



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza

Especialización en Salud en el Trabajo

Asociación entre exposición a temperaturas elevadas y pérdida de peso en los trabajadores del departamento de fundición en una empresa metalmeccánica

TESIS

Que para obtener el grado de especialista en Salud en el Trabajo.

Presenta:

M.C. JUAN REYNOSO CAMPOS

**Asesores: Dra. María Martha Méndez Vargas
M. en C. Juan Alfredo Sánchez Vázquez**

**Jurados: Esp. María Isabel Martínez Ledesma
Dr. José Horacio Tovalín Ahumada
Dr. Rubén Marroquín Segura.**

México, D.F. Marzo de 2014



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

1.0 RESUMEN	3
2.0 INTRODUCCION	4
3.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
4.0 MARCO TEÓRICO	7
5.0 OBJETIVOS E HIPÓTESIS	21
6.0 METODOLOGÍA	23
7.0 RESULTADOS.....	29
8.0 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	41
9.0 BIBLIOGRAFÍA	44

RESUMEN

Objetivo: Evaluar la asociación que existe entre las temperaturas elevadas de las diferentes áreas del departamento de fundición con la pérdida de peso corporal en los trabajadores de una empresa dedicada a la fundición autopartes.

Material y métodos: estudio de tipo prospectivo, de cohortes con dos grupos de trabajadores de nuevo ingreso al departamento de fundición y al departamento de maquinado de una empresa metalmeccánica, expuestos a altas temperaturas los del departamento de fundición y los del departamento de maquinado se encuentran a temperatura ambiental en un ambiente cerrado, se les siguió periódicamente su vigilancia de adaptación, se efectuaron mediciones de su peso corporal al inicio y al final de la jornada durante 6 días al principio, posteriormente 3 veces por semana durante 2 meses, además de otras constantes vitales como fueron tensión arterial (TA), frecuencia cardiaca (FC), Temperatura, Estado de Hidratación etc. La muestra recolectada fueron 66 trabajadores en el grupo no expuesto y 50 trabajadores en el grupo expuesto para dar un total de 116, todos fueron del sexo masculino, no hubo deserciones.

Resultados: La asociación entre temperatura elevada y pérdida de peso, fue significativa comparando el grupo expuesto (fundición), con el grupo no expuesto (maquinado), en el grupo expuesto hay una pérdida de peso de 1.720 kg en promedio mientras que en el no expuesto con nivel de carga ligero es de 0.10 kg de ganancia de peso, en el grupo expuesto se observó que la carga de trabajo mediana, puestos de trabajo con mayor exposición a temperaturas elevadas y trabajadores jóvenes en el grupo de 20 a 31 años presentaron mayores pérdidas de peso, pero sin afectar su salud, ni poner en riesgo su vida.

Conclusiones: Existe una asociación estadísticamente significativa (t^* DE Student, $P \leq 0.05$, entre exposición a altas temperaturas en el trabajo y la pérdida de peso.

Palabras clave

Pérdida de peso corporal.

Temperaturas elevadas.

1.0 INTRODUCCION

El medio ambiente térmico inadecuado es la queja más común de los trabajadores. Discernir entre las situaciones que conllevan riesgo para la salud o las que son queja necesita de una recolección de datos adecuada (temperatura, humedad, radiación térmica, velocidad del aire, carga de trabajo e indumentaria) para interpretarla mediante los índices térmicos.

La patología producida por el estrés térmico, en la exposición al calor, se caracteriza por su comienzo agudo, pudiendo ocasionar la muerte. La única aproximación realista se proporciona desde la prevención primaria, es decir eliminando o por lo menos disminuyendo el riesgo.

La complejidad de los índices térmicos ha provocado que su uso sea privativo de expertos en prevención. En estos momentos se imponen los grupos multidisciplinarios, con el objeto de mejorar las condiciones de trabajo desde todos los puntos de vista. Una terminología común es imprescindible con el objeto de evitar que dichos grupos no se conviertan en una pequeña torre de babel.

Los mecanismos fisiológicos que el sujeto pone en juego cuando se expone a un ambiente caluroso, así como la influencia de la edad o el sexo, enfermedades crónicas son muy importantes ya que son determinantes de la salud de un individuo, porque son causa de distintas patologías derivadas de una exposición al riesgo.

La exposición a las condiciones ambientales de los lugares de trabajo no debe suponer un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores; ni deben constituir una fuente de incomodidad o molestia para ellos, por lo que deberán evitarse las temperaturas y las humedades extremas, los cambios bruscos de temperatura

La temperatura de los locales donde se realicen trabajos ligeros estará comprendida entre 14 y 25°C, la humedad relativa estará comprendida entre el 30 y el 70%, excepto en los locales donde existan riesgos por electricidad estática en los que el límite inferior será el 50%. Los trabajadores no deberán estar expuestos de forma frecuente o continuada a corrientes de aire.

Entre las enfermedades que se presentan por estrés térmico están el golpe de calor, calambres, deshidratación, baja de peso, por tal motivo se debe mantener una vigilancia periódica de las funciones vitales del trabajador que labore en ambientes calurosos como son: la Medición de la Temperatura corporal, la medición del peso, Toma de frecuencia cardíaca, tensión arterial, a fin de detectar tempranamente daños a la salud y evitarlos.

2.0 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Justificación: El peligro y uno de los daños al organismo humano que pueden ocasionar las temperaturas elevadas es la baja de peso, que cuando es importante se necesita un sistema de vigilancia epidemiológica en los trabajadores; deberá ser más estrecha en la estación de primavera y verano ya que en esta época del año también pueden sufrir deshidratación, golpe de calor y otras alteraciones orgánicas. La baja de peso, además de la pérdida de grasa, puede ser debida también a deshidratación; de ahí la importancia de vigilar al personal de nuevo ingreso durante el periodo de aclimatación y al personal que ya tiene cierta antigüedad laboral con cierta periodicidad

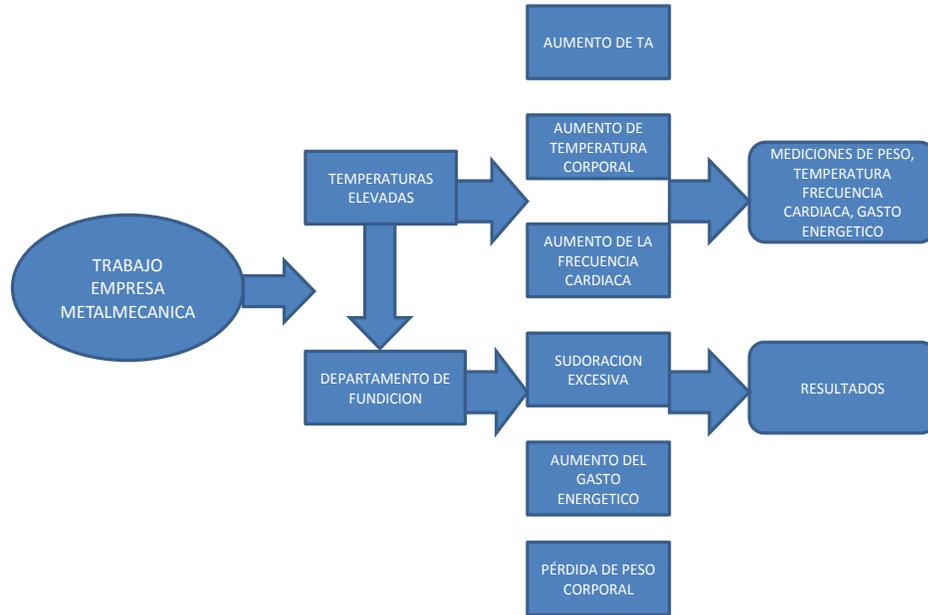
El planteamiento del problema: Las temperaturas elevadas son un riesgo para la salud si no se sigue una vigilancia en forma adecuada, desde el golpe de calor hasta la baja de peso. En los trabajadores de nuevo ingreso, se ha detectado en algunos que se presenta pérdida de peso paulatinamente al parecer asociada al calor y al tipo de trabajo, ya que como es sabido el calor aumenta el metabolismo basal y obliga al organismo a consumir mayor número de calorías. Esta baja de peso se presenta sobre todo cuando se encuentran expuestos a temperaturas elevadas los trabajadores que laboran en el área de fusión, del departamento de fundición, a tal grado que ha sido necesaria nueva valoración médica. Se selecciona una empresa metal mecánica que durante 4 años ha reportado, en promedio por año, 6 trabajadores de nuevo ingreso con pérdida de peso paulatinamente después de su ingreso al departamento de fundición.

Enunciado del problema: El estudio pretende demostrar que la Temperatura elevada es un factor de riesgo asociado a la baja de peso corporal en trabajadores de nuevo ingreso del departamento de fundición en una empresa metal-mecánica.

Pregunta de la investigación: ¿Existe asociación entre temperatura elevada y la baja de peso corporal en los trabajadores de nuevo ingreso del departamento de fundición en una empresa metalmecánica?

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Existe asociación entre temperatura elevada y la baja de peso en los trabajadores del departamento de fundición en una empresa metalmeccánica?



3.0 MARCO TEORICO

3.1 Estrés térmico

Desde los trabajadores de hierro hasta los panaderos, muchas personas trabajan en una gran variedad de ambientes calurosos: Trabajos al aire libre en tiempo caluroso, como la minería de superficie, construcción y reparación de las calles, construcción de diques, y otros trabajos de construcción, Fundiciones de hierro, acero, y de materiales no ferrosos, tratamiento de ladrillos con calor o cociendo ladrillos y cerámica en un horno plantas de fabricación de productos de vidrio plantas de fabricación de productos de caucho, empresas de servicio público de electricidad (especialmente una sala de calderas), panaderías, cocinas de restaurantes, lavanderías, minas, fundición.

El estar incómodo no es el problema más grave de trabajar en ambientes con temperaturas y humedad altas. Los trabajadores que bruscamente están expuestos a un ambiente muy caluroso se enfrentan a peligros para la salud y seguridad que se pueden evitar. (NIOSH, 2007) En los procesos de trabajo en caliente, intervienen siete factores principales: humedad del aire, velocidad del aire, temperatura ambiente, energía de calor radiante, ropa, velocidad de trabajo, forma física/edad/ estado de salud.

La Humedad relativa es un factor importante en el confort térmico y el esfuerzo por calor, en ciertas temperaturas el aire es capaz de contener solo una pequeña cantidad de vapor de agua. Al descender la temperatura del aire, éste retendrá menos agua. Por esta razón, por la noche se forman gotitas de agua (rocío) al bajar la temperatura. El porcentaje de vapor de agua presente realmente en el aire para una cierta temperatura comparado con la cantidad máxima que podría contenerse a esa temperatura recibe el nombre de “humedad relativa”. Esta magnitud puede medirse usando termómetros de bulbo húmedo y de bulbo seco

La Transferencia de calor entre el ser cuerpo y el entorno tiene lugar a través de:

- Conducción: contacto corporal
- Convección: Velocidad del aire sobre el cuerpo
- Radiación: el cuerpo irradia calor al entorno más frío o absorbe energía de calor radiante (p. ej., del sol)

Las pérdidas y ganancias de calor por conducción son relativamente pequeñas. La convección es más importante, y enfría el cuerpo salvo si la temperatura del aire es superior a la de la piel, en cuyo caso la convección calentará el cuerpo (Taylor, Easter, & Hegney, 2006).

El estrés térmico se presenta cuando el cuerpo humano mantiene una temperatura que fluctúa entre 36°C y 38°C. Cuando la temperatura del cuerpo sobrepasa este nivel, el cuerpo reacciona para eliminar el exceso de calor. Sin embargo, si el cuerpo sigue recibiendo calor en una cantidad mayor a la que puede eliminar, la temperatura corporal aumenta y la persona sufre *estrés térmico*. Los problemas de salud derivados del estrés térmico son conocidos como *trastornos causados por calor*. Este tipo de trastornos ocurren más a menudo cuando se está realizando trabajo físico arduo en ambientes calurosos y húmedos y cuando el cuerpo, como consecuencia, pierde demasiado fluido y sal en el sudor. (WorkSafe BC, 2005).

Las causas más importantes de estrés térmico son:

Ambiente: Temperatura del aire, flujo del aire, humedad, calor radiante (por ej., Sol, Horno).

Trabajador: Aclimatación, vestimenta, hidratación, condiciones médicas, edad.

Trabajo: cantidad de trabajo, tasa de trabajo. (WorkSafe BC, 2005).

Los índices más importantes de estrés térmico son:

- Índice WBGT (Temperatura de globo con bulbo húmedo).
- Índice de estrés térmico (HSI) de Belding y Hatch, modificado por McKarns y Brief,
- Índice de CET (temperatura eficaz corregida) desarrollado por ASHRAE/KSU (The American Society of Heating Refrigeration And Air-conditioning Engineers and Kansas State University). (Taylor, Easter, & Hegney, 2006).

El índice WBGT.- Este es uno de los índices utilizados con mayor frecuencia en el estudio de exposición a calor y para estimar el confort térmico. En el campo de la higiene industrial, el índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature) es utilizado para establecer la relación entre la temperatura del globo negro (T_g) y la temperatura húmeda natural (T_{hn}).

Ejemplo de valores límites admisibles de exposición al calor para determinar el régimen de trabajo de acuerdo a la Norma ISO7243 (1982)

Régimen de trabajo y de reposo	Valores en °C WBGT**		
	Ligero	Moderado	Intenso
Trabajo Continuo	30.0°C	26.7°C	25.0°C
75% trabajo y 25% reposo por hora	30.6°C	28.0°C	25.9°C
50% trabajo y 50% reposo por hora	31.4°C	29.4°C	27.9°C
25% trabajo y 75% reposo por hora	32.2°C	31.1°C	30.0°C

** En la medida que la carga de trabajo aumenta, el impacto del calor sobre un trabajador no aclimatado se aumenta. Para los trabajadores No aclimatados que ejecutan un trabajo de nivel Moderado, el TLV admisible de exposición debe ser reducido en 2,5°C aproximadamente.

(Castillo J., 2010)

Tanto los empleados como los empleadores son responsables de tomar medidas para prevenir el estrés causado por el calor en el lugar de trabajo.

3.2 Regulación térmica

Trabajar en el calor y haciendo esfuerzo físico arduo puede afectar el sistema de refrigeración del cuerpo. Si el cuerpo no es capaz de enfriarse a sí mismo, el trabajador puede sufrir estrés térmico. Si éste no se reconoce y trata en su comienzo se pueden desarrollar condiciones más serias e incluso fatales con bastante rapidez.

Los trabajadores que tienen que laborar en condiciones de calor deben estar adecuadamente preparados para enfrentar el estrés térmico. Las actividades de trabajo en interiores calurosos exponen a los trabajadores al calor durante todo el año. Ellas incluyen trabajo en la industria de pulpa y papel, lavanderías industriales, panaderías, manufactura y fabricación de acero, salas de caldera y trabajo en áreas cercanas a hornos de cemento.

El estrés térmico puede producir una variedad de problemas que van desde sarpullidos de la piel y mareos hasta convulsiones y pérdida de la conciencia. Los primeros síntomas, como son fatiga excesiva, letargo, irritabilidad, falta de coordinación y confusión, que pueden llegar a convulsiones y pérdida de la conciencia. (NIOSH, 2007)

El consumo de líquidos, las tasas de sudoración y el estado de hidratación, en trabajadores sometidos a estrés térmico en diferentes minas de Australia que se sometieron a un protocolo de deshidratación y enfermedades producidas por calor, se observó que tienen tasas muy altas de sudor **sufren una pérdida significativa de peso corporal durante el transcurso de su turno de trabajo.** Los datos que se recopilaron son: el estado de hidratación, las tasas de sudoración y las tasas

de consumo de líquidos. Los resultados muestran que los mineros sudan en condiciones de calor, en promedio alrededor de 0,8 litros por hora, con un rango de 2,4 a 12,5 litros por turno. Sin embargo, en las minas de carbón, muchos trabajadores beben sólo 1 a 3 litros por turno, lo que redundará en una deshidratación significativa si se trabaja bajo estrés térmico, y un aumento en el riesgo de enfermedades por el calor. (Brake & Bates, 2001).

Entre los cambios y reacciones del hombre se menciona por parte del National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) (2007) lo siguiente:

Debido a que el cuerpo humano es de sangre caliente, puede mantener una temperatura interna más o menos constante, aunque esté expuesto a temperaturas ambientales variables. Para mantener la temperatura interna dentro de límites seguros, el cuerpo tiene que eliminar el calor excesivo. Para eliminar el calor, el cuerpo cambia el ritmo y la cantidad de circulación de sangre en la piel. Cambia también la cantidad de líquido que las glándulas de transpiración desprenden por la piel.

Estas reacciones automáticas ocurren cuando la temperatura de la sangre sobrepasa los 98.6°F (37°C). El cerebro controla estas reacciones y las mantiene en equilibrio. Durante este proceso de bajar la temperatura interna, el corazón empieza a bombear más sangre, los vasos sanguíneos se dilatan para adaptarse a la circulación aumentada, y los vasos sanguíneos microscópicos (capilares), que pasan por las capas superiores de la piel, empiezan a llenarse con sangre. La sangre circula más cerca de la superficie de la piel, y el calor excesivo se pierde en el ambiente más fresco.

Si no es adecuada la pérdida de calor por la circulación aumentada en la piel, el cerebro sigue pensando que el cuerpo se calienta demasiado. El cerebro manda señales a las glándulas de transpiración para que eliminen grandes cantidades de sudor por la superficie de la piel. La evaporación de la transpiración refresca la piel y elimina grandes cantidades de calor del cuerpo.

Cuando las temperaturas ambientales se acercan a la temperatura normal de la piel, el enfriamiento del cuerpo se complica. Si la temperatura del aire está igual o más elevada que la de la piel, la sangre que llega a la superficie del cuerpo no puede perder el calor. Bajo estas condiciones, el corazón sigue bombeando sangre a la superficie del cuerpo. Las glándulas de transpiración envían líquidos con electrolitos a la superficie de la piel. La evaporación se convierte en la manera más eficaz de mantener una temperatura constante en el cuerpo. La transpiración no refresca el cuerpo a menos que la humedad se elimine del cuerpo por la evaporación.

Bajo condiciones de alta humedad, la evaporación de la transpiración de la piel se disminuye. Estas condiciones dañan la capacidad de una persona de trabajar en un ambiente caluroso. Mucha sangre llega a la superficie externa del cuerpo. Relativamente menos sangre llega a los músculos activos, el cerebro, y otros

órganos internos. Como consecuencia de ello, la fuerza del cuerpo se disminuye, y el cansancio llega antes de lo normal. El trabajador pierde su capacidad de estar alerta y la capacidad mental puede ser afectada también. (NIOSH, 2007)

De acuerdo a Kenny (1998) en el equilibrio térmico interviene:

La principal fuente de calor para el organismo es, con diferencia, la producción de calor metabólico (M). Incluso con una eficiencia mecánica máxima, entre el 75 y el 80 % de la energía implicada en el trabajo muscular se libera en forma de calor. En reposo, una tasa metabólica de 300 ml de O_2 por minuto crea una carga térmica de aproximadamente 100 W. El trabajo en estado estable con un consumo de oxígeno de 1 l/min genera aproximadamente 350 W de calor, menos cualquier energía asociada al trabajo externo (W).

El calor puede también absorberse del medio ambiente por radiación (R) y convección (C) si la temperatura de globo (una medida del calor radiante) y la temperatura del aire (bulbo seco) sobrepasan respectivamente la temperatura cutánea. El último proceso de termólisis, el de evaporación (E), suele ser también el más importante, puesto que el calor latente de la evaporación del sudor es bastante elevado, aproximadamente 680 W-h/l de sudor evaporado.

Regulación térmica en ambientes calurosos.- El ser humano desprende calor al medio ambiente principalmente mediante una combinación de procesos secos (radiación y convección) y evaporación. Para facilitar este intercambio, se activan y regulan los dos principales sistemas efectores: vasodilatación periférica y sudoración. La principal función de la vasodilatación periférica es transferir calor del interior del cuerpo a la periferia (transferencia interna de calor), mientras que la evaporación de sudor constituye un medio extremadamente eficaz para enfriar la sangre antes de que regrese a los tejidos corporales profundos (transferencia externa de calor).

Vasodilatación periférica.- La cantidad de calor transferido del núcleo a la periferia depende del flujo sanguíneo periférico (FSP), el gradiente de temperatura entre el centro y la periferia y el calor específico de la sangre (algo inferior a 4 kJ/°C por litro de sangre). En reposo y en un ambiente térmicamente neutro, la piel recibe aproximadamente entre 200 y 500 ml/min de flujo sanguíneo, lo que representa sólo entre un 5 y un 10 % de la sangre total bombeada por el corazón (gasto cardíaco). Debido a la existencia de un gradiente de 4 °C entre La temperatura del núcleo (T_c) que representa la temperatura corporal interna o profunda y puede medirse en la boca, en el recto, (unos 37°C) y La temperatura de la periferia que está representada por la temperatura cutánea media (T_{sk}). (Unos 33°C en esas condiciones), el calor metabólico producido por el organismo para soportar la vida es transmitido constantemente a la piel por convección para su disipación. Por el contrario, en condiciones de hipertermia severa, como cuando se realiza un trabajo pesado en condiciones de calor, el gradiente térmico del centro a la piel es

menor y la transferencia de calor necesaria se consigue con un gran aumento del FSP. En condiciones de estrés máximo por calor, el FSP puede alcanzar entre 7 y 8 l/min, casi la tercera parte del gasto cardíaco (Kenny, 1998)

El sudor contribuye a la regulación de la temperatura corporal, y posee un elevado calor latente de evaporación y es ideal para regular la eficacia del sistema termolítico del ser humano, un hombre que trabaje con un consumo de oxígeno de 2.3 L/min producirá un calor metabólico neto (M - W) de aproximadamente 604 W. Sin Sudar la Temperatura corporal aumentaría a un ritmo de 1°C cada 6-7 minutos. Con una evaporización eficiente de unos 16 g de sudor por minuto, la velocidad de la pérdida de calor puede igualar a la velocidad de la acumulación de calor, de esta manera la temperatura interna del organismo se mantiene estable; es decir: $M - W \pm R \pm C-E = 0$. (Kenny, 1998)

3.3 Vigilancia

A los trabajadores se les recomienda controlar su equilibrio hídrico pesándose con frecuencia a la misma hora y en las mismas condiciones (por ejemplo: antes de entrar a trabajar) e intentar mantener un peso constante. Una variación del peso no refleja necesariamente una deshidratación. El agua forma enlaces químicos con el glucógeno y este almacenado en los músculos se libera durante el ejercicio, dependiendo del contenido de glucógeno en los músculos puede perderse hasta 1 kg de peso corporal. (Nealsen, 1998)

Los datos disponibles sugieren que la tolerancia al calor se reduce en las personas de edad avanzada, quienes tardan más en sudar que las personas jóvenes y reaccionan con un mayor flujo sanguíneo periférico durante la exposición al calor. Al comparar los sexos se ha observado que la mujer tolera mejor la humedad que el hombre. En ambientes húmedos, la evaporación del sudor se reduce, de manera que la proporción superficie/masa ligeramente mayor en la mujer podría actuar en su favor. Las personas de edad avanzada, sobre todo las que padecen un trastorno crónico, como enfermedad cardiovascular, diabetes mellitus o alcoholismo, o las que tienen que recibir ciertos medicamentos, especialmente fármacos psicotrópicos, presentan un elevado riesgo de sufrir un golpe de calor clásico (Ogawa, 1998).

Entre los factores no térmicos cuya influencia en el FSP ha sido demostrada figuran las posturas erguidas, la deshidratación y la respiración con presión positiva (uso de respirador).

La necesidad de aumentar el flujo sanguíneo periférico con el fin de ayudar a regular la temperatura tiene un gran impacto en la capacidad del sistema cardiovascular para regular la presión arterial. En ambientes calurosos, la FC es mayor con cualquier intensidad de trabajo, para compensar el menor volumen sanguíneo central (VSC) y el menor Volumen sistólico (VS). Con niveles superiores de trabajo se alcanza la frecuencia cardíaca máxima y esta taquicardia es, por consiguiente, incapaz de mantener el gasto cardíaco necesario. La

segunda manera de aumentar el FSP es reduciendo el flujo sanguíneo en zonas como el hígado, los riñones y los intestinos (Rowell 1983). El re direccionamiento del flujo puede conseguir un aumento adicional de 800 a 1.000 ml en el flujo sanguíneo periférico y ayuda a compensar los efectos nocivos de la acumulación periférica de sangre. (Kenny, 1998)

La pérdida de líquidos y el estado de hidratación en trabajadores industriales sometidos a estrés térmico que laboran turnos prolongados se encontró que la deshidratación involuntaria no se produjo en los trabajadores bien informados, ya que tiene implicaciones en el estrés térmico, durante el tiempo de trabajo de 10-12 horas se estuvo vigilando la ingesta de líquidos por parte de los trabajadores, la prueba de la densidad de orina se midió al inicio a la mitad y al final de la jornada de trabajo sin encontrar diferencia estadística (Brake & Bates, 2003).

3.4 Los trastornos causados por el calor

Son cinco los problemas causados por ambientes calientes: golpe de calor, agotamiento por calor, calambres por calor, sincopes por calor y alteraciones de la piel. (Cohen Richard, 2005).

Golpe de calor: el golpe de calor es una urgencia médica que pone en riesgo la vida, es causado por una falla en la regulación térmica manifestada por disfunción cerebral con alteraciones del estado mental, hiperpirexia y signos vitales anormales y, por lo general la piel seca y caliente. El golpe de calor se vuelve inminente conforme la temperatura central (rectal) se aproxima a 41°C. Es más factible que ocurra luego de exposición excesiva a calor; se presenta en dos formas: "Clásica y por esfuerzo". La forma clásica se presenta en condiciones de calor extremo en personas con capacidad alterada para la disipación del calor (ancianos, lactantes y enfermos crónicos debilitados). El golpe de calor por esfuerzo resulta de un ejercicio extenuante en ambientes calientes, a menudo en individuos no aclimatados. La morbilidad y la mortalidad se deben a daño cerebral, cardiovascular, hepático o renal.

La falla en la regulación térmica se caracteriza por mareo, debilidad, náuseas, vómitos, confusión, delirio y alteraciones visuales; los cambios en el estado mental son la característica principal. También ocurren convulsiones, colapso o pérdida de la conciencia. La piel está caliente, y al principio se ve diaforética; más tarde se seca. Hay ligera elevación de la presión arterial pero después se cae en hipotensión. La temperatura central suele exceder los 41°C, al igual que con el agotamiento, se presenta hiperventilación que lleva a alcalosis respiratoria y acidosis metabólica compensatoria. Puede presentarse hemorragia, insuficiencia

renal o arritmia. En Las pruebas de laboratorio se encuentra leucocitosis por la deshidratación; disminución del potasio, calcio y fósforo séricos; aumento del nitrógeno ureico en sangre; hemoconcentración; disminución de la coagulación sanguínea; y orina concentrada con proteinuria, cilindros tubulares y mioglobinuria. También llega a verse trombocitopenia, aumento en el tiempo de sangrado y coagulación, fibrinólisis y coagulopatía por consumo. En las pruebas de laboratorio se refleja el daño miocardio, hepático y renal.

Agotamiento por calor: En los individuos que efectúan trabajo extenuante, la exposición prolongada al calor junto con una ingestión inadecuada de sal y agua produce agotamiento por calor, deshidratación y depleción de sodio o pérdida de líquidos isotónicos, con los respectivos cambios cardiovasculares.

Los signos y síntomas incluyen sed intensa, debilidad, náuseas, fatiga, cefalea, confusión, temperatura central (rectal) por arriba de 38°C, aumento de la frecuencia cardíaca y piel húmeda, calambres por calor, hiperventilación que da lugar a alcalosis respiratoria. Si continúa la elevación de la temperatura o la disminución de la diaforesis, se corre el riesgo a que progreses a golpe de calor.

Calambres por calor: Los calambres por calor se deben a la depleción de sodio causada por la restitución del sudor perdido con agua sola. Suelen caracterizarse por contracciones musculares lentas y dolorosas y espasmos intensos que duran de 1-3 minutos en los músculos empleados para realizar el trabajo extenuante.

La piel se encuentra húmeda y fría, y los grupos musculares afectados se sienten duros como piedra, parecidos a bolas de billar. La temperatura está normal o algo elevada y en las pruebas de sangre se encuentra hiponatremia y hemoconcentración. En virtud de que el mecanismo de la sed está intacto, no hay disminución significativa del volumen sanguíneo.

Sincope por calor: La pérdida repentina del estado de conciencia se debe a la vasodilatación cutánea que conduce a hipotensión sistémica y cerebral. Los episodios se presentan sobre todo luego de trabajo extenuante durante dos horas cuando menos, la piel está fría y húmeda, y el pulso débil. La presión sistólica suele estar por debajo de 100 mmHg.

Alteraciones de la piel causadas por el calor: La miliaria (exantema por calor) está causada por la retención de sudor como consecuencia de la obstrucción de los conductos de las glándulas sudoríparas. Hay tres formas, y en orden creciente de gravedad son: miliaria cristalina, miliaria rubra y miliaria profunda. Al hacerse más profunda la obstrucción del conducto en la piel, aumenta la gravedad y varía la presentación (p.ej., vesículas, eritema, descamación, máculas).

El eritema ígneo (“por fuego”) se caracteriza por nódulos hiperqueratósicos luego de estar en contacto directo con calor insuficiente como para producir una quemadura.

La urticaria por calor (urticaria colinérgica) puede ser localizada o generalizada, y se caracteriza por ampollas con eritema circundante. (Cohen Richard, 2005)

En un estudio se observaron a 36 trabajadores de la industria en minas profundas en los trópicos, del turno nocturno, trabajo con temperaturas elevadas y jornada de trabajo de 10-12 horas, se utilizó la vía oral para medir la temperatura corporal. Los mineros excedieron los límites recomendados de hipertermia 38.3°C (Recomendado 38°C), y aumentos de temperatura máxima de 1.4°C (recomendado 1°C) y la máxima de almacenamiento de calor de 461KZJ , 163kJ , no se informaron síntomas relacionados con la enfermedad por calor. (Brake & Bates, 2002).

Se ha observado que los niveles de fatigas de 45 trabajadores de la industria, con jornada de 10-12 horas de trabajo, cambios significativos en el estrés térmico, se acortó el horario de trabajo a 6 horas, cuando las condiciones térmicas superaron ciertos valores y el estudio monitoreo la frecuencia cardiaca antes y después del protocolo del cambio de horas de trabajo, ningún trabajador informó enfermedad por calor durante el estudio, los resultados mostraron que al eliminar el cambio acortado (6 horas), no aumentó el cansancio, ya que la fatiga la experimentan a la mitad del turno, En las pruebas se encontró que estos trabajadores practican la auto-estimulación. (Brake & Bates, 2001)

Se cuantificaron las pérdidas del sodio en el sudor, durante el trabajo en calor, durante dos días en los meses de invierno y verano. La tasa de sudoración resultó más alta y la concentración de sodio más baja en los meses de verano que en el invierno, esto se debe a la aclimatación ya que la concentración de sodio se redujo en el segundo día del verano pero no en el invierno. Las pérdidas sodio en un turno de trabajo van de 4.8 a 6 g. de sodio, lo que equivale a 10-15 gramos de sal (NaCl). En individuos no aclimatados las pérdidas son potencialmente mayores. (Bates & Miller, 2008)

Se investigó el estado de hidratación de trabajadores extranjeros en el medio oriente que se emplean como mano de obra en la construcción y otras industrias en condiciones extremas de calor, el estudio se llevo a cabo en cuatro lugares diferentes, en diferentes turnos en tres o más momentos de la jornada laboral, se comparó el estado de hidratación con trabajadores de las minas de Australia en documentación previa, se encontró que el estado de hidratación es mejor que sus homólogos de Australia, lo que puede reflejar las diferencias culturales en

términos de elección de bebida que se consume, sobre todo en las horas de ocio, grandes las diferencias en estilos de vida, o una amplia variedad de otras diferencias. El estado de hidratación no se alteró mucho en el transcurso del día ni a nivel individual ni en el grupo (Bates, Miller, & Darren M, 2009)

Otros autores evaluaron la exposición de los trabajadores en las Unidades de Fabricación de Vidrio en una zona costera de la India, se observó que WBGT alcanzó su punto máximo a 40°C, Contra los Threshold Limits Value (TLV) de American Conference Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) de 26.7°C en la parte delantera de una maquina IS. En todos los puntos en la sección de fabricación WBGT excede los límites de TLV. Las personas que viven en zonas calientes son más tolerantes en relación con las personas de zonas más frías. (Srivastavf, Kumarf, Joseph, & Kumarj, 2000)

3.5 Sistemas de control térmico

Se puede minimizar el riesgo de estrés térmico, si se reduce, por un lado, la actividad física del sujeto y, por el otro se reduce la agresividad ambiental presente, aunque también se puede actuar sobre ambos factores simultáneamente. Sin embargo en cada situación deberá analizarse cuál es la aportación al riesgo de cada factor y actuar en consecuencia.

En un estudio sobre los riesgos laborales en fábricas de fundición en Egipto, se observó que los niveles de estrés por calor en las operaciones de fusión y colado fueron superiores a los niveles máximos permisibles. La empresa Ramsis Tiene la Mayor tasa de Incidencia promedio de lesiones, parámetros e índices (índice de frecuencia y gravedad), (Zakaria, 2005)

La capacidad de trabajo físico es la adaptación del hombre para realizar un esfuerzo muscular con agrado y sin sensación cansancio físico. No necesariamente implica efectuar un esfuerzo máximo, sino más bien es el desempeño de un individuo en sus roles habituales laborales y de recreación. En épocas antiguas desde que el hombre pobló la tierra, necesitó de toda su energía física para sobrevivir, lo logró gracias al trabajo y lucha continua, que fortaleció su cuerpo y adquirió habilidades para poder sobrevivir. Perfeccionó sus características físicas, logrando movimientos precisos y fuerza muscular. La capacidad del trabajo físico depende de la genética del individuo, de la constitución física, de factores del ambiente y psicológicos. El entrenamiento tiene mucho que ver con la adaptación al trabajo y al ejercicio, consiste en someter al cuerpo a una carga de trabajo de intensidad, duración y frecuencia

suficientes para producir cambios medibles, ya que estímulos sub-mínimos no producen adaptaciones. (Valdés-Corbalán R., 1997).

3.6 Principios generales del entrenamiento:

Estrés fisiológico o sobrecarga. Se somete el organismo a una sobrecarga funcional, se toma en cuenta la frecuencia, intensidad y tipo de ejercicio.

Principio de especificidad.- Son los cambios de adaptación del cuerpo que se producen como consecuencia del tipo de estrés, ejercicios que mejoran tono y fuerza muscular no mejoran la resistencia a la fatiga (tipo aeróbico).

Principio de individualidad.- Hay muchos factores individuales que contribuyen a la respuesta de adaptación, como sería la edad, complexión física, Enfermedades Crónicas degenerativas y el nivel previo de acondicionamiento físico.

Principio de reversibilidad.- Cualquier órgano o sistema necesita ejercicio adecuado para evitar la disminución de la función y la atrofia, entre más tiempo pase sin estímulos hay más deterioro en la funciones. (Valdés-Corbalán R., 1997).

En el caso del entrenamiento en el obeso se pretende:

Mejoría de la capacidad aeróbica.- El entrenamiento debe ser con actividad física de moderada a gran intensidad (60 a 90 % de su frecuencia cardíaca máxima teórica), por tiempo prolongado (35 a 60 minutos), con sobrecarga del sistema de transporte de oxígeno, con pequeña participación anaeróbica y sin sensación de fatiga. En los primeros 30 min el 50% de la energía proviene de los ácidos grasos, alcanzando a los 120 minutos el 80%.

Mejorar la condición física predispone al paciente a consumir calorías, con el ejercicio, aumenta la termogénesis después del ejercicio y el metabolismo en reposo, mejora la sensación de apetito, aumenta la sensibilidad periférica a la insulina. Es necesario que la persona con obesidad entrene por lo menos 3 veces a la semana, con duración de sesenta minutos por sesión, el estímulo fisiológico debe ser por lo menos de 30-35 minutos con ejercicio continuo o intermitente. La Caminata puede ser el ejercicio de elección. Por ejemplo, un individuo de 98 kg que camina a regular velocidad (2-3 km/h), gasta 7,8 cal/min, 470 kcal por hora, 14.400 kcal mensuales (equivalente a 1,8 kg de tejido graso).

La intensidad del ejercicio es el factor más crítico en lograr cambios adaptativos. Refleja, como se señaló anteriormente, tanto la cantidad de energía requerida como el sistema específico que provee la energía. La intensidad puede ser expresada como calorías gastadas por unidad de tiempo, como porcentaje del máximo consumo de O₂ como un porcentaje de la frecuencia cardíaca máxima teórica o como un múltiplo de la tasa metabólica de reposo. El parámetro más

usado en clínica es la frecuencia cardíaca, que tiene una relación bastante estrecha con el VO_2 máx. Por ejemplo, un 70% de FCM en ejercicio corresponde, más o menos, al 50-55% del VO_2 máx. En términos prácticos, corresponde al nivel de actividad en que una persona puede realizar un ejercicio y sostener una conversación a la vez. (Valdés-Corbalán R., 1997).

3.7 Adaptaciones del medio interno

De acuerdo a G.O. Firman el medio interno del organismo efectúa ciertos mecanismos de adaptación que son los siguientes:

Regulación del volumen y la composición de los compartimientos líquidos

El agua corporal total (ACT) está determinada por el equilibrio entre el ingreso de agua (incluyendo la contenida en los alimentos y la producida durante el metabolismo) y la pérdida hídrica con la orina, heces, sudor y aire espirado. El equilibrio se mantiene con ajustes adecuados entre esos distintos factores cuando hay modificaciones, por ej., si se pierde excesiva cantidad de agua con la sudoración, disminuye la excreción urinaria; y si ingresa agua en exceso, por la misma vía se incrementa la excreción.

Los dos factores de regulación más importantes en el mantenimiento del equilibrio hídrico son:

- ◆ Ingestión voluntaria de agua, controlada por la sensación de sed.
- ◆ Excreción de orina, controlada por la hormona antidiurética (ADH)

Alteración del equilibrio líquido en el ejercicio agudo

Durante el ejercicio se produce mayor concentración de glóbulos rojos, hemoglobina y proteínas plasmáticas. El mecanismo básico consiste en el paso de líquidos desde la sangre hacia los espacios hísticos por el incremento de la presión sanguínea en los capilares musculares, junto con la elevación de la presión sistólica durante el ejercicio. Se agrega a ello transpiración excesiva, esta pérdida de agua contribuirá más a la hemoconcentración, a menos que se equilibre mediante la disminución de la excreción renal de agua, o por la mayor ingestión voluntaria de agua.

Deshidratación durante el ejercicio

En el deporte como en el trabajo la pérdida de agua está muy aumentada por la transpiración y el aire espirado, y por la dificultad de su reposición. Durante la actividad intensa, especialmente en climas cálidos, la pérdida de agua puede llegar a cifras muy altas, hasta el 8% del peso inicial. Esto puede manifestarse por la elevación de la temperatura rectal y aumento de la frecuencia del pulso (indicadora del esfuerzo adicional de los mecanismos de regulación térmica y cardiovasculares requeridos durante el ejercicio) y el agotamiento precoz.

Cuando se efectúa ejercicio prolongado en tiempo caluroso, se debe beber agua con frecuencia para reponer líquido corporal que se pierde con el sudor, pero el cuerpo no retiene el agua si ésta no se acompaña de sal. Si la pérdida de peso

disminuye más del 3% durante el ejercicio. Se debe reponer constantemente bebiendo agua salada. Beber como mínimo 1 litro de agua salada por hora cuando se transpira demasiado.

Función renal durante el ejercicio

La alteración de la función del riñón durante el ejercicio, depende del aparato cardiovascular ya que concentra la sangre desde los órganos y la piel a los músculos que están activos. El flujo sanguíneo renal disminuye durante el ejercicio y es proporcional a la intensidad, duración y grado de agotamiento físico. Cuando se hace ejercicio disminuye la cantidad de orina excretada debido a que se aumenta la (ADH) por el estrés y posteriormente por la deshidratación por la sudoración que se produce.

El resultado es una disminución de la velocidad de formación de orina debido a uno de los siguientes factores o ambos:

- Disminución del filtrado glomerular por la reducción del flujo sanguíneo renal (FSR)
- Aumento de la resorción tubular del líquido filtrado por la mayor secreción de ADH

Los riñones tienen un papel importante en la eliminación del ácido Láctico y pirúvico) producidos en exceso durante el ejercicio vigoroso. Esto se demuestra midiendo el pH de la orina, que cae extraordinariamente durante el ejercicio intenso y después de éste. (Firman G.O., 2011).

3.8 Proceso de Trabajo en la empresa de fundición de autopartes

El proceso de trabajo del área comienza en la línea de moldeo en donde se inspecciona la relación de resinas con la arena sílica, se mezclan, se procede al llenado de cajas herramientas, rasado de moldes, des-modelado, preparación y sopleteado del molde, se coloca en carro porta-molde, colocación de filtro, ensamble de molde, envío de molde a línea de vaciado, se coloca fierro fundido en el molde, des-moldeo de piezas, limpieza de piezas, esmerilado de extremos de las piezas, inspección de defectos superficiales de las piezas, enderezado de piezas, envío de piezas al almacén.

Los riesgos de trabajo son el estrés térmico y los daños a la salud que este factor puede producir, problemas respiratorios por el polvo que se produce durante el proceso de desmoldeo y esmerilado; además existe ruido y se presenta el riesgo de trauma acústico por exposición al ruido que está presente en el área, golpes contusos, heridas, fracturas por el material pesado. Los accidentes de trabajo que suceden en la planta los más graves se presentan en este departamento y son más frecuentes que en otras área y departamentos de la empresa.

Entre los trabajadores de nuevo ingreso, se ha detectado que en algunos se presenta baja de peso paulatinamente y se estabiliza alrededor de los dos meses

de antigüedad, al parecer por el calor y el tipo de trabajo, ya que como es sabido el calor aumenta el metabolismo basal y obliga al organismo a consumir mayor número de calorías.

4.0 OBJETIVOS E HIPOTESIS

OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL
1. Evaluar la relación que existe entre las temperaturas elevadas de las diferentes áreas del departamento de fundición con la baja de peso corporal en los trabajadores de una empresa dedicada a la fundición autopartes.	1. La presencia de temperaturas por arriba de 29° C en el departamento de fundición se relaciona con baja de peso en trabajadores de esta empresa de fundición de autopartes.
OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS
2. Identificar las temperaturas elevadas en el departamento de fundición por el método Globo bulbo húmedo.	2. Las temperaturas que se presentan en las diferentes áreas superan el Límite Máximo Permisible de Exposición señalado por la normatividad nacional.
3. Analizar las actividades del trabajo muscular con exposición al calor en relación al trabajo que desarrollan los trabajadores en las diferentes áreas.	3. Las actividades en relación a esfuerzo y exposición a calor en las diferentes áreas varían entre 75% de exposición y 25% de descanso cada hora, y 50% de exposición y 50% de descanso cada hora. Va de leve a moderado, de acuerdo a la normatividad nacional.
4. Evaluar a los trabajadores de nuevo ingreso y tomar: la Tensión Arterial, Frecuencia Cardiaca, temperatura, Índice de estrés al calor y medición de peso corporal diariamente durante el periodo de aclimatación que son de 6 días y posteriormente 3 días a la semana durante 2 meses.	4. Los Trabajadores de nuevo ingreso son más susceptibles o tienen más riesgo de perder peso corporal, cuando trabajan bajo temperaturas elevadas.
5. Evaluar los puestos de trabajo para determinar el esfuerzo físico y la temperatura a que está expuesto el trabajador que pudiera influir en la pérdida de peso corporal.	5. El tipo de trabajo moderado y régimen con mayor exposición a altas temperaturas producirán en el trabajador mayor pérdida de peso corporal.

<p>6. Identificar los puestos en el departamento con mayor riesgo que influyen en la pérdida de peso corporal.</p>	<p>6. Los puestos de Vaciador, hornero, prensista, encargado de máquina, enganchador y recuperador, tienen mayor riesgo de bajar de peso ya que la temperatura ambiental de su área de trabajo supera los Límites Máximos Permisibles de Exposición.</p>
<p>7. Evaluar si existe relación entre la baja de peso, edad, turno y tiempo extra.</p>	<p>7. La mayor pérdida de peso corporal, se presentará en las personas de mayor edad, turno vespertino, tiempo extra.</p>
<p>8. Calcular la ingesta de calorías de los trabajadores de nuevo ingreso</p>	<p>8. La ingesta de calorías, será mayor en el grupo expuesto a altas temperaturas que el no expuesto.</p>

5.0 METODOLOGIA.

Definición operacional de variables:

Temperaturas elevadas o condición térmica elevada: Condición térmica elevada.- es la situación ambiental capaz de transmitir calor hacia el cuerpo humano o evitar que el cuerpo humano transmita calor hacia el medio en tal magnitud que pueda romper el equilibrio térmico del trabajador, y tienda a incrementar su temperatura corporal central (NOM 015 STPS-2001). Se trata de una variable independiente ya que esta situación se presenta en el departamento por las condiciones de los hornos, se medirá con el Índice Tgbh en °C a partir de 26.8°C se considera temperatura elevada.

Pérdida de peso corporal: Es la disminución de peso corporal en los trabajadores de nuevo ingreso al departamento de fundición. Es una variable dependiente ya que depende de la condición térmica elevada para que se presente, se medirá a través del peso corporal en kilogramos.

Tipo de estudio: Se realizará un estudio de tipo prospectivo, de cohortes con dos grupos de trabajadores de nuevo ingreso al departamento de fundición y al departamento de maquinado de una empresa metalmeccánica. Los del departamento de fundición se encuentran expuestos a temperaturas elevadas. y los del departamento de maquinado se encuentran expuestos a temperatura ambiental en ambiente cerrado. Se seguirá periódicamente su vigilancia de adaptación, se efectuarán mediciones de su peso corporal al inicio y al final de la jornada durante 6 días al principio, posteriormente 3 veces por semana durante 2 meses.

Se evaluara cuales trabajadores presentaron pérdida de peso corporal al comparar su peso inicial con el final.

Población estudiada: (características del universo de estudio) El departamento de fundición tiene 120 personal en los 3 turnos, El Departamento de maquinado tiene 180 trabajadores en los 3 turnos la muestra será todo el personal de nuevo ingreso del departamento de fundición y del departamento de maquinado de una empresa metalmeccánica, cuyo ingreso a la empresa se lleve a cabo en los meses de Enero y Febrero de 2012, a los cuales se les medirá su peso periódicamente, durante 2 meses, la unidad de análisis para medir el peso será en Kilogramos. Y la Unidad de análisis para medir temperatura ambiental será el índice de Tubo globo bulbo húmedo (Tgbh) en grados centígrados °C.

Procedimiento de selección de participantes: (estrategia de muestreo utilizado, criterios de inclusión, exclusión y eliminación.) La selección de los participantes se llevara a cabo en base a la aptitud del examen médico de ingreso, trabajador de nuevo ingreso, con edades entre 18-50 años, de ambos sexos, que labore en el departamento de fundición en cualquier puesto y área, se incluirán a los trabajadores de los 3 turnos y a los que laboren tiempos extras, se excluirán aquellos, trabajadores que no tengan aptitud para el puesto en el examen de ingreso, cardiopatas, con hipertiroidismo, ó diabetes mellitus; se eliminaran del estudio aquellos que causen baja de la empresa por cualquier motivo, aquellos que durante el periodo de adaptación ó después presenten algún problema de salud que ponga en peligro la función o la vida.

Variabes de estudio de acuerdo a las hipótesis:

Matriz de variables y operacionalización (como se observa y mide de forma empírica).

Tipo	Variables	Operacionalización
Independiente	Temperatura ambiental elevada	-Medición de temperatura a través del Tgbh ° C.
Dependiente	Pérdida de peso corporal	- Kilogramos - Cálculo del índice de estrés al calor
Intervinientes o de Confusión	Tipo de trabajo Antigüedad. Jornada de trabajo Tiempo extra Edad	- Leve-moderado-severo - Nuevo ingreso - Minutos diario - Minutos diario - signos, síntomas y exámenes de laboratorio

Instrumentos utilizados.

- Examen médico se efectuara en el momento en que se detecte pérdida de peso inicial.

- Análisis ambiental, la medición de la temperatura con el Índice de Tubo globo bulbo húmedo se efectuará en el mes de Enero de 2012.

- hoja de registro de observaciones: esta hoja se llevara a cabo desde la etapa de adaptación y se le dará seguimiento durante dos meses con la periodicidad mencionada (6 días seguidos posteriormente 3 veces

por semana), los datos de la hoja serán Número en la empresa del trabajador, área, nombre de la persona, puesto de trabajo, medición del Índice de Tgbh medido (°C), índice Tgbh Máximo permitido, tiempo de exposición en Minutos, peso al inicio y al final y al final de la jornada, diferencia de peso, índice de estrés térmico.

- Hoja de resultados Índice TGBH. Tipo de trabajo Leve-Moderado-Severo

Procedimiento o actividades.

- Descripción de las actividades a desarrollar para la aplicación de los diferentes instrumentos o procedimientos.- En la hoja de registro de observaciones efectuaran las anotaciones el inicio y al final de la jornada de trabajo del personal de nuevo ingreso

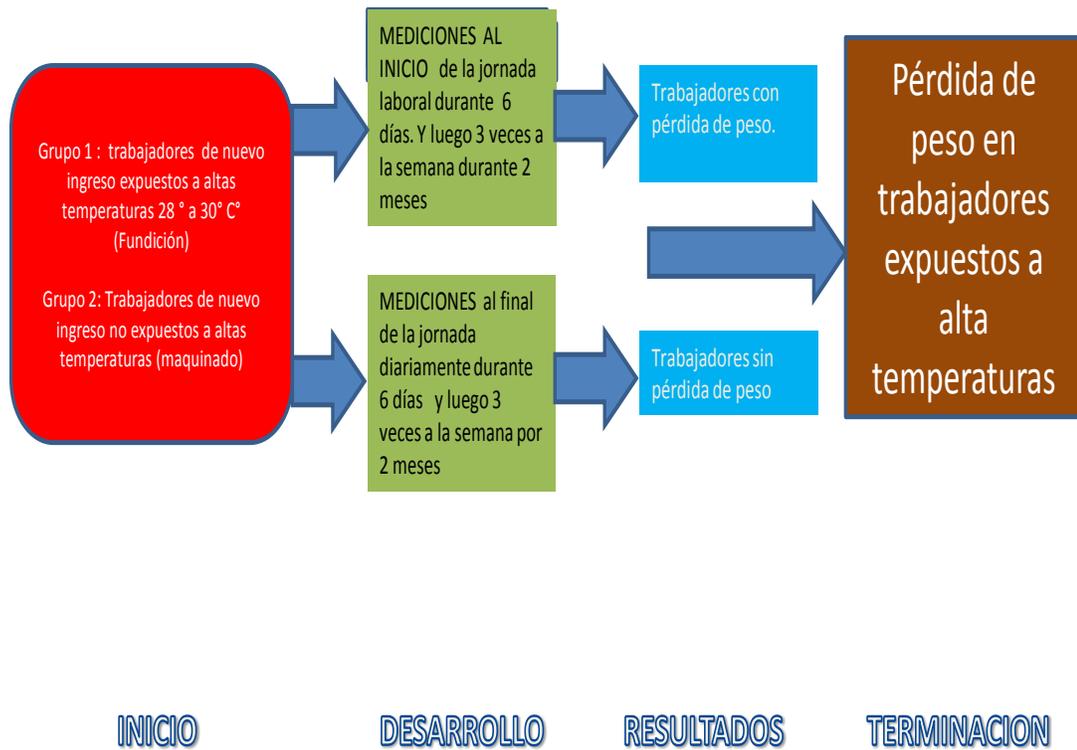
Captura y análisis de la información.

- Cuadros de información.

- Paquete informático utilizado SPSS año 2011.

DISEÑO DEL ESTUDIO

La temperatura elevada en el departamento de fundición como factor de riesgo en la baja peso. (ESTUDIO DE COHORTE CON DOS GRUPOS)



Matriz de análisis estadístico

Hipótesis	Variables	Prueba estadística
1.- La presencia de temperaturas por arriba de 29°C en el departamento de fundición se relaciona con baja de peso en trabajadores de esta empresa de fundición de autopartes.	<i>Independiente:</i> Temperatura elevada (Cuantitativa) <i>Dependiente:</i> baja de peso (Cuantitativa)	Para este análisis Multivariado se puede utilizar: Para medir la asociación de las 2 variables cuantitativas , se puede utilizar la prueba de diferencia de media t de Student.
2.- Las temperaturas que se presentan en las áreas del departamento de fundición son diferentes.	<i>Independiente:</i> áreas del departamento de fundición (Cualitativa) <i>Dependiente:</i> diferentes temperaturas (Cuantitativa)	Para este análisis multivariado se pueden utilizar: Son 3 o más grupos prueba de U-Mann-Whitney, o t de Student.
3.- El tipo de trabajo muscular moderado tendrá mayor riesgo de bajar de peso que el trabajo muscular leve.	<i>Independiente:</i> Tipo de trabajo moderado (Cualitativa) <i>Independiente:</i> Tipo de trabajo leve (Cualitativa). Dependiente: baja de peso (cualitativa)	Para este análisis multivariado se puede utilizar: prueba estadística de la X^2 , o t de Student diferencia de medias.
4.- Los Trabajadores de nuevo ingreso son más susceptibles o tienen más riesgo de bajar de peso corporal, cuando trabajan bajo temperaturas elevadas.	Independiente: temperaturas elevadas (cuantitativa). Dependiente: baja de peso entre corporal (cuantitativa)	Análisis bivariado se puede utilizar la prueba estadística de diferencia de media T de Student.
5.- El tipo de trabajo moderado y régimen con mayor exposición a altas temperaturas producirán en el trabajador mayor baja de peso.	Independiente: trabajo moderado. (Cualitativo). Independiente: exposición a alta temperatura: (Cualitativo). Dependiente: baja de peso en trabajador de nuevo ingreso	Análisis Multivariado: se puede utilizar la prueba estadística de X_2 , o T de Student.
6.- Los puestos de Vaciador, hornero, prensista, encargado de máquina, enganchador y recuperador, tienen mayor riesgo de bajar de peso ya que la temperatura ambiental de su área de trabajo supera los Límites Máximos Permisibles de Exposición.	Independiente: Diferentes Puestos (cualitativos). Dependiente: Baja de peso (cualitativo)	Análisis Bivariado: Prueba estadística X_2 , o t de Student.

<p>7.- La mayor pérdida de peso corporal, se presentará en las personas de mayor edad, tiempo extra y cuando laboren en turno vespertino.</p>	<p>Independiente: turno vespertino (cualitativa)</p> <p>Independiente: edad (Cualitativa).</p> <p>Dependiente: Baja de peso (cuantitativa).</p> <p>Dependiente: Tiempo extra</p>	<p>Análisis multivariado se puede utilizar, si los valores del peso se distribuyen de forma normal, se puede utilizar la prueba ANOVA. Si los valores no se distribuyen normalmente se usa la prueba de kruskal-wallis, o t de Student.</p>

Aspectos éticos. Se firmara hoja de consentimiento informado por parte de los participantes que acepten participar en el estudio, en el momento que lo deseen podrán salirse del estudio, la información es confidencial y no se divulgará el nombre de la persona ni a la empresa ni en el estudio, si en un momento dado se pone en peligro la vida del trabajador por las condiciones mismas del trabajo se excluirá del estudio y se sugerirá cambio de área a la empresa.

6.0 RESULTADOS

Se recogieron datos de dos grupos de trabajadores de reciente ingreso, siendo en total 116, todos fueron del sexo masculino, sin haber rechazos, 66 del departamento de maquinado con baja exposición al calor y 50 del departamento de fundición con alta exposición a calor.

La media del índice de TGBH fue más elevada en el grupo expuesto **27.33**, en comparación con el grupo no expuesto que la media está en **24.99**. (p.= 0.000), lo que representa una diferencia significativa en la exposición.

En la comparación de la pérdida de peso en los dos grupos se observa que en los expuestos hubo una mayor pérdida de peso en relación al grupo no expuesto y una reducción del IMC de los expuestos, que fueron significativas a nivel estadístico. (Tabla 1)

No hubo una diferencia estadística significativa en la ingesta de calorías de ambos grupos que se mantuvo casi igual antes y después de los dos meses que duro el estudio (Tabla 1).

a) Diferencia entre grupos

Tabla 1. Diferencia de pérdida de peso e IMC inicial y final

	No expuesto			Expuesto		
	N	Media	Desviación típica.	N	Media	Desviación típica.
IMC inicial	66.00	28.07	2.65	50.00	28.22	2.64
IMC final	66.00	28.10	2.65	50.00	27.61**	2.57
Pérdida de peso (Kg)	66.00	0.10	0.37	50.00	-1.72*	1.58
Ingesta calórica al inicio	66.00	2499.36	206.09	50.00	2496.54	217.16
Ingesta calórica al final	66.00	2505.20	232.46	50.00	2527.76	214.35
Diferencia de calorías	66.00	5.83	126.04	50.00	31.22	26.37

*t de Student, p. ≤ 0.05, **p. ≤ 0.000

La diferencial de la medición al inicio de la jornada y al final de la TA Sistólica y Diastólica, Frecuencia Cardíaca, temperatura y glucosa, como se muestra en la Tabla 2. Tanto la diferencia de las presiones sistólicas y diastólica y la frecuencia cardíaca y la temperatura se encontraron más elevadas de forma significativa al final de la jornada en el grupo expuesto.

Tabla 2. Diferencia de inicial y final de la Tensión Arterial sistólica y diastólica, Frecuencia Cardiaca, Temperatura y Glucosa

	Exposición					
	No expuesto			Expuesto		
	N	Media	Desviación típica.	N	Media	Desviación típica.
Diferencial TA sistólica	66.00	6.83	3.56	50.00	8.96*	3.27
Diferencial TA diastólica	66.00	4.18	2.71	50.00	5.94*	2.89
Diferencial FC	66.00	1.94	1.77	50.00	9.16**	3.09
Diferencial Temperatura	66.00	0.06	0.11	50.00	0.43**	0.19
Diferencial Glucosa	66.00	-0.20	7.26	50.00	1.14	6.35

t de Student $p \leq 0.05$, * $p \leq 0.00$, ** $p \leq 0.00$.

En relación al nivel de carga de trabajo, la pérdida de peso fue mayor en el grupo expuesto con carga de trabajo mediana, 3.360 Kg. En comparación con el grupo de trabajo ligero, 0.760 Kg. En promedio en el grupo expuesto hay una pérdida de peso de 1.720 kg mientras que en el no expuesto con nivel de carga ligero hubo una ganancia de peso es de 0.10 kg (Tabla 3).

b) Diferencias por régimen de trabajo

Tabla 3. Comparación del nivel de carga con la pérdida de peso

Nivel de carga de peso	Exposición						
	No expuesto			Expuesto			
	N	Media	Desviación típica.	N	Media	Desviación típica.	
Ligero	IMC Inicial	66.00	28.07	2.65	31.00	28.22	2.78
	IMC final	66.00	28.10	2.65	31.00	27.96	2.72
	Pérdida de peso	66.00	0.10	0.37	31.00	-0.72*	0.60
Mediano	IMC Inicial				19.00	28.22	2.44
	IMC final				19.00	27.04	2.26
	Pérdida de peso				19.00	-3.36*	1.28
Total	IMC Inicial	66.00	28.07	2.65	50.00	28.22	2.64
	IMC final	66.00	28.10	2.65	50.00	27.61	2.57
	Pérdida de peso	66.00	0.10	0.37	50.00	-1.72*	1.58

t de Student, $p \leq 0.05$, * $p \leq 0.000$

c) Diferencias por puesto

En la Tabla No 4 Los trabajadores de los puestos del grupo expuesto tuvieron pérdida de peso significativa (1.720 Kg.) en relación con el grupo de no expuesto. Los puestos con mayor pérdida de peso fueron: encargado de máquina con una media de 4.400 Kg, enganchador 3.980, hornero 3.800 kg, prensista 3.600 kg,

vaciador 4.200 kg, con pérdidas menores de peso en el resto de los puestos, con una media total de 1.720 kg (Tabla 4).

Tabla 4 comparación de puestos de trabajo con pérdida de peso

Puesto		No expuesto				Expuesto			
		N	Media	Desv. típ.	Mediana	N	Media	Desv. típ.	Mediana
ATE. DE HORNERO	IMC inicial					3.00	29.37	4.23	30.46
	IMC final					3.00	29.16	4.25	30.18
	Pérdida de peso					3.00	-0.60*	0.20	-0.60
AUDITOR DE CALIDAD	IMC Inicial					3.00	29.07	1.14	29.64
	IMC final					3.00	28.77	1.12	29.38
	Pérdida de peso					3.00	-0.83*	0.12	-0.90
AYTE. DE TORNERO	IMC Inicial	6.00	28.08	3.75	28.79				
	IMC final	6.00	28.00	3.67	28.71				
	Pérdida de peso	6.00	-0.20	0.22	-0.20				
EMPACADOR	IMC Inicial	7.00	30.19	3.19	31.91				
	IMC final	7.00	30.38	3.23	32.13				
	Pérdida de peso	7.00	0.51	0.15	0.60				
ENCARGADO DE MAQUINA	IMC Inicial					3.00	28.95	0.82	29.05
	IMC final					3.00	27.55	0.78	27.63
	Pérdida de peso					3.00	-4.40*	0.00	-4.40
ENGANCHADOR	IMC Inicial					5.00	28.29	3.16	27.14
	IMC final					5.00	26.88	3.03	25.69
	Pérdida de peso					5.00	-3.98*	0.33	-3.90
ESMERILADOR	IMC Inicial					6.00	27.51	2.48	27.77
	IMC final					6.00	27.25	2.48	27.54
	Pérdida de peso					6.00	-0.72*	0.12	-0.70
HORNERO	IMC Inicial					2.00	32.32	0.52	32.32
	IMC final					2.00	30.93	0.52	30.93
	Pérdida de peso					2.00	-3.80*	0.00	-3.80
INSPECTOR VISUAL	IMC Inicial	6.00	28.55	2.08	28.81				
	IMC final	6.00	28.49	2.15	28.71				
	Pérdida de peso	6.00	-0.15	0.38	-0.15				

MANTENIMIENTO	IMC Inicial					1.00	32.43	.	32.43
	IMC final					1.00	32.18	.	32.18
	Pérdida de peso					1.00	-0.70*	.	-0.70
MEZCLADOR	IMC Inicial					2.00	26.94	0.89	26.94
	IMC final					2.00	26.65	0.85	26.65
	Pérdida de peso					2.00	-0.80*	0.14	-0.80
MODELOS	IMC Inicial					5.00	27.45	3.65	25.46
	IMC final					5.00	27.31	3.65	25.34
	Pérdida de peso					5.00	-0.40*	0.00	-0.40
MONTACARGUISTA	IMC Inicial	4.00	28.19	0.64	28.17				
	IMC final	4.00	28.37	0.59	28.38				
	Pérdida de peso	4.00	0.50	0.20	0.60				
OF. DE MTTO.	IMC Inicial	4.00	29.30	0.63	29.20				
	IMC final	4.00	29.45	0.63	29.35				
	Pérdida de peso	4.00	0.40	0.00	0.40				
OF. DE CALIDAD	IMC Inicial	2.00	24.89	1.08	24.89	2.00	24.87	1.24	24.87
	IMC final	2.00	25.14	0.89	25.14	2.00	24.68	1.23	24.68
	Pérdida de peso	2.00	0.70	0.57	0.70	2.00	-0.50*	0.00	-0.50
OF. DE MATTO.	IMC Inicial	1.00	24.68	.	24.68				
	IMC final	1.00	24.84	.	24.84				
	Pérdida de peso	1.00	0.50	.	0.50				
OF. DE MTTO	IMC Inicial					2.00	27.82	0.70	27.82
	IMC final					2.00	27.67	0.69	27.67
	Pérdida de peso					2.00	-0.40*	0.00	-0.40
OF. DE MTTO.	IMC Inicial					3.00	27.11	2.50	26.55
	IMC final					3.00	26.91	2.47	26.36
	Pérdida de peso					3.00	-0.57*	0.12	-0.50
OPERADOR DE MAQUINA	IMC Inicial	10.00	27.06	2.71	27.12				
	IMC final	10.00	27.13	2.70	27.19				
	Pérdida de peso	10.00	0.19	0.22	0.25				
OPERADOR MAQUINA	IMC Inicial	7.00	30.29	1.06	30.00				
	IMC final	7.00	30.18	1.06	29.88				

	Pérdida de peso	7.00	-0.31	0.04	-0.30				
PRENSISTA	IMC Inicial					2.00	28.61	0.76	28.61
	IMC final					2.00	27.26	0.74	27.26
	Pérdida de peso					2.00	-3.60*	0.00	-3.60
RECUPERADOR	IMC Inicial					5.00	26.86	2.04	27.54
	IMC final					5.00	26.35	1.99	27.25
	Pérdida de peso					5.00	-1.44*	0.88	-0.80
SUPERVISOR	IMC Inicial	4.00	29.38	2.04	28.99	3.00	30.47	0.18	30.52
	IMC final	4.00	29.49	2.04	29.10	3.00	30.25	0.18	30.32
	Pérdida de peso	4.00	0.30	0.00	0.30	3.00	-0.67*	0.06	-0.70
TORNERO	IMC Inicial	15.00	26.45	1.95	25.48				
	IMC final	15.00	26.42	1.92	25.58				
	Pérdida de peso	15.00	-0.09	0.26	-0.20				
VACIADOR	IMC Inicial					3.00	28.13	3.45	28.24
	IMC final					3.00	26.66	3.27	26.75
	Pérdida de peso					3.00	-4.20*	0.00	-4.20
TOTAL	IMC Inicial	66.00	28.07	2.65	28.41	50.00	28.22	2.64	28.08
	IMC final	66.00	28.10	2.65	28.35	50.00	27.61	2.57	27.54
	Pérdida de peso	66.00	0.10	0.37	0.20	50.00	-1.72*	1.58	-0.80
t de Student, p. 0.05, *p< 0.000									

d) Diferencias por tiempo extra

En cuanto a la relación entre trabajar tiempo extra y la baja de peso, en los expuestos que trabajaron tiempo extra hubo una pérdida de 1.380 kg y en los que no trabajaron tiempo extra tuvieron una pérdida de peso mayor que fue de 1.840 Kg. Lo anterior quizás es debido a la mayoría de los que trabajaron tiempo extra fueron trabajadores con nivel de carga ligero (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de Tiempo extra con pérdida de peso por grupo de exposición

Tiempo extra		Exposición				
		No expuesto				
		N	Media	Desv. típ.	Mediana	N
NO	IMC Inicial	43.00	27.92	2.41	28.16	37.00
	IMC final	43.00	27.94	2.38	28.06	37.00
	Pérdida de peso	43.00	0.04	0.37	0.20	37.00
SI	IMC Inicial	23.00	28.34	3.10	28.67	13.00
	IMC final	23.00	28.41	3.11	28.81	13.00
	Pérdida de peso	23.00	0.20	0.37	0.30	13.00
Total	IMC Inicial	66.00	28.07	2.65	28.41	50.00
	IMC final	66.00	28.10	2.65	28.35	50.00
	Pérdida de peso	66.00	0.10	0.37	0.20	50.00

Tabla 5.....

Tiempo extra		Exposición				
		Expuesto			Total	
		Media	Desv. típ.	Mediana	N	Media
NO	IMC Inicial	28.13	2.81	27.80	80.00	28.02
	IMC final	27.49	2.70	27.25	80.00	27.73
	Pérdida de peso	-1.84*	1.70	-0.70	80.00	-0.83
SI	IMC Inicial	28.46	2.15	28.32	36.00	28.38
	IMC final	27.96	2.24	27.78	36.00	28.25
	Pérdida de peso	-1.38*	1.19	-0.80	36.00	-0.37
Total	IMC Inicial	28.22	2.64	28.08	116.00	28.13
	IMC final	27.61	2.57	27.54	116.00	27.89
	Pérdida de peso	-1.72*	1.58	-0.80	116.00	-0.69

t de Student, p. ≤ 0.05, *p. ≤ 0.000

e) Diferencias por grupo de edad

El grupo de edad con mayor pérdida de peso en el grupo expuesto fue el de 20-31 años, con 2.190 kg, el grupo de 32-51 también hubo pérdida de peso en menor cantidad 1.390 Kg. (Tabla 6), siendo significativa la diferencia entre grupos de edad.

Tabla 6. Diferencia de pérdida de peso entre grupos de edad

Edad		Exposición				
		Expuesto			Total	
		Media	Desv. típ.	Mediana	N	Media
20-31	IMC Inicial	28.56	2.73	28.32	60.00	28.05
	IMC final	27.79	2.46	27.63	60.00	27.81
	Pérdida de peso	-2.19**	1.78	-2.40	60.00	-0.69
32-51	IMC Inicial	27.97	2.58	27.76	56.00	28.22
	IMC final	27.48	2.68	27.47	56.00	27.98
	Pérdida de peso	-1.39**	1.36	-0.80	56.00	-0.69
Total	IMC Inicial	28.22	2.64	28.08	116.00	28.13
	IMC final	27.61	2.57	27.54	116.00	27.89
	Pérdida de peso	-1.72**	1.58	-0.80	116.00	-0.69

*t de Student, p. ≤ 0.05, **p. ≤ 0.00

f) Diferencias por nivel de exposición

En el grupo expuesto perdieron menos peso 0.95 kg, los que estuvieron baja exposición en relación a los de alta exposición 2.98 kg, lo anterior indica una relación directamente proporcional de pérdida de peso y nivel de exposición al calor (Tabla 7) siendo significativa la diferencia entre baja y alta exposición.

Tabla 7. Diferencia de pérdida de peso entre baja exposición y alta exposición al calor

Mayor exposición		Exposición				
		Expuesto			Total	
		Media	Desv. típ.	Mediana	N	Media
Baja exposición	IMC Inicial	28.04	2.61	27.76	97.00	28.06
	IMC final	27.70	2.56	27.51	97.00	27.97
	Pérdida de peso	-0.95	1.04	-0.70	97.00	-0.24
Alta exposición	IMC Inicial	28.52	2.73	28.24	19.00	28.52
	IMC final	27.47	2.65	27.63	19.00	27.47
	Pérdida de peso	-2.98*	1.52	-3.60	19.00	-2.98
Total	IMC Inicial	28.22	2.64	28.08	116.00	28.13
	IMC final	27.61	2.57	27.54	116.00	27.89
	Pérdida de peso	-1.72	1.58	-0.80	116.00	-0.69

t de Student, p. ≤ 0.05, *p. ≤ 0.000

Diferencias, al Inicio y al final del turno en el grupo de mayor exposición con baja y alta temperatura en la ingesta calórica, TA sistólica y diastólica, temperatura, FC y glucosa (tabla 7 parte inferior).

Se observó diferencias significativas en el grupo de alta exposición con incremento en: la ingesta calórica tanto al inicio como al final del turno, de temperatura al final del turno, glucosa al inicio del turno, y en la frecuencia cardiaca al final del turno.

Tabla 7... Nivel de exposición e ingesta calórica, TA, temperatura, FC, glucosa al inicio y final del turno y diferencial.

Mayor exposición		Ingesta calórica al inicio	Ingesta calórica al final	Diferencia de calorías	Diferencial TA sistólica
Baja exposición	Media	2446.48	2474.29	27.81	9.52
	N	31	31	31	31
	Desviación típica.	207.210	201.067	19.661	3.224
Alta exposición	Media	2578.21*	2615.00*	36.79	8.05
	N	19	19	19	19
	Desviación típica.	213.217	211.518	34.571	3.223
Total	Media	2496.54	2527.76	31.22	8.96
	N	50	50	50	50
	Desviación típica.	217.161	214.352	26.365	3.270

*t de Student p. 0.03

Tabla 7.....

Mayor exposición		Diferencial TA diastólica	PROM TEMP INICIAL	PROM TEMP FINAL	PROM FC INICIAL
Baja exposición	Media	6.00	36.423	36.758	68.68
	N	31	31	31	31
	Desviación típica.	2.944	.1477	.1628	5.647
Alta exposición	Media	5.84	36.395	36.979*	67.89
	N	19	19	19	19
	Desviación típica.	2.873	.2527	.2347	6.830
Total	Media	5.94	36.412	36.842	68.38
	N	50	50	50	50
	Desviación típica.	2.888	.1923	.2195	6.067

*t de Student, p. 0.000

Tabla 7.....

Mayor exposición		Promedio FC Final	Glucosa al inicio del periodo	Glucosa al final del periodo	Diferencia. FC
Baja exposición	Media	77.13	79.74	81.90	8.4516
	N	31	31	31	31
	Desviación típica.	5.271	9.413*	8.195	3.38466
Alta exposición	Media	78.21	86.32*	85.79	10.3158*
	N	19	19	19	19
	Desviación típica.	6.134	8.807	6.965	2.13574
Total	Media	77.54	82.24	83.38	9.1600
	N	50	50	50	50
	Desviación típica.	5.578	9.650	7.910	3.08624

*t de Student, p. 0.018

Tabla 7.....

Mayor exposición		Diferencia temperatura	Diferencia Glucosa
Baja exposición	Media	.3355	2.1613
	N	31	31
	Desv. típ.	.14503	6.08329
Alta exposición	Media	.5842*	-.5263
	N	19	19
	Desv. típ.	.16419	6.57747
Total	Media	.4300	1.1400
	N	50	50
	Desv. típ.	.19404	6.34713

*t de Student, p. 0.03

g) Diferencias por turno.

La diferencia en el grupo expuesto en la pérdida de peso, ingesta calórica, TA sistólica, TA diastólica, temperatura, frecuencia cardiaca y glucosa en el 1º, 2º y 3er turno no hubo una diferencia estadística significativa, por ejemplo la ingesta calórica se mantuvo casi igual antes y después de los dos meses que duro el estudio; Sin embargo con el grupo no expuesto si hay diferencias significativas entre los 3 turnos en cuanto a la pérdida de peso y la frecuencia cardiaca. (Tabla 8).

Se observó que la pérdida de peso es significativa entre los 3 turnos del grupo expuesto con el no expuesto, presentándose la mayor en el turno nocturno con 2.080 Kg, y la menor pérdida en el segundo turno con 1.460 kg, en cuanto a la frecuencia cardiaca al inicio y al final del turno se observó diferencia de la frecuencia casi 10 latidos en el primer turno sobre todo al final de la jornada, la diferencia mínima se observó en el 2º turno.

Tabla 8. Diferencias de pérdida de peso, ingesta calórica, TA, Temperatura, frecuencia cardiaca y glucosa del grupo expuesto y no expuesto en el de primero, segundo y tercer turno.

		Exposición a altas temperaturas								
		No expuestos			Expuestos			Total		
		N	Media	Desviación típica.	N	Media	Desviación típica.	N	Media	Desv. Típica.
Primer turno	IMC Inicial	25.00	27.84	2.43	18.00	28.66	3.11	43.00	28.18	2.73
	IMC final	25.00	27.91	2.43	18.00	28.03	3.06	43.00	27.96	2.67
	Peso Inicial	25.00	77.33	6.43	18.00	81.76	7.62	43.00	79.18	7.21
	Peso final	25.00	77.51	6.39	18.00	79.98	7.77	43.00	78.54	7.02
	Pérdida peso KG	25.00	0.18	0.36	18.00	-1.78	1.56	43.00	-0.64	1.42
Segundo turno	IMC Inicial	25.00	27.82	2.56	20.00	28.00	2.29	45.00	27.90	2.42
	IMC final	25.00	27.80	2.52	20.00	27.47	2.11	45.00	27.65	2.33
	Peso Inicial	25.00	76.88	6.31	20.00	77.34	7.02	45.00	77.09	6.56
	Peso final	25.00	76.83	6.20	20.00	75.89	6.54	45.00	76.41	6.29
	Perdida peso KG	25.00	-0.05	0.32	20.00	-1.46	1.45	45.00	-0.67	1.21
Tercer turno	IMC Inicial	16.00	28.80	3.13	12.00	27.93	2.53	28.00	28.43	2.87
	IMC final	16.00	28.87	3.15	12.00	27.22	2.61	28.00	28.17	3.00
	Peso Inicial	16.00	79.86	8.11	12.00	78.94	9.31	28.00	79.46	8.49
	Peso final	16.00	80.06	8.18	12.00	76.86	8.56	28.00	78.69	8.34
	Perdida peso KG	16.00	0.20	0.41	12.00	-2.08	1.88	28.00	-0.78	1.69
Total	IMC Inicial	66.00	28.07	2.65	50.00	28.22	2.64	116.00	28.13	2.63
	IMC final	66.00	28.10	2.65	50.00	27.61	2.57	116.00	27.89	2.61
	Peso Inicial	66.00	77.77	6.82	50.00	79.32	7.91	116.00	78.44	7.32
	Peso final	66.00	77.87	6.81	50.00	77.59	7.57	116.00	77.75	7.12
	Pérdida peso KG	66.00	0.10	0.37	50.00	-1.72*	1.58	116.00	-0.69	1.40

*T de Student, p. 0.000

Tabla 8.....

Turno		Exposición a altas temperaturas							
		No expuestos			expuestos			Total	
		N	Media	Desv. típ.	N	Media	Desv. típ.	N	Media

Primer turno	Ingesta calórica al inicio	25.00	2432.72	225.81	18.00	2547.44	243.04	43.00	2480.74	237.33
	Ingesta calórica 2 meses después	25.00	2460.04	237.15	18.00	2574.61	232.54	43.00	2508.00	239.37
	Diferencial de calorías a inicio y al final	25.00	27.32	42.45	18.00	27.17	22.55	43.00	27.26	35.15
	Diferencial Sistólica.	25.00	7.44	4.00	18.00	8.06	3.06	43.00	7.70	3.61
	Diferencial Diastólica.	25.00	3.96	2.61	18.00	6.22	2.29	43.00	4.91	2.70
	PROM. TEMP. INICIAL	25.00	36.29	0.23	18.00	36.50	0.19	43.00	36.38	0.23
	PROM. TEMP. FINAL	25.00	36.34	0.19	18.00	36.91	0.23	43.00	36.58	0.35
	PROM. FC INICIAL	25.00	65.84	5.66	18.00	69.17**	6.90	43.00	67.23	6.35
	PROM. FC FINAL	25.00	68.64	5.44	18.00	78.56**	6.14	43.00	72.79	7.53
	Glucosa Inicial	25.00	84.24	9.67	18.00	85.94	9.03	43.00	84.95	9.33
	Glucosa Final.	25.00	82.52	8.79	18.00	85.56	7.25	43.00	83.79	8.23
Segundo turno	Ingesta calórica al inicio	25.00	2498.16	166.66	20.00	2471.40	160.01	45.00	2486.27	162.44
	Ingesta calórica 2 meses después.	25.00	2480.04	234.21	20.00	2498.55	161.24	45.00	2488.27	203.06
	Diferencia de calorías A inicio y al final.	25.00	-18.12	191.35	20.00	27.15	21.77	45.00	2.00	143.86
	Dif. Sistólica	25.00	6.00	3.77	20.00	10.35	3.34	45.00	7.93	4.17
	Dif. Diastólica	25.00	5.16	3.09	20.00	6.20	3.79	45.00	5.62	3.42
	PROM. TEMP. INICIAL	25.00	36.40	0.12	20.00	36.36	0.20	45.00	36.38	0.16
	PROM. TEMP. FINAL	25.00	36.45	0.14	20.00	36.81	0.24	45.00	36.61	0.26
	PROM. FC INICIAL	25.00	72.80	6.18	20.00	68.55	4.90	45.00	70.91	5.98
	PROM. FC FINAL	25.00	73.48	5.72	20.00	76.60	4.41	45.00	74.87	5.36
	Glucosa inicial.	25.00	80.64	11.98	20.00	80.85	9.76	45.00	80.73	10.93
	Glucosa al Final.	25.00	81.20	9.64	20.00	81.90	7.70	45.00	81.51	8.74
Tercer turno	Ingesta calórica al inicio	16.00	2605.8	196.3	12.00	2462.8	260.4	28.00	2543.6	233.8
	Ingesta calórica 2 meses después.	16.00	2615.06	197.71	12.00	2506.17	265.0	28.00	2568.9	231.3
	Diferencial de calorías inicial y al final.	16.00	9.69	75.03	12.00	44.08	35.42	28.00	24.43	62.76
	Dif. Sistólica	16.00	7.19	2.17	12.00	8.00	2.83	28.00	7.54	2.46
	Dif. Diastólica	16.00	3.00	1.55	12.00	5.08	1.78	28.00	3.89	1.93
	PROM. TEMP. INICIAL	16.00	36.29	0.23	12.00	36.37	0.15	28.00	36.32	0.20
	PROM. TEMP. FINAL	16.00	36.39	0.26	12.00	36.78	0.13	28.00	36.56	0.29
	PROM. FC INICIAL	16.00	67.19	3.92	12.00	66.92	6.73	28.00	67.07	5.20
	PROM. FC FINAL	16.00	69.75	3.92	12.00	77.58**	6.60	28.00	73.11	6.47
	Glucosa inicial	16.00	78.19	10.11	12.00	79.00	9.33	28.00	78.54	9.61
	Glucosa Final.	16.00	79.19	8.03	12.00	82.58	9.10	28.00	80.64	8.51

**T de Student, p. 0.018

7.0 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta muestra representa a los trabajadores de nuevo ingreso a dos departamentos de la empresa metalmecánica, uno de ellos que es el departamento de fundición en el cual existen altas temperaturas y el otro el departamento el de maquinado, donde no hay exposición a altas temperaturas.

La asociación resultó estadísticamente significativa entre pérdida de peso y exposición a alta temperaturas en el departamento de fundición, las temperaturas que se presentan en las diferentes áreas del departamento de fundición en algunas se superan índice de T_{bgh} 29°C.

La media del índice de TGBH fue más elevada en el grupo expuesto 27.33, en comparación con el grupo no expuesto que la media está en 24.99, lo que representa una diferencia significativa en la exposición.

Las actividades en las diferentes áreas son con carga de trabajo ligero en el departamento de maquinado y, ligero y mediano en el departamento de fundición, el tipo de trabajo que afecto más en la pérdida de peso fue el moderado en el departamento de fundición, aunque también el trabajo ligero con la exposición al calor bajaron de peso aunque en menor grado, en el departamento de maquinado no se observó baja de peso con el trabajo ligero.

Los trabajadores de nuevo ingreso son más susceptibles a bajar de peso cuando se exponen a temperaturas elevadas, aunque se ha visto que después de meses se estabiliza su peso y ya no siguen perdiendo peso o pierden muy poco, esto se debe probablemente a la aclimatación después de un tiempo de trabajar bajo temperaturas elevadas, ya que en los trabajadores de 1 año o más de antigüedad, se ha visto que se estabilizan en su peso.

En el grupo expuesto perdieron menos peso 0.95 kg, los que estuvieron baja exposición en relación a los de alta exposición 2.98 kg, lo anterior indica una relación directamente proporcional de pérdida de peso y nivel de exposición al calor siendo significativa la diferencia entre baja y alta exposición.

Los puestos del grupo expuesto como son: presentaron mayor pérdida de peso ya que la temperatura ambiental en sus áreas es de las más altas, así como el trabajo que efectúan es moderado y requiere más esfuerzo muscular.

A diferencia de lo que se pensaba la mayor pérdida de peso en el grupo expuesto se presentó en trabajadores jóvenes en el grupo de 20 a 31 años de edad, aunque también en el grupo de 32 a 50 años pero fue menor.

En cuanto al tiempo extra no fue un factor considerable para que el trabajador perdiera más peso, quizás debido a que los puestos que trabajaron tiempo extra fueron los que desarrollan trabajo ligero 5 (38.4%) trabajadores de 13 que estuvieron trabajando tiempo extra.

En diferentes minas de Australia en trabajadores sometidos a estrés térmico, que se sometieron a un protocolo de deshidratación y enfermedades producidas por el calor, se observó que tienen una pérdida significativa de peso corporal durante el transcurso de su turno de trabajo, debido a que ingieren poco líquido de 1-3 litros y una sudoración excesiva que en promedio son 0.8 litro por hora explicándose la pérdida de peso (15).

La diferencia con este estudio es que la pérdida de peso, no fue debida a la deshidratación ya que no encontramos trabajadores con datos de deshidratación debido a que se les administran líquidos durante toda la jornada y se les recomienda que beban cada media hora aunque no tengan sed una bebida con electrolitos con equilibrio adecuado que es el "Hidrodos" 20. Consideramos que la pérdida de peso es debido a consumo de calorías con pérdida de peso gradual, el consumo de calorías se mantuvo prácticamente sin variaciones.

En cuanto a la asociación entre trabajar tiempo extra y pérdida de peso, en los expuestos perdieron menos peso los que no trabajaron tiempo extra, que los que trabajaron tiempo extra, a diferencia de lo que se pensaba en la hipótesis. Quizás se deba a que la mayoría de los que trabajaron tiempo extra fueron trabajadores con nivel de carga ligero.

Contrastando la hipótesis en la cual se pensaba que a mayor edad, mayor pérdida de peso, en este caso el grupo de edad con mayor pérdida de peso en el grupo expuesto fue el grupo más joven de 20-31 años.

Al evaluar a los trabajadores de nuevo ingreso, expuestos a altas temperaturas, se observó que tanto la diferencia de las presiones sistólicas y diastólica, la frecuencia cardíaca y la temperatura se encontraron más elevadas de forma significativa al final de la jornada en el grupo expuesto, sin encontrar diferencia en la glucosa.

Hay diferencias significativas en el grupo expuesto de baja con el de alta exposición que incremento la ingesta calórica tanto al inicio como al final del turno, de temperatura al final del turno, de glucosa al inicio del turno, también se presentó incremento en la diferencia, en frecuencia cardíaca, temperatura al inicio y final del turno.

En el régimen de trabajo se comparó el nivel de carga con la pérdida de peso que fue mayor en el grupo expuesto con carga de trabajo mediana, 3.360 Kg. En comparación con el grupo de trabajo ligero, 0.760 Kg. En promedio en el grupo expuesto hay una pérdida de peso de 1.720 kg mientras que en el no expuesto con nivel de carga ligero hubo una ganancia de peso es de 0.10 kg.

La relación entre trabajar tiempo extra y la pérdida de peso, en los expuestos que trabajaron tiempo extra fue de 1.380 kg y en los que no trabajaron tiempo extra tuvieron más pérdida de peso que fue de 1.840 Kg. Lo anterior quizás es debido a la mayoría de los que trabajaron tiempo extra fueron trabajadores con nivel de carga ligero.

En cuanto a los turnos de trabajo en el grupo expuesto la pérdida de peso en los 3 turnos, así como la ingesta calórica, TA sistólica, TA diastólica, temperatura, frecuencia cardiaca y glucosa, ingesta de calorías que se mantuvo casi igual antes y después de los dos meses que duro el estudio; Sin embargo en comparación con el grupo no expuesto si hay diferencia significativa en la pérdida de peso y la frecuencia cardiaca ya que fue mayor en los 3 turnos en el grupo expuesto a altas temperaturas.

Las limitaciones de este estudio son que no se pudo estudiar a toda la población de los trabajadores debido al gran número de personal (300), para poder evaluar el peso en el resto de los trabajadores y no nada más a los de nuevo ingreso, otra limitante es el tiempo de evaluación que fue únicamente de 2 meses; sin embargo se efectuó en este tiempo porque en la observación a los trabajadores se detectó que en este tiempo se estabilizaban. La Utilidad y relevancia del estudio consiste en la comprobación de que el trabajador de nuevo ingreso expuesto a altas temperaturas, pierde peso por consumo de calorías y no por deshidratación por la pérdida de líquidos, ya que cuando se observó la pérdida de peso, se temía que fuera por deshidratación.

Podemos concluir que la pérdida de peso más acentuada en los trabajadores de nuevo Ingreso expuestos a temperaturas elevadas, se asoció al tipo de trabajo moderado y a los puestos expuestos a mayor temperatura, sobre todo en trabajadores más jóvenes, en comparación con el grupo no expuesto fue estadísticamente significativo (t de Student ≥ 0.05 P), aunque el régimen de trabajo fuera ligero.

8.0 BIBLIOGRAFIA

- 1.- Departamento de salud y servicios humanos (CDC), Centros para el Control y la Prevención de enfermedades, Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (2007). Columbia Parkway Cincinnati, OH 45226-1998 DHHS (NIOSH) Trabando en ambientes muy calurosos, Número de Publicación 86-112.
- 2.- WorkSafeBC. (2000). Preventing heat stress at work. Edición 2005. Canadá. Bibliotecas y Archivos de Canadá catalogación de datos de publicación, P. 1-20
- 3.- Secretaria de Trabajo y Previsión Social. (1994) Norma Oficial Mexicana: NOM-015-STPS-2001 Relativa a la exposición Laboral de las condiciones térmicas elevadas o abatidas en los centros de trabajo. México.
- 4.- Taylor G., Easter K., Hegney R. (2006). Mejora de la Salud y La seguridad en el Trabajo. Madrid España. Elsevier España, S.A. P. 472-473.
- 5.- Kenney W.L. (1998). *respuestas fisiológicas a la temperatura ambiente*. En: *Stellman J. M.* Enciclopedia de la Organización Internacional del Trabajo. Madrid España. Editada por Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones. P. 2-4
- 6.- Nealsen B. (1998) Efectos del Estrés por Calor y Trabajo en ambientes Calurosos. En: *Stellman J. M.* Enciclopedia de la Organización Internacional del Trabajo. Madrid España. Editada por Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones. P. 5-7
- 7.- Ogawa T. (1998) *Trastornos producidos por el calor*. En: *Stellman J. M.* Enciclopedia de la Organización Internacional del Trabajo. Madrid España. Editada por Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, Subdirección General de Publicaciones. P. 8-9
- 8.- Cohen, R. Lesiones Causadas por Riesgos Físicos. En: LaDou, J. ed. 2005 *Diagnóstico y Tratamiento en Medicina Laboral y Ambiental*. 3ª Edición, México: Editorial el Manual Moderno S.A. de C.V., P. 142-147.
- 9.- Brake D. J., Bates G. P. (2003). Fluid losses and hydration status of industrial workers under thermal stress working extended shifts. *Occup Environ Med*; 60: 90-96.
- 10.- Brake D.J. and Bates G.P. (2001). Fatigue in industrial worker under thermal stress on extended shift lengths. *Occup. Med.*, 51 (7), 456-463.
- 11.- Bates G.P., and Miller V.S. (2008). Sweat rate and sodium loss during work in the heat. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 3 (4), 1-6.

- 12.- Bates G.P., Miller V.S., Joubert D.M. (2009). Hydration Status of Expatriate Manual Workers During Summer in the Middle East. *Ann. Occup. Hyg.*, 1–7.
- 13.- Brake D.J., Bates G. P., (2002). Deep Body Core Temperatures in Industrial Workers Under Thermal Stress. *J Occup Environ Med.* 44 (2),125-135.
- 14.- Srivastavf A., Kumarf R., Josephf E., KumarA. (2000). Heat Exposure Study in the Workplace in a Glass Manufacturing Unit in India. *J. Ann. occup. Hyg.*, 44 (6), 449-53.
- 15.- Brake R. (2001). Fluid consumption, sweat rates and hydration status of thermally-stressed underground miners and the implications for heat illness and shortened shifts. Qld Mining Ind Occ Health and Safety Conf. Townsville Qld Mining Council, Brisbane.
- 16.- Zakaria A.M., Noweir K.H.,G. El-Maghrabi, Zakaria A.M. (2005). Evaluation of Occupational Hazards in Foundries. *The Journal of the Egyptian Public Health Association*, 80 (3-4), 433-462
- 17.- G.O. Firman. (2011, Abril 21) Fisiología del ejercicio físico. Recuperado el 02 de Diciembre de 2011, de:
http://www.intermedicina.com/Avances/Interes_General/AIG05.html
- 18.- Valdés-Corbalán R. (1997). Actividad física y obesidad. *Boletín Escuela de Medicina. Pontificia Universidad Católica de Chile.* 26 p. 42-44
- 19.- Juan C., Orozco A., (2010, Enero-Junio). Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a temperaturas extrema. *Salud de los Trabajadores.* Vol. 18 (1), 17-33.

Tabla 1. Ejemplos de valores límites permisibles de exposición al calor para determinar el régimen de trabajo de acuerdo a la Norma ISO7243 (1982)

Valores en °C WBGT**			
Régimen de trabajo y de reposo	Carga de trabajo		
	Ligero	Moderado	Intenso
Trabajo Continuo	30.0°C	26.7°C	25.0°C
75% trabajo y 25% reposo por hora	30.6°C	28.0°C	25.9°C
50% trabajo y 50% reposo por hora	31.4°C	29.4°C	27.9°C
25% trabajo y 75% reposo por hora	32.2°C	31.1°C	30.0°C

** En la medida que la carga de trabajo aumenta, el impacto del calor sobre un trabajador no aclimatado se aumenta. Para los trabajadores No aclimatados que ejecutan un trabajo de nivel Moderado, el TLV admisible de exposición debe ser reducido en 2,5°C aproximadamente.

Tabla 2. Clasificación del metabolismo

Equivalencias para la clasificación del metabolismo		
Tipo	Watts*	Kcal/hora
Reposo	115	99
Ligero	180	155
Moderado	295	254
Elevado	415	357
Muy elevado	520	447

**Tabla Nº 3. Valor promedio de la velocidad de metabolismo en diversas actividades.
A partir de Spitzer y Hettinger, 1966 & Ainsworth et al, 1993**

Tipo de trabajo		Promedio Kcal/min	Margen Kcal/min
Trabajo con las manos	Ligero	.4	0.2 - 1.2
	Intenso	.9	
Trabajo con un brazo	Ligero	1.0	0.7 - 2.5
	Intenso	1.7	
Trabajo con dos brazos	Ligero	1.5	1.0 - 3.5
	Intenso	2.5	
Trabajo con el tronco	Ligero	3.5	2.5 - 15.0
	Moderado	5.0	
	Intenso	7.0	
	Muy Intenso	9.0	
Trabajo con todo el cuerpo	Ligero	3.5	
	Moderado	5.0	2.5 - 15
	Intenso	7.0	
	Muy Intenso	9.0	

**Tabla N° 4. Valores promedio para metabolismo postural.
De acuerdo a Spitzer & Hettinger, 1966 & Ainsworth et al, 1993**

Posición del cuerpo y movimientos	Kcal/Min
Sentado	.3
De pie	.6
Posición curvado	.21
Acurrucado	.5
Caminando	2.0 – 3.0
En marcha ascendente	Adicionar 0.8 por metro baranda de ascenso

VALORES LIMITES PERMISIBLES DEL INDICE TGBH EN °C			
	Carga de Trabajo según costo Energético (M)		
Tipo de Trabajo	Liviana inferior a 375 Kcal/hr	Moderada 375 a 450 Kcal/hr	Pesada Superior a 450 Kcal/hr
Trabajo continuo	30,0	26,7	25,0
75% trabajo 25% descanso cada hora	30,6	28,0	25,9
50% trabajo 50% descanso cada hora	31,4	29,4	27,9
25% trabajo 75% descanso cada hora	32,2	31,1	30,0

