

# ANÁLISIS DEL CONFORT TERMICO EN EL SECTOR DE ENVASADO DE UN MOLINO DE YERBA MATE

Área temática: Calidad Ambiental

Kolodziej, Sebastián Federico\*; Cruz, Eugenio Rubén

*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones*

*Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones*

[kolodz@fio.unam.edu.ar](mailto:kolodz@fio.unam.edu.ar); [cruz@fio.unam.edu.ar](mailto:cruz@fio.unam.edu.ar)

## RESUMEN

En el presente trabajo se realizó un estudio de carga térmica en el sector de envasado de un molino de yerba mate, con el objetivo de elaborar un mapa térmico determinando las zonas que son más afectadas por la variación de temperatura. Se analizó las características de cada puesto y se realizó una evaluación siguiendo la metodología del índice TGBH (Temperatura Globo Bulbo Húmedo) propuesta por el Decreto 351/79 de la Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. Las mediciones se realizaron en los diferentes puestos de trabajo y zonas de circulación del sector en estudio, utilizando un medidor de carga térmica marca y modelo QUESTemp<sup>o</sup> 34 el cual permite registrar directamente los valores del índice TGBH, como así también los valores de temperatura de bulbo seco, de bulbo húmedo, de globo y humedad relativa, los cuales permiten conocer los parámetros que tienen mayor influencia en el confort ambiental. El resultado obtenido es un mapa del índice TGBH que muestra, de acuerdo a una gama de colores, las variaciones de temperatura que se registran en los diferentes puestos de trabajo del sector analizado. El mapa permite visualizar las zonas que son más sensibles a las variaciones de temperatura, donde un aumento de la misma incrementa la posibilidad de estrés térmico.

**Palabras claves:** Yerba Mate, TGBH, Confort Térmico

## ABSTRACT

In this paper a study of thermal stress was conducted in the field of packaging mate mill, with the aim of producing a thermal map identifying areas that are most affected by the temperature variation. The characteristics of each position was analyzed and an evaluation was done following the methodology of WBGT index (Wet Bulb Globe Temperature) proposed by Decree 351/79 Law 19587 Health and Safety at Work. The measurements were made at different jobs and circulation areas of the sector under study, using a thermal load meter brand and model QUESTemp<sup>o</sup> 34 which allows direct recording values of WBGT index, as well as values bulb temperature dry, wet bulb, globe and humidity, which allows to know the parameters that have the greatest influence on environmental comfort. The result is a map showing the WBGT index, according to a palette, temperature variations that occur in the different jobs the sector analyzed. The map is used to display areas that are more sensitive to temperature variations, where an increase of temperature, augment the possibility of thermal stress.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La Yerba Mate es uno de los principales productos que se elaboran en la provincia de Misiones, ocupando el tercer lugar después de la Madera y el Té [1]. Al tratarse de un producto alimenticio, es necesario que su producción se realice siguiendo buenas prácticas que aseguren la obtención de un producto de calidad y seguro para el consumo humano.

El desarrollo de buenas prácticas de manufactura requiere que el trabajo se lleve a cabo bajo condiciones adecuadas de higiene y seguridad, esto es, que el operario de cada sector trabaje cumpliendo con los procedimientos, y que además el ambiente en el que trabaja se encuentre en condiciones que aseguren su confort y bienestar, eliminando o reduciendo en la medida de lo posible los distintos agresores que pueden estar presentes [2].

Uno de los agresores físicos presente en los puestos de trabajo es la carga térmica por calor. La provincia de Misiones, caracterizada por un clima tipo isohigro, con temperaturas medias superiores a los 28°C en los meses más calurosos y una precipitación media anual de 2000 mm [3], propicia un clima cálido y húmedo que favorece la presencia de afecciones por calor, más aún cuando se está realizando alguna actividad laboral.

Un ambiente térmico inadecuado produce efectos directos sobre el operario, reduciendo el rendimiento físico y mental, provoca irritabilidad, aumento de distracciones, agresividad, errores, incomodidad al sudar y termina repercutiendo sobre la salud de la persona y sobre la operación por reducciones en la productividad [4].

La determinación de la carga térmica o estrés térmico se utiliza para evaluar el riesgo de la salud y seguridad de un trabajador y se define como la carga neta de calor a la que un trabajador puede estar expuesto como consecuencia del gasto energético del trabajo y de los factores ambientales [5].

La legislación argentina, Ley 19587 y Decreto 351/79, hace referencia al agresor físico carga térmica, y propone para su determinación una serie de pasos que incluyen principalmente el análisis de la ropa del operario, la tarea que realiza y la determinación del índice denominado TGBH (Temperatura Globo Bulbo Húmedo).

El objetivo del presente estudio es la medición y evaluación de la carga térmica en los distintos puestos de trabajo que comprenden el sector de envasado de yerba mate en paquetes flojos y prensados. Además de considerar las condiciones ambientales existentes en el sector, se analizaron las tareas desarrolladas en cada puesto de trabajo para determinar las exigencias de la misma.

## **2. METODOLOGIA**

La utilización de un índice de estrés por calor, permite integrar en un solo número los efectos de diferentes parámetros de un ambiente térmico al que puede verse expuesto una persona. En la práctica existen diversos índices utilizados y no existe un acuerdo sobre cuál es el mejor de todos por lo que la aplicación de uno u otro dependerá de cada contexto [6].

En el presente trabajo se utilizó para la evaluación de la carga térmica la metodología del índice TGBH (Temperatura Globo Bulbo Húmedo) propuesta por Decreto 351/79 de la Ley 19587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo. El índice TGBH es el más utilizado en todo el mundo, ya que plantea un método sencillo de utilizar en ambientes calurosos para establecer un diagnóstico rápido. El procedimiento planteado por el decreto 351/79 describe la forma en la que se debe llevar a cabo la medición, las especificaciones del instrumental a utilizar y los valores límites reglamentados del índice para personas aclimatadas y sin aclimatar. De esta forma se pueden detectar aquellas situaciones en las que puedan existir riesgos por calor, es decir, donde se superan los valores límites establecidos para el índice TGBH, en función del ritmo de trabajo y la aclimatación de los operarios.

A partir de los datos obtenidos se realizó un análisis del índice TGBH en cada punto analizado, contrastando con los valores establecidos por la normativa vigente.

Con los valores obtenidos se elaboró un mapa de estrés térmico el cual permite visualizar los sectores más comprometidos para las condiciones ambientales y operativas correspondientes al día de medición.

Las mediciones se llevaron a cabo un día soleado con temperaturas máximas de 34 °C y en la franja horaria de 11 a 16 horas.

Para realizar las mediciones se utilizó un medidor de carga térmica Marca 3M, modelo QUESTemp<sup>o</sup> 34, el cual permite registrar datos de temperatura de bulbo seco, bulbo húmedo, temperatura de globo, como así también valores del índice TGBH.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. Análisis de las tareas desarrolladas en los puntos de medición**

En general para todos los puestos de trabajo analizados, los operarios utilizan ropa de trabajo de verano y están adaptados al puesto por lo tanto se pueden considerar aclimatados. Con respecto a la tarea que desarrolla cada operario, se analiza y se clasifica cada una según el nivel de

exigencia (Tabla 3, Anexo II correspondiente al Artículo 60 del Decreto 351/79). Los puestos de trabajo analizados son los que se indican en la figura 1 y se explican a continuación.

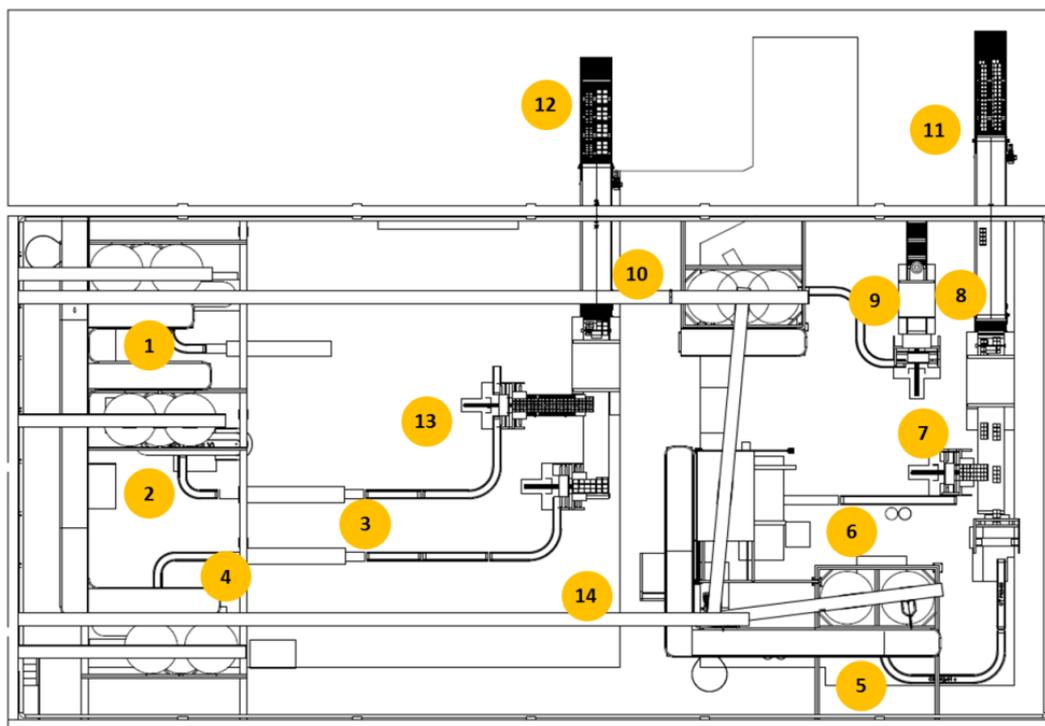


Figura 1: Puntos de medición

**Punto 1:** Requiere el trabajo de entre cuatro y cinco personas, las cuales trabajan en posición sentados, salvo quien realiza el embolsado final del pack que además de estar de pie, debe caminar para trasladar el pack. Si bien la tarea no requiere gran esfuerzo, la misma es repetitiva por lo que se determina un nivel de esfuerzo ligero.

**Punto 2.** Corresponde al puesto de trabajo de un operario encargado de la puesta en marcha, alimentación de paquetes a la máquina, control del llenado, cerrado y conformación del pack de yerba mate en la agrupadora. La tarea no demanda esfuerzo físico, requiere continua atención del operario y el desplazamiento del mismo por la línea de conformación del paquete, la misma se considera con un nivel de exigencia ligero.

**Punto 3:** Este punto es un sector de paso del operario que trabaja en una de las máquinas, controla el proceso de conformación del paquete de yerba mate y su posterior entrada a la agrupadora. En dicho punto se encuentran las sopladoras de aire caliente utilizadas para el cerrado del paquete proveniente de las líneas de envasado. La tarea se considera de un nivel de exigencia ligero.

**Punto 4:** Corresponde al puesto de trabajo de un operario encargado de la puesta en marcha, alimentación de paquetes a la máquina, control del llenado, cerrado y conformación del pack de yerba mate en la agrupadora. La tarea no demanda esfuerzo físico, pero requiere atención y cierto desplazamiento por la línea de conformación del paquete. Esta tarea se considera de un nivel de exigencia ligero.

**Punto 5:** Corresponde al operario encargado de la puesta en marcha de la máquina y su control. El operario realiza además los cambios de bobinas de papel, cuando el proceso lo requiera. Las características de la tarea se corresponden con un nivel de exigencia ligero.

**Punto 6:** Corresponde al operario encargado de la puesta en marcha de la máquina y su control. El operario realiza además los cambios de bobinas de papel, cuando el proceso lo requiera. Las características de la tarea se corresponden con un nivel de exigencia ligero.

**Punto 7:** Este se considera un punto de paso para el operario encargado de alimentar el horno termocontraíble con los packs de yerba mate que requieran un doble embolsado. El operario traslada los packs y los coloca sobre la cinta de entrada al horno. Además, controla la línea de envasado de la máquina del punto 6. Considerando el traslado de un operario que lleva un determinado peso, la tarea se considera de un nivel de exigencia moderado.

**Punto 8:** Sector ubicado a la salida de los hornos termocontraíbles de las envasadoras de 1 kg y ¼ de kg., el operario se encarga de sacar los packs de yerba mate que salen del mismo para su posterior ubicación en el palet. Considerando que la tarea demanda el traslado de un determinado peso, el nivel de exigencia es moderado.

**Punto 9:** Sector de trabajo donde se colocan los packs en bolsas para su posterior traslado a la entrada del horno termocontraíble. La tarea en este sector se considera con un nivel de exigencia moderado, ya que requiere el traslado del pack.

**Punto 10:** Sector de salida de los packs conformados del horno termocontraíble. El operario de este sector se encarga de sacar los packs y trasladarlos hacia el palet para su estibado. Como se requiere el traslado de un determinado peso, generalmente más de 3 kg, el nivel de exigencia de la tarea es moderado.

**Punto 11:** Punto de salida de los packs provenientes de las envasadoras, para su estibado en los palets. El operario se encarga de levantar los packs de la cinta transportadora y colocarlos sobre el palet. El nivel de exigencia de la tarea se considera moderado.

**Punto 12:** Punto de salida de los packs provenientes de las envasadoras, para su estibado en los palets. El operario se encarga de levantar los packs de la cinta transportadora y colocarlos sobre el palet, trasladar hasta la máquina que coloca el film y luego al depósito mediante una transpaleta manual. El nivel de exigencia de la tarea se considera moderado.

**Punto 13:** Sector considerado de tránsito por donde se desplaza tanto el operario que controla la máquina como el que alimenta el horno termocontraíble con los packs provenientes de la envasadora. El nivel de exigencia de la tarea se considera ligero.

**Punto 14:** Zona de tránsito que comunica el almacén de materiales con las diferentes máquinas envasadoras. También permite el acceso a los tableros eléctricos del sector. Para este sector se considera un nivel de exigencia ligero.

### 3.2. Mediciones realizadas

Las mediciones se realizaron en los puestos de trabajo y áreas de tránsito que se indican en la figura 1, con una duración aproximada de entre 10 y 15 minutos cada una, tiempo necesario para que el instrumento se estabilice. El instrumento se ubicó próximo al puesto de trabajo de los operarios, pero sin interferir en el normal desarrollo de las tareas.

### 3.3. Resultados

Los resultados del índice TGBH y las características de las tareas desarrolladas en cada puesto de trabajo se resumen en la tabla 1.

Tabla 1: *Determinación de estrés térmico mediante el índice TGBH*

Puesto Trabajo	T <sub>amb</sub> <sup>(1)</sup>	TGBH medido	TGBH reglamentado	Exigencia de la tarea	Estrés térmico
Punto 1	30,1	25,9	29,5	LIGERA	NO
Punto 2	30,4	26,2	29,5	LIGERA	NO
Punto 3	31,4	27,8	29,5	LIGERA	NO
Punto 4	31,7	26,8	29,5	LIGERA	NO
Punto 5	32,4	26,9	29,5	LIGERA	NO
Punto 6	33,4	28,2	29,5	LIGERA	NO
Punto 7	33,5	28,3	28,5	MODERADA	PROBABLE
Punto 8	33,5	28,8	28,5	MODERADA	PROBABLE
Punto 9	34,9	28,5	28,5	MODERADA	PROBABLE
Punto 10	33,1	29,1	28,5	MODERADA	PROBABLE
Punto 11	32,7	27,6	28,5	MODERADA	NO
Punto 12	33,1	27,1	28,5	MODERADA	NO
Punto 13	33,5	27,1	29,5	LIGERA	NO
Punto 14	33,8	28,1	29,5	LIGERA	NO

(1) T<sub>amb</sub>: Temperatura ambiente exterior. Medida fuera del Molino

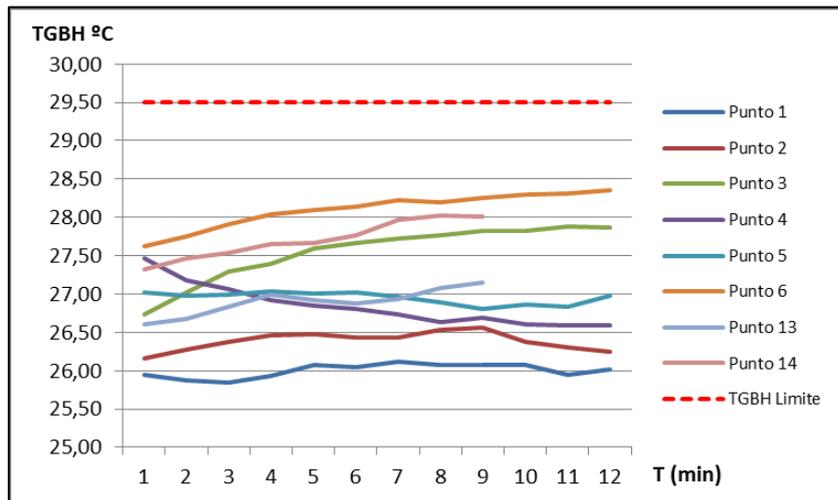


Figura 2: Variaciones del TGBH - Tarea Ligera

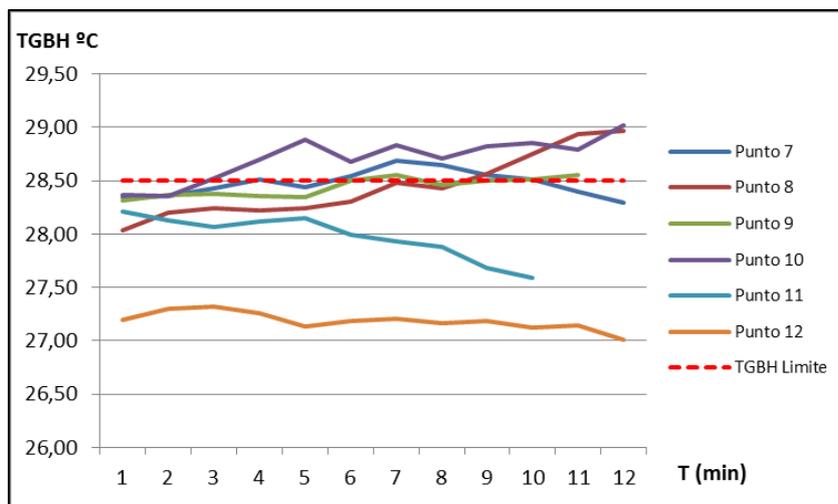


Figura 3: Variaciones del TGBH - Tarea Moderada

Como demuestran los resultados, para las condiciones en las que se llevaron a cabo las mediciones, con una temperatura ambiente exterior que osciló entre los 31°C y 34°C, y de acuerdo a las tareas realizadas y los métodos de trabajo empleados en cada puesto, existen algunos sectores que pueden verse afectados por la posibilidad de estrés térmico (Figuras 2 y 3).

En los puntos 7 al 10 existe posibilidad de estrés térmico, debido a que los valores obtenidos se encuentran próximos al límite indicado por la normativa vigente y en algunos casos sobrepasa el mismo. En estos puestos de trabajo el operario no tiene una exposición continua, ya que la tarea que realiza hace que el mismo se desplace por diferentes puntos alejándose durante un determinado tiempo de las fuentes de calor.

En la figura 4 se presenta el Mapa de Estrés Térmico, donde se pueden observar las zonas de mayor probabilidad de estrés térmico para las condiciones atmosféricas existentes durante la medición.



Figura 4: Mapa de Estrés Térmico

Los puntos comprometidos corresponden a los que se encuentran próximos a los hornos termocontraíbles, los que al no tener aislación térmica representan una fuente de calor significativa. Estos puestos de trabajo requieren un seguimiento de los operarios a fin de identificar cualquier síntoma de estrés térmico.

Para los demás puntos de medición los valores obtenidos se encuentran por debajo de los valores límite recomendados por la normativa.

Además, se observan sectores que en las condiciones actuales no presentan posibilidad de estrés térmico pero en condiciones ambientales diferentes, por ejemplo mayor temperatura y humedad, podrían alcanzar valores de TGBH que superen los reglamentados.

En la figura 5 se presenta el mapa de temperaturas donde se pueden observar claramente los sectores que se encuentran más comprometidos, tal como se explicó anteriormente, los cuales corresponden a los hornos termocontraíbles.

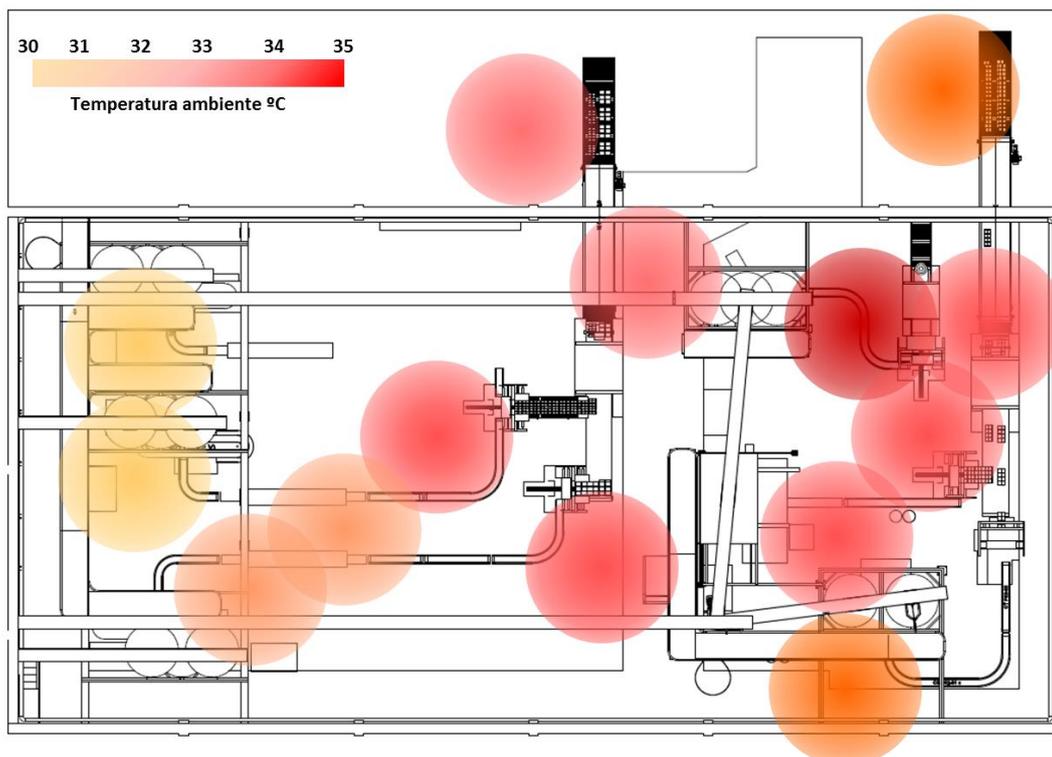


Figura 5: Mapa de Temperaturas

Cabe destacar de acuerdo a lo observado en este último gráfico, que son varios los factores que determinan la posibilidad de estrés por calor. En la figura 5 se aprecia que si bien en todas las mediciones la temperatura ambiente se encontraba por encima de los 30°C, un nivel de temperatura muy superior al confort, la posibilidad de estrés por calor solo se presentaba en algunos sectores. Cualquier variación que se genere en los puestos de trabajo ya sea en los métodos de trabajo o en el equipamiento utilizado requiere un nuevo relevamiento de las condiciones ambientales.

#### **4. CONCLUSIONES**

Los resultados obtenidos demuestran la posibilidad de estrés térmico en algunos puestos de trabajo, por lo que debería haber un seguimiento de los operarios que se encuentran en los sectores más comprometidos, además de la capacitación necesaria para la identificación de los síntomas del estrés térmico.

Para condiciones atmosféricas más desfavorables, mayor temperatura y/o humedad, e iguales condiciones de trabajo y equipamiento, es conveniente realizar un análisis detallado como propone la normativa vigente debido a la posibilidad del estrés térmico.

#### **5. REFERENCIAS**

- [1] IPEC (Instituto Provincial de Estadística y Censo) (2012). Gran Atlas de Misiones. Capítulo 5: Economía. Misiones, Argentina.
- [2] Prat Kricun Sergio Dante y otros. (2008). Guía para la aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manufactura. Yerba Mate. INTA. Cerro Azul.
- [3] Rubí Bianchi Alberto; Cravero Silvia Ana Carla. (2010). Atlas climático digital de la República Argentina. INTA. Ediciones INTA. Salta, Argentina.
- [4] Mondelo Pedro y otros. (2009). Ergonomía 2, Confort y estrés térmico. 3ª Edición Alfaomega. México.
- [5] Ley 19587. Higiene y Seguridad en el Trabajo. (1979). Decreto 351/79 Anexo II, Capítulo 8, Estrés Térmico. Argentina.
- [6] Jean-Jacques Vogt. (2001). Enciclopedia de la OIT. Volumen II. Parte 6 Riesgos Generales. Capítulo 42, Calor y Frío. Editorial INSHT. España.