La medición debe abarcar como mínimo una hora teniendo en cuenta que la actividad metabólica de la actividad realizada se mantiene constante durante ese tiempo.

Una vez obtenidos los parámetros referidos (temperatura húmeda natural, temperatura de globo, temperatura del aire, consumo metabólico, etc.) es posible discriminar la existencia de una situación admisible de riesgo de estrés térmico mediante el [calculador](#) diseñado al efecto por el INSST (s.f. c) o la norma internacional de referencia ([UNE-EN ISO 7243:2017](#)) (Asociación Española de Normalización [UNE], 2017). Conviene señalar que, si bien el calculador está referido a una norma no vigente (UNE-EN 27243), los valores límite no han sido sustancialmente modificados, por lo que puede considerarse que los resultados obtenidos siguen siendo válidos. Sin embargo, no se considera adecuado emplear el calculador referido para obtener regímenes de descanso en función del tiempo de trabajo, puesto que la última edición de la norma no lo contempla. En caso de confirmar la existencia de riesgo de estrés térmico, así como para determinar posibles regímenes de descanso, se debe realizar un análisis más detallado mediante el índice de sobrecarga térmica.

### 3.4. Sobrecarga térmica estimada

En el caso de que se precise realizar una evaluación específica del riesgo por estrés térmico, bien porque se superan los valores de referencia del índice WBGT, bien porque se han producido incidentes en personas que indiquen una probable exposición a estrés térmico, se deberá emplear el método de la sobrecarga térmica estimada. El objetivo del apartado es presentar de la forma más concisa posible cómo aplicar el método haciendo uso del [calculador](#) disponible en la web del INSST (s.f. e). En el caso de querer ampliar información se recomienda consultar la norma [UNE-EN ISO 7933:2005](#) (AENOR, 2005a) para la determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de sobrecarga térmica estimada.

La principal limitación del método se encuentra en el uso de ropa no permeable al vapor o aire, en cuyo caso se deberá realizar una monitorización fisiológica de la persona trabajadora (ver apartado 3.5). El método tampoco tiene en cuenta factores individuales de la persona que podrían influir en los mecanismos fisiológicos de respuesta al calor y que reducen la tolerancia individual al estrés térmico. Por tanto, en el caso de personal especialmente sensible se atenderá a lo dispuesto por el personal competente en materia de vigilancia de la salud.

La metodología del índice de sobrecarga térmica estimada se basa fundamentalmente en el cálculo de dos parámetros: el incremento excesivo de la temperatura rectal y la pérdida máxima de agua corporal mediante la sudoración. La norma establece unos valores máximos para ambos parámetros. El método considera que, si no se sobrepasan los valores indicados, el 95 % de la población laboral no sufrirá daños derivados de dicha exposición. El método simula cómo evoluciona la temperatura de la persona trabajadora en función del tiempo; por lo que debe dividirse la jornada completa en intervalos representativos de las condiciones ambientales y la actividad realizada. Para cada uno de estos períodos, el método requiere la determinación de los siguientes parámetros:

▪ **Características individuales**

- Se requiere introducir los parámetros de masa y altura de la población trabajadora.
- Se requiere indicar si la persona trabajadora está o no aclimatada a la actividad y a las condiciones ambientales. En este sentido, debe resaltarse que la persona trabajadora debe aclimatarse tanto a las condiciones ambientales como a la intensidad de la actividad física a realizar y la ropa utilizada. Además, tras una ausencia prolongada, también procederá un período de aclimatación.

▪ **Capacidad de hidratación**

Se debe indicar si la tarea permite que la persona trabajadora pueda beber libremente (a título orientativo, se puede establecer que la persona puede beber libremente si la actividad le permite beber un vaso de agua cada 20-30 minutos).

▪ **Tasa metabólica de la tarea realizada**

Para cada uno de los períodos en los que se divide la jornada, debe obtenerse la tasa metabólica asociada a la tarea realizada. Para ello, puede emplearse el [calculador](#) diseñado al efecto por el INSST (s.f. b) o hacer uso de la norma internacional de referencia ([ISO 8996:2005](#) para la determinación de la tasa metabólica) (AENOR, 2005b).

▪ **Medición de las variables ambientales**

Para cada uno de los períodos en los que se ha dividido la jornada, se debe medir la temperatura y velocidad del aire que incide sobre la persona, temperatura de bulbo húmedo o humedad relativa y temperatura de globo o temperatura radiante media. El equipo empleado para la medición (normalmente un medidor de estrés térmico) se ubicará a la altura del abdomen y en un lugar representativo de la exposición, pero evitando que sea apantallado por la propia persona trabajadora. Las mediciones deben realizarse en las diferentes ubicaciones físicas frecuentadas durante la actividad habitual y esperar el tiempo suficiente, teniendo en cuenta la inercia térmica del equipo. Deberá contemplarse toda la jornada incluido el descanso (es decir, también deberán realizarse mediciones en el lugar de descanso).

▪ **Potencia mecánica efectiva**

Representa la fracción de potencia ejercida por la persona trabajadora que se aprovecha como trabajo útil durante la actividad realizada. Puede considerarse despreciable en la práctica totalidad de las situaciones.

▪ **Postura predominante de la persona durante el período analizado**

De pie, sentada o agachada.

- **Movimiento, velocidad y ángulo**

Es decir, si camina o no durante la tarea, la velocidad con la que lo hace y el ángulo formado entre la dirección del viento predominante y la dirección del movimiento.

- **Aislamiento térmico de la ropa empleada por la persona trabajadora**

El valor puede obtenerse de forma sencilla mediante el [calculador](#) diseñado al efecto por el INSST (s.f. a) o mediante la consulta de la norma internacional de referencia ([UNE-EN ISO 9920:2009](#) para la estimación del aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa).

- **Fracción de la parte del cuerpo cubierta con prendas reflectantes**

Relación entre la parte del cuerpo cubierta con prendas reflectantes (piernas, abdomen, etc.) y la superficie total del cuerpo. El calculador del INSST permite obtener el valor concreto en función de las partes cubiertas.

- **Emisividad de la prenda reflectante**

El calculador del INSST ofrece valores para diferentes materiales. Si no se utilizan prendas reflectantes, se introducirá por defecto el valor de 0,97.

Una vez introducidos los parámetros indicados para los distintos períodos en los que se ha dividido la totalidad de la jornada, el calculador nos permitirá determinar si se superan o no los límites de referencia (es decir, temperatura rectal y sudoración máxima) y en qué momento sucede. De esta forma, el método permite no sólo determinar si existe riesgo de exposición, sino a partir de qué momento se presenta y cuáles son los períodos de actividad que mayor influencia tienen en el estrés térmico al que está expuesta la persona trabajadora.

Finalmente, es importante destacar que el método permite, no sólo evaluar el riesgo de estrés térmico, sino también simular diferentes circunstancias que podrían influir en él. Por tanto, permite valorar la efectividad de posibles medidas preventivas incluso antes de implementarlas. Por ejemplo, el aumento de las corrientes de aire sobre la persona, la reducción de la humedad ambiental, los cambios en la organización temporal de los trabajos, etc.

### 3.5. Monitorización fisiológica de la sobrecarga térmica

En aquellas situaciones en las que la ropa utilizada reduce significativamente la pérdida de calor, es decir, cuando la ropa es no permeable al vapor o se utilizan varias capas de ropa superpuestas, deberán monitorizarse los signos y síntomas del personal expuesto. La monitorización deberá realizarse por personal sanitario competente. Algunos de los parámetros que determinan que debe interrumpirse la actividad son (INSHT, 2011):

- Para personas con un sistema cardíaco normal, se debe interrumpir durante varios minutos la exposición cuando el pulso cardíaco supera 180 pulsaciones por minuto, restada la edad en años de la persona (180 – edad).
- Si la temperatura corporal interna supera los 38 °C en el caso de personal no aclimatado.
- Si tras un gran esfuerzo, cuando el pulso de recuperación (un minuto después del esfuerzo máximo) es mayor de 110 pulsaciones por minuto.
- Si existen síntomas como fuerte fatiga repentina, náuseas, vértigo o mareos.
- Si una persona expuesta al calor aparece desorientada o confusa, o sufre una irritabilidad inexplicable, malestar general o síntomas gripales, se le debería retirar a una zona refrigerada con circulación rápida de aire y permanecer en observación por personal cualificado.
- Si la sudoración se interrumpe y la piel se vuelve caliente y seca, se le debe proporcionar atención médica inmediata, seguida de la hospitalización.

## 4. MEDIDAS PREVENTIVAS

---

En este apartado se presentan posibles medidas preventivas a adoptar, de acuerdo con la práctica habitual de las empresas y las recomendaciones de los últimos estudios a nivel europeo (Heat-shield Project, 2019). Conforme a lo dispuesto por el [artículo 15 de la Ley de prevención de riesgos laborales](#), deberán priorizarse aquellas medidas que tienden a evitar o combatir los riesgos en el origen.

### 4.1. Medidas técnicas

#### 4.1.1. Encaminadas a reducir o evitar los riesgos en el origen

Tal y como establecen los principios de la actividad preventiva, las medidas encaminadas a reducir los riesgos en el origen deben ser las primeras medidas a adoptar. Su objetivo debe ser evitar o reducir significativamente el riesgo de estrés térmico. Deben plantearse desde el mismo diseño del puesto de trabajo con el fin de mejorar su eficacia. En función del elemento generador del calor, las medidas pueden ir desde el empleo de una menor temperatura de funcionamiento o mejora del aislamiento de los equipos generadores de calor (hornos, calderas, etc.), hasta una disposición que reduzca la incidencia de calor sobre los puestos (por ejemplo, alejando las fuentes de calor, disponiendo carpas o similares en zonas expuestas a la radiación solar, etc). También se debe plantear el aislamiento adecuado de las edificaciones (por ejemplo, aislando los techos metálicos de naves industriales), así como el sobredimensionamiento de los sistemas de climatización, teniendo en cuenta la incidencia de las olas de calor, cada vez más frecuentes, en el contexto de cambio climático actual.

#### 4.1.2. Aumento de la velocidad del aire

Un aumento de la velocidad del aire circundante mediante el uso de ventiladores supone mejorar el intercambio de calor del individuo con el ambiente. Por tanto, para temperaturas inferiores a 34 °C se considera siempre beneficioso. Sin embargo, para temperaturas del ambiente superiores a 34 °C podría provocar el aumento de la temperatura de la persona trabajadora y debe analizarse con atención. En estos casos, se puede optar por realizar un análisis teórico mediante el índice de sobrecarga térmica o realizar mediciones in situ. Bajo ninguna circunstancia se consideraría adecuado el uso de ventiladores para temperaturas ambientales por encima de 43 °C, debido a que provocaría un aumento de la temperatura corporal.

#### 4.1.3. Adecuación de las zonas de descanso

Deben disponerse zonas de descanso próximas a los puestos de mayor exposición. Las zonas de descanso estarán protegidas de las fuentes de calor (hornos, calderas, radiación solar en el caso de trabajos al aire libre, etc.) y refrigeradas en la medida de lo posible. En el caso de trabajos al aire libre, donde es compleja la adopción de medidas técnicas, las zonas de descanso deberían disponer como mínimo de sombra (por ejemplo, mediante la instalación de carpas transportables de tamaño adecuado), agua fresca para beber y refrescarse; y ventilación suficiente.

#### 4.1.4. Elección adecuada de la ropa de trabajo

Como ya se destacó en apartados anteriores, el análisis y elección de la ropa es fundamental, debiendo tener en cuenta de manera particular el uso de prendas impermeables. En el caso de exposiciones a fuentes importantes de calor radiante (metal fundido, llamas directas, etc.) deberán emplearse equipos de protección individual específicos. Es decir, prendas con marcado CE conforme a la norma [UNE-EN ISO 11612](#) (UNE, 2018) ropa de protección contra el calor y la llama. En el resto de exposiciones, se analizará la ropa de trabajo empleada de forma que presente el menor aislamiento y la mayor transpirabilidad posibles, teniendo en cuenta otros riesgos presentes en el puesto de trabajo (cortes, manipulación de productos químicos, etc.). En el caso de trabajos en el interior de locales, se recomienda el uso de manga corta siempre que los riesgos asociados al puesto lo permitan. En caso de ser necesario el uso de ropa de protección, que habitualmente presenta mayor aislamiento térmico, se debería optar por ropa con aireación incorporada en las zonas críticas del cuerpo (axilas y codos, detrás de las rodillas y en ingles). En el caso de trabajos al aire libre, es recomendable el uso de ropa transpirable holgada, de colores claros y que proteja frente a los rayos UV. Asimismo, se recomienda el uso de sombreros de ala ancha.

## 4.2. Medidas organizativas

#### 4.2.1. Modificación de horarios

En aquellas exposiciones que se vean muy influenciadas por las condiciones externas (en particular, los trabajos al aire libre) debe plantearse la modificación de horarios de forma que se evite realizar las tareas de mayor esfuerzo en las horas más desfavorables.

#### 4.2.2. Frecuencia y duración de los descansos

La frecuencia y duración de los descansos es fundamental para asegurar que la persona trabajadora pueda recuperar su temperatura, así como facilitar su hidratación. En aquellos casos de mayor exposición (por ejemplo, en agricultura al aire libre o en invernaderos), se recomienda programar descansos cortos pero frecuentes (de 1 – 2 min cada 30 min) en zonas sombreadas y con acceso a agua fresca (Heat-shield Project, 2019).

#### 4.2.3. Formación

Un plan formativo adecuado debería contemplar los conceptos de estrés térmico, sobrecarga térmica y efectos del calor sobre el cuerpo humano. Se debe fomentar la observación interpersonal para detectar con celeridad los primeros síntomas (taquicardia, cefalea, respiración rápida, etc.) y explicar cómo practicar los primeros auxilios. Además, la formación debería incluir instrucciones precisas sobre las pautas a seguir para prevenir el riesgo (frecuencia y duración de los descansos, pautas de hidratación, trabajos de mayor intensidad y cuándo deben realizarse, actuaciones especiales en caso de ola de calor, etc.).

#### 4.2.4. Información

Además de información general sobre medidas a adoptar para prevenir el riesgo de estrés térmico, contempladas en el plan formativo, se deberá informar periódicamente de las olas de calor e instrucciones específicas a seguir. Las instrucciones deben incluir qué tareas y horarios deben ser modificados, así como cualquier otra medida específica. También resulta indispensable realizar un análisis de los posibles incidentes que se comuniquen (calambres, desmayos, náuseas, etc.), con el fin de valorar la frecuencia de los mismos, los puestos más afectados e incluso la existencia de trabajadores especialmente sensibles.

#### 4.2.5. Aclimatación del cos

La aclimatación es un proceso gradual que puede durar de 7 a 14 días en el que el cuerpo se va adaptando a una determinada actividad física en condiciones de calor. Es además específica de la ropa utilizada, por lo que no se garantiza la respuesta cuando cambian dichas condiciones. Es uno de los factores organizativos que tienen mayor influencia sobre la salud (Heat-shield Project, 2019). Sin

embargo, es un factor a menudo minusvalorado o no tenido en cuenta en las evaluaciones específicas del riesgo de estrés térmico. Las empresas deben contemplar un plan de aclimatación del personal que considere tanto las nuevas contrataciones como reincorporaciones tras ausencias prolongadas (es decir, superiores a una o dos semanas).

Los estudios actuales recomiendan las siguientes pautas para una aclimatación adecuada (INSHT, 2011):

- El primer día de trabajo, la exposición al calor se debería reducir a la mitad de la jornada.
- Posteriormente, se debería aumentar la jornada laboral un 10 % hasta llegar a completar la jornada completa.

#### 4.2.6. Hidratación

Una pauta adecuada de hidratación contempla beber regularmente, es decir, un vaso de agua cada 20-30 minutos. Además, se recomienda beber 500-750 ml (dos vasos de agua) antes del inicio de los trabajos, durante el descanso y al finalizar la jornada. En el caso de exposiciones prolongadas en el tiempo se recomienda reponer electrolitos (es decir, beber bebidas isotónicas). Dichos niveles de hidratación, implican la necesidad de orinar cada dos o tres horas y puede ser una buena medida de autocontrol personal. En actividades donde es difícil el acceso a agua (en particular, trabajos al aire libre en agricultura, determinadas obras de construcción, etc.) debería dotarse al personal de sistemas portátiles, por ejemplo, bolsas de hidratación, botellas isotermas o similares y asegurar su reposición.

#### 4.2.7. Vigilancia de la salud

Los protocolos de vigilancia de la salud deben tener en cuenta el riesgo de estrés térmico, así como posibles factores individuales que pudieran afectar a la respuesta individual al calor. En particular, la documentación técnica (INSHT, 2011) consultada refiere como principales factores individuales a tener en cuenta el género, la edad, la obesidad, la ingesta de bebidas alcohólicas y el uso de determinados medicamentos. En relación a los medicamentos, debería prestarse atención al uso de medicamentos anticolinérgicos pues afectan a los mecanismos de sudoración, determinados sedantes que pueden afectar a la sensación de sed, así como a cualquier otro fármaco que pudiera afectar a los mecanismos de termorregulación.

## REFERENCIAS TÉCNICAS Y NORMATIVAS

---

- AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA (2019). *Resumen climático en la Comunidad Valenciana : verano climático 2019* [en línea]. Valencia: AEMET, 2019. 7 p. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3hievv3>
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (2017). *Ergonomía del ambiente térmico. Evaluación del estrés al calor utilizando el índice WBGT (temperatura de bulbo húmedo y de globo) (ISO 7243:2017) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en noviembre de 2017.)* [en línea]. UNE-EN ISO 7243:2017. Madrid: UNE, 2017. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2WApecf>
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN (2017). *Ropa de protección. Ropa de protección contra el calor y la llama. Requisitos mínimos de rendimiento. (ISO 11612:2015)* [en línea]. UNE-EN ISO 11612:2018. Madrid: UNE, 2018. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3jrcHSk>
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2005a). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada. (ISO 7933:2004)* [en línea]. UNE-EN ISO 7933:2005. Madrid: AENOR, 2005. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2WH6OH8>
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2005b). *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2004)* [en línea]. UNE-EN ISO 8996:2005. Madrid: AENOR, 2005. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3jivKhs>
- ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN (2010). *Ergonomía del ambiente térmico. Estimación del aislamiento térmico y la resistencia a la evaporación de un conjunto de ropa. (ISO 9920:2007, versión corregida 2008-11-01) (Ratificada por AENOR en junio de 2010.)* [en línea]. UNE-EN ISO 9920:2009. Madrid: AENOR, 2010. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3fMgxno>
- ESPAÑA. Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 10.11.1995, núm. 269. [Consulta: 21.07.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/l/1995/11/08/31/con>
- ESPAÑA. 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. *Boletín Oficial del Estado* [en línea], 23.04.1997, núm. 97. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://www.boe.es/eli/es/rd/1997/04/14/486/con>
- HEAT-SHIELD PROJECT (2019). *Report on accumulated evidence and final guidelines to mitigate heat stress of workers from the addressed key industries : agriculture, construction, manufacturing, transport and tourism* [en línea]. s.l.: Heat-Shield. 67 p. [Consulta: 17.07.2020]. (Technical Report; D 4.1). Disponible en: <https://bit.ly/3ezukMI>
- INSTITUT VALENCIÀ DE SEURETAT I SALUT EN EL TREBALL (INVASSAT) (2012). *Protocolo para el trabajo en épocas de altas temperaturas : aprobado por el Consejo General del Invassat el 31 de julio de 2012* [en línea]. Burjassot: INVASSAT, 2012. 16 p. [Consulta: 20.07.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/3owYFR>
- INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SALUD LABORAL DE LA REGIÓN DE MURCIA (2012). *Estrés térmico por calor en diversos sectores de actividad* [en línea]. Murcia: Instituto de Seguridad y Salud Laboral, 2012. 13 p. [Consulta: 20.07.2020]. (Notas Técnicas de Prevención; 922). Disponible en: <https://bit.ly/32Bgtmd>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (España) (2011). *Estrés térmico y sobrecarga térmica : evaluación de los riesgos (I)* [en línea]. Madrid: INSHT, 2011. 6 p. [Consulta: 17.07.2020]. (Notas Técnicas de Prevención; 922). Disponible en: <https://bit.ly/2OFTHRZ>

- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (España) (2015). *Guía técnica para la evaluación y la prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo* [en línea]. Madrid: INSHT, 2015. 88 p. [Consulta: 20.07.2020]. ISBN: 978-84-7425-820-2. Disponible en: <https://bit.ly/2ZJUHeC>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (España) (s.f. a). Cálculo de la resistencia térmica del vestido. En: *Herramientas para la PRL* [en línea]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/39cn5sw>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (España) (s.f. b). Determinación del metabolismo energético. En: *Herramientas para la PRL* [en línea]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2ZLmBGB>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (España) (s.f. c). Estrés térmico : índice WBGT. En: *Herramientas para la PRL* [en línea]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2CVNSwY>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (España) (s.f. d). *Herramientas para la PRL* [en línea]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://herramientasprl.insst.es>
- INSTITUTO NACIONAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO (España) (s.f. e). Sobrecarga térmica estimada. En: *Herramientas para la PRL* [en línea]. Madrid: INSST, s.f. [Consulta: 20.06.2020]. Disponible en: <https://bit.ly/2DYL4QI>

## ANEXO: CASO PRÁCTICO

---

A continuación se expone un caso práctico con fines didácticos para facilitar la comprensión de la metodología descrita en el apunte técnico.

En una fábrica de elaboración de caramelos y golosinas se procede a realizar una medición de estrés térmico en la sección de preparación de caramelo líquido. Conviene recordar que la evaluación de estrés térmico debe abarcar todos los puestos de la empresa; si bien, con el fin de simplificar el ejemplo, únicamente se considerará el puesto de preparación de caramelo líquido. Se trata de un proceso semicontinuo en el que se prepara el caramelo en tandas. El proceso requiere de la vigilancia continua de la persona trabajadora, implicando intervenciones frecuentes. El turno de trabajo comprende desde las 8:00 hasta las 16:00 horas con 30 min de descanso entre las 11:00 y las 11:30 horas. El personal dispone de agua fresca accesible y la tarea asignada le permite beber frecuentemente (cada 20 minutos aproximadamente). Disponen además de un comedor con aire acondicionado en el que descansan durante el almuerzo (entre las 11:00 y las 11:30 horas).

### Análisis de la ropa utilizada

En primer lugar, se analiza la ropa empleada por el personal trabajador. Todos ellos hacen uso de ropa de algodón de manga larga y pantalón largo. El uso de manga larga, tanto para pantalones como para camiseta, es obligatorio por cuestiones de calidad alimentaria y protección frente a posibles quemaduras. No se hace uso de ningún tipo de elemento impermeable que pudiera limitar la transpiración. Haciendo uso del [calculador](#) diseñado al efecto por el INSST se obtiene un valor de aislamiento de la ropa de 0,6 clo.

### Estrategia de medición

En segundo lugar, se diseña la estrategia de medición. Se programa la medición para la primera ola de calor alertada por las autoridades sanitarias a principios del mes de julio. Se comprueba que la persona permanece durante prácticamente toda la jornada en una zona concreta, comprobando mediante diferentes mediciones, que no existen variaciones significativas de temperatura (superiores al 5 %) en esa área. Asimismo, se realizan comprobaciones para garantizar que las temperaturas en pies y cabeza no difieren significativamente. El puesto no dispone de sistemas de ventilación mecánica y se comprueba que las corrientes de aire presentes por ventilación natural son despreciables. Finalmente, se ubica el equipo de medición en el área de trabajo, evitando que se vea apantallado por la propia persona trabajadora. Se realiza la medición de temperatura durante toda la jornada, desde las 8:00 hasta las 16:00 horas, determinando como suficientemente representativa la toma de datos en intervalos de 1 hora.

En relación al consumo metabólico de la tarea, se puede considerar que el trabajo se realiza de pie y que requiere el uso frecuente de ambos brazos con un esfuerzo ligero. El consumo metabólico de las actividades de la primera y última hora difiere ligeramente ya que se realizan tareas de preparación y

limpieza, respectivamente. El consumo metabólico de la actividad se ha obtenido a partir del [calculador](#) disponible en la página web del INSST. Conviene recordar que, en caso de duda, siempre se debe optar por contemplar la situación más desfavorable, es decir, el mayor valor de consumo metabólico probable.

Los resultados de las mediciones tomadas y el consumo metabólico asociado se presentan en la tabla:

Hora medición	Duración actividad (horas)	Temperatura del aire (°C)	Temperatura húmeda natural (°C)	Temperatura globo (°C)	Consumo metabólico (W/m <sup>2</sup> )
8:30	1	26	20,3	26,1	115
9:30	1	27,5	22,7	29,1	135
10:30	1	29,5	24,2	30,4	135
11:15 Descanso comedor	0,5	24,1	20,5	24	70
12:00	1	31,2	24,9	32,2	135
13:00	1	32,1	26,5	33,4	135
14:00	1	33	27,7	33,9	135
15:00	1	33,5	28,3	34,5	135
15:45	0,5	33,9	29,1	34,7	175

### Cálculo del índice WBGT

Se empleará el índice WBGT como primera aproximación para discriminar si es o no admisible la exposición. En este caso, se cumplen todos los condicionantes para que se considere adecuado su uso. Es decir, se hace uso de ropa de verano (0,6 clo) y permeable al vapor, es posible una correcta hidratación y la exposición es de larga duración (del orden de horas). Haciendo uso del [calculador](#) del INSST se obtiene el índice WBGT para cada uno de los valores medidos. La tabla presenta el índice WBGT calculado, así como los valores límite para personal aclimatado y no aclimatado, considerando el consumo metabólico de la actividad y en ausencia de corrientes de aire.

Hora medición	Índice WBGT calculado	Límite WBGT personal aclimatado	Límite WBGT personal no aclimatado
8:30	22,0	30	29
9:30	24,6	28	26
10:30	26,1	28	26
11:15 Descanso comedor	21,6	28	26
12:00	27,1	28	26
13:00	28,6	28	26
14:00	29,6	28	26
15:00	30,2	28	26
15:45	30,8	28	26

De acuerdo con los valores obtenidos, es posible deducir la existencia de condiciones no admisibles en las que es probable que se produzcan daños derivados de la exposición al calor. En concreto, a partir de las 13:00 horas para personal aclimatado y a partir de las 10:30 horas para personal no aclimatado. Procede, por tanto, realizar un análisis más profundo mediante el método de la sobrecarga térmica estimada.

### Cálculo de la sobrecarga térmica estimada

A continuación se presentan los resultados obtenidos al emplear el [calculador](#) del INSST para la sobrecarga térmica estimada. Se presentan los datos de entrada introducidos y los resultados obtenidos en el calculador.

Datos de entrada										
<b>Datos del individuo</b>										
Masa:	75,0 Kg									
Altura:	180 cm									
Hidratación:	Si									
Aclimatación:	Si									
<b>Datos de partida por intervalos</b>										
Intervalo:	8:00-9:00	9:00-10:00	10:00-11:00	11:00-11:30 (descanso)	11:30-12:30	12:30-13:30	13:30-14:30	14:30-15:30	15:30-16:00	
Duración:	60	60	60	30	60	60	60	60	30	min
<b>Ambiente</b>										
Temperatura del aire ( $t_a$ ):	26,0	27,5	29,5	24,1	31,2	32,1	33,0	33,5	33,9	°C
Velocidad del aire ( $v_a$ ):	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	m/s
Temperatura bulbo húmedo ( $t_{bh}$ ):	20,3	22,7	24,2	20,7	24,9	26,5	27,7	28,3	29,1	°C
Temperatura de globo ( $t_g$ ):	26,1	29,1	30,4	24,0	32,2	33,4	33,9	34,5	34,7	°C
<b>Actividad</b>										
Tasa metabólica (M):	115	135	135	70	135	135	135	135	175	W/m <sup>2</sup>
Potencia mecánica efectiva (W):	0	0	0	0	0	0	0	0	0	W/m <sup>2</sup>
Postura:	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	De pie	
Movimiento:	No	No	No	No	No	No	No	No	No	
Velocidad con que se camina:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	m/s
Ángulo:	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	°
<b>Características de la ropa</b>										
Aislamiento térmico de la ropa ( $I_{cl}$ ):	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	clo
Fracción de la superficie del cuerpo cubierta con prendas reflectantes ( $A_p$ ):	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	(adimensional)
Emisividad de la prenda reflectante ( $F_r$ ):	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	(adimensional)

Resultados	
	<b>Temperatura rectal final:</b> <b>39,4°C</b>
	Tiempo transcurrido hasta superar 38 °C: 368 min
	<b>Pérdida total de agua:</b> <b>4.829 g</b>
	$D_{max95}$ : 3750 g
	Tiempo transcurrido hasta superar $D_{max95}$ : 412 min
	$D_{max50}$ : 5625 g
	Tiempo transcurrido hasta superar $D_{max50}$ : No supera $D_{max50}$

De los resultados obtenidos, se desprende que el tiempo máximo de exposición admisible es de 368 minutos desde el inicio de la actividad, momento en el que la temperatura rectal superaría 38 °C. Por tanto, se confirma que la exposición actual no es admisible, incluso para personal aclimatado, requiriendo la intervención sobre el puesto para evitar un accidente como consecuencia del calor.

### Propuesta de medidas preventivas

Entre las posibles intervenciones a considerar en nuestro ejemplo, se comienza analizando la posibilidad de adoptar medidas técnicas de reducción o eliminación del riesgo. Por ejemplo, se debe estudiar la posibilidad de automatizar el proceso, bien en su totalidad o parcialmente, de forma que la persona pudiera permanecer más tiempo en zonas no expuestas al calor o el consumo metabólico asociado a la actividad fuera menor. Si ello no fuese posible, debe analizarse el efecto de aumentar la velocidad del aire que incide sobre el puesto mediante el uso de ventiladores. En este caso, podría ser útil realizar una simulación previa mediante el método de la sobrecarga térmica estimada y valorar la efectividad de la medida antes de su implantación. Por otra parte, entre las posibles medidas organizativas a adoptar, se encuentran la modificación de horarios (por ejemplo, adelantando la jornada en torno a una o dos horas) o el aumento de la frecuencia de los descansos y su duración (por ejemplo, incrementando el número de personal encargado de la preparación de caramelo o introduciendo la rotación con otras tareas de menor exposición al calor o menor consumo metabólico).

Una vez implementadas las medidas necesarias, deberá volver a evaluarse el riesgo, garantizando que la situación es admisible. Conviene resaltar que, aunque la situación se considere admisible una vez reevaluada, continúa existiendo un riesgo asociado al estrés térmico y se debe asegurar que se adoptan las medidas adecuadas de control. Por tanto, la planificación de la actividad preventiva deberá garantizar que se mantiene la efectividad de las medidas de control frente al riesgo de estrés térmico. En este caso, el estudio debería contemplar el mantenimiento preventivo necesario para garantizar la eficacia de las medidas técnicas (por ejemplo, la revisión de los sistemas de ventilación o refrigeración,

disponibilidad de agua, etc.), los sistemas de puesta a disposición del personal que garanticen una adecuada aclimatación, la formación e información y la vigilancia de la salud.



GENERALITAT  
VALENCIANA

**INVASSAT**  
Institut Valencià de  
Seguretat i Salut en el Treball

Conselleria d'Economia Sostenible, Sectors Productius, Comerç i Treball  
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball INVASSAT

[www.invassat.es](http://www.invassat.es)    [secretaria.invassat@gva.es](mailto:secretaria.invassat@gva.es)