



# FACULTAD DE INGENIERIA UBA

## 97.01 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

### Carga térmica – Parte II

Versión 1-2020

ING. ELISABETH RIZZO

[earizzo@yahoo.com.ar](mailto:earizzo@yahoo.com.ar)

# Medición de parámetros

- **Termómetro de bulbo húmedo**
- Básicamente, un termómetro de bulbo húmedo no es diferente de un termómetro ordinario, excepto que tiene una pequeña mecha o pedazo de tela alrededor del bulbo. Si esta mecha se humedece con agua limpia, la evaporación de esta agua disminuirá la lectura (temperatura) del termómetro. Esta temperatura se conoce como de «bulbo húmedo» (bh). Si el aire estuviese saturado con humedad (100% hr), la lectura de la temperatura en el termómetro de bulbo húmedo, sería la misma que la del termómetro de bulbo seco. Sin embargo, la hr normalmente es menor de 100% y el aire está parcialmente seco, por lo que algo de la humedad de la mecha se evapora hacia el aire. Esta evaporación de la humedad de la mecha, provoca que la mecha y el bulbo del termómetro se enfríen, provocando una temperatura más baja que la del bulbo seco.

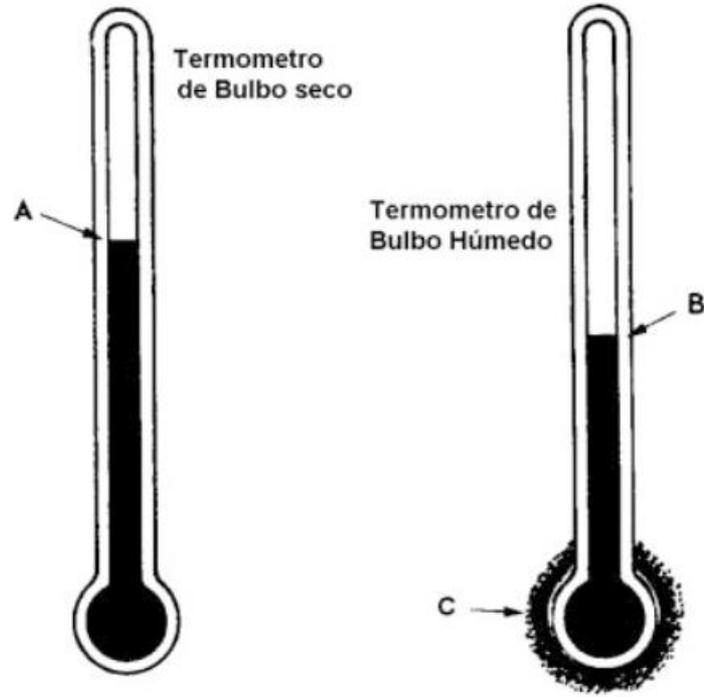
# Medición de parámetros

- Mientras más seco esté el aire, más rápida será la evaporación de la humedad de la mecha. Así que, la lectura de la temperatura del bulbo húmedo, varía de acuerdo a qué tan seco esté el aire.
- La precisión de la lectura del bulbo húmedo, depende de qué tan rápido pase el aire sobre el bulbo. Las velocidades hasta de 1,500 m/min (90 km/hr), son mejores pero peligrosas, si el termómetro se mueve a esta velocidad. También, el bulbo húmedo deberá protegerse de superficies que radien calor (sol, radiadores, calentadores eléctricos, calderas, etc.). Se pueden tener errores hasta del 15% si el movimiento de aire es muy lento, o si hay mucha radiación presente.
- Cuando la hr es de 100% (saturación), las temperaturas de bulbo seco, bulbo húmedo y del punto de rocío son todas la misma. Abajo de 100% de hr, la temperatura del bulbo húmedo es siempre algo menor que la del bulbo seco y mayor que el punto de rocío.

# Medición de parámetros

- En la figura 13.7, se ilustran los termómetros de bulbo seco y bulbo húmedo. "A" representa la temperatura de bulbo seco, "B" la temperatura de bulbo húmedo y "C" la mecha que envuelve al bulbo húmedo. Nótese que la temperatura mostrada en el termómetro de bulbo húmedo, es considerablemente menor que la del termómetro de bulbo seco.
- También, la temperatura de bulbo húmedo varía de acuerdo a la temperatura del cuarto; así que, es afectada tanto por el calor sensible del aire en el cuarto, como por el calor latente de la humedad del aire. Por lo tanto, la temperatura de bulbo húmedo, es una indicación del calor total en el aire y la humedad.

# Medición de parámetros

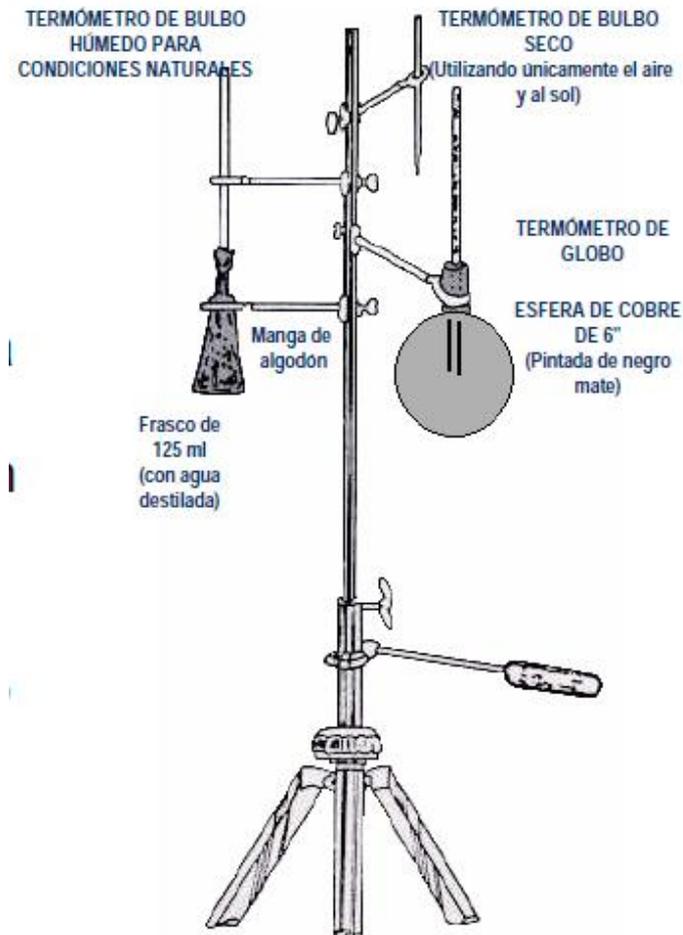


# Medición de parámetros

- El **termómetro de globo**, para medir la temperatura radiante media. Consiste en un termómetro de mercurio que tiene el bulbo dentro de una esfera de metal hueca, pintada de negro de humo. La esfera absorbe radiación de los objetos del entorno más calientes que el aire y emite radiación hacia los más fríos, dando como resultado una medición que tiene en cuenta la radiación.
- Para la medición de radiación térmica se utilizan las normas ISO 7243, ISO 7726, DIN EN 27726 y DIN 33403.



# Medición de parámetros



# Medición de parámetros

## ANEMÓMETRO



Los anemómetros miden la componente horizontal de la velocidad del viento, que es un parámetro crucial para los sistemas de elección de emplazamiento. Los anemómetros de copa son el tipo de anemómetro estándar. Son robustos y resistentes a turbulencias creadas por la torre y las travesas. Cada anemómetro debe ser calibrado, y debe llevar consigo su certificado de calibración (Por ejemplo, MEASNET). Se requieren al menos tres anemómetros por mástil, y pueden ser equipados con o sin calefacción.

[más](#)

# Medición de parámetros



## testo 410-1 - Anemómetro de molinete

Modelo 0560 4101

El anemómetro de molinete testo 410-1 mide la velocidad del aire y la temperatura ambiente. Con él, podrá realizar rápidas mediciones in situ en rejillas de ventilación (salida de aire). También es ideal para su uso en exteriores. Muestra las unidades m/s, km/h, fpm, mph y kts y calcula además la sensación térmica y la intensidad del viento en la escala de Beaufort.

- ✓ Anemómetro de molinete con una sonda molinete fija de 40 mm
- ✓ Medición de la velocidad del aire y temperatura ambiente
- ✓ Cálculo de la sensación térmica y la intensidad del viento de la escala de Beaufort



# Medición de parámetros



Referencia: PCE-HT 71N

## Higrómetro PCE- HT 71N

El higrómetro detecta la humedad y la temperatura del aire y lo guarda en la memoria interna que tiene. Un higrómetro en formato mini y con una gran capacidad de memoria (hasta máx. 32.000 valores / 16.000 valores por parámetro) se utiliza principalmente para el registro a largo plazo (como por ejemplo en mostradores refrigerados en supermercados, transportes refrigerados, almacenes, habitaciones climatizadas para PC).

- Rango de medición: -40 ... +70 °C / 0 ... 100 %
- Precisión:  $\pm 1$  °C /  $\pm 3$  % H.r.
- Resolución: 0,1 °C / 0,1 % H.r.
- Cálculo del punto de rocío mediante el software (Precisión  $\pm 2$  ° C)
- Interfaz USB

Fabricante: PCE Instruments

# Estrés por frío

- Los valores límite (TLVs) para el estrés por frío están destinados a proteger a los trabajadores de los efectos más graves tanto del estrés por frío (hipotermia) como de las lesiones causadas por el frío, y a describir las condiciones de trabajo con frío por debajo de las cuales se cree que se pueden exponer repetidamente a casi todos los trabajadores sin efectos adversos para la salud. El objetivo de los valores límite es impedir que la temperatura interna del cuerpo descienda por debajo de los 36°C (96,8°F) y prevenir las lesiones por frío en las extremidades del cuerpo.

# Estrés por frío

- La temperatura interna del cuerpo es la temperatura determinada mediante mediciones de la temperatura rectal con métodos convencionales. Para una sola exposición ocasional a un ambiente frío, se debe permitir un descenso de la temperatura interna hasta 35°C (95°F) solamente.
- Sentir dolor en las extremidades puede ser el primer síntoma o aviso de peligro ante el estrés por frío. Durante la exposición al frío, se tiritan al máximo cuando la temperatura del cuerpo ha descendido a 35°C (95°F), lo cual hay que tomarlo como señal de peligro para los trabajadores, debiendo ponerse término de inmediato a la exposición al frío de todos los trabajadores cuando sea evidente que comienzan a tiritar.

# Estrés por frío

TABLA 1

Situaciones clínicas progresivas de la hipotermia\*

Temperatura interna		
°C	°F	Síntomas clínicos
37,6	99,6	Temperatura rectal normal.
37	98,6	Temperatura oral normal.
36	96,8	La relación metabólica aumenta en un intento de compensar la pérdida de calor.
35	95,0	Tiritones de intensidad máxima.
34	93,2	La víctima se encuentra consciente y responde; tiene la presión arterial normal.
33	91,4	Fuerte hipotermia por debajo de esta temperatura.
32	89,6	Consciencia disminuida; la tensión arterial se hace difícil determinar; las pupilas están dilatadas aunque reaccionan a la luz; se deja de tiritar.
31	87,8	
30	86,0	Pérdida progresiva de la consciencia; aumenta la rigidez muscular; resulta difícil determinar el pulso y la presión arterial; disminuye la frecuencia respiratoria.
29	84,2	
28	82,4	Posible fibrilación ventricular con irritabilidad miocárdica.
27	80,6	Cesa el movimiento voluntario; las pupilas no reaccionan a la luz; ausencia de reflejos tendinosos profundos y superficiales.
26	78,8	La víctima está consciente en pocos momentos.
25	77,0	Se puede producir fibrilación ventricular espontáneamente.
24	75,2	Edema pulmonar.
22	71,6	Riesgo máximo de fibrilación ventricular
21	69,8	
20	68,0	Parada cardíaca.
18	64,4	Hipotermia accidental más baja para recuperar a la víctima.
17	62,6	Electroencefalograma isoelectrico.
9	48,2	Hipotermia más baja simulada por enfriamiento para recuperar al paciente.

# Estrés por frío

- Hay que proveer a los trabajadores de ropa aislante seca adecuada para mantener la temperatura del cuerpo por encima de los 36°C (96,8°F) si el trabajo se realiza a temperaturas del aire inferiores a 4°C (40°F).
- En la Tabla 3 se indican los límites recomendados para trabajadores vestidos de manera apropiada durante períodos de trabajo a temperaturas por debajo del punto de congelación.

# Estrés por frío

Tabla 2: Poder de enfriamiento del viento sobre el cuerpo expuesto expresado como TEE (en condiciones de calma)

Velocidad estimada del viento (Km/h)	Lectura de la temperatura real (°C)											
	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-45	-51
	TEMPERATURA EQUIVALENTE DE ENFRIAMIENTO (°C)											
En calma	10	4	-1	-7	-12	-18	-23	-29	-34	-40	-45	-51
8	9	3	-3	-9	-14	-21	-26	-32	-38	-44	-49	-56
16	4	-2	-9	-16	-23	-31	-36	-43	-50	-57	-64	-71
24	2	-6	-13	-21	-28	-36	-43	-50	-58	-65	-73	-80
32	0	-8	-16	-23	-32	-39	-47	-55	-63	-71	-79	-85
40	-1	-9	-18	-26	-34	-42	-51	-59	-67	-76	-83	-92
48	-2	-11	-19	-28	-36	-44	-53	-61	-70	-78	-87	-96
56	-3	-12	-20	-29	-37	-46	-55	-63	-72	-81	-89	-98
64	-3	-12	-21	-29	-38	-47	-56	-65	-73	-82	-91	-100
Las velocidades del viento superiores a 64 km/h tienen pocos efectos adicionales	<b>POCO PELIGROSO</b> En < horas con la piel seca. Peligro de falsa sensación de seguridad.				<b>PELIGRO CRECIENTE</b> El cuerpo expuesto se puede congelar en 1 minuto.				<b>GRAN PELIGRO</b> El cuerpo se puede congelar en 30 segundos.			

# Estrés por frío

- En la Tabla 3 se indican los límites recomendados para trabajadores vestidos de manera apropiada durante períodos de trabajo a temperaturas por debajo del punto de congelación.

# Estrés por frío

Tabla 3: (parcial)  
TLVs para el plan de trabajo / calentamiento para un turno de 4 horas.

Temperatura del aire cielo despejado	Sin viento apreciable		Viento de 8 Km / h		Viento de 16Km / h		Viento de 24 Km / h		Viento de 32 Km / h	
	Períodos de trabajo máximo	N° de interrupciones	Períodos de trabajo máximo	N° de interrupciones	Períodos de trabajo máximo	N° de interrupciones	Períodos de trabajo máximo	N° de interrupciones	Períodos de trabajo máximo	N° de interrupciones
°C										
<b>De -26 a -28</b>	Interrupciones normales	<b>1</b>	Interrupciones normales	<b>1</b>	75 minutos	<b>2</b>	55 minutos	<b>3</b>	40 minutos	<b>4</b>
<b>De -29 a -31</b>	Interrupciones normales	<b>2</b>	75 minutos	<b>2</b>	55 minutos	<b>3</b>	40 minutos	<b>4</b>	30 minutos	<b>5</b>
<b>De -32 a -34</b>	75 minutos	<b>2</b>	55 minutos	<b>3</b>	40 minutos	<b>4</b>	30 minutos	<b>5</b>	El trabajo que no sea de emergencia deberá cesar	

# Estrés por frío

- Si el trabajo se realiza en un medio ambiente a o por debajo de 4°C (39,2°F), hay que proveer protección corporal total o adicional. Los trabajadores llevarán ropa protectora adecuada para el nivel de frío y la actividad física cuando:
  - 1. Si la velocidad del aire en el lugar del trabajo aumenta por el viento, corrientes o equipo de ventilación artificial, el efecto de enfriamiento por el viento se reducirá protegiendo (apantallando) la zona de trabajo o bien usando una prenda exterior de capas cortaviento fácil de quitar.
  - 2. Si el trabajo en cuestión solamente es ligero y la ropa que lleva puesta el trabajador puede mojarse en el lugar de trabajo, la capa exterior de la ropa que se use puede ser de un tipo impermeable al agua.

# Estrés por frío

- 3. Si no es posible proteger suficientemente las áreas expuestas del cuerpo para impedir la sensación de frío excesivo o congelación, se deben proporcionar artículos de protección provistos de calor auxiliar.
- 4. Si la ropa de que se dispone no dispensa protección adecuada para impedir la hipotermia o la congelación, el trabajo se modificará o suspenderá hasta que se proporcione ropa adecuada o mejoren las condiciones meteorológicas.
- 5. Los trabajadores que manipulen líquidos evaporables (gasolina, alcohol o fluidos limpiadores) a temperaturas del aire por debajo de los 4°C (39,2°F), adoptarán precauciones especiales para evitar que la ropa o los guantes se empapen de esos líquidos, por el peligro adicional, de lesiones por frío debidas al enfriamiento por evaporación.

# Bibliografía

- NTP 462 – Evaluación de las exposiciones por frío
- Estrés por frío (I)- NTP 1036 Notas técnicas de Prevención – Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo – España
- Estrés por frío (II)- NTP 1037 Notas técnicas de Prevención – Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo - España