



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
E INVESTIGACION

CAPACIDAD FISICA PARA EL TRABAJO  
Y GASTO ENERGETICO REAL DE LOS  
TRABAJADORES EN PUESTOS DE  
TRABAJO CON REQUERIMIENTO  
ENERGETICO DE TRABAJO PESADO

T E S I S

Que para obtener el grado de  
Maestra en Ciencias Sociomédicas

Area Salud en el Trabajo

Presenta

Irene Mújica Morales

TUTORA

ING. NADIA MAYOLA VELEZ ZAMORA

27355A7

CIUDAD UNIVERSITARIA

ENERO DE 2000



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA  
ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN  
CIENCIAS MÉDICAS, ODONTOLÓGICAS Y  
DE LA SALUD

ING. LEOPOLDO SILVA GUTIÉRREZ  
DIRECTOR GENERAL DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
U.N.A.M.  
Presente

At'n: Lic. Antonio Díaz García

Informo a usted que el (la) C. Irene Mújica Morales  
candidato al grado de Maestra en Ciencias Sociomédicas (Salud en el Trabajo)  
con la tesis titulada "Capacidad Física para el Trabajo, Gasto Energético Real  
de los trabajadores en puestos de trabajo con Requerimiento Energético de  
trabajo pesado"

será examinado (a) por el jurado que le ha sido designado por el Comité Académico del Programa y  
el cual quedó integrado de la siguiente forma:

PRESIDENTE: Dr. Adolfo Bohórquez López  
SECRETARIO: M. en C. María Oralia Soto Navarro  
PRIMER VOCAL: Ing. Nadia Mayola Vélez Zamora  
SUPLENTE: M. en C. Claudia Juárez Ruíz  
SUPLENTE: Dr. en Ergonomía David Sánchez Monroy

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"

Cd. Universitaria, D. F., a 1° de marzo de 1999.

DR. LUIS FELIPE ABREU H.  
COORDINADOR DEL PROGRAMA

## **AGRADECIMIENTOS**

A los trabajadores de México dedico todos mis esfuerzos y especialmente a los que contribuyeron en la presente investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo proporcionado para la realización de esta investigación.

Al Instituto Mexicano del Seguro Social, por el apoyo brindado para el desarrollo de esta investigación.

A todas aquellas personas que con su apoyo ayudaron a obtener los objetivos planteados.

*“Nuestra libertad depende del grado de conocimiento y es la calidad del conocimiento que poseemos lo que determina nuestro grado de libertad”*

*Jean Paul Derbiens*

## **Capacidad física para el trabajo, gasto energético real de los trabajadores en puestos de trabajo con requerimiento energético de trabajo pesado.**

### **RESÚMEN:**

#### **ANTECEDENTES**

La actividad física que realizan los trabajadores en sus puestos, principalmente en los que son de trabajo pesado, tiene una repercusión importante en su salud, porque compromete más su capacidad física para el trabajo (CFT), lo que a la larga puede causar fatiga y desgaste.

#### **OBJETIVO:**

Determinar a través de la medición de kilocalorías por minuto (Kcal/min) la ausencia de relación entre la CFT y el GER de los trabajadores, llamando GER a la cantidad de Kilocalorías por minuto que estos utilizaban a realizar la actividad en su puesto de trabajo.

Así mismo también se trató de determinar que la CFT y el Requerimiento Energético del Puesto no se encontraban relacionados.

#### **HIPÓTESIS**

La CFT es menor que el GER de los trabajadores y que el REP en puestos de trabajo pesados.

#### **MATERIAL Y MÉTODOS**

Se estudiaron a dos puestos de trabajo pesado, vulcanizador y almacenista; a través de un método de reconocimiento y de estudio de tiempos y movimientos, cuantificando el número de Kcal/min que demandaban estos puestos.

Así mismo, a 28 trabajadores que desempeñaban sus actividades en esos puestos, se les realizó un estudio de capacidad física para el trabajo, con el método del banco de Manero y por medio de un esfuerzo submáximo, se obtiene el  $VO_2$  máximo y se convierte en Kcal/min. Esto se llevó a cabo en el consultorio de las empresas y con condiciones climáticas controladas.

A dichos trabajadores se les midió el gasto energético real, utilizando un respirómetro de la Marca OHMEDA Modelo 121, con el cual se cuantificó el volumen minuto respiratorio (VMR) y que a través de un índice de correlación se traduce a Kcal/min. Esta medición se efectuó en el puesto de trabajo en donde se realizaron ajustes por presión y temperatura (STDP). Se evaluaron las condiciones térmicas mediante un termómetro de bulbo húmedo y de bulbo seco.

Los resultados obtenidos de la CFT, GER y REP, todos expresados en Kcal/min, se analizaron y se aplicó una prueba de T de student para comprobar si existe una relación entre ellas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los puestos de trabajo se clasificaron según la tabla de metabolismo energético como Pesados con un intervalo de 6.3-10 Kcal/min. En 60.7% de los trabajadores la CFT menor al GER y en el 100% de los trabajadores, la CFT fue menor al REP. Al aplicar la prueba de T de student, se confirmó que tanto el GER y el REP no tienen relación con la CFT.

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos comprueban que la CFT es menor que el GER, lo que nos dice que la hipótesis planteada se corrobora y que este tipo de estudios deben realizarse en grandes poblaciones para poder obtener no sólo estimados de los resultados sino indicadores por población trabajadora en alguna rama o actividad económica, para que tanto los trabajadores como los empresarios tomen la pauta para poner medidas preventivas o correctivas a sus procesos y así ofrecer al trabajador una esperanza de vida productiva más alentadora, así como motivar al propio trabajador a cambiar algunos hábitos que contribuyen a disminuir la capacidad física y provocar a la larga desgaste y fatiga.

# INDICE

<b>1. Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Antecedentes Científicos.....</b>	<b>3</b>
<b>3. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>28</b>
<b>4. Objetivos.....</b>	<b>30</b>
<b>5. Hipótesis.....</b>	<b>31</b>
<b>6. Material y Métodos.....</b>	<b>32</b>
<b>7. Resultados.....</b>	<b>38</b>
<b>8. Discusión.....</b>	<b>50</b>
<b>9. Conclusiones.....</b>	<b>53</b>
<b>10. Bibliografía.....</b>	<b>55</b>
<b>11. ANEXOS.....</b>	<b>61</b>



# INTRODUCCIÓN

La Salud en el Trabajo es una transdisciplina cuyo contexto es muy amplio, se sitúa en la intersección entre varias disciplinas tanto de las ciencias sociales, naturales así como de la rama de la ingeniería; cada una de ellas con una mirada particular en el trabajo, el trabajador y la salud. Cada una de estas disciplinas tiene una concepción y una metodología propia. (1)

El objetivo de la Salud en el Trabajo y por ende de esta investigación tiene sus bases en los objetivos de la Medicina del Trabajo dictados por la OIT/OMS en 1950 que mencionan: "promover y mantener el mayor grado posible de bienestar físico, mental y social de los trabajadores en sus centros de trabajo; prevenir todo daño causado a la salud de éstos por las condiciones de trabajo, protegerlos en su empleo contra los riesgos resultantes de la presencia de agentes perjudiciales a su salud; colocar y mantener al trabajador en un empleo adecuado a sus aptitudes fisiológicas y psicológicas y en suma adaptar el trabajo al hombre y cada hombre a su trabajo". (2)

Bajo esta premisa, hombre/trabajo, existe una disciplina que involucra este binomio y es la Ergonomía cuyo objetivo primordial es dar los instrumentos adecuados para alcanzar el mayor equilibrio entre las posibilidades del trabajador y los requerimientos del trabajo en un medio laboral adecuado.

La Medicina del Trabajo y la Ergonomía confluyen en sus objetivos de mantener al trabajador en un empleo adecuado a sus aptitudes fisiológicas y de alcanzar el mayor equilibrio entre las posibilidades del trabajador y los requerimientos del trabajo.

Ante esta situación, fue necesario apoyarse de la fisiología del trabajo para poder determinar esas aptitudes o capacidades fisiológicas, ya que ésta se encarga del estudio del trabajador en actividad.

La presente investigación describe la situación de un grupo de trabajadores que desempeñan sus actividades ante un puesto de trabajo pesado, tratando de determinar si sus aptitudes fisiológicas o capacidades físicas se encuentran de acuerdo al trabajo que desempeñan y si estas posibilidades del trabajador están equilibradas con los requerimientos del puesto de trabajo.

A través de un estudio descriptivo observacional se analizaron 3 empresas, en los puestos de vulcanizador y almacenista, se aplicó una prueba para medir su capacidad física obteniendo el  $VO_2$ , así como una medición de gasto energético en su puesto de trabajo a través de un respirómetro con el Volúmen Minuto Respiratorio (VMR) como indicador.

También se realizó un análisis del puesto, enlistando las actividades requeridas para compararlas con la tabla que dicta la NOM-15-STPS-1993.

En la última etapa se analizan y discuten los 3 resultados obtenidos, correlacionando la capacidad física para el trabajo (CFT) con el gasto energético real (GER) y la CFT con el requerimiento energético del puesto (REP) concluyendo y ratificando la hipótesis propuesta.

## ANTECEDENTES CIENTÍFICOS

El **trabajo** es la condición básica y fundamental de toda la vida humana, y lo es a tal grado que, hasta cierto punto debemos decir que ha creado al propio hombre. (3) El **trabajo** conlleva una actividad o actividades, las cuáles son realizadas por el hombre en su **puesto de trabajo**.

Engels (4) describe que el trabajo se inicia desde "la elaboración de instrumentos que servirían al hombre para realizar actividades como la caza o la pesca."

Lo que nos hace reflexionar en lo siguiente: "gracias a la cooperación de la mano, de los órganos, del lenguaje y del cerebro, no sólo en cada individuo sino en la sociedad, los hombres fueron aprendiendo a ejecutar operaciones cada vez más complicadas; a plantearse y a alcanzar objetivos cada vez más elevados. El trabajo mismo se diversificaba y perfeccionaba de generación en generación extendiéndose cada vez a nuevas actividades. A la caza y a la ganadería vino a sumarse la agricultura, y más tarde el hilado y el tejido, el trabajo de los metales, la alfarería y la navegación. Al lado del comercio y de los oficios aparecieron, finalmente, las artes y las ciencias". (5)

Todo esto es producto de la evolución del trabajo que permite que el hombre se desarrolle, así como las sociedades y los pueblos.

El hombre desarrollándose a través del trabajo como ser bio-psico-social, debe mantener un equilibrio en estas tres esferas para su bienestar, es por eso que en esta investigación se inicia con reconocer al hombre como ser biológico, sin olvidar que las esferas psicológicas y sociales influyen para el buen desempeño de éste en su trabajo.

Pero el desarrollo del trabajo se basa en actividades que realiza el hombre mediante una fuente de energía que se encuentra en él, y es su organismo.

Para que el hombre pueda vivir necesita de energía, la cual la obtiene a través de sistemas bien establecidos dentro del organismo.

En el ser vivo se realizan reacciones químicas liberadoras de energía a partir de los alimentos portadores de potenciales de energía y del oxígeno.

Esta energía, indispensable para la vida celular, se libera en cantidad muy variable en función de factores tanto internos, propios del individuo, como externos, ligados al medio ambiente. Entre estos factores, la actividad muscular es el más importante; puede en efecto, multiplicar hasta unas 20 veces la energía que el hombre gasta en reposo.

La unidad de medida de la **energía** es la caloría (cal), que es la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de 1 g de agua 1 °C La Kilocaloría (kcal) es la cantidad de calor necesario para elevar la temperatura de 1 Kg de agua en 1 grado celsius (Kcal = 1000 cal). (6)

La producción de **energía** es en el hombre fundamentalmente consecuencia de la combustión de los alimentos con el oxígeno.

Como resultado de la combustión se obtiene la molécula primaria de la **energía**, que es el adenosín trifosfato (ATP), que se almacena en pequeñas cantidades en los músculos a manera de reserva para iniciar una actividad que requiera de un incremento de energía. (7) Este constituye la forma inmediatamente utilizable de la energía química para la actividad muscular; se almacena en todas las células musculares.

Existen tres mecanismos por medio de los cuales el hombre obtiene **energía** para desarrollar una actividad y son:

**1. - Sistema anaeróbico-aláctico o sistema de los fosfágenos.**

Para su activación requiere de ATP (adenosín trifosfato) ó PC (fosfocreatina). Este sistema proporciona la energía necesaria para la contracción muscular al inicio del ejercicio y durante ejercicios de muy alta intensidad y corta duración.

**2. - Sistema anaeróbico o láctico o glucólisis anaeróbica.**

Resintetiza el ATP a partir de la energía liberada durante la degradación del glucógeno (azúcar o hidratos de carbono) a ácido láctico. La acumulación de éste último produce fatiga muscular. Este sistema se emplea sobre todo durante actividades que demandan entre 1 a 3 minutos.

**3. - Sistema aeróbico u oxidativo.** Es necesario que exista el insumo proveniente de los hidratos de carbono, las grasas y las

proteínas. (7, 8) Se inicia en reacciones químicas como la glucólisis aeróbica, en la cual se forma ácido pirúvico.

A partir de estos tres sistemas se puede obtener **energía**, la cual nos sirve para poder mantener las funciones fisiológicas esenciales (metabolismo basal) y para poder desarrollar una actividad.

La actividad se define como la capacidad de poder realizar un trabajo. (9)

La pregunta fundamental será ¿cuál es la capacidad de cada organismo para poder echar a andar estos mecanismos?

Esta capacidad es la **capacidad física**, según Mondelo (10) es la facilidad con la que un individuo realiza una actividad, al desempeñar sus funciones básicas de vida (metabolismo basal o en reposo: sistema respiratorio, sistema circulatorio, sistema nervioso, y metabolismo digestivo) o cotidianas (metabolismo de la actividad: caminar, subir escaleras, comer, etc.).

También se puede definir como **capacidad física** a la cantidad máxima de oxígeno que puede un individuo procesar y metabolizar, por lo que también se le denomina capacidad aeróbica.

El hombre nace con capacidades físicas, las cuales podrá mejorar, mantener, limitar o disminuir a medida que influyan en él los siguientes factores como son: entrenamiento, condiciones ambientales, alimentación, estados emocionales, edad, sexo y factores genéticos.

La **capacidad física** es una respuesta individual y se encuentra modificada principalmente por la herencia. Astrand (11) menciona "que el 70% de la capacidad física que desarrolla un individuo es heredada. Obviamente el medio ambiente y la ubicación geográfica también juegan un papel muy importante para el desarrollo de la capacidad física".

Astrand(12) muestra el siguiente ejemplo: "Si un individuo con la dotación perfecta para esquiar crece en un lugar donde es imposible practicar esquí, esta dotación puede desperdiciarse."

Sucede lo mismo con las capacidades para poder desempeñar un trabajo.

Otros factores que influyen negativamente en el desarrollo de capacidades físicas son: grandes alturas, condiciones climáticas extremas, tabaquismo, consumo de alcohol, cafeína e ingesta de medicamentos anabólicos, entre otros. (13)

Para Manero, (14) la **capacidad física** la define como la posibilidad de realizar trabajo por la acción coordinada e integrada de una variedad de funciones, principalmente procesos generadores de energía, actividad neuromuscular y factores psicológicos. Su conocimiento permite prever las posibilidades de realizar una actividad física con rendimiento óptimo y manteniendo un margen de *seguridad para no afectar la salud*.

Existen varios métodos para medir la **capacidad física**, y son: la fuerza muscular, la flexibilidad muscular y la medición del consumo máximo de oxígeno, que puede ser de manera directa o indirecta sometiendo al individuo a esfuerzos máximos y submáximos. (15)

Un esfuerzo máximo o submáximo es cuando previo conocimiento de las constantes fisiológicas de un individuo, se somete a actividades que requieren mayor gasto de energía denominadas cargas. Estas van aumentando en intensidad y cuando se llega a tal grado que el individuo no pueda continuar con la actividad, se le denomina carga ante un esfuerzo máximo.

Cuando se conocen estos límites de referencia o parámetros y no se desea exponer al individuo al esfuerzo máximo se utilizan los métodos para esfuerzo submáximo, esto para protección y seguridad del individuo al que se le realiza la prueba.

La **manera directa** para medir el volumen máximo de oxígeno es a través de un cicloergómetro o una banda continua, obteniendo los valores de oxígeno respirado a través de una bolsa de Douglas, que se encarga de recolectar el aire inspirado y el expirado. El resultado será el esfuerzo máximo de trabajo. Posteriormente se analiza ese aire determinando los porcentajes de oxígeno y dióxido de carbono.

La **manera indirecta** se realiza a través de métodos para llevar a individuos a esfuerzos máximos y submáximos y relacionar la frecuencia cardíaca con nomogramas preestablecidos uno de ellos es el nomograma de Astrand, el cual está compuesto por cinco escalas y

permite obtener el valor probable del consumo máximo de oxígeno a partir de la medición de la frecuencia cardíaca realizada durante la ejecución de un trabajo muscular submáximo.

El método para realizar un esfuerzo submáximo puede ser a través de la prueba del escalón o por medio de un cicloergómetro. (16)

Para poder llevar a un individuo a realizar un esfuerzo submáximo y tener un referente de seguridad se aplica una fórmula para calcular la frecuencia cardíaca submáxima y es la fórmula de Asmussen en donde al individuo se le somete a una actividad, previo conocimiento de su edad y de un índice de corrección (220) el cual se resta el valor de la edad obteniendo un resultado que sirve como parámetro para que el individuo no rebase esta cifra calculada. Esto se multiplica por 60% para calcular el esfuerzo submáximo.

**Fórmula de Asmussen:**  $(220 - \text{edad}) 60\% = \text{frecuencia cardíaca submáxima}$ . (17)

Un **método indirecto** muy práctico utilizado para medir la **capacidad física** lo desarrolló Manero en 1991 mediante la estimación del consumo máximo del oxígeno y se basa en la aplicación de tres cargas físicas escalonadas en un banco a un ritmo de subida y bajada específico y con el control de la frecuencia cardíaca como indicador de esfuerzo. (18) Esta prueba se ha aplicado a trabajadores de diferente edad y sexo; en algunas actividades económicas en Cuba. Manero afirma que no sólo puede aplicarse a cualquier centro de trabajo sino que pueden ser extendida a toda la comunidad e incorporarla a un plan de promoción de salud así como aplicado durante la jornada laboral sin afectar la productividad”.

El hombre, al realizar actividades dentro de su puesto de trabajo desarrolla la **capacidad física para el trabajo** que no es más que el esfuerzo máximo que un trabajador puede realizar en su jornada laboral, en otras palabras lo que puede desempeñar en actividades laborales sin llegar a un esfuerzo máximo que le ocasione desgaste y fatiga al pasar el tiempo.

El esfuerzo máximo que un trabajador tiene que desarrollar en una jornada de 8 hrs, no debe exceder del 30% de su capacidad física. (19)

Así, se establecen dos conceptos el de **capacidad física** y el de **capacidad física para el trabajo**.

Conociendo las aptitudes de los trabajadores para desempeñar un puesto de trabajo nos queda preguntar: ¿cuál es el mecanismo mediante el cuál el hombre utiliza la energía adquirida y almacenada cuando desarrolla sus capacidades, realiza sus actividades y mantiene sus funciones metabólicas?

A este mecanismo se le denomina **gasto energético** y se activa cuando el organismo utiliza la energía que produce y almacena ante una actividad ya sea física, intelectual o metabólica. (20)

También se refiere a la cantidad de energía necesaria para realizar una actividad determinada.

Una vez que el individuo inicia una actividad (esto es que se pone de pie, camina, trotta o realiza un trabajo físico), se produce un aumento en la utilización de energía y se refleja en el incremento en el consumo de oxígeno.

Por lo general el **gasto de energía** se mide o se estima a partir de la cantidad de oxígeno consumido durante el desarrollo de una actividad. Pero también existe el gasto de energía en el cual se estima entre 60 y 85 kcal/h en una persona que pesa 70 Kg (21)

La energía producida en el organismo se emplea o se gasta en tres procesos:

1. - Metabolismo basal.
2. - Metabolismo Digestivo o de acción dinámica específica.
3. - Metabolismo de la actividad.

Estos tres procesos constituyen el metabolismo total. (22)

Se entiende por metabolismo a la suma de todas las reacciones químicas de todas las células; esto se mide por la cantidad de calor producido durante dichas reacciones químicas. (23)

Para poder hablar del metabolismo y de su determinación, hay que escoger una unidad para medir la energía liberada por los distintos



alimentos o por los distintos procesos funcionales del organismo. En general se utiliza la caloría.(24)

Existen diversos métodos para medir el **gasto energético** y algunos de estos son los siguientes:

#### **Por calorimetría directa:**

Para determinar la producción de calor por calorimetría directa, el trabajador se coloca dentro de un calorímetro, que es una cámara cerrada rodeada de agua circulante; el incremento de la temperatura del agua circulante se usa para determinar la cantidad de calor liberado por el cuerpo humano y así el gasto energético. Las limitaciones de este método son las siguientes: es muy costoso y la medición requiere de mucho tiempo.

#### **Por calorimetría indirecta:**

Los métodos de elección para medir el gasto energético por calorimetría indirecta están basados en la medición del consumo de oxígeno.

La calorimetría indirecta utiliza los procedimientos de circuito abierto o cerrado:

##### a) Circuito cerrado:

En este procedimiento el trabajador inhala el aire a través de un espirómetro, el aire espirado regresa al mismo, en donde se concentra dióxido de carbono y vapor de agua. La diferencia entre el porcentaje de dióxido de carbono representa el oxígeno consumido por el trabajador. Cada litro de oxígeno consumido por el trabajador produce aproximadamente 4.8 Kcal de calor metabólico.

##### b) Circuito abierto

En este procedimiento el trabajador respira el aire atmosférico y el aire inspirado es recolectado en grandes contenedores (bolsa de Douglas o un balón). El volumen de aire espirado se mide exactamente mediante un gasómetro calibrado y se mide la concentración de oxígeno en el aire espirado mediante métodos químicos o electrónicos.

Otro procedimiento de circuito abierto, es el gasómetro de Max Planck, el cuál elimina la bolsa de recolección. El trabajador respira el aire atmosférico y lo exhala dentro del gasómetro, donde inmediatamente es medida la temperatura y el volúmen del aire espirado.

El análisis para determinar la concentración de oxígeno y dióxido de carbono se realiza tomando una muestra de aire espirado colectado en una bolsa de hule ó Bolsa de Douglas. (25)

Es importante medir el **gasto energético** en las diferentes actividades laborales, tanto para conocer los requerimientos nutricionales del trabajador así como para saber cuál es el porcentaje de la capacidad física de trabajo que se compromete en la actividad.

Las actividades se clasifican de acuerdo con el compromiso calórico de las mismas como ligera, moderada y pesada y cada categoría presenta un nivel de exigencia energética diferente que debe estar en relación con las posibilidades fisiológicas del hombre. (26)

Algunos investigadores han propuesto el uso de indicadores fisiológicos de más fácil medición como Manero (27) en donde propone medir el **volúmen minuto respiratorio** y la **frecuencia cardíaca** para la estimación indirecta del **gasto energético**.

Datta y Verma en 1969 y 1979, asociaron las variables de FC y VMR en una ecuación de regresión múltiple, cuyo coeficiente de correlación es mayor que el encontrado con otras variables fisiológicas. (28)(29)

Manero propone el uso del VMR como variable fisiológica para estimar el gasto calórico, es indiscutiblemente de gran utilidad para investigaciones en terreno cuando se quiera reconocer con seguridad cuáles son las necesidades calóricas que requiere determinada actividad laboral. (30)

Los factores que influyen en la relación VMR y gasto energético son: la edad, el sexo, los factores psicológicos y fundamentalmente el grado de entrenamiento. (31)

Al mismo tiempo que se miden éstas constantes es importante realizar una evaluación de la actividad para conocer los momentos de trabajo más intenso, flujo de producción, horarios de comidas, pausas y tiempo de descanso reglamentario.

En éste método se realiza la recolección del aire espirado por medio de una bolsa de Douglas para conocer el volumen obtenido, previo conocimiento de la temperatura y presión biométrica para realizar un factor de corrección (STPD). (32)

A éste resultado se le aplica la siguiente ecuación propuesta por Manero: (33)

**Gasto Calórico**  
**(Kcal / minuto) = 0.08 + 0.183 VM (1 / min. STPD).**

El comportamiento del oxígeno y del volúmen minuto respiratorio, se encuentran sujetos a las leyes de los gases, en donde la Ley de Gay-Lussac influye directamente porque determina que " si el volúmen de la muestra de gas permanece constante, la presión absoluta de dicho gas es directamente proporcional a su temperatura absoluta".

Esto implica que cuando realizamos mediciones de  $VO_2$  y de VMR medidos con un gasómetro o asumiendo la temperatura del medio ambiente si se toma por medio de una bolsa de Douglas. (34), Debemos tomar en consideración la presión y la temperatura del ambiente, por lo que se calcula un factor de corrección (STPD), para crear un estándar de condiciones de temperatura en grados centígrados y presión barométrica y se debe aplicar la siguiente fórmula:

$$f = \frac{272(p - p_{H_2O})}{(273 + t) 101.3}$$

en donde:

$f$  es el factor de corrección o STPD.

$p$  es la presión atmosférica medida en kilopascales.

$p_{H_2O}$  es la presión parcial de vapor de agua saturado en kilopascales.

$t$  es la temperatura del aire espirado en °C

La sobrecarga térmica es controlada por los individuos a través del hipotálamo que actúa como termostato y recibe la información acerca de las condiciones de temperatura externas e internas mediante los

termorreceptores que se encuentran distribuidos en la piel, músculos, pulmones y médula espinal. Los individuos pueden soportar grandes diferencias de temperatura entre el exterior y su organismo, pero la temperatura interna del cuerpo varía sólo entre los 36 a 38 °C.

Los receptores del frío comienzan a funcionar si la temperatura de la piel desciende con rapidez mayor a 0.004°C/segundo. Los de calor comienzan a percibir sensaciones si la temperatura es un área de la piel se incrementa a una rapidez mayor de 0.001°C/segundo.

La sobrecarga térmica es la condición objetiva (independiente del sujeto) que resulta de la interacción de los factores microclimáticos (temperatura del aire, velocidad del aire, humedad y temperatura radiante media) y que provoca en el hombre el fenómeno denominado "tensión térmica". Esta se manifiesta en forma variable, pues depende de factores individuales como sexo, edad, condición física, estado emotivo, etc."

Para la evaluación de la sobrecarga térmica se requiere caracterizar el ambiente térmico por medio de la descripción de los siguientes factores: la temperatura del aire ( $t_a$ ) o temperatura de bulbo seco ( $t_{bs}$ ), las cuales se pueden medir directamente con un psicrómetro de aspiración, la humedad relativa y la temperatura media radiante la cuál se calcula a través de la temperatura de globo medida con un termómetro en donde el bulbo se encuentra insertado dentro de una esfera hueca de cobre, que generalmente mide 15 cm de diámetro, pintada de negro mate. La unidad de medida de todas las temperaturas es el grado centígrado. (34)

Las temperaturas abatidas y elevadas le dan una condición a los ambientes de trabajo pesado, denominándoles **Puestos de trabajo Pesado**, cuando estas temperaturas tienden a ser extremosas.

Pero, es conveniente iniciar con el concepto de puesto que proviene del latín "positu", que significa sitio o espacio que ocupa una cosa, empleo, dignidad, oficio o ministerio. (35)

**Puesto de trabajo** según Reyes Ponce y Arias Galicia lo definen como: "el conjunto de operaciones, cualidades, responsabilidades y condiciones que forman una unidad de trabajo específica e impersonal". Los autores explican " se llama conjunto de operaciones a todas y cada una de las actividades que realiza el individuo, sea en forma periódica o eventual. Las cualidades se refieren a las aptitudes físicas e intelectuales que debe poseer el individuo para realizar una tarea. Las responsabilidades son las que todo individuo asume en

toda actividad laboral. Las condiciones son el conjunto de situaciones del medio en las cuales va a desempeñarse el individuo. La unidad de trabajo es específica en cuanto a que cada unidad de trabajo difiere de otros puestos tanto por su naturaleza como por las operaciones y requisitos que deben cubrirse en cada uno de ellos.

Los puestos de trabajo son impersonales, es decir que cada uno de los puestos es independiente del individuo que los desempeña. (36)

Conociendo la definición de puesto de trabajo, es importante cómo se realiza un análisis de puestos de trabajo, el cual Reyes Ponce lo define de la siguiente manera: " es un proceso de investigación de las actividades de trabajo y de las demandas sobre los trabajadores, cualquiera que sea el tipo o el nivel de empleo.

La determinación de las tareas que comprende un trabajo y las habilidades requeridas del trabajador para obtener un rendimiento satisfactorio que lo diferencie de los demás, también define el análisis de puesto.

Para Reyes Ponce, el análisis de puesto comprende también a... "la separación y ordenamiento científicos de los elementos que integran un puesto".(37)

Según Arias Galicia: "el análisis de puesto es el método cuya finalidad consiste en determinar las actividades que se realizan en el mismo, los requisitos (conocimientos, experiencias, habilidades, etcétera.) que debe satisfacer la persona que va a desempeñarlo con éxito y las condiciones ambientales que privan en el sistema donde se encuentra enclavado". (38)

Según Chuden, Sherman define el análisis de puesto como.. " la información reunida, analizada y compilada en descripciones y especificaciones de un puesto."(39)

Para WC Howel en 1979: "es un procedimiento sistemático orientado a recopilar información sobre la manera en que se llevan a cabo los trabajos y las características personales que requieren".

Para Chiavenato I: "son estudios definidos que determinan el tipo de comportamiento que deben seguir los empleados para desempeñar eficazmente las funciones de sus cargos. (40)

Según Elba Gama: "es conocer todas y cada una de las tareas que ha de llevar a cabo una persona en un puesto de trabajo, así como los

requisitos mínimos para ocupar el mismo, para que sea desempeñado en forma eficaz y eficiente”.

Este procedimiento de análisis de puestos ha tenido una evolución histórica de acuerdo con algunos autores y corrientes administrativas y sociales por lo que a continuación se enuncia el siguiente cuadro. (41)

<b>TEORIA</b>	<b>IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE PUESTOS</b>
TIEMPOS Y MOVIMIENTOS  F. Taylor 1878 (aprox). (42)	Al contar la organización con puestos donde las tareas fueran sistemáticas, la productividad se elevaría; además, al ser las tareas de un puesto independientes de la persona que lo ejercita, los individuos pueden ser entrenados para realizarlas según las normas establecidas por la misma organización.
ADMINISTRACIÓN CIENTIFICA  H.Fayol 1916 (aprox). (43)	Ve a la organización en forma más científica, donde las funciones de cada uno de los puestos que la conforman se interrelacionan en forma dinámica, por lo que el éxito de la empresa va a depender de la eficiencia con la cual sea dirigida por los administradores.

TEORIA	IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE PUESTOS
<p>RELACIONES HUMANAS</p> <p>E. Mayo 1932 (aprox.)</p>	<p>Su condición de psicólogo hace que enfoque su atención en las condiciones ambientales y en las relaciones sociales (formales e informales), que los trabajadores mantienen en su jornada diaria. Después de sus estudios en Hawthorne, concluyó que para lograr la armonía en el trabajo, así como la eficiencia en la productividad, era necesario tomar en cuenta las condiciones tanto fisiológicas como psicológicas y sociales que, a la vez de dar éxito a la organización, hace que los individuos se sientan satisfechos en lo personal.</p>
<p>PIRÁMIDE DE NECESIDADES HUMANAS</p> <p>A. Maslow 1954.</p>	<p>El individuo trabaja para satisfacer necesidades, por lo cual, su comportamiento en el trabajo va a depender tanto del ambiente como de las actividades que desempeñe en su puesto. Por lo anterior, un adecuado ambiente laboral y realizar tareas en las cuales demuestre su capacidad, le darán satisfacción a sus necesidades. Esto se debe a que el hombre por naturaleza busca su "autorrealización".</p>
<p>"DUAL"</p> <p>F. Herzberg 1960</p>	<p>Los factores higiénicos (suciedad, relaciones de trabajo deficientes, inseguridad en el empleo, salarios no justos) provocan la insatisfacción del individuo. Por otro lado los factores motivacionales (responsabilidad, iniciativa, reconocimiento, retos del puesto) tienen una íntima relación con el puesto de trabajo los cuales darán como resultado la satisfacción del individuo motivándolo a realizar su trabajo eficientemente. Es conveniente observar que los factores higiénicos mencionados, al convertirse en positivos eliminarán la insatisfacción de la persona pero no así le darán la satisfacción.</p>

<b>TEORIA</b>	<b>IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE PUESTOS</b>
<p>"X" y "Y" D. Mc Gregor 1960</p>	<p>La teoría X representa las concepciones tradicionales, donde el individuo realiza una a una las tareas de su puesto de trabajo bajo una estrecha supervisión para que alcance los objetivos marcados por la empresa.</p> <p>La teoría Y representa la concepción moderna de la naturaleza del hombre; un hombre capaz de desarrollar todas sus potencialidades en el cumplimiento de los objetivos del puesto pero a la vez buscando la satisfacción a sus necesidades.</p>
<p>ORGANIZACIÓN FORMAL A. Tannenbaum 1956. (44)</p>	<p>Contar con una estructura organizacional donde la autoridad, las funciones, los métodos y compensaciones estén bien definidos; esto da como resultado una organización formal donde cada uno de los individuos puede ser intercambiable de puesto según sus aptitudes y potencialidades, siempre en busca de un status, un nivel jerárquico más alto que satisfaga sus necesidades y lo lleve a su desarrollo personal.</p>
<p>REJILLA GERENCIAL R. Blake y JS. Mouton 1964</p>	<p>La aplicación de la rejilla gerencial dentro de las organizaciones, como una forma de relación entre la gerencia (líder) con sus colaboradores; es una forma de dirigir en forma óptima, delegándoles funciones que ellos cumplirán de acuerdo con los objetivos establecidos para cada puesto o grupo de puestos; de ahí que conocer las funciones y objetivos del puesto sea importante para toda persona que esté involucrada cumpla según el tipo de dirección o liderazgo al cual esté sometido dentro de la organización.</p>



<b>TEORIA</b>	<b>IMPORTANCIA DEL ANALISIS DE PUESTOS</b>
<p>LIDERAZGO SITUACIONAL</p> <p>K. Blanchard 1969. (45)</p>	<p>En todo puesto de trabajo, la organización requiere de individuos capaces para realizar las tareas pero, además, de líderes (gerentes) que tengan una visión amplia de la madurez de sus colaboradores (subordinados) para así llevarlos de un ¿qué, cómo, cuando y dónde? a la toma de decisiones de acuerdo con los objetivos de la organización; sin perder de vista que el liderazgo se da según la situación que vive el grupo y que, en determinado momento, esta situación marcará el poder que tiene el líder sobre dicho grupo.</p>
<p>ADMINISTRACIÓN POR OBJETIVOS</p> <p>G. Odiorne 1965</p>	<p>En toda organización, las metas a alcanzar deben ser discutidas conjuntamente tanto por administradores como por gerentes y colaboradores. La finalidad debe ser crear metas comunes de acuerdo con los objetivos de cada uno de los puestos. Los objetivos de los puestos deben estar planeados de tal forma que los individuos, al realizar sus funciones para cumplir con ellos, se interrelacionen para obtener los resultados finales esperados por la organización.</p>
<p>DESARROLLO ORGANIZACIONAL (DO)</p> <p>Blake y Mouton la inician después de 1964</p>	<p>Para que se dé un adecuado desarrollo organizacional es importante contar con una infraestructura sólida que soporte los cambios que se han ido generando a través del tiempo y los que se planearán a largo plazo. Este debe abarcar a toda la organización y debe recibir el apoyo de todos los que laboran en ella, esto es, desde la directiva hasta los trabajadores de nivel operativo, todo en el cumplimiento de metas comunes.</p>

Es conveniente recordar que Max Weber, sociólogo y economista alemán (1864-1920), influido por los problemas sociales de la época, sobre todo la discriminación, el favoritismo y nepotismo dentro de la industria, fue que concibió su teoría de la burocracia. Con esta teoría buscaba construir un sistema más racional e impersonal para la organización, donde la meta principal era realizar todas las tareas con un máximo de eficiencia, para lo cual era necesario observar algunas normas como: contar con una estructura organizacional estática, la descripción de las tareas, la especialización y la supervisión estrecha que permitiría evitar errores y controlar conductas desfavorables como el paternalismo y el favoritismo entre otras. El pensamiento de Max Weber predominó en las últimas décadas del siglo XIX y en las primeras del siglo XX, hecho que se ve reflejado al observar que algunos de los puntos de su teoría han servido de fundamento para otras teorías con las modificaciones, ampliaciones y supresiones necesarias.

Los puestos forman parte de la esencia de toda organización por lo que el análisis de puestos es indispensable para realizar las funciones de éstos con la eficacia adecuada.

El análisis de puestos como técnica, es útil para obtener toda la información necesaria que nos describa en forma sencilla y clara cada uno de los puestos que integran una organización. (46)

Según la psicóloga industrial Elba Gama(47), un Análisis de Puesto consta de 5 pasos:

1. - Recabar metódicamente todos los datos con integridad y precisión, esto quiere decir, que se debe entrevistar a la persona que desempeña el puesto en forma más eficiente según los requerimientos de la organización. El analista debe procurar obtener toda la información sobre las actividades del puesto con la mayor precisión posible, sea en dicha entrevista o por medio de otros métodos como la observación directa, cuestionarios, cintas de video o métodos mixtos.
2. - Separar los elementos objetivos que constituyen el trabajo de los objetivos que el trabajador quiere alcanzar con su trabajo. Es decir, las perspectivas del trabajo en la organización y las del trabajador.
3. - Ordenar por escrito en forma clara y precisa los datos obtenidos en los apartados de un formato especialmente diseñado para llevar a cabo el análisis del puesto.

4. - Realizar un informe final con los datos obtenidos en el análisis de puestos.

5. - Archivar los resultados de los análisis de puestos para lograr un manejo y aprovechamiento óptimo de estos datos; siempre será de gran utilidad para cuando se requiera de algún estudio.

Cuando no enfrentamos a un puesto de trabajo, encontramos dos factores importantes que deben de articularse en armonía que son el Perfil del Hombre y el Perfil del puesto.

El perfil del hombre es lo que el hombre comúnmente necesita para el desarrollo de actividades tanto de la vida diaria como para desarrollar actividades de trabajo. Es la consideración de las características somáticas del individuo, aptitudes, formación, experiencia en el puesto, motivaciones y posibilidades de mejoramiento, proyección y realización.

El perfil del puesto es la enumeración de las necesidades intelectuales y físicas que demanda el puesto, presentación de los medios auxiliares por utilizar, grados de responsabilidad e iniciativa necesarias, tipo de decisiones por tomar, tipo de relaciones y de dependencia dentro del sistema, promociones y posibilidades de desarrollo. Su delimitación se basa en:

- Las tareas del puesto que determina sus aspectos operativos programando la actividad en forma cuantificable.
- La carga de trabajo que es la cantidad de trabajo de un puesto cuando interviene el hombre y la máquina. (48)

El estudio de un puesto de trabajo, especialmente con un enfoque ergonómico, comprende dos fases principales: Análisis de las tareas y la Experimentación.

La experimentación se realiza a través de experiencias en el laboratorio o experiencias sobre el terreno y la validación, así como modelos y simuladores.

El análisis de las tareas tiene por objeto recoger los datos y plantear el problema, o dicho de otra manera, permite determinar las variables características del trabajo estudiado.

Existen técnicas para analizar las tareas en los puestos de trabajo, entendiéndose como técnica de análisis de tareas al conjunto de procedimientos que, partiendo de un modelo, permiten identificar y

generalmente medir, las variables que se consideran características de determinado puesto de trabajo.

En el área de **Ergonomía** también existen **Métodos Ergonómicos** para **analizar el puesto de trabajo** entre los que citaremos los siguientes:

Sistema de Kimmel, en donde maneja 16 factores sujetos a análisis, actualmente no se utiliza por lo vago de sus resultados, el método LEST, propuesto para determinar el perfil de las condiciones de trabajo de un puesto mediante el manejo de 16 factores de carga, agrupando 70 parámetros.

El Método de análisis de condiciones de trabajo Renault, etc. entre otros.

Todos estos métodos toman en cuenta muchos factores para el análisis, desde cargas físicas, psicológicas, ambiente de trabajo y algunos aspectos administrativos y organizacionales.

Hasta la fecha no existe ningún método de análisis plenamente satisfactorio, la mayoría se pueden aplicar sólo en trabajo organizado (en grandes áreas industriales, trabajo en cadena, trabajo repetitivo, trabajo con puesto fijo), encontrando grandes dificultades para su aplicación a métodos de trabajo tradicionales, ya por el carácter individualizado y singular de la tarea o por las condiciones ambientales.

Lo que se concluye que depende del objetivo con el que deseemos hacer el análisis del puesto deberá de ser el tipo de método de análisis que podamos adoptar. (49)

Como se mencionó anteriormente, entre las técnicas se encuentra la de **Tiempos y Movimientos** a través de un cronometraje, en el que se asigna un tiempo a cada movimiento. Se mencionó que es un método muy mecanicista para analizar a los puestos de trabajo, pero así también es una forma sencilla para tener a la mano elementos fáciles para conocer las actividades, sobre todo cuando se realizarán determinaciones de **gasto calórico**.

Es importante mencionar que existen otros métodos de Análisis de Puestos apoyados en el de tiempos y movimientos como por ejemplo, **Medición del Tiempo de Métodos (MTM)**, es un método de sistemas de tiempo predeterminados fue creado por Maynard, Stegemerten y Schwab en 1948, en donde se realiza un análisis a partir de un gran

número de observaciones, elabora unas tablas que permiten atribuir tiempos tipificados a una lista de movimientos elementales. (50)

Otra técnica utilizada es la de las observaciones instantáneas. Se trata de un muestreo de las actividades a partir de leyes estadísticas. Mediante observaciones establecidas al azar, se obtiene el porcentaje respectivo de las distintas actividades de un operador.

Otro método es el análisis de errores que se realiza partiendo del análisis de los movimientos voluntarios e involuntarios en el desarrollo de la tarea. El análisis de conexiones es un método se utiliza principalmente en esos puestos que requieren de un cuadro de mandos o de señales y check-list, se le llama también análisis de la tarea a través de listas de preguntas a las que el analista debe de intentar responder de forma sistemática. (51)

Existe un modelo de estimación de la exposición que puede ser adaptado y ajustado para poder analizar las actividades de los puestos de trabajo. En donde se reconoce la naturaleza de los peligros asociados por los tipos particulares de agentes en los sitios de trabajo, se evalúa el nivel de exposición de los trabajadores a los diversos agentes de los cuales se sospecha que se encuentran asociados con el daño a la salud de los trabajadores y se puede llegar a establecer y observar normas y estándares así como medidas de control apropiadas en donde sea necesario.

Este método se ajusta en base a la definición de las actividades, realizando una ponderación en tiempo. (52)

En base a estas técnicas de análisis de tareas y del conocimiento previo de que toda actividad y tarea trae consigo un gasto de energía, se han desarrollado métodos y tablas en donde se muestra mediante el tipo de actividad, cuál es el gasto energético del individuo.

Los métodos que existen entre otros son los que propuso Baernard Thomas en 1994(53), en donde desarrolló dos métodos para estimar el **gasto energético**, se pueden usar fácilmente y proporcionar una aceptable precisión. A este método le llamó "**de referencia fácil**" y lo aplicó a 80 puestos de trabajo de la industria automotriz. Utiliza tres características dicotómicas fácilmente identificables para clasificar las tareas en uno de los 4 niveles de **gasto energético**.

Otro es el **método de componentes** en donde analiza específicamente los movimientos de las manos y algunas cargas. La

importancia de estos métodos es que utiliza descriptores cualitativos de las tareas.

Otra forma de conocer el **gasto energético** por tipo de actividad y puesto de trabajo se realiza a través de tablas, las cuales existen en número importante, con variables diferentes.

El encontrar valores de **gasto energético** a partir de tablas es muy común. Existen dos formas para utilizarlas, primero por medio de la búsqueda directa de un valor, el investigador compara el trabajo bajo consideración a una lista de trabajos o a una lista de descripciones de trabajo, tratando de buscar la mejor comparación entre el trabajo en cuestión y las actividades estándar para las cuales se conoce el **gasto de energía**. Estas actividades pueden ser muy similares a las del trabajo en cuestión, pero en la mayoría de las veces no se encuentra relación y se emplea un criterio subjetivo para hacer la comparación.

Lo otra forma de utilizar las tablas es asignándole una categoría, en donde el trabajo es colocado en una de tres hasta cinco categorías de **gasto energético** (por ejemplo ligero, moderado, pesado o muy pesado). Algunas de estas tablas mencionan descriptores de trabajo específico que pueden ser incluidos en la categoría o poner amplios descriptores de actividades (por ejemplo trabajo ligero de manos o trabajo pesado con todo el cuerpo). La ventaja de utilizar las tablas es que siempre va a existir una sobre estimación del tipo de trabajo, pero las desventajas son muchas, primero encontrar las tablas que se ajusten a las actividades que queremos estudiar, que siempre una actividad que demanda mucha energía imperará sobre las demás que tienen los trabajadores en ese puesto, no hay criterios de ponderación en las tablas, se obtuvieron de un tipo de población que quizá no es parecida a la que realiza las actividades que se investigan.

En conclusión, aunque las tablas son relativamente fáciles, intuitivas y requieren de poca habilidad para su aplicación, son sin embargo el método menos exacto.

Existen diversas tablas que clasifican a las actividades según las demandas calóricas en gente promedio y situaciones ambientales controladas, la **norma ISO-7243**, muestra la **estimación de gasto de energía** ante una clasificación de tipo de actividades, como se muestra en el cuadro siguiente: (54)

## Norma ISO-7243

<i>Tipo de actividad</i>	<i>(M) watt/m<sup>2</sup></i>
<b>0 descanso</b>	M<65
<b>1 ligero</b>	65<M<130
<b>2 moderado</b>	130 <M<200
<b>3 pesado</b>	200<M<260
<b>4 muy pesado</b>	M>260

Existen clasificaciones de puestos en base a demandas calóricas y para ello se correlacionan con algunas actividades. Como por ejemplo en el **anexo 9** se muestra una tabla, elaborada por Lehman para evaluar actividades físicas. (55)

En el **anexo 10** se describe por medio de una tabla el gasto energético en los diferentes tipos de ocupaciones, correlacionado con el tipo de trabajo. (56)

En México, la NOM-015-STPS-1993 de la Secretaría del Trabajo relativa a la exposición laboral de las condiciones térmicas elevadas o abatidas en los centros de trabajo, presenta una tabla en donde se observa la clasificación de los tipos de trabajo y algunos descriptores de actividades, clasificándolo en trabajo ligero, moderado y pesado. Esta tabla estima el metabolismo de energía de varias clases de actividades. Sus valores se aplican a un hombre de 70 kilos de peso y no incluyen pautas de descanso. (**tabla 2**)(57)

Manero y col en 1986 en su artículo de métodos prácticos para estimar la capacidad física de trabajo, establece una clasificación del trabajo físico en cuatro categorías: ligero, moderado, pesado y muy pesado proponiendo una clasificación para evaluar la carga de trabajo físico, esta tabla tiene diferenciación por sexo y las variables de gasto energético, porcentaje de la capacidad física del trabajo y un indicador de costo cardiaco verdadero. (**tabla 1**)(58)

### **Puestos de Trabajo Pesado:**

La denominación de **trabajo pesado** se realiza con relación a la cantidad de energía que requiere un conjunto de actividades, todas estas en cantidades que van desde los 200 hasta los 500 Kcal/hr dependiendo de la tabla que los describa.

A pesar de que vivimos en un país en desarrollo, las empresas no cuentan con procesos mecanizados en todas sus actividades, por lo que aún en esta época existen muchos trabajos los cuales hay

que desarrollar un considerable esfuerzo muscular, según Lins Lundgren (59): existen algunas razones por las que el trabajo todavía se considera pesado.

1. - Porque dentro de los procesos de trabajo existen operaciones difíciles de mecanizar, especialmente aquellas que requieren una aplicación flexible y razonada de la fuerza.
2. -Lo pesado del trabajo es algunas veces relativo, o sea que esta evaluación debe hacerse siempre con relación a la condición física y psíquica del trabajador.
3. -Muchos factores ambientales, tales como el calor, el monóxido de carbono, la altura sobre el nivel del mar, etc., aumentan el cansancio físico resultante del trabajo muscular.

Entre las actividades económicas que en México todavía poseen operaciones difíciles de mecanizar son las de la industria de la transformación en algunas de sus ramas, una de ellas es la industria hulera y otra la industria empaedora de alimentos y carnes frías. Lo anterior no quiere decir que sean las ramas de la industria de la transformación que esté menos mecanizada, pero en algunas fases de sus procesos todavía existen actividades que clasifican a sus puestos como pesados. Expresamente los puestos de vulcanizador en la industria hulera y almacenista en la industria empaedora de carnes frías.

La Industria hulera está integrada por aproximadamente 320 empresas, de las cuales 13 son grandes, 11 medianas y 40 son pequeñas.

Además la industria hulera se encuentra conformada por dos sectores: el sector fabricante de artículos varios y el sector fabricante de llantas.

Se tomaron dos de las grandes empresas fabricantes de llantas para la realización de este estudio en donde se observó la similitud de procesos a través de un reconocimiento inicial en las empresas. (Anexo 1-A de Reconocimiento Inicial). (60)

También se estudió una fábrica transformadora de alimentos, en donde los procesos se encuentran totalmente mecanizados pero en el área de almacenaje el tipo de trabajo es todavía pesado, por el esfuerzo que requieren los trabajadores al realizar la estiba y



desestiba del producto en cajas. (Anexo 1-B de Reconocimiento Inicial). (60)

La capacidad física para el trabajo, el gasto energético que ante las actividades del puesto desarrolla el trabajador y el requerimiento energético del puesto pesado son variables que al estudiarse describirán cual es la situación actual de los trabajadores ante el desempeño diario de su trabajo y de manera indirecta revelarán el desgaste que el trabajador adquiere de manera crónica, silenciosa, acumulable e irreversible en sus últimas consecuencias. (61)

Los estudios que de alguna manera han aportado datos para el presente estudio en cuanto a la medición de la Capacidad Física para el Trabajo y la medición del Gasto Energético se han hecho en gran parte en población Cubana.

En 1979, se hizo un estudio en 10 trabajadores, para establecer la correlación entre el volúmen minuto respiratorio y el gasto energético, considerando algunas variables antropométricas de los trabajadores estudiados, de aquí se obtuvo una fórmula de correlación para obtener el gasto energético en Kcal a partir de la medición del VMR. (62)

En 1980, se aplicó un método que permitió evaluar la capacidad física para el trabajo pero teniendo en cuenta el período de recuperación de la frecuencia cardíaca. (63)

Se realizó un estudio en 1982 cuyo objetivo fue aplicar diferentes cargas de trabajo con el objeto de relacionar algunas variables antropométricas y fisiológicas y el gasto energético, se concluyó que el VMR fue la variable que tuvo una correlación más alta para este tipo de estudios. (64)

En 1986, se conjuntaron varios métodos prácticos para estimar la Capacidad Física para el Trabajo(65), en 120 trabajadores midiendo diferentes respuestas fisiológicas a diferentes cargas de trabajo. Lo anterior sirvió para poder realizar el método sencillo para medir la capacidad física que se presentó en 1991. (66)

Así en 1991, se realiza una investigación en donde se aplica el método práctico en trabajadores de 55 actividades laborales para conocer la capacidad física de 434 trabajadores. (67)

Estos mismos autores cubanos realizan estudios directamente en algunas empresas, por ejemplo en 1981, Manero R. en una empresa Cubana de Acero, clasifica 10 puestos de trabajo, sobre la base de la estimación del gasto energético con el VMR, estudiando 41 trabajadores. De la relación encontrada entre las demandas calóricas de cada actividad con la capacidad física para el trabajo, se establece una clasificación en tres categorías del trabajo (ligero, moderado y pesado), se propone un esquema para determinar cuál es el gasto calórico total en la jornada de 8 h. (68)

En 1981, en una muestra de 50 casos de operarios cubanos en el desierto, se estudió el comportamiento fisiológico tomando en cuenta el gasto energético y temperaturas elevadas. (69)

En 1983, Rogelio Manero, explica en su artículo "Componente estático de la contracción muscular en algunas actividades de la construcción", que de acuerdo con estudios realizados en Cuba, la capacidad aeróbica máxima expresada en Kcal/min es en promedio de 12.5 para hombres y de 8.5 para mujeres, teniendo en cuenta que las condiciones microclimáticas en más de la mitad de los meses del año son desfavorables para trabajos moderados y pesados.

Este artículo es importante porque las cifras de capacidad aeróbica máxima deben tener cifras promedio para determinada población y lugar. (70)

En 1986, Manero R, Herrera A, Manero J, realizan un estudio fisiológico integral en diferentes actividades de la industria metalúrgica, en donde se concluyó que la frecuencia cardíaca (para medir la capacidad física para el trabajo), el VMR (para medir el gasto energético en la jornada) y la resistencia muscular, son indicadores que muestran el verdadero requerimiento fisiológico del trabajador en el desempeño de su tarea productiva. (71)

El estudio realizado por Manero R y col. en una brigada de macheteros de alta productividad en donde se les midió la capacidad física para el trabajo, aquí se obtuvieron más parámetros fisiológicos, pero con menos correlación que el VMR y la frecuencia cardíaca. (72)

Existen estudios en donde se ha estimado la capacidad aeróbica máxima, utilizando un nomograma como por ejemplo el realizado por Verma SS (73) en 1994, en donde se tomó el peso del individuo y se aplicó una carga de 3.2 Kg de esfuerzo. La conclusión es que es muy complicado realizar nomogramas que no tengan una validez tan

limitada. Las pruebas de cargas se realizan con cicloergómetros muy sofisticados y en condiciones de laboratorio.

Manero y Col, (66) presentan un nomograma para poder estimar la capacidad física, posteriormente se sustituyó este nomograma por tablas.

En otro estudio, Chávez Samperio en 1995(74) realiza la medición del consumo máximo de oxígeno a jubilados y pensionados en donde se observa la influencia que tiene la edad, el tabaquismo, el alcoholismo y su repercusión en la capacidad física. Además la prueba de esfuerzo se realiza con la prueba del banco, que es la más sencilla y práctica para aplicar y los parámetros que se utilizan de esfuerzo submáximo son muy seguros para esta población de riesgo.

Otros estudios de pruebas de ejercicio en trabajadores los realizaron Wang X, Araki S, en 1995, (75) en donde pone de manifiesto que también las pruebas de ejercicio pueden servir como parámetros para evaluar la disnea en trabajadores expuestos a silice.

De los estudios de la literatura, en otros países excepto en Cuba no se encuentran artículos que contemplen las tres variables de estudio y es cuando el problema planteado toma importancia por su vulnerabilidad y trascendencia.

Sobre la base de estos antecedentes se considera que la pregunta de investigación brota como una necesidad imperiosa para el bienestar de los trabajadores que actualmente se encuentran desempeñando un puesto de trabajo pesado y los próximos trabajadores que ocuparán puestos pesados.

Existen antecedentes de investigaciones realizadas en la industria hulera, como la realizada por Tongeren (76) en 1995, en se dan a conocer cuales son los factores que afectan este tipo de actividad entre otros exposición a ruido, a disolventes a partículas, exposición dérmica, a condiciones climáticas extremas a posturas forzadas y a hábitos de trabajo no saludables.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La capacidad física de cada trabajador es la fuerza de trabajo potencial que posee el trabajador, si no se conocen sus limitaciones ante el desarrollo de las actividades laborales diarias y no se da tiempo de recuperación necesario caerá en un agotamiento muscular que es la primera expresión de desgaste.

Se desconoce cual es la influencia que tiene este agotamiento muscular ante problemas de salud, de *accidentabilidad*, etc. Pero sí se puede intuir que el sobre esfuerzo creará problemas a futuro que quizá sean irreversibles y que quizá nunca se le relacione con este desgaste o fatiga.

Las enfermedades extralaborales pueden enmascarse e incrementarse debido a una mala planeación en el gasto energético de las actividades laborales de la vida diaria, todo debido a que la capacidad física se encuentra disminuida de acuerdo al requerimiento energético de los puestos.

Es muy importante conocer cual es la capacidad física para poder desarrollar una actividad, porque el tiempo de recuperación que requiere el organismo, así como el aporte calórico en alimentos para reponer esta energía debe conocerse de antemano y establecer un régimen para no caer en desgaste o en sobre esfuerzos.

Cuando se desconoce el Gasto Energético real de los trabajadores por actividad, por puesto o por actividad económica, no se tienen contemplados tiempos de descanso para aquellos trabajadores que actualmente están desempeñando una actividad, especialmente pesada y no conocen los parámetros adecuados para establecer una condición de trabajo dentro de parámetros accesibles a sus capacidades.

Cuando lo anterior no se cumple, es imposible crear tablas de categorías de trabajo para poder organizar puestos de trabajo con requerimientos energéticos elaborados para poblaciones reales de trabajadores.

Es de gran trascendencia diseñar un puesto de trabajo en donde las capacidades del trabajador van de acuerdo con los requerimientos de este puesto, pero si se ignora cuales son estas capacidades

especialmente las físicas en el caso de puestos de trabajo con requerimiento energético pesado, este puesto de trabajo será el motivo por el cual trabajador sufra desgaste y fatiga.

Si el consumo energético está por encima de la capacidad física para el trabajo, el trabajador será incapaz de cumplir habitualmente su tarea, o la cumplirá durante un tiempo hasta que alcance su valor límite o modifique su actividad consciente o inconscientemente. Disminuirá su ritmo modificando los métodos de trabajo, quizás en detrimento de la productividad o de la calidad, lo cual sucede con frecuencia; este es el momento en el que los trabajadores generan pausas de trabajo encubiertas o disfrazadas o lo que es peor crean fatiga acumulada o un síndrome de desgaste.

Si las empresas buscan productividad y sabemos que la productividad es el rendimiento de una industria o de sus obreros, desde el punto de vista materialista también se debe conocer que el trabajador realizará su trabajo óptimamente en la medida en la que su capacidad se lo permita.

Con lo anterior, surge la pregunta siguiente:

¿Es menor la Capacidad Física para el trabajo (CFT) que el Gasto energético real (GER) de los trabajadores en puestos de trabajo pesado y la Capacidad Física para el trabajo (CFT) es menor que el Requerimiento energético(RE) en puestos de trabajo pesado?

# OBJETIVOS

## **OBJETIVO GENERAL:**

Determinar que la capacidad física de los trabajadores es menor que el gasto energético real de los trabajadores en puestos de trabajo pesado y que el requerimiento energético de dichos puestos.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

Identificar puestos pesados en las empresas seleccionadas.

Estimar la capacidad física para el trabajo (CFT) de los trabajadores que laboran en puestos de trabajo pesado.

Evaluar el gasto energético real (GER) de los trabajadores en puestos de trabajo pesado.

Estimar el requerimiento energético (REP) en puestos de trabajo pesado.

## HIPOTESIS GENERAL

La capacidad física para el trabajo es menor que el gasto energético real de los trabajadores y que el requerimiento energético en puestos de trabajo pesado.

### HIPOTESIS ESTADÍSTICA

**Ha:** La capacidad física para el trabajo es menor que el gasto energético real de los trabajadores y que el requerimiento energético en puestos de trabajo pesado.

**H0:** La capacidad física para el trabajo es igual o mayor que el gasto energético real de los trabajadores y que el requerimiento energético en puestos de trabajo pesado.

**Ha:**  $CFT < GER$   
 $CFT < RE$

**H0:**  $CFT > \acute{o} = GER$   
 $CFT > \acute{o} = R$

## MATERIAL Y MÉTODOS

En ésta investigación, el estudio que se realizó es observacional, prospectivo, transversal comparativo bajo un diseño de panel antes-después (en donde los sujetos son su propio control).

Se seleccionaron empresas, puestos y trabajadores de la siguiente manera:

### **Selección de las empresas:**

A través de una selección *no probabilística* por conveniencia, donde el criterio de inclusión fue tener dentro de sus procesos puestos de trabajo pesado.

Se seleccionaron 3 empresas de la industria de la transformación, dos de ellas se dedican a la elaboración y vulcanización de llantas y la otra a la preparación, elaboración, conservación envasado y empacado de carnes y sus derivados.

### **Estudió de reconocimiento de la empresa: ( Anexo 1)**

Se efectuó una evaluación inicial a la empresa obteniendo los datos de ésta y de los procesos de una manera general.

### **Mapa de riesgo: (Anexo 2)**

Se detectan por área y por puesto cuáles son los agentes que impactan a los trabajadores.

### **Selección de los puestos:(Anexo3)**

A través de una evaluación inicial a la empresa se determinaron los puestos de trabajo pesado para su estudio. Los puestos seleccionados fueron vulcanizador y almacenista.

Para ratificar la selección de los puestos de trabajo pesado, se realizó un estudio de tiempos y movimientos en los puestos elegidos para el estudio, obteniendo con esto una lista de actividades, después de observar y obtener las actividades para cada momento se eligieron 5 actividades, 3 con características para el momento 1 por ser la de mayor relevancia, 1 actividad para el momento 2 y 1 actividad para el momento 3, las cuáles se clasificaron y se midieron de acuerdo a Manero. (66)



<b>Momento 1</b>	<b>Actividades productivas en el puesto</b>	<b>Tiempo real de trabajo</b>
<b>Momento 2</b>	<b>Actividades en las que no se realiza un esfuerzo</b>	<b>Actividad menos intensa</b>
<b>Momento 3</b>	<b>Almuerzo, merienda</b>	<b>Tiempo de descanso</b>

Además se midió la temperatura ya que se observó que los puestos de trabajo pesado tenían condiciones climáticas elevadas (vulcanizador), ó abatidas (almacenista).

La temperatura se tomó con la finalidad de cerciorarnos de que ésta influiría para que el puesto se considerará como puesto de trabajo pesado.

#### **Selección de trabajadores: (Anexo 4)**

Se aplicó una encuesta a los trabajadores que realizaban los puestos de trabajo pesado seleccionados.

Esta encuesta constaba de una ficha de identificación, antecedentes heredo familiares, antecedentes personales no patológicos y antecedentes personales patológicos y exploración física de sus signos vitales como temperatura, pulso, T.A, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria.

El análisis de esta encuesta determinó cuáles trabajadores serían seleccionados para su estudio.

Los trabajadores seleccionados fueron aquellos que cumplieron con: **los criterios de selección establecidos:**

- no tomar medicamentos anabólicos .
- no presentar problemas cardíacos ni hipertensivos en el momento del estudio
- realizar ejercicio en forma profesional y extralaboral.

#### **Con la notificación previa: (Anexo 5)**

Por medio del documento Carta de consentimiento informado, el trabajador firma de aceptación para participar en el estudio de investigación.

Con anterioridad se hizo de su conocimiento la dinámica de la investigación y se le aclararon todas sus preguntas.

El universo de trabajo fue de 41 trabajadores que es el total de los que laboraban en el puesto de vulcanizador y almacenista de las tres empresas correspondientes, de los cuáles sólo 28 cumplieron con los criterios de selección, 5 trabajadores no aceptaron colaborar, 1 presentó hipertensión arterial en el momento de la prueba de capacidad física; 4 no continuaron con el estudio de medición del gasto energético, 2 por cambio de puesto y 2 por vacaciones, 3 realizaban ejercicio formal.

### **Prueba Piloto**

Esta prueba se realizó para calibrar y corroborar los instrumentos de medición. Se aplicó en la empresa productora de alimentos, se hicieron 3 pruebas de capacidad física, una de gasto energético y 3 encuestas.

### **CAPACIDAD FÍSICA Y CAPACIDAD FÍSICA PARA EL TRABAJO (Anexo 6)**

Los datos de la variable capacidad física para el trabajo se obtuvieron al aplicar a los trabajadores la prueba de capacidad física de Manero.(66) Esta prueba se aplicó antes de que iniciaran sus labores dentro de un consultorio anexo a la empresa.

El control y vaciado de los datos para esta prueba se controlan en el formato de: Pruebas de Capacidad Física (Anexo 6).

Los datos como antigüedad, edad, peso, talla, tensión arterial, frecuencia cardíaca en reposo, se obtuvieron y midieron directamente y las frecuencias cardíacas de referencia y submáxima se obtuvieron con la fórmula de Asmussen. (17)

Al obtener estos datos se procedió a aplicar la prueba de capacidad física de Manero (66) y se determinó la frecuencia cardíaca con 3 cargas diferentes.

Por medio de las tablas de Manero se determinó: el volumen máximo de oxígeno y se aplicaron las correcciones de edad y de temperatura y presión de la Ciudad de México (STDP), a este resultado en VO<sub>2</sub> se aplica la conversión a Kcal/min para determinar la

capacidad física total y el 30% se considera la capacidad física para el trabajo. (66 y 19)

### **GASTO ENERGÉTICO REAL (Anexo 7)**

Los datos para determinar la variable **gasto energético real** se obtuvieron en el lugar de trabajo y durante las actividades de trabajo, por medio de un estudio de tiempos y movimientos, para la elección del momento establecido para medir el VMR.

Se estudió y ajustó determinando un valor en cada momento, que fueron 3 de acuerdo a la "división de la jornada de momentos" de Manero. (67)

El *gasto energético real* se midió en forma indirecta a través del volumen de respiración por minuto (VMR), por medio de un respirómetro de la marca OMHEDA, al cual se le adaptó una mascarilla.

El tiempo de tiempo de medición con el respirómetro, fue de 1 minuto en cada momento.

Las características de las medidas de los momentos son:

En el momento 1 se realizó la prueba en tres ocasiones y se promedió.

En el momento 2 se realizó la prueba solamente en una ocasión.

En el momento 3 se realizó la prueba solamente en una ocasión.

En los 3 momentos se efectuó un promedio ponderado tomando como base las 8 horas de trabajo.

Los valores de temperatura del aire, temperatura de bulbo húmedo, temperatura radiante y velocidad del aire se tomaron simultáneamente a la medición del VMR con un psicrómetro, un termómetro de globo y con un anemómetro, de la marca OHIO.

El tiempo que se utilizó el psicrómetro fue de 30 minutos para estabilizar las lecturas de temperatura y el anemómetro se utilizó durante 20 minutos.

Se estimó el VMR promedio ponderado en tiempo.

Se hizo la corrección de STDP (Estándar de temperatura y presión) y un índice de correlación para convertirlo a **gasto energético en Kcal./min.**

### **REQUERIMIENTO ENERGÉTICO DEL PUESTO: (Anexo 8)**

La variable de **requerimiento energético del puesto** se determinó aplicando las tablas de Manero.(66)

Las tablas de Manero se aplican para determinar el requerimiento del puesto a los datos ya obtenidos en el **anexo 6** capacidad física para el trabajo y en el **anexo 7** gasto energético real.

Como resultado del análisis de las actividades se obtuvo el total de la frecuencia de la actividad en minutos y el porcentaje que representa la actividad en la jornada de trabajo (8h).

A cada actividad se le estimaron las **kcal/min.** demandadas a partir de correlacionarlas con las kcal/min de la tabla 1 de Manero (66) para finalmente sacar el promedio ponderado en una jornada de 8 h y obtener también la clasificación del trabajo físico.

Para los resultados de la población se calculó la estadística descriptiva (frecuencias simples y promedios) y para comprobar la hipótesis en base a las variables que fueron de escala numérica, se aplicó prueba de T pareada.

El nivel de significancia seleccionado para la prueba estadística aplicada fue de  $\alpha = 0.05$

Los aspectos éticos que se manejaron estuvieron basados en el Código Internacional de Ética Médica en Helsinki en 1964 y revisados en Tokio de 1975.

Se apegó a los principios básicos y al capítulo III de Investigación Biomédica no terapéutica que involucre sujetos humanos

(investigación biomédica no clínica). De acuerdo a la Ley General de Salud de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de investigación para la Salud, Secretaría de Salud, en el Título Segundo: De los aspectos éticos de la investigación en seres humanos. Capítulo I: Disposiciones comunes en sus artículos 13,14,16,17 en el apartado II de riesgo mínimo, artículos 18 y 23. En el Código Internacional de Etica de los Profesionales de Salud en el Trabajo de 1992, en base a 7 categorías que son:

- Proteger el bienestar de los trabajadores como sujetos de estudio.
- Obtener el consentimiento del trabajador.
- Proteger la identidad de los trabajadores y mantener la confidencialidad.
- Mantener relaciones éticas con todos los que intervienen en el estudio.
- Comunicar los resultados de la investigación.
- Respetar el ambiente cultural en donde se realiza la investigación.

Por último, de acuerdo al Reglamento de Seguridad y Coordinación en materia de Investigación para la Salud de la UNAM, en el Capítulo I Del objeto del Reglamento y de la Nomenclatura utilizada.

Capítulo II de la investigación en seres humanos.

Capítulo IV de las Disposiciones Generales en artículos 31,32,33,34,35,36 y 37.

## RESULTADOS

En la empresa de la Industria Hulera, denominada "A" en el puesto de vulcanizador, se estudiaron 5 de 11 trabajadores que representan el 45%.

En la empresa de la Industria Hulera, denominada "B" en el puesto de vulcanizador, se estudiaron 11 de 18 trabajadores y representan el 61%.

En la empresa de la Industria Productora de Alimentos denominada "C" se estudiaron a 12 y representan el 100%.

### **(Cuadro1) (Gráfico1)**

El total de los trabajadores estudiados de acuerdo a la selección por medio de cuestionario aplicado fue de 28 y representan el 68% del total de la población

La clasificación de los puestos de acuerdo a la estimación de los requerimientos energéticos se realizó utilizando la **Tabla 1.**

En la empresa "A" en el puesto de vulcanizador, la clasificación estimada fue de "pesado", en la empresa "B" el puesto de vulcanizador se clasificó como "pesado" y en la empresa "C" el puesto de almacenista se clasificó también como "pesado".

## CUADRO 1

### DISTRIBUCIÓN DE LOS TRABAJADORES POR EMPRESA, RAMA INDUSTRIAL, PUESTO Y CLASIFICACIÓN DEL PUESTO

EMPRESA	RAMA INDUSTRIAL	PUESTO	CLASIFICACIÓN* DE ACUERDO A L ANEXO 3 EN DONDE SE APLICÓ LA TABLA 2.NOM 015-STPS 1993.	TOTAL DE TRABAJADORES	TRABAJADORES SELECCIONADOS PARA ESTUDIO.	TRABAJADORES ESTUDIADOS. %
A	Industria hulera	VULCANIZADOR	Pesado*	11	5	45 %
B	Industria hulera	VULCANIZADOR	Pesado*	18	11	61 %
C	Industria productora de alimentos	ALMACENISTA	Pesado*	12	12	100%
<b>TOTAL</b>				<b>41</b>	<b>28</b>	<b>68%</b>

Fuente:

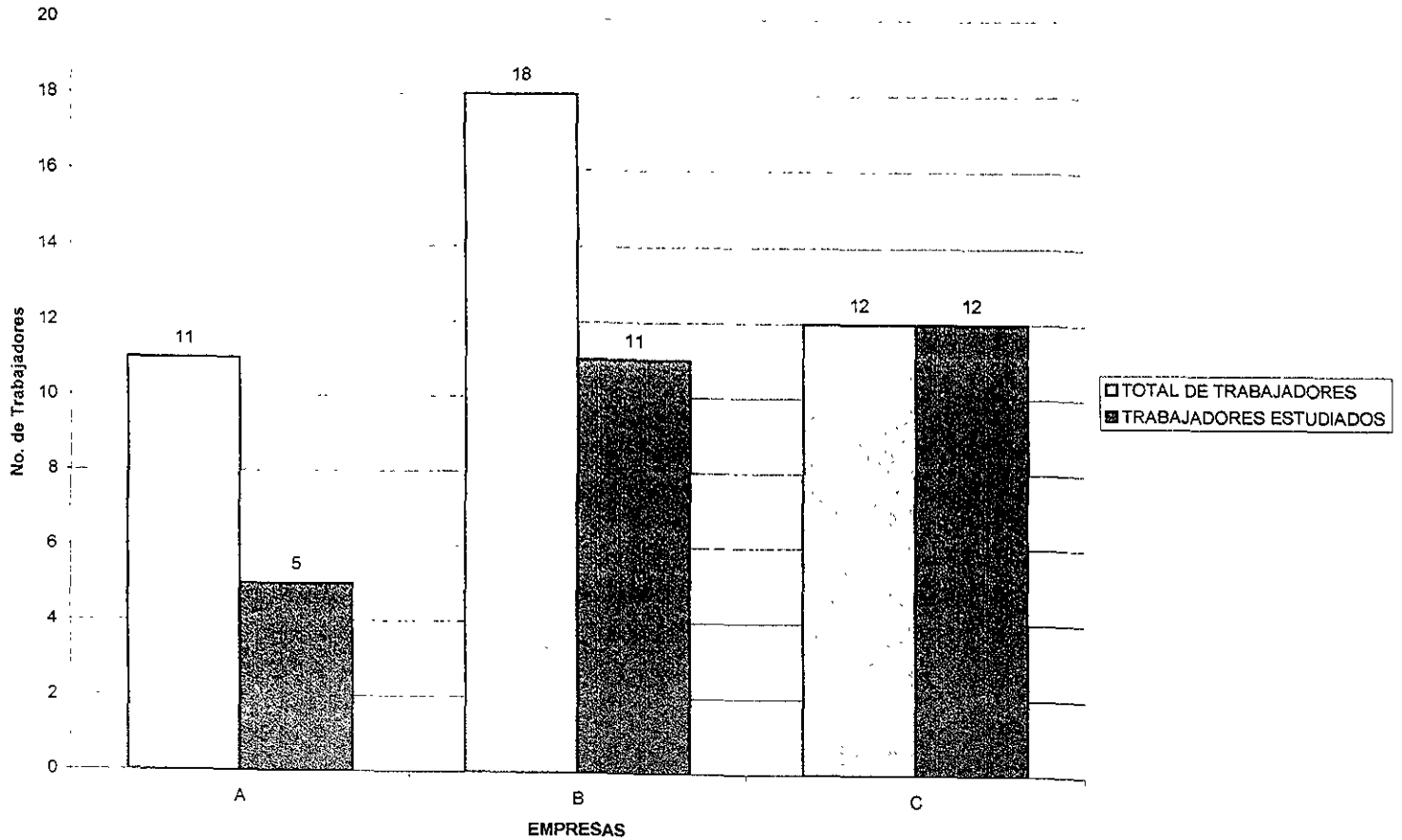
Anexo 1 Estudio de Reconocimiento de las empresas

Anexo 2 Mapa de riesgo

Anexo 3 Análisis de Puestos de Trabajo.

Anexo 5 Formato para selección y estudio de los trabajadores.

**GRAFICA 1**  
**TRABAJADORES ESTUDIADOS SEGUN LA EMPRESA**





**(Cuadro 2)**

Se tomaron en cuenta las siguientes características: edad, antigüedad, peso y estatura, las cuáles se promediaron con relación al número de trabajadores que se seleccionaron por empresa.

Los datos recolectados en el Anexo 5, para seleccionar a los trabajadores, mostraron las características de la población ha estudiar, los datos obtenidos son constantes, la edad promedio es de 30.5 años a 41.5 años lo que nos muestra que la población está en etapa productiva, la antigüedad en el puesto se presenta en un rango de 1 año a 1.5 años que es la etapa en la que el trabajador ya domina las funciones de su puesto, el peso y la estatura también presentaron cantidades constantes.

## Cuadro 2

### TRABAJADORES ESTUDIADOS SEGÚN EDAD, ANTIGÜEDAD, PESO Y ESTATURA PROMEDIO POR EMPRESA

EMPRESA	NO. TRABAJADORES	EDAD PROMEDIO AÑOS	ANTIGÜEDAD PROMEDIO EN EL PUESTO AÑOS	PESO PROMEDIO Kg.	ESTATURA PROMEDIO m.
A	5	41.5	1.5	77.75	1.66
B	11	41.0	1.3	88.45	1.69
C	12	30.5	1.0	72.50	1.67

**Fuente:**

**Anexo 5 Formato para el Estudio de los Trabajadores.**

**(Cuadro3)**

Al determinar la capacidad física para el trabajo se determinó también la categoría del trabajo y se observó que el promedio de los trabajadores de la empresa "A" y "B" tienen capacidad física para **trabajo moderado** y los de la empresa "C" tienen capacidad física para realizar un **trabajo pesado**.

**Cuadro 3**

**TRABAJADORES DE EMPRESAS ESTUDIADAS  
SEGÚN CAPACIDAD FÍSICA PARA EL TRABAJO Y TIPO DEL  
TRABAJO**

<b>EMPRESAS</b>	<b>CAPACIDAD FÍSICA PARA EL TRABAJO 30% (PROMEDIO) Kcal/min</b>	<b>TIPO DE TRABAJO QUE PUEDEN DESEMPEÑAR LOS TRABAJADORES SEGÚN SU C.F.T.*</b>
A	3.44	Moderado
B	3.46	Moderado
C	4.62	Pesado

**Fuente:**

**Anexo 6 Pruebas de Capacidad Física (CF).**

**Anexo 8 Capacidad física para el trabajo(CFT),gasto energético real (GER) y  
requerimiento energético del puesto(REP).**

**\*Tabla 1 Propuesta para evaluar la capacidad física**

**(Cuadro 4)**

La evaluación del **gasto energético real** en los 28 trabajadores muestra las siguientes cifras promedio: 4.72 Kcal/min para los trabajadores de las empresa A (vulcanizadores), y para la empresa B 4.47 Kcal/min. (vulcanizadores) y 5.0 Kcal/min para los trabajadores de la empresa C (almacenistas).

Comparando estas cifras con la Tabla 1 de Manero "Propuesta para evaluar la Capacidad Física", los trabajadores de las 3 empresas desempeñan su trabajo con categoría de "Pesado".

## Cuadro 4

### GASTO ENERGÉTICO REAL DE LOS TRABAJADORES POR EMPRESA Y SU CATEGORÍA DEL TRABAJO

EMPRESA	GASTO ENERGÉTICO REAL (PROMEDIO) Kcal/min	CLASIFICACIÓN DEL TIPO DE ACTIVIDADES REALIZADAS POR LOS TRABAJADORES EN SU PUESTO SEGÚN GER.*
A	4.72	PESADO
B	4.47	PESADO
C	5.00	PESADO

**Fuente:**

*Anexo 3 Análisis de puestos de trabajo.*

*Anexo 7 Gasto Energético y Condiciones Térmicas.*

*Anexo 8 Capacidad física para el trabajo(CFT),gasto energético real (GER) y requerimiento energético del puesto(REP).*

*\*Tabla 1 Propuesta para evaluar la capacidad física.*

Por lo tanto el tipo de puesto que pueden desempeñar los trabajadores es de moderado en dos de ellos, y pesado en uno, de acuerdo a su capacidad física para el trabajo. (Cuadro 3)

Por lo anterior y comparando las cifras de los cuadros 3 y 4 se observa que **es menor** la capacidad física promedio para el trabajo que el gasto energético promedio real.

Las diferencias reflejadas mostraron que la **capacidad física para el Trabajo**(Cuadro 3) **fue menor en promedio que el gasto energético real** (Cuadro 4).

**(Cuadro 5):**

La diferencia entre los promedios de capacidad física para el trabajo y gasto energético real resultó ser mínima. En la empresa A fue de 1.28 , en la empresa B 1.01 y en la empresa C de 0.38 .

## Cuadro 5

### DIFERENCIAS ENTRE CAPACIDAD FÍSICA PARA EL TRABAJO Y GASTO ENERGÉTICO REAL EN CADA EMPRESA ESTUDIADA.

EMPRESAS	CAPACIDAD FÍSICA PARA EL TRABAJO 30% (PROMEDIO) Kcal/min	GASTO ENERGÉTICO REAL (PROMEDIO) Kcal/min	DIFERENCIA Kcal/min.
A	3.44	4.72	1.28
B	3.46	4.47	1.01
C	4.62	5.00	0.38

Fuente:

Anexo 8 Capacidad física para el trabajo(CFT),gasto energético real (GER) y requerimiento energético del puesto(REP).

**(Cuadro6)**

En los resultados por empresas se demostró que **la capacidad física para el trabajo es menor que el requerimiento energético del puesto**, se reportaron diferencias en las 3 empresas pero la más relevante fue la empresa A con una diferencia de 5.56 kcal/min lo que representa mayor requerimiento energético del puesto, pero en las tres empresas los promedios de la capacidad

física para el trabajo fueron menores que el requerimiento energético de los puestos.

Esto es, que en la empresa A el puesto requiere en promedio 9.0 kcal./min y la capacidad física promedio es de 3.44 kcal/min. Por lo que se puede decir que la capacidad física para el trabajo (CFT) es menor que lo que requiere el puesto en energía (REP), de igual manera en los casos de las empresas B y C .

## Cuadro 6

**DIFERENCIAS ENTRE CAPACIDAD FÍSICA PARA EL TRABAJO Y EL REQUERIMIENTO ENERGÉTICO DEL PUESTO EN CADA EMPRESA ESTUDIADA.**

<b>EMPRESAS</b>	<b>CAPACIDAD FÍSICA PARA EL TRABAJO 30% (PROMEDIO) Kcal/min</b>	<b>REQUERIMIENTO ENERGÉTICO DEL PUESTO (PROMEDIO) Kcal/min</b>	<b>DIFERENCIA Kcal/min</b>
A	3.44	9.00	5.56
B	3.46	5.40	1.94
C	4.62	7.50	2.88

Fuente:

Anexo 8 Capacidad física para el trabajo(CFT),gasto energético real (GER) y requerimiento energético del puesto(REP).

**(Cuadro 7):**

Las condiciones térmicas en los puestos estudiados de las empresas "A" y "B" fueron similares, sólo la temperatura de bulbo húmedo reportó una diferencia debido a las condiciones de humedad.

También en los resultados se observó que en la empresa "C" no existe temperatura radiante, esto es porque es la empresa de alimentos y no hay calor radiante.

Como sabemos uno de los factores que influyen en el desempeño del trabajador es la temperatura extrema pero en este estudio no es un factor que influya de manera drástica.

La velocidad del aire resultó la misma en las 3 empresas ya que se realizó en lugares cerrados y con las mismas condiciones de cambios de aire.

## Cuadro 7

### CONDICIONES TÉRMICAS EN CADA EMPRESA ESTUDIADA.

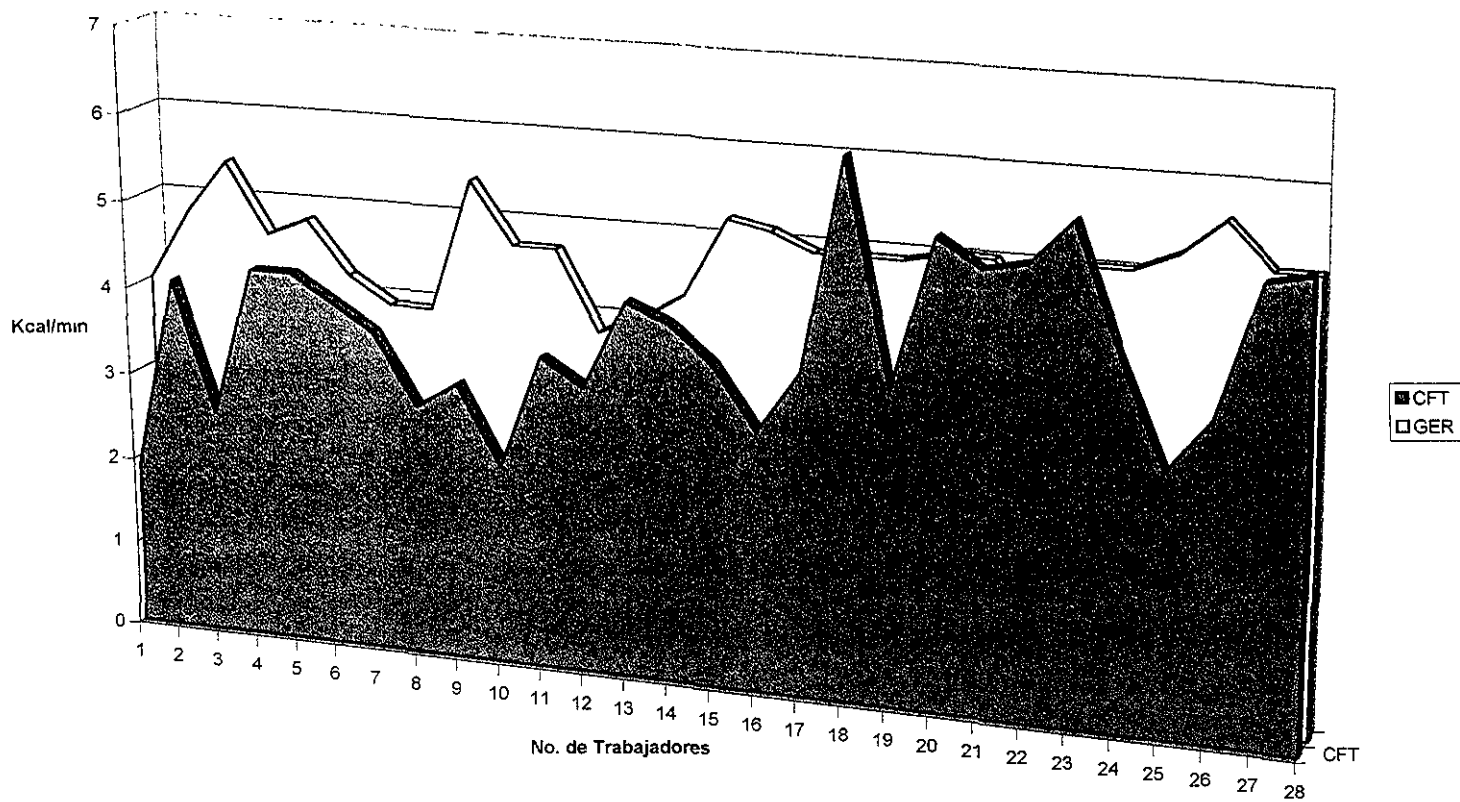
EMPRESAS	TEMPERATURA DEL AIRE °C	TEMPERATURA DEL BULBO HÚMEDO °C	TEMPERATURA RADIANTE °C	VELOCIDAD DEL AIRE m/min	PRESIÓN ATMOSFÉRICA Kpascales.
A	26	35	48	1.525	78.127
B	32	20	48	1.525	78.127
C	6	16	6	1.525	78.127

**Fuente:**

**Anexo 7 Gasto Energético y Condiciones Térmicas.**

GRAFICA 2

CAPACIDAD FISICA PARA EL TRABAJO Y GASTO ENERGÉTICO REAL DE LOS TRABAJADORES ESTUDIADOS



**(Cuadro 8 ) (Gráfico 2)**

Los resultados de la comparación entre la capacidad física para el trabajo y gasto energético real de cada uno de los trabajadores, reportan que en la empresa A, del total (100%) 5 de ellos tuvo una capacidad física para el trabajo menor al gasto energético real.

En los trabajadores de la empresa B, 10 de los 11 trabajadores, que representa el 90.9%, presentaron cifras menores en su capacidad física para el trabajo con relación a su gasto energético real.

En cuanto a la Empresa C, la capacidad física para el trabajo de 7 de 12 trabajadores (58.33%) fué menor que lo reportado en su Gasto Energético Real.

Se elaboró el cuadro 8 en base a los datos obtenidos por trabajador seleccionado para el estudio y por empresa, se calcularon diferencias y se determinó el promedio de la CFT y el GER.

**(Cuadro 9)(Gráfico 3)(Gráfico 4)**

En cuanto a las diferencias entre la capacidad física para el trabajo y el requerimiento energético del puesto, el 100% de los trabajadores estudiados en las tres empresas presentaron una capacidad física para el trabajo menor que el requerimiento energético del puesto, con diferencias que van desde 7.10 hasta 1.10 Kcal/ min.

En el cuadro 9 se determinaron diferencias por cada trabajador seleccionado para el estudio, por empresa y se calculó el promedio de la CFT y el REP.



## CUADRO 8

**Diferencias de los Trabajadores según Capacidad Física para el Trabajo y Gasto Energético Real de cada empresa estudiada**

EMPRESA	TRABAJADORES ESTUDIADOS	CAPACIDAD FISICA PARA EL TRABAJO. Kcal/min	GASTO ENERGETICO REAL Kcal/min	DIFERENCIA Kcal/min
A	1	1.9	4.0	2.1
A	2	4.1	4.8	0.7
A	3	2.6	5.4	2.8
A	4	4.3	4.6	0.3
A	5	4.3	4.8	0.5
<b>TOTAL</b>		<b>17.2</b>	<b>23.6</b>	<b>6.4</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>3.44</b>	<b>4.72</b>	<b>1.28</b>
B	1	4.0	4.2	0.2
B	2	3.7	3.9	0.2
B	3	2.9	3.9	1.0
B	4	3.2	5.4	2.2
B	5	2.3	4.7	2.4
B	6	3.6	4.7	1.1
B	7	3.3	3.8	0.5
B	8	4.3	4.0	+0.3
B	9	4.1	4.3	0.2
B	10	3.7	5.2	1.5
B	11	3.0	5.1	2.1
<b>TOTAL</b>		<b>38.1</b>	<b>49.2</b>	<b>11.4</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>3.46</b>	<b>4.47</b>	<b>1.01</b>
C	1	3.7	4.9	1.2
C	2	6.1	4.9	+1.2
C	3	3.6	4.9	1.3
C	4	5.3	5.0	+0.3
C	5	5.0	5.0	0.0
C	6	5.1	4.3	+0.8
C	7	5.6	5.0	+0.6
C	8	4.2	5.0	0.8
C	9	3.0	5.2	2.2
C	10	3.6	5.6	2.0
C	11	5.1	5.1	0.0
C	12	5.2	5.1	+0.1
<b>TOTAL</b>		<b>55.5</b>	<b>60.0</b>	<b>7.5</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>4.62</b>	<b>5.00</b>	<b>0.38</b>

Fuente:

Anexo 8 Capacidad física para el trabajo(CFT),gasto energético real (GER) y(REP).

## CUADRO 9

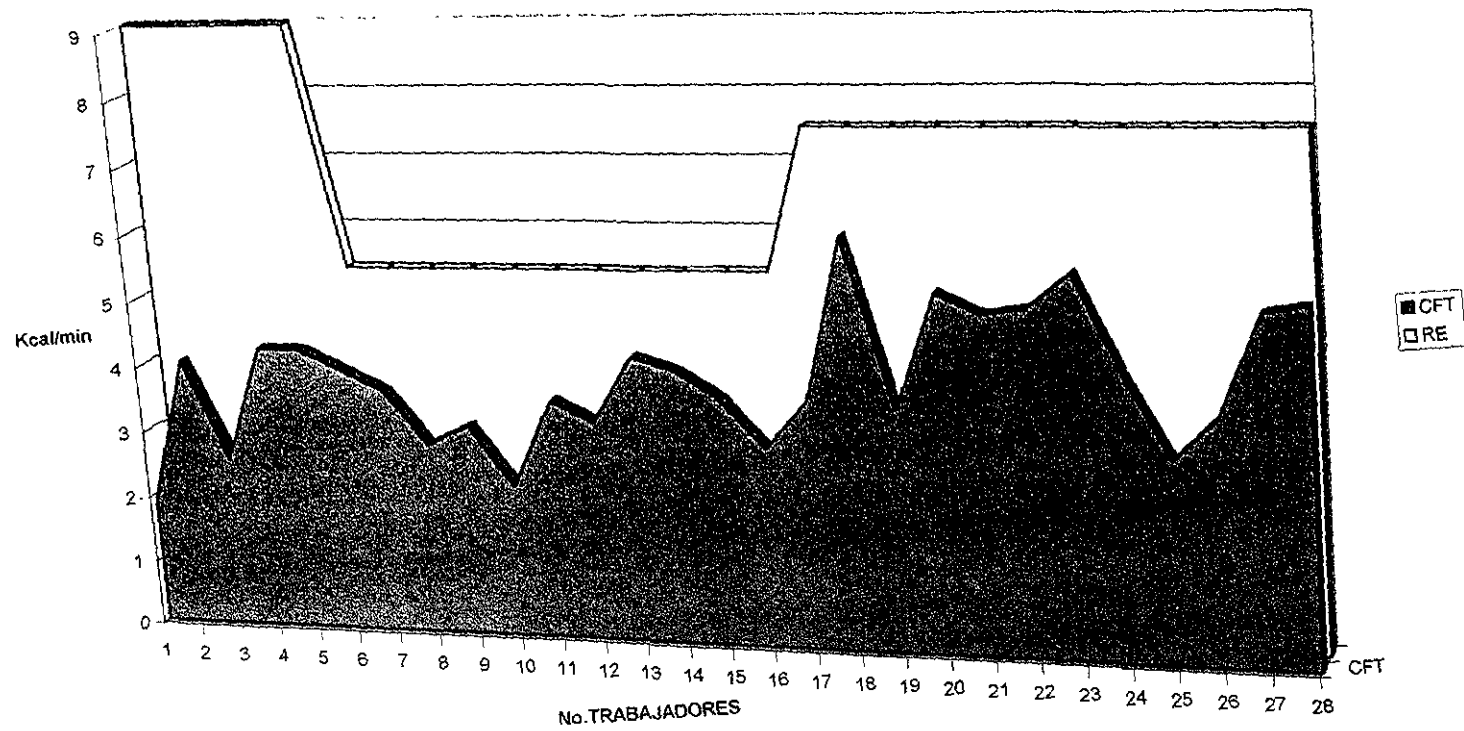
**Diferencias de los Trabajadores según Capacidad Física para el Trabajo y Requerimiento Energético del Puesto en cada empresa estudiada**

EMPRESA	TRABAJADOR ES ESTUDIADOS	CAPACIDAD FISICA PARA EL TRABAJO. Kcal/min	REQUERIMIENTO ENERGETICO Kcal/min	DIFERENCIA Kcal/min
A	1	1.9	9.0	7.1
A	2	4.1	9.0	4.9
A	3	2.6	9.0	6.4
A	4	4.3	9.0	4.7
A	5	4.3	9.0	4.7
<b>TOTAL</b>		<b>17.2</b>	<b>45.0</b>	<b>27.8</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>3.44</b>	<b>9.00</b>	<b>5.56</b>
B	1	4.0	5.4	1.40
B	2	3.7	5.4	1.70
B	3	2.9	5.4	2.50
B	4	3.2	5.4	2.20
B	5	2.3	5.4	3.10
B	6	3.6	5.4	1.80
B	7	3.3	5.4	2.10
B	8	4.3	5.4	1.10
B	9	4.1	5.4	1.30
B	10	3.7	5.4	1.70
B	11	3.0	5.4	2.40
<b>TOTAL</b>		<b>38.1</b>	<b>59.4</b>	<b>21.3</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>3.46</b>	<b>5.40</b>	<b>1.94</b>
C	1	3.7	7.5	3.8
C	2	6.1	7.5	1.4
C	3	3.6	7.5	3.9
C	4	5.3	7.5	2.2
C	5	5.0	7.5	2.5
C	6	5.1	7.5	2.4
C	7	5.6	7.5	1.9
C	8	4.2	7.5	3.3
C	9	3.0	7.5	4.5
C	10	3.6	7.5	3.9
C	11	5.1	7.5	2.4
C	12	5.2	7.5	2.3
<b>TOTAL</b>		<b>55.5</b>	<b>90.0</b>	<b>34.5</b>
<b>PROMEDIO</b>		<b>4.62</b>	<b>7.50</b>	<b>2.88</b>

Fuente:

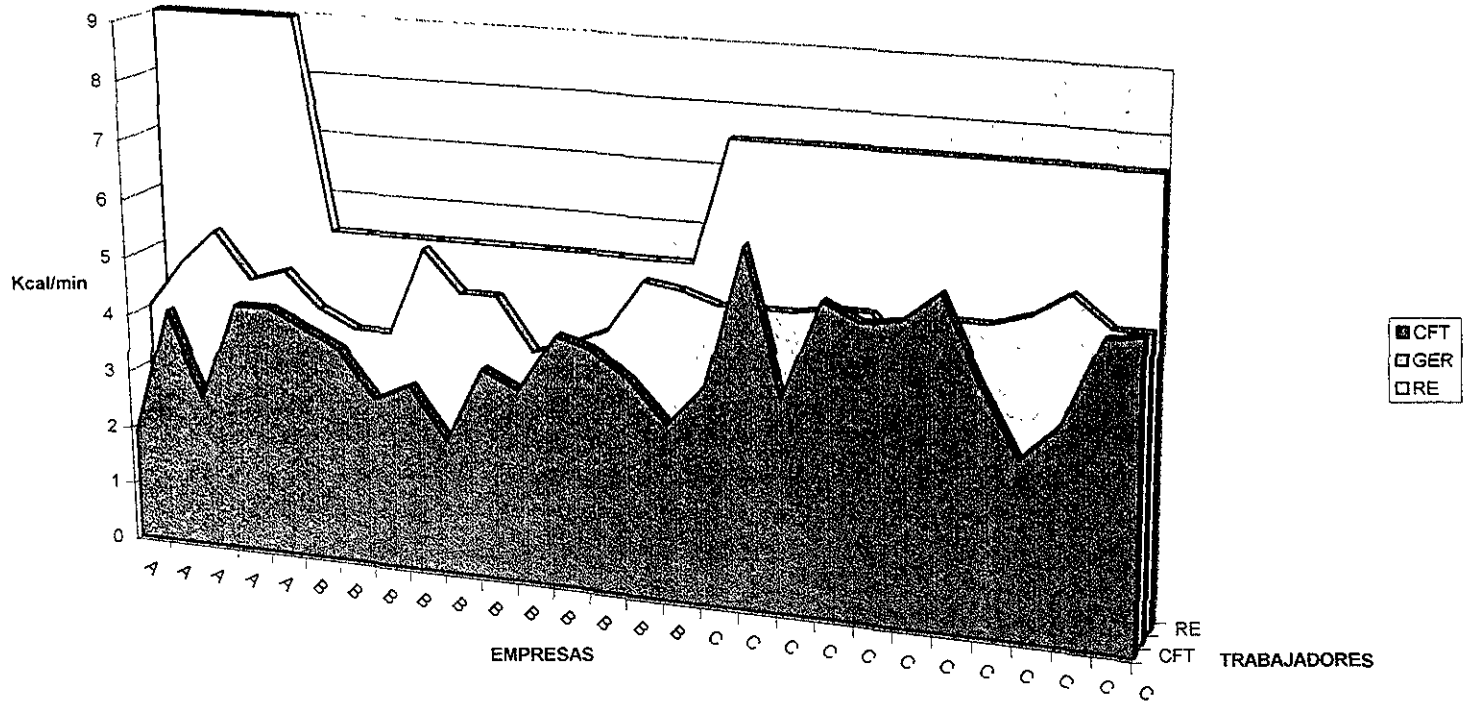
Anexo 8 Capacidad física para el trabajo(CFT),gasto energético real (GER) y(REP).

**GRAFICA 3**  
**CAPACIDAD FISICA PARA EL TRABAJO DE LOS TRABAJADORES Y REQUERIMIENTO ENERGÉTICO**  
**DE LOS PUESTOS**



GRAFICA 4

CAPACIDAD FÍSICA PARA EL TRABAJO, GASTO ENERGÉTICO REAL Y REQUERIMIENTO ENERGÉTICO DE LOS PUESTOS



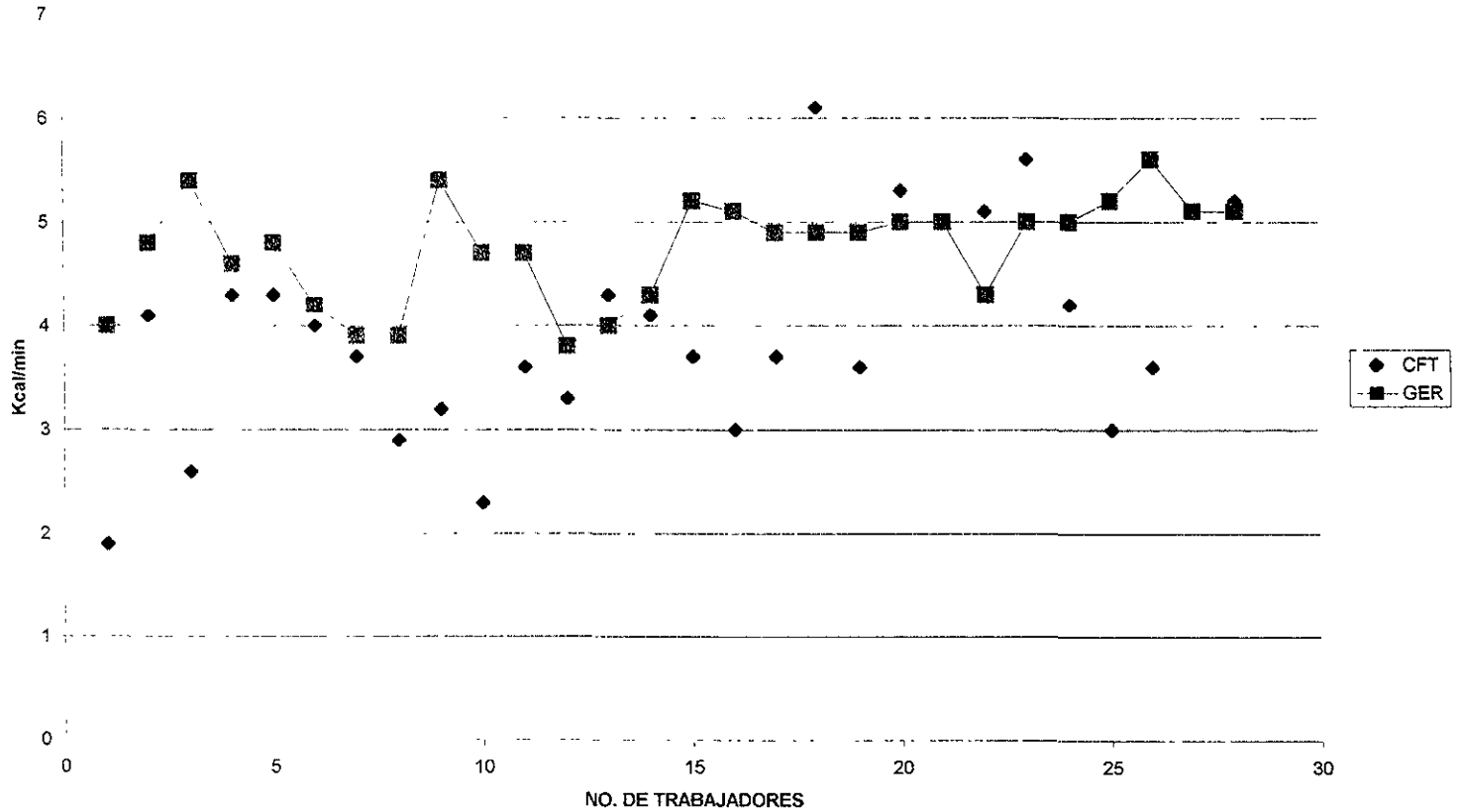
**(Gráfico5)**

Se aplicó una prueba de T pareada para la relación de las variables, por tratarse de poblaciones con distribución diferente a la normal y para aceptar la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula, lo que nos dió como resultado lo siguiente:

Al correlacionar la capacidad física para el trabajo con el gasto energético real de los trabajadores se obtuvo un valor de  $-0.00565$  calculado y un valor crítico  $0.97668$ .

Por lo que no rebasa el valor obtenido y por lo tanto no existe correlación entre ambos grupos de valores, y se rechaza la Hipótesis nula.

**GRAFICA 5**  
**CORRELACION ENTRE CFT Y GER**



## DISCUSIÓN

La clasificación de los puestos estudiados de acuerdo al tipo de actividades, según la **tabla 2** estimó a estos puestos como pesado, *pero si estos mismos resultados los comparamos en diferentes tablas como por ejemplo, la utilizada por la norma ISO-7243, (54) además de que estos mismos resultados darían un trabajo moderado, los indicadores son diferentes, la primera mide Kcal/h en un hombre promedio de 70 Kg y la segunda mide watts/m<sup>2</sup>, lo que indica que se calcula de una forma más exacta para cada individuo al tomar en cuenta la superficie corporal en metros cuadrados.*

La tabla de Lehman clasifica el tipo de actividad, hasta muy pesado, trabajando con todo el cuerpo y le da un valor de 450-600 Kcal/h (**anexo 9**), lo cual no ocurre con la tabla de referencia utilizada para este estudio, en donde clasifica la categoría del trabajo como pesado constante y le da un valor de 500 a 600 Kcal/h. Existen problemas de selección por las diferencias que existen entre las tablas. Por lo anterior, se optó en este estudio por la tabla que dicta la NOM-15-STPS1993, considerando que mostraba descriptores de las actividades en una forma más extensa.

Shock en 1962 y Astrand en 1970, mencionan que existe una edad en donde se marca un tope de desarrollo de las capacidades en forma natural y que está entre los 25 y los 30 años. Los resultados obtenidos con respecto a la edad promedió fueron de 37.6 años. Confirmando que estos sujetos estudiados, no contaron con el valor agregado de capacidad óptima y que por lo tanto los resultados de capacidad física no se vieron sesgados por esta condición.

La población de estudio tuvo una antigüedad promedio de un año, misma que no interfiere en el gasto energético real, que condicionaría la destreza ante su puesto, apoyado esto con lo que menciona Shepard en 1972 que dice: "si el entrenamiento se lleva a cabo mediante el trabajo mismo, la condición física mejorará gradualmente durante semanas y meses pero más de ese tiempo y si su actividad es pesada es muy probable que se inicie una fase de desgaste".

Para estudios posteriores en donde se realicen trabajos con poblaciones más grandes es importante tomar en cuenta la antigüedad en el puesto o las actividades de su puesto anterior porque repercuten directamente en los resultados de capacidad física y gasto energético.

Los trabajadores se encontraban según su peso y estatura en un grado de obesidad mórbida, según el Índice de Masa Corporal. La obesidad, según Mayer y Thomas (1967) (77) habitualmente es el resultado de *muy poca actividad física más que de una sobrealimentación*, esto se contrapone a nuestros resultados, porque inferimos que los trabajadores estudiados realizan actividades pesadas. Será importante en próximas investigaciones conocer la ingesta de alimentos en los trabajadores para diferenciar el tipo de obesidad y sobretodo cuál es la variación en cuanto al índice de obesidad que influya en su capacidad física para el trabajo y en su gasto energético real.

Los resultados obtenidos de capacidad física promedio para el trabajo fueron de 3.6 Kcal/min, que según la **Tabla 2**, estos trabajadores pueden realizar un trabajo moderado, apoyando estos resultados Cooper en 1970 (78) sitúa la capacidad moderada en las cifras obtenidas.

En los trabajadores de la empresa C, los resultados de capacidad física para el trabajo mostraron que ellos pueden desempeñar trabajos de tipo **pesado**, observando los resultados de edad, peso y talla, podemos decir que son sujetos más jóvenes en promedio, más altos y menos obesos, por lo que ellos tienen características para poder desarrollar puestos pesados. Lo anterior es congruente pero no concuerda con la hipótesis planteada, sólo en el promedio de los trabajadores de esta empresa (**cuadro 3**)

Lo anterior nos lleva a considerar que existió un sesgo de selección de la población así como de las empresas, por lo que los resultados de una empresa con diferente actividad no tiene el mismo comportamiento en las variables de capacidad física para el trabajo. Así mismo, es importante realizar el estudio en una población más grande para que los resultados obtenidos tengan más validez externa.

Los hallazgos encontrados en este estudio en relación con la capacidad física para el trabajo y el gasto energético fueron los siguientes: a pesar que en más del 60% de la población sus cifras de Kcal/min fueron mayores para gasto energético real, lo esperado era que estas cifras tuvieran un margen más amplio, por considerar que los puestos eran pesados y que la capacidad física se encontraba disminuida, lo que nos hace pensar que los puestos de trabajo seleccionados se encontraban en el límite de clasificación de pesado según la tabla 2.



Pero en cuanto a los resultados de capacidad física para el trabajo y requerimiento energético del puesto, las cifras esperadas de acuerdo con Thomas E. Braernard y Bradley S. Joseph, que aseguran con respecto a la elaboración que la mayoría de las tablas se encuentran formuladas con una sobre estimación.

Es importante destacar que los requerimientos energéticos de los puestos anotados en tablas son valores muy elevado en donde pocos trabajadores cumplirán con estas demandas, pero en la realidad, estas tablas no se utilizan para el reclutamiento de personal, situación que desfavorece al trabajador. En este aspecto sería de suma importancia el tener en cuenta una futura investigación.

Se hace necesario considerar lo siguiente con respecto a la presente investigación, se debe ampliar la población de estudio tanto en número de trabajadores como en empresas, se debe aplicar también este tipo de investigaciones a empresas en donde sus procesos no se encuentren mecanizados o que estos sean todavía artesanales como por ejemplo en algunas industrias de la extracción y de la construcción. Lo anterior apoyaría a la obtención de indicadores por actividad económica así como por puesto de trabajo.

También se hace necesario realizar este estudio en grupos comparativos con actividades que se encuentren modificadas por temperaturas verdaderamente extremas.

Aunque los métodos utilizados son prácticos para llevar a las empresas, no dejan de ser estimaciones que llevarían a resultados con una exactitud menor que si se realizan mediciones precisas, pero para esto, los métodos a utilizar no se pueden llevar al ámbito laboral.

Al provenir los resultados de estimadores, las cifras que se encuentren en los límites tanto de capacidad física como de requerimiento energético en el puesto, no dan una idea certera de cuándo el trabajador se encuentra realizando un sobre esfuerzo.

En el método de división de la jornada por momentos, sería importante aumentar su beneficio, realizar además pruebas de fatiga muscular, sobre todo en el Momento 1.

Se sugiere, como continuación del presente estudio, realizar uno multicéntrico que nos permita elaborar tablas para la población de trabajadores por actividad económica así como por puesto de trabajo en donde se observen algunos parámetros tanto de capacidad física para el trabajo como de requerimiento energético del puesto, todo esto para beneficio del trabajador.

## CONCLUSIONES

1. Las tablas que se utilizan para categorizar las actividades, no son útiles cuando se requiere reclutar a un trabajador en un puesto y se corrobora en este estudio con los resultados obtenidos observando una diferencia significativa entre la capacidad física y el requerimiento energético del puesto.
2. Es importante realizar pruebas de capacidad física, en los trabajadores de nuevo ingreso así como en los que ya laboran en puestos de trabajo pesado, para poder conocer la capacidad física para el trabajo, y ésta no debe exceder del 30% de la capacidad física total en una jornada de 8 h, para evitar desgaste inmediato o mediano ó fatiga, mediante métodos simples que no distraigan al trabajador de su jornada.
3. La prueba de capacidad física con el método propuesto por Manero resultó ser práctico para llevarlo a las empresas, aunque siendo un estimado es importante que se aplique tomando en cuenta las condiciones climáticas del lugar y las condiciones atmosféricas del país en el que se aplique, el autor lo validó en un país con características muy diferentes a las de nuestro país.
4. El aporte del presente estudio al método propuesto por Manero fue precisamente tomar en cuenta estas condiciones a través de ajustes por medio del índice de estándar de temperatura y presión (STDP), para obtener cifras más exactas y sobre todo porque se aplicó en condiciones ambientales diferentes a las que validaron el método.
5. El método para medir el gasto energético real en la jornada es práctico porque no interfiere en el desarrollo de las actividades de toda la jornada, sólo las determinadas por los momentos, aunque es un estimado, se encuentra ponderado en el tiempo de 8 h laborales.

6. La información obtenida debe ser utilizada por los trabajadores como indicador en la prevención de futuras enfermedades, para promover cambios de estilo de vida y para sugerir ciclos de descanso y mejoras en los procesos.
7. Los empresarios pueden hacer uso de la presente información para clasificar todos sus puestos de una forma más verídica, adaptada a sus propios trabajadores. Los empresarios también con estos resultados considerarán la capacitación de los trabajadores en sus puestos para mantener y mejorar la salud de estos, obteniendo como beneficio secundario un mejor desempeño y rendimiento que repercutiría en la productividad y en una mejor calidad de vida para el trabajador.
8. Al comprobar que la capacidad física para el trabajo es menor que el gasto energético real y que el requerimiento energético del puesto en esta población de estudio, se apoya la hipótesis propuesta
9. Se sugieren estudios a futuro para validar estas pruebas y que de ser estimados al aplicarse a grandes poblaciones se constituyan en futuros indicadores poblacionales.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Laurell AC. La Construcción teórico–metodológica de la investigación sobre la salud de los trabajadores. En: Para la investigación sobre la salud de los trabajadores, serie. Platex: Salud y sociedad 2000 No.3 OPS, 1993:23-27.
2. Organización Internacional del trabajo, Enciclopedia de Seguridad e Higiene , Ginebra, 1985, p.1929
3. Engels F. El papel del trabajo en la transformación del mono en hombre. 11ª. México:quinto sol, 1983:7-14.
4. Ibidem: 20-21.
5. Mondelo R P, Gregori E, Barrau P. Ergonomía 1 Fundamentos. 2ª. Barcelona España:Mutua Universal, 1995:149-150.
6. Tippens P. Física conceptos y aplicaciones. 5ª. México:McGraw-Hill, 1996:325-377.
7. López J, Fernández A. Fisiología del ejercicio. Madrid España:Médica Panamericana, 1995:7-11.
8. Bowers R, Fox E. Fisiología del Deporte. 3ª. Argentina:Médica Panamericana, 1995:31-32.
9. Ibidem:33.
10. Mondelo P, Gregori E, Barrau P. Ergonomía 1 Fundamentos. 2ª. España Barcelona:Mutua Universal, 1995:155-159.
11. Astrand P, Rodahl K. Fisiología del trabajo físico. 3ª. Buenos Aires Argentina :Médica Panamericana, 1992:229.
12. Ibidem:231.
13. Monod H, Flandrois R. Manual de Fisiología del Deporte. España Barcelona:Masson, 1986:185-191.

14. Manero R, Manero J. Dos alternativas para el estudio y promoción de la capacidad física de los trabajadores. *Mapfre Seguridad* 1991 4to. trimestre;44:77-83.
15. Bowers R, Fox E. *Op.Cit.*:14-17.
16. Jones, N.L. *Exercise testing*. London: McGraw-Hill, 1993:128,129.
17. Asmussen E. Aerobic Recovery After Anaerobiosis in rest and work. *Alta physiol scand*, 1968;11:197-210.
18. Manero R, Armisen P, Manero J. Métodos prácticos para estimar la capacidad física de trabajo. *Rev Cub Hig Epid*, 1981;19:266-274.
19. Manero R, Manero J. Capacidad Física y Actividad Laboral. *Rev. Cub. Hig. Epid*, 1989.
20. Ortega S. *Medicina del ejercicio físico y del deporte para la atención de la salud*. Madrid: Días de Santos, 1992:11.
21. Gyton A. *Tratado de fisiología médica*. 8ª. USA: Nueva editorial interamericana, 1992:229-231.
22. López J. *Op. Cit.*:7-19.
23. Gyton A. *Op. Cit.*:826,829.
24. Bowers R, Fox E. *Op. Cit.*:14-17.
25. Mondelo P. *Op. Cit.*:154,155.
26. Zinchenko V, Munidov V. *Fundamentos de Ergonomía*. 3ª. Moscú: Progreso, 1985.
27. Manero R, Suárez R. Gasto energético y su relación con variables antropométricas y fisiológicas. *Rev Cub Invest Biom*, 1982;1:9-15.
28. Datta S, Ramanathan N. Energy expenditure in work predicted from heart rate and pulmonary ventilation. *Appl Physiol* 1969;26:296-303.

29. Verma S, Malhotra M, Sengupta A. Indirect assessment of energy expenditure at different work rates. *Ergonomics* 1979;22:1039-1044.
30. Manero R. Un método para estimar los requerimientos calóricos de las diferentes actividades laborales. *Rev Cub Hig Epid*, 1979;17:185-193.
31. Astrand R. *Op. Cit.*: 175-178.
32. Manero R, Armisen A, Manero J. Métodos prácticos para estimar la capacidad física de trabajo. *Bol of sanit panam*, 1983;100(2).
33. Manero R, Fregel O. Métodos para estimar los requerimientos calóricos de diferentes actividades laborales. *Rev Cub Hig Epid*, 1979;17:185-193.
34. Draft International Standard. ISO/DIS 8996. Ergonomics determination of metabolic rate. International organization of standardization, 1987.
35. Lexis-22 Vox diccionario. Barcelona: Circulo de lectores, 1976:22.
36. Reyes P. Análisis de puestos. 5ª. México; Limusa, 1984:231-233.
37. *Ibidem.*: 246-247.
38. Arias G. Administración de recursos humanos. México; Trillas, 1976:52-54.
39. Chuden Sherman. Administración del personal. 2ª. México; Cecsa, 1980:31,32.
40. Chiavenato I. Introducción a la teoría general de la administración México; McGraw-Hill, 1983:128-149.
41. Gama E. Bases para el análisis de puestos. México; El manual moderno, 1992:20.
42. Taylor F. Principios de la administración científica. México; Herrero hermanos, 1977:548.
43. Fayol H. Administración industrial y general. México; Herrero hermanos, 1977.

44. Tamenbaum A. *Psicología de la organización laboral*. México; cecsa, 1975:87-96.
45. Blanchard K. *El ejecutivo al minuto*. México; Grijalbo, 1989.
46. Gama E. *Op.Cit.*:41-44.
47. *Ibidem.*:66-89.
48. Ramirez C. *Seguridad industrial*. 2ª. México; Noriega limusa, 1991:100-112.
49. Jouvencel M. *Ergonomía básica aplicada a la medicina del trabajo*. España; Diaz de Santos, 1994:215.
50. Konz S. *Diseños de sistemas de trabajo*. México; Limusa, 1992:132,133.
51. Montmollin M. *Introducción a la ergonomía*. México; Limusa, 1996:23-48.
52. Velez Z. *Modelo de estimación de exposición en: Bohórquez L. Salud en el trabajo*. México; Conferencia Interamericana de Seguridad Social. Serie estudios., 1999;46:93-106.
53. Baernard T, Bradley S. *Estimación de la tasa metabólica usando descriptores cualitativos de tareas*. *Am Ind Hyg Assoc J*;55, Nov 1994:234-249.
54. Mondelo P. *Op.Cit.*:154.
55. Lehmann G. *Fisiología práctica del trabajo*. Madrid; Aguilar, 1960: 38,39.
56. Jouvencel M. *Op.Cit.*:209,210.
57. NOM-15-STPS, 1993.

58. Manero R, Fregel .Indicador de costo cardíaco y su relación con la capacidad física de trabajo. Rev Cub Hig Epid, Abril-Junio 1980;18: 145-154.
59. Lundgren N. Ergonomía. México; Centro nacional de productividad, 1973:23,24.
60. Gama E. Op. Cit.:207.
61. Mondelo R. Op. Cit.:159.
62. Manero R, Suárez R. Gasto energético y su relación con variables antropométricas y fisiológicas. Rev Cub Invest Biom, 1982;1:9-15.
63. Manero R. Componentes de la recuperación de la frecuencia cardíaca y sus relaciones con la capacidad física de trabajo. Rev Cub Hig Epid, 1980;18:155-162.
64. Manero R, Mincheva L. Respuestas fisiológicas de hombres y mujeres a diferentes cargas de trabajo. Rev Cub Inv Biom, 1984;3:11-21.
65. Manero R, Fregel O. Indicador del gasto cardíaco y su relación con la capacidad física del trabajo. Rev Cub Hig Epid, 1986;18:145-154.
66. Manero R. Dos alternativas para el estudio y promoción de la capacidad física de los trabajadores. México; Mafre seguridad, 1991;44:21-28.
67. Manero R, Armisen A, Manero J. Métodos prácticos para estimular la capacidad física de trabajo. Bol Of Sanit Panam, 1981:100-102.
68. Manero R. Clasificación de puestos de trabajo en una industria sideromecánica. Rev Cub Hig Epid, 1981;19:266-274.
69. Manero A. Comportamiento fisiológico en operarios cubanos de equipos pesados en el desierto. Rev Cub Hig Epid, 1981;19:4-12.
70. Manero A. Componente estático de la contracción muscular en algunas actividades de la construcción. Rev Cub Hig Epid, 1983;21:3-15.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**



72. Manero R, Herrera A, Manero J. Indicadores fisiológicos para estudiar el trabajo físico en una empresa metalúrgica. *Rev Cub Hig Epid*, 1986;24:5-13.
73. Manero R, Manero J, Pérez P, Santander P. Fisiología en macheteros de alta productividad. *Rev Cub Inv Biom*, 1988;7:117-131.
74. Verma S. Prediction of maximal aerobic power in man: a nomographic approach *ergonomics*, 1994;37:1491-1494.
75. Chávez S. El máximo consumo de oxígeno (PO<sub>2</sub> Máximo), composición corporal y factores de riesgo, indicadores positivos de salud en jubilados y pensionados. *Rev Med Imss. México*, 1995;33:271-277.
76. Wang X, Araki S. Dyspnea and exercise testing in workers exposed to silica. *Ind Health*, 1995;33:163-171.
77. Tongeren M. A protocol for systematic workplace investigation in the rubber manufacturing industry. *Ann occup hyg*, 1995;39(1):55-61.

# **ANEXOS**

# ANEXO 1

## ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA

### 1. INFORME GENERAL DE LA EMPRESA:

Razón Social  
Registro Patronal  
Clase Grado de Riesgo  
Domicilio  
Rama de Actividad económica

### 2. INFORMACION DE LOS TRABAJADORES:

Total de Trabajadores

### 3. HORARIOS POR TURNOS:

Matutino  
  
Vespertino  
  
Nocturno  
  
Otros

### 4. INFORMACION DE LA PRODUCCION:

Materias primas  
  
Productos y volúmen de producción  
  
Subproductos y volúmen de producción  
  
Tipo y volúmen de deshechos  
  
Descripción general del proceso de producción, haciendo hincapié en las partes donde interviene el trabajador en forma indirecta

### 5. ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

Información del proceso-materias primas (nombres y consumos aproximados)  
  
Descripción general del proceso y operaciones:  
  
Análisis del trabajo  
  
Diagrama de bloques  
  
Diagrama de flujo  
  
Diagrama de ubicación  
  
Descripción de puestos de trabajo  
  
Reconocimiento de agentes por área de trabajo y por puestos (mapa de riesgos)



# ESTUDIO DE RECONOCIMIENTO DE LA EMPRESA

## 5. ESTUDIO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO

2/2

**Información del proceso-materias primas (nombres y consumos aproximados)**

La manufactura de la llanta es la integración de materiales diversos para la formación de compuestos y componentes que constituyen la estructura y envoltentes de los productos terminados.

El proceso es de naturaleza intermitente en todas sus fases y básicamente parte de materiales como elastómeros (hules naturales ó sintéticos), cargas reforzantes (negro ----- humo, óxido de silicio), cargas no reforzantes (carbonato de calcio, arcillas), extendedores (aceites parafínicos, aromáticos y nafténicos) e ingredientes químicos diversos con funciones específicas como activadores (óxidos de zinc, ácido esteárico), aceleradores (tricompuestos orgánicos, aminas y amidas) puestas orgánicas, aminas y amidas),

alambres de acero

**Descripción general del proceso y operaciones:**

**Mezclado:** Consiste en la integración de los constituyentes básicos de una formulación a base de elastómeros extendedores, cargas y productos químicos en un material semiplástico conocido como compuesto de hules a través del trabajo mecánico suministrado en un mezclador interno (Banbury) o un mezclador externo (Molino de rodillo).

**Calandrado:** Consiste en la formación (laminado) de los compuestos de hule para formar placas de dimensiones preestablecidas pudiendo o no las mismas ser impregnadas a un heterocomponente tal como cuerdas de nylon o polyester y cables de acero, o bien ser liberadas como compuesto laminado para su posterior ensamble en el producto

**Extruido:** Consiste en la formación (a través de compesión) de los componentes perfilados que constituirán envoltentes o perfiles de soporte en el producto. Las extrusoras también pueden operar impregnando los compuestos a un heterocomponente (alambre) o elaborando perfiles tubulados a base de compuestos básicos

**Armado:** Consiste en la integración y ensamble mecánico en posiciones específicas de componentes y compuestos perfilados con objeto de formar el producto semielaborado.

**Preparación:** Es la adición de materiales de recubrimiento en el interior y exterior del producto semielaborado con el objeto de facilitar su adaptación a la matriz del moldeo y la posterior liberación del molde o matriz concluida la vulcanización. Estos productos son generalmente desmoldantes elaborados a base de resinas de alto peso molecular, glicoles, silicones, mica elastómeros y medios de suspensión acuosos y no acuosos

**Vulcanización:** Es un proceso de termofijación de los compuestos de hule, que usualmente ocurre dentro de una matriz o molde dentro de la cuál el agua como líquido sobrecalentado o vapor se utiliza como fluido de servicio para transferir calor por conducción al sistema sin estar en contacto directo con el producto a vulcanizar.

Ciclo de mayor producción en el año Junio, Julio y Agosto.

**Diagrama de bloques**

XX

**Diagrama de flujo**

XX

**Descripción de puestos de trabajo**

XX

**Reconocimiento de agentes por área de trabajo y por puestos (mapa de riesgos)**

XX











# ANEXO 4

## FORMATO PARA EL ESTUDIO DE LOS TRABAJADORES

**Ficha de identificación:**

Nombre: \_\_\_\_\_

Edad \_\_\_\_ 18-27 \_\_\_\_ 28-37 \_\_\_\_ 38-47 \_\_\_\_ 48 a más \_\_\_\_.

Puesto actual: \_\_\_\_\_

**Antecedentes Heredo-familiares:**

Diabéticos: si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

Hipertensivos: si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

Cardiovasculares: si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

Otras: \_\_\_\_\_

Peso: \_\_\_\_\_ Estatura: \_\_\_\_\_

**Antecedentes personales no patológicos:**

Lugar de nacimiento: \_\_\_\_\_

Antigüedad en el puesto: \_\_\_\_\_

Alimentación: \_\_\_\_\_

Tabaquismo si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ tiempo de fumar \_\_\_\_\_

Deportes: \_\_\_\_\_ cada cuando lo practica \_\_\_\_\_

¿Por cuánto tiempo? \_\_\_\_\_

Alcoholismo: \_\_\_\_\_

**Antecedentes personales patológicos:**

Diabéticos: \_\_\_\_\_ Hipertensivos: \_\_\_\_\_

Cardiovasculares: \_\_\_\_\_ Pulmonares: \_\_\_\_\_

Traumáticos: \_\_\_\_\_ Lumbalgia: \_\_\_\_\_

¿Ha subido o bajado de peso considerablemente de 6 meses a la fecha? \_\_\_\_\_

Antecedentes Laborales: \_\_\_\_\_

**Exploración Física:**

Signos Vitales temp \_\_\_\_\_ Pulso \_\_\_\_\_ TA: \_\_\_\_\_ FC: \_\_\_\_\_ FR: \_\_\_\_\_

Inspección General \_\_\_\_\_

Pruebas de capacidad física:

## ANEXO 5

### CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo \_\_\_\_\_ declaro libre y voluntariamente que acepto participar en la investigación: "Capacidad física para el trabajo y Gasto Energético real de los trabajadores en puestos de trabajo con Requerimiento Energético de trabajo pesado", que se realizará en la empresa donde trabajó, cuyo objetivo es: evaluar la capacidad física y el gasto energético de los trabajadores de esta empresa ante la demanda del requerimiento energético en su puesto de trabajo.

Estoy consciente de que los procedimientos y pruebas para lograr los objetivos mencionados consistirán en un interrogatorio, toma de T.A., pulso, pruebas de capacidad física y toma de gasto energético en el puesto. Dichos procedimientos me fueron explicados y no crean riesgos en mi persona.

Entiendo que del presente estudio se me informará del resultado del estudio y en caso de contar con algunas alteraciones de HTA ó aumento de la frecuencia cardíaca en el ejercicio submáximo no la realizaré.

Es de mi consentimiento que seré libre de retirarme de la presente investigación en el momento que yo así lo desee, también de que puedo solicitar información adicional acerca de mi participación en el estudio. En caso de que decida retirarme, el puesto que yo como trabajador ocupó no se verá afectado.

Fecha: \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Testigo: \_\_\_\_\_

Testigo: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_

Firma: \_\_\_\_\_



## ANEXO 7

### GASTO ENERGÉTICO REAL Y CONDICIONES TÉRMICAS

EMPRESA <input style="width: 90%;" type="text"/>													
NOMBRE DE EMPLEADO <input style="width: 90%;" type="text"/>													
NÚMERO <input style="width: 20%;" type="text"/>													
FECHA <input style="width: 20%;" type="text"/>													
PUESTO <input style="width: 20%;" type="text"/>													
MOMENTOS	ACTIVIDAD	HORA	TEMPERATURA	TEMPERATURA	TEMPERATURA	VELOCIDAD	PRESION	VOLUMEN	VOLUMEN	GASTO	GASTO	TIPO DE TRABAJO	GASTO
			AIRE	BULBO HUMEDO	RADIANTE	DEL AIRE	ATMOSFÉRICA	MINUTO RESPIRATORIO (VMR)	MINUTO RESPIRATORIO (FACTOR 1) VMR-STDP	(FACTOR 2) Kcal/min	ENERGÉTICO Kcal/h		
			C	C	C	m/min	586 mm/Hg	l/aire corriente/min		Kcal/min	Kcal/h	Tabla: MANERO	MIN.
1a Prueba													
2a Prueba													
3a Prueba													
SUMA PROM 3 PRUEBAS													
MOMENTO 1													
1a Prueba													
MOMENTO 2													
1a Prueba													
MOMENTO 3													

\* Anexo 3  
 TOTAL TIEMPO DE ACTIVIDAD.  
 MIN.  
 480 MIN.  
JORNADA DE 8 HRS



## **Anexo 9**

**Clasificación de diferentes posturas y movimientos así como tipo de trabajo en Kcal min. y hr.**

<b>A: Postura, Movimiento Corporal</b>	<b>Kcal/min.</b>	<b>Kcal/h</b>
Sentado	0.3	20
Arrodillado	0.5	30
Acudillado	0.5	30
Parado	0.6	35
Encorvado de pie	0.8	50
Caminando	1.7-3.5	100-200
Escalando una rampa de 10° y 0.75 mt de altura.		400

<b>B: Tipo de Trabajo</b>		<b>Kcal/in</b>	<b>Kcal/h</b>
Trabajo Manual	Ligero	0.3-0.6	15-35
	Moderado	0.6-0.9	35-50
	Pesado	0.9-1.2	50-60
Trabajo con dos brazos	Ligero	1.5-2.0	80-110
	Moderado	2.0-2.5	110-135
	Pesado	2.5-3.0	135-160
Trabajo con todo el cuerpo	Ligero	2.5-4.0	135-220
	Moderado	4.0-6.0	220-325
	Pesado	6.0-8.5	325-450
	Muy Pesado	8.5-11.5	450-600

## Anexo 10

### Cuadro 1.- GASTO ENERGETICO EN LOS DIFERENTES TIPOS DE OCUPACIONES.

(Los valores expresados en calorías, representan la medida anual de los consumos diarios)

Hombres Kcal/d	Mujeres Kcal/d	Tipo de trabajo	Ejemplos de oficios correspondientes.
2.400	2.000	Trabajo manual, ligero, sentado	Bibliotecario
2.700	2.250	Trabajo manual, ligero, sentado	Mecanógrafo, relojero
3.000		Trabajo manual, ligero, de pie, caminando Trabajo manual penoso, sentado Trabajo de brazos penoso, sentado Trabajo ligero con el cuerpo entero en pie Trabajo manual ligero, caminando	Peluquero, pastor.  Tejedor, cesterero. Chofer de autocar. Mecánico  Ajustador, médico general.
3.300	2.750	Trabajo manual penoso, sentado. Trabajo ligero de todo el cuerpo caminado Trabajo ligero de cuerpo entero, con escaleras para subir.	Zapatero Electricista  Actor
3.600	3.000	Trabajo penoso de brazos, de pie. Trabajo moderado de cuerpo entero, de pie. Trabajo moderado de cuerpo entero, caminado. Trabajo moderado de cuerpo entero, con trabajo de brazos penoso.	Albañil Herrero  Carnicero  Deshollinador
3.900	3.250	Trabajo de cuerpo entero, muy penoso, de pie. Trabajo penoso de todo el cuerpo no estacionario. Trabajo moderado de todo el cuerpo con escalonamiento.	Aserrador  Bailarín de ballet.  Carpintero de edificios
4.200		Esfuerzos extremos implicando el cuerpo entero. Trabajo penoso de todo el cuerpo, caminado.	Minero de profundidad.  Trabajador agrícola.
4.500		Esfuerzos extremos de todo el cuerpo, de pie. Trabajo muy penoso de todo el cuerpo, no estacionario.	Leñador, aserrador
4.800		Esfuerzos extremos involucrando a todo el cuerpo en posiciones no confortables.	Minero
5.100		Esfuerzos extremos de todo el cuerpo, caminando.	Sembrado a mano.



**TABLA 1**  
**CLASIFICACIÓN DEL TRABAJO FÍSICO**

CATEGORIA DEL TRABAJO	GASTO ENERGETICO Kcal / min.	CAPACIDAD FISICA PARA EL TRABAJO %
LIGERO	< 2.5	< 20
MODERADO	< 2.5 - 4.16	< 20 - 32
PESADO	< 4.18 - 5.8	< 33 - 46
MUY PESADO	> 5.8	> 46

Fuente: Manero y Cois.

**TABLA 2**  
**ESTIMADO DEL METABOLISMO DE ENERGÍA DE VARIAS CLASES**  
**DE ACTIVIDADES (LOS VALORES SE APLICAN A UN HOMBRE DE**  
**UNOS 70 KGS. DE PESO Y NO INCLUYEN PAUSAS DE DESCANSO).**

CATEGORÍA DEL TRABAJO	ACTIVIDAD	M (Kcal/h)
<b>LIVIANO O LIGERO</b>	SENTARSE TRANQUILAMENTE .....	100.0
	SENTARSE, MOVIMIENTOS MODERADOS DE LOS BRAZOS Y EL TRONCO (POR EJEMPLO, TRABAJO DE OFICINA, MECANOGRAFIA) .....	112.5-139.5
	SENTADO, MOVIMIENTOS MODERADOS DE LOS BRAZOS Y EL TRONCO (POR EJEMPLO, TOCANDO UN ORGANÓ O CONDUCIENDO UN AUTOMÓVIL)... ..	137.5-162.5
	PARADO, TRABAJO MODERADO EN MAQUINA O BANCO, MAYORMENTE CON LAS MANOS .....	137.5-162.5
	PARADO, TRABAJO LIVIANO EN MAQUINA O BANCO, A VECES CAMINANDO UN POCO .....	162.5-187.5
	SENTADO, MOVIMIENTOS PESADOS DE LOS BRAZOS Y PIERNAS .....	162.5-200.0
<b>MODERADO</b>	PARADO, TRABAJO MODERADO EN MAQUINA O BANCO, A VECES CAMINANDO UN POCO .....	187.5-250.0
	CAMINANDO DE UN SITIO A OTRO, EMPUJANDO Y LEVANTANDO MODERADAMENTE .....	250.0-350.0
<b>PESADO</b>	LEVANTANDO, EMPUJANDO O TIRANDO CARGAS PESADAS INTERMITENTE MENTE ( POR EJEMPLO, TRABAJO DE PICO Y PALA) .....	375.0-500.0
	TRABAJO PESADO CONSTANTE .....	500.00-600.0

Fuente: NOM 015-STPS 1993.