

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE SALUD PUBLICA Y NUTRICION

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**CAPACIDAD FISICA AEROBICA Y GASTO
ENERGETICO EN PUESTOS DE TRABAJO DE
LAMINACION DE UNA EMPRESA DE ARTES
GRAFICAS**

TESIS

**QUE EN OPCION PARA EL GRADO DE MAESTRIA
EN SALUD PUBLICA CON ESPECIALIDAD EN
SALUD EN EL TRABAJO**

PRESENTAN:

DR. SERGIO MALDONADO ORTIZ

DR. CESAR DUQUE ANGUIANO

DR. ALFONSO DE LA GARZA ALDAPE

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 2001

TM

QP301

M3

c.1



1080129395





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN

DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

CAPACIDAD FÍSICA AERÓBICA Y GASTO
ENERGÉTICO EN FUNCIONES DE TRABAJO DE
LAMINACIÓN DE UNA EMPRESA DE ARTES
GRÁFICAS

TESIS

QUE EN OPCIÓN PARA EL GRADO DE MAESTRÍA
EN SALUD PÚBLICA CON ESPECIALIDAD EN
SALUD EN EL TRABAJO.

PRESENTAN:

DR. SERGIO MALDONADO ORTIZ

DR. CESAR DUQUE ANGUIANO

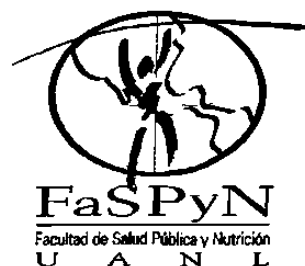
DR. ALFONSO DE LA GARZA ALDARE

MONTERREY, N. L.

JULIO DE 2001

QP301
M3





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN
SUBDIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

TESIS

**CON OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRÍA EN SALUD PÚBLICA CON
ESPECIALIDAD EN SALUD EN EL TRABAJO**

**CAPACIDAD FÍSICA AEROBICA Y GASTO
ENERGÉTICO EN PUESTOS DE TRABAJO DE
LAMINACIÓN DE UNA EMPRESA DE ARTES
GRÁFICAS**

MONTERREY N. L.

JULIO DEL 2001

AUTORES:

**DR. SERGIO MALDONADO ORTIZ
DR. CESAR DUQUE ANGUIANO
DR. ALFONSO DE LA GARZA ALDAPE**

ASESOR:

DR. MIGUEL ANGEL GONZALEZ OSUNA, MSP.

Julio de 2001.

Dr. Esteban Gilberto Ramos Peña, MSP.
Subdirector de Estudios de Posgrado de la
Facultad de Salud Pública y Nutrición de la UANL
P r e s e n t e . -

Me permito informarle que he concluido mi asesoría de la tesis titulada **"Capacidad física aeróbica y gasto energético en puestos de trabajo de laminación de una empresa de artes gráficas"**, para la obtención del grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Salud en el Trabajo, a fin de que sea turnado al Comité de Tesis para la revisión y aprobación en su caso.

Sin otro particular, me es grato extender la presente.

Atentamente,



Dr. Miguel Ángel González Osuna MSP
Director de Tesis



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**

Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro,
C.P. 64460, Monterrey, N.L., México
Tels. (8) 348-60-80, 348-64-47 y 348-43-54 (en fax)
E-mail: faspyn@prodigy.net.mx
lberrun@ccr.dsi.uanl.mx



DICTAMEN DEL COMITÉ DE TESIS

Como Miembro del Comité de Tesis de la Subdirección de Estudios de Posgrado, A. Pineda
la tesis titulada "**Capacidad física aeróbica y gasto energético en puestos de trabajo de laminación de una empresa de artes gráficas**", con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Salud en el Trabajo.

Atentamente,
Monterrey, N.L., 9 de Julio de 2001.
"Alere Flammam Veritatis"


Dr. Miguel Ángel González Osuna MSP
Miembro del Comité de Tesis

Miembro de:
ALAESP
AMESP
AMMFEN
FLASANYD



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN

Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro,
C.P. 64460, Monterrey, N.L., México
Tels. (8) 348-60-80, 348-64-47 y 348-43-54 (en fax)
E-mail: faspyn@prodigy.net.mx
lberrun@ccr.dsi.uanl.mx



DICTAMEN DEL COMITÉ DE TESIS

Como Miembro del Comité de Tesis de la Subdirección de Estudios de Posgrado, = A P R O B A R
la tesis titulada **"Capacidad física aeróbica y gasto energético en puestos de trabajo de laminación de una empresa de artes gráficas"**, con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Salud en el Trabajo.

Atentamente,
Monterrey, N.L., 9 de JULIO de 2001.
"Alere Flammam Veritatis"

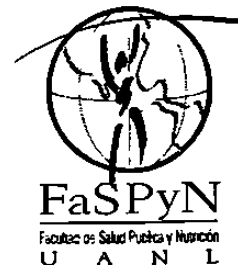

Dr. Miguel Ángel Frías Contreras MSP
Miembro del Comité de Tesis

- Miembro de:
ALAESP
AMESP
AMMFEN
FLASANYD



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE SALUD PÚBLICA Y NUTRICIÓN**

Ave. Dr. Eduardo Aguirre Pequeño y Yuriria, Col. Mitras Centro,
C.P. 64460, Monterrey, N.L., México
Tels. (8) 348-60-80, 348-64-47 y 348-43-54 (en fax)
E-mail: faspyn@prodigy.net.mx
lberrun@ccr.dsi.uanl.mx



DICTAMEN DEL COMITÉ DE TESIS

Como Miembro del Comité de Tesis de la Subdirección de Estudios de Posgrado, APWEN
la tesis titulada **"Capacidad física aeróbica y gasto energético en puestos de trabajo de laminación de una empresa de artes gráficas"**, con la finalidad de obtener el Grado de Maestría en Salud Pública con Especialidad en Salud en el Trabajo.

Atentamente,
Monterrey, N.L., 6 de Julio de 2001.
"Alere Flammam Veritatis"


Dr. Esteban Gilberto Ramos Peña MSP
Miembro del Comité de Tesis

Miembro de:
ALAESP
AMESP
AMMFEN
FLASANYD

AGRADECIMIENTO

La presente tesis de investigación fue realizada con la supervisión y asesoría del Dr Miguel Angel González Osuna M.S.P. al cual le doy mi agradecimiento por su paciencia y tenacidad a lo largo de todo el tiempo invertido que se me dio así por el conocimiento adquirido a través de la supervisión y asesoría brindada.

Un agradezco muy especial a los Drs. Miguel Ángel Frías Contreras, M.S.P. y Al Dr Esteban Gilberto Ramos Peña, M.S.P. por su apoyo desinteresado para que se llevara acabo este proyecto.

DR. ALFONSO DE LA GARZA ALDAPE.

INDICE

RESUMEN.	1
I.- EL PROBLEMA A INVESTIGAR.	2
1. 1.- Delimitación del problema.	2
1. 2.- Justificación.	3
1. 3.- Objetivos.	5
II.- MARCO TEORICO.	6
III.- HIPOTESIS.	21
3. 1.- Desarrollo de hipótesis.	21
3. 2.- Estructura.	21
3. 3.- Operacionalización.	21
IV.- DISEÑO.	23
4. 1.- Metodológico.	23
4. 1. 1.- Tipo de estudio.	23
4. 1. 2.- Unidades de observación.	23
4. 1. 3.- Temporalidad.	23
4. 1. 4.- Ubicación espacial.	23
4. 1. 5.- Criterios de inclusión, exclusión, no-inclusión.	24
4. 2.- Estadístico.	25
4. 2. 1.- Marco muestral.	25
4. 2. 2.- Tamaño muestral.	25

4. 2. 3 .- Tipo de muestreo.	25
V .- RESULTADOS.	26
VI .- ANÁLISIS DE RESULTADOS.	43
VII .- CONCLUSIONES.	45
VIII .- SUGERENCIAS.	46
IX .- BIBLIOGRAFIA.	47
X .- ANEXOS.	50
10. 1 .- Glosario.	50
10. 3 .- Recursos	52
10. 4 .- Instrumento	53

RESUMEN

La presente investigación tuvo como finalidad conocer un poco más las actividades realizadas por los trabajadores del departamento de Laminación, de una empresa de artes gráficas, relacionadas con la demanda del gasto energético y la capacidad física aeróbica de cada uno de los trabajadores.

Dentro de este departamento de producción existen dos puestos de trabajo, como son ayudante técnico operador de maquinaria (ATOM) y Técnico operador de Maquinaria (TOM), para un total de 39 trabajadores. Siendo excluidas 8 personas por los criterios establecidos. Con una diversidad de actividades con carga física leve a moderada, durante la jornada de trabajo.

La hipótesis planteaba que la demanda energética del puesto de trabajo era mayor a la capacidad física aeróbica de los trabajadores, siendo rechazada por los resultados encontrados, en donde el 87.1 % tienen una buena (42.1 – 52 ml O₂ / kg / min) y muy buena (52.1 y más ml O₂ / kg / min) capacidad aeróbica y el 83.9% del personal su gasto energético del puesto se considera como ligero (2.5 – 5 Kcal/min).

Este gasto energético fue medido a través de la colocación al trabajador de un monitor cardíaco, que midió la frecuencia cardíaca durante su jornada de trabajo, y así, con el promedio obtenido, esto reflejado en Kcalorías por minuto.

Para esto se requiere, del trabajador, una determinada capacidad física aeróbica y poder compensar esa demanda energética requerida. Se evaluó con el método de escalón de Rogelio Manero A. se midió el consumo máximo de oxígeno (VO₂) haciendo la referencia a Kcal por minuto.

Posteriormente se estableció, en la tabla de Zona de Desempeño Fisiológico, que el 90% del personal está dentro de la zona de seguridad y el 10% en la de alerta. Con esto se pretende evitar que el personal de este departamento se vea expuesto a problemas de salud relacionados con posibles desequilibrios energéticos.

I.- EL PROBLEMA A INVESTIGAR

1.1 .- DELIMITACION DEL PROBLEMA

Dentro de esta empresa de artes gráficas, dedicada al diseño y elaboración de material para diversas industrias de bienes y servicios, existen 18 departamentos en el área de producción. El que se considera con mayor problemática, en cuanto a ausentismo por motivos de salud, tanto por riesgos de trabajo como por enfermedad general y por sus procesos de trabajo muy particulares que tiene, es el de Laminación en donde laboran 39 trabajadores, en tres turnos de trabajo de 8 horas cada uno. Detrás de esto se pudieran presentar algunas manifestaciones, aparentemente subjetivas de los trabajadores, como cansancio, fatiga, somnolencia, disminución en los reflejos, entre otros. Que pudiera repercutir en un desbalance entre los requerimientos energéticos y la capacidad física aeróbica para sufragarlos.

¿ Guarda relación el gasto energético de los puestos de trabajo con la capacidad física aeróbica de los trabajadores del departamento de Laminación de una empresa de artes gráficas, de la Cd. de Monterrey N. L. Durante Enero - Abril del 2001. ?

1.2 .- JUSTIFICACIÓN

Dentro de esta empresa de artes gráficas, la cual fue fundada en Septiembre de 1957, han existido cambios y modernizaciones en sus procesos de trabajo, llevado por los avances tecnológicos que día con día se presentan, para hacer de esta empresa más competitiva tanto nacional como internacionalmente. Estos cambios definitivamente impactan en la fuerza productiva humana, en su necesidad de tener mas personal mejor capacitado, mas comprometido, mas involucrado, que se podría pensar que la capacidad física para el trabajo y el gasto energético requerido para realizarlo a pasado a la historia, en el Departamento de Laminación se considera que se requiere de una determinada capacidad física para realizar las actividades de cualquier puesto de trabajo.

Para un determinado gasto energético en un lugar de trabajo deberá existir en el trabajador una capacidad física aeróbica para sufragarlo. Al no existir esta capacidad en el trabajador, ya sea porque el gasto energético del puesto es excesivo o porque existe algún factor en el trabajador que le impida desarrollar al máximo esta capacidad energética, es posible esperar que aparezcan diversas alteraciones en el trabajador que van desde fatiga muscular hasta incluso muerte súbita por colapso cardiaco.

En esta empresa se labora en turnos de trabajo de 8 Hrs, con 6 días continuos de trabajo y 1 día de descanso, pudiendo ser entre semana Así mismo en la aparición de accidentes de trabajo que se han presentado en esta empresa durante 1998 tenemos que fueron 31, de los cuales 12 (38.7 %), corresponden al departamento de Laminación, con una relación por el numero de trabajadores de 0.24, a diferencia del resto de la empresa de 0.07. En lo que respecta a los días perdidos por incapacidad debida a estos accidentes de este departamento, fueron 158 días, que representan el 51.6% del total de días perdidos por esta causa, para una relación de 3.22 días / trabajador, y para el resto de la empresa

fueron 148 días, para una relación de 0.58 días / trabajador; La mayoría relacionados a actos inseguros y en errores en los procesos de producción (sobre todo casi al final de la jornada de trabajo), también se encuentra involucrado esta posible falta de equilibrio energético. Esta descrito también que este desbalance puede acelerar la aparición de lesiones musculares y articulares. (1).

Al efecto ya conocido de algunos agentes como ruido, químicos (como solventes, pinturas), temperaturas adversas (principalmente elevadas), vibración e iluminación, hay que agregarle el efecto potencializador que sobre estos agentes tiene el desbalance energético que ocurre en muchos trabajadores.

El conocer el comportamiento energético de los puestos de trabajo de este departamento de Laminación ayudará a definir con mayor claridad los tiempos de descanso durante la jornada de trabajo; así mismo ayudara a entender y a enfrentar los problemas de salud que se desarrollan en los trabajadores.

1.3 .- OBJETIVOS

GENERAL

Determinar si existe relación entre la **capacidad física aeróbica** de los trabajadores del departamento de laminación con el **gasto energético** que les demanda su puesto de trabajo.

ESPECÍFICOS

- 1.- Determinar la capacidad física aeróbica de los trabajadores del departamento de Laminación.
- 2.- Determinar el gasto energético que les demanda su puesto de trabajo, de los trabajadores del departamento de laminación.
- 3.- Establecer las zonas de seguridad, alerta y peligrosidad en el desempeño fisiológico de su trabajo.
- 4.- Clasificar cada uno de los puestos de trabajo de acuerdo a su carga física.
- 5.- Establecer los requerimientos energéticos y cardiovasculares, que se utilizaran como criterios para el proceso de selección de personal para estos puestos de trabajo.

II.- MARCO TEORICO

La Salud Ocupacional, es considerada una rama de la Salud Pública, cuya finalidad es la de fomentar, promover, y mantener en las mejores condiciones de salud a las personas que realicen una actividad laboral, remunerada ó no; enfocando su servicio a evitar daños a la salud por agentes del medio ambiente laboral, que por características ó propiedades de las materias primas, productos, subproductos ó desechos del equipo, maquinaria ó herramientas; ó por la forma métodos ó procedimientos utilizados e incluso por el estado de ánimo y la actitud del trabajador, pueden actuar como factores nocivos. Además, trata de situar al personal laboral en trabajos que vayan de acuerdo a sus capacidades y aptitudes anatómicas, fisiológicas y psicológicas. (2)

El gran impacto que tiene la salud y enfermedad de los trabajadores en una empresa institución, estado ó país ha propiciado que la aplicación de él conocimiento de las ciencias relacionadas con la medicina realice grandes esfuerzos en la solución de los factores que predisponen los estados patológicos de los trabajadores. Una parte importante de medicina del trabajo es la Ergonomía la cual fue definida en 1961 en la revista internacional del trabajo como la aplicación conjunta de algunas ciencias biológicas y de ingeniería para asegurar entre el hombre y el trabajo una óptima adaptación mutua con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su bienestar (3)

De forma más breve el estudio del comportamiento del hombre en su trabajo, tanto que ese mismo hombre se convierte en el sujeto objeto de su estudio de las relaciones entre el hombre en el trabajo y su entorno. (4). Así es que la ergonomía forma parte del conjunto de ciencias que se interesan por el equilibrio de los sistemas en el trabajo. Siendo el hombre el centro de preocupación de estas ciencias. Por lo tanto podríamos definir la ergonomía como el conjunto de disciplinas que se interesan por el estudio del equilibrio entre las condiciones externas e internas ligadas al trabajo y que afecta al hombre. (5)

La ergonomía tiene una de sus bases principales en los procesos naturales del funcionamiento del organismo humano, para esto es necesario el conocimiento de la fisiología humana y en forma más exacta en fisiología del trabajo la cual es definida por diferentes autores como por ejemplo para Zichenko en 1985 la define como el estudio de las leyes objetivas de los procesos y particularidades de su regulación en el curso de su actividad laboral. (6)

Astrand en 1988 menciona que la fisiología del trabajo implica el estudio de las funciones del organismo sometidas a las muchas tensiones del trabajo.

Así mismo el objetivo de fisiología del trabajo es la de hacer posible que los individuos cumplan con sus tareas sin una fatiga indebida de tal forma que al término de su jornada laboral diaria tengan suficiente vigor para disfrutar de su descanso. (7)

La capacidad física de trabajo se define como la posibilidad de realizar un trabajo por las acciones coordinadas é integrada de varias funciones entre los que encontramos, procesos productores ó generadores de energía, actividad neuromuscular y factores psicológicos. (8)

La actividad física en el trabajo puede diferenciarse en función de tres criterios principales.

1. - Intensidad de trabajo. : por medio de penalidad del trabajo (observación directa). Y la relación de la intensidad de trabajo y su reclamo con la repetición del mismo.

2. - Masa muscular: (Desarrollo) este a su vez se puede clasificarse como trabajo local, trabajo regional y trabajo general.

3. - Tipo de contracción muscular: dependerá del tipo de actividad desarrollada:

a) .- casos extremos el músculo puede contraerse en estado isquémico, con los consiguientes datos de dolor muscular. Esta situación obliga al organismo a responder por medio de reacciones vegetativas, donde las principales son: aumento de la frecuencia cardiaca, tensión arterial y de la ventilación pulmonar.

b) .- Otro tipo de contracción en que el músculo no es afectado por la contracción sino al contrario es favorecido por el efecto de bombeo periférico de los músculos activos.

C). - Un tercer estado de contracción se encuentra cuando se realizan trabajos donde interviene los miembros de la cintura escapular llamado bloqueo torácico, que en un momento dado puede producir dificultad al retorno venoso hacia el corazón

(9)

En cuanto al tipo de contracción muscular esta ha sido clasificada en 2 tipos

1. - Contracción Dinámica

1a. - Dinámica Concéntrica puede ser : D. Isotónica
D. Isocinetica

1b. - Dinámica Excéntrica

2. - Contracción Estática: 2 a. - Isométrica

Contracción Isotónica: el músculo se acorta a medida que desarrolla una tensión (levantamiento de un objeto).

Contracción isocinética: el músculo se acorta a medida que desarrolla una tensión por medio de movimientos realizados a una velocidad constante.

Contracción Excéntrica: el músculo sufre un alargamiento a medida que desarrolla una tensión (bajar objetos ó una escalera).

Contracción Isométrica : (estática). En esta el músculo desarrolla una tensión pero no modifica su longitud (sostener un objeto con un brazo extendido).

Fuerza muscular : Es la potencia máxima que puede ejercer los músculos de manera isométrica en un esfuerzo.

(10) (11)

Potencia Muscular : Es la capacidad de generar fuerza ó tensión cuando se excita y se contrae.

Resistencia Muscular : Es la capacidad de un músculo de sostener una cantidad determinada de rendimiento contráctil ó de repetir contracciones por un tiempo prolongado.

Factores que determina la fuerza muscular

Edad : La fuerza disminuye después de los 30 años.

Sexo : Se considera que en general la mujer desarrolla menos fuerza que el hombre
altura, peso, ocupación, ejercicio, drogas, turnos de trabajo, alimentación, motivación,
factores ambientales (temperaturas elevadas, temperaturas, abatidas, humedad etc.)

Referencias en cuanto a la fuerza muscular.

La fuerza de un músculo es de 4 kilogramos por cm²

En los miembros superiores la fuerza para levantar objetos es aproximadamente de 50 a 60
kilos

En los miembros inferiores la fuerza para levantar objetos es aproximadamente de 180 a 200
kilos

En cuanto a la dirección de la fuerza el miembro superior desarrolla una fuerza máxima de 27
kilos para levantar un objeto y de solo 15 kilos para separarlo del cuerpo. Un miembro
desarrolla su máxima capacidad cuando éste esta extendido completamente.

Las formas de medir la contraccion muscular

Formas directas de medir la actividad ò contracción muscular.

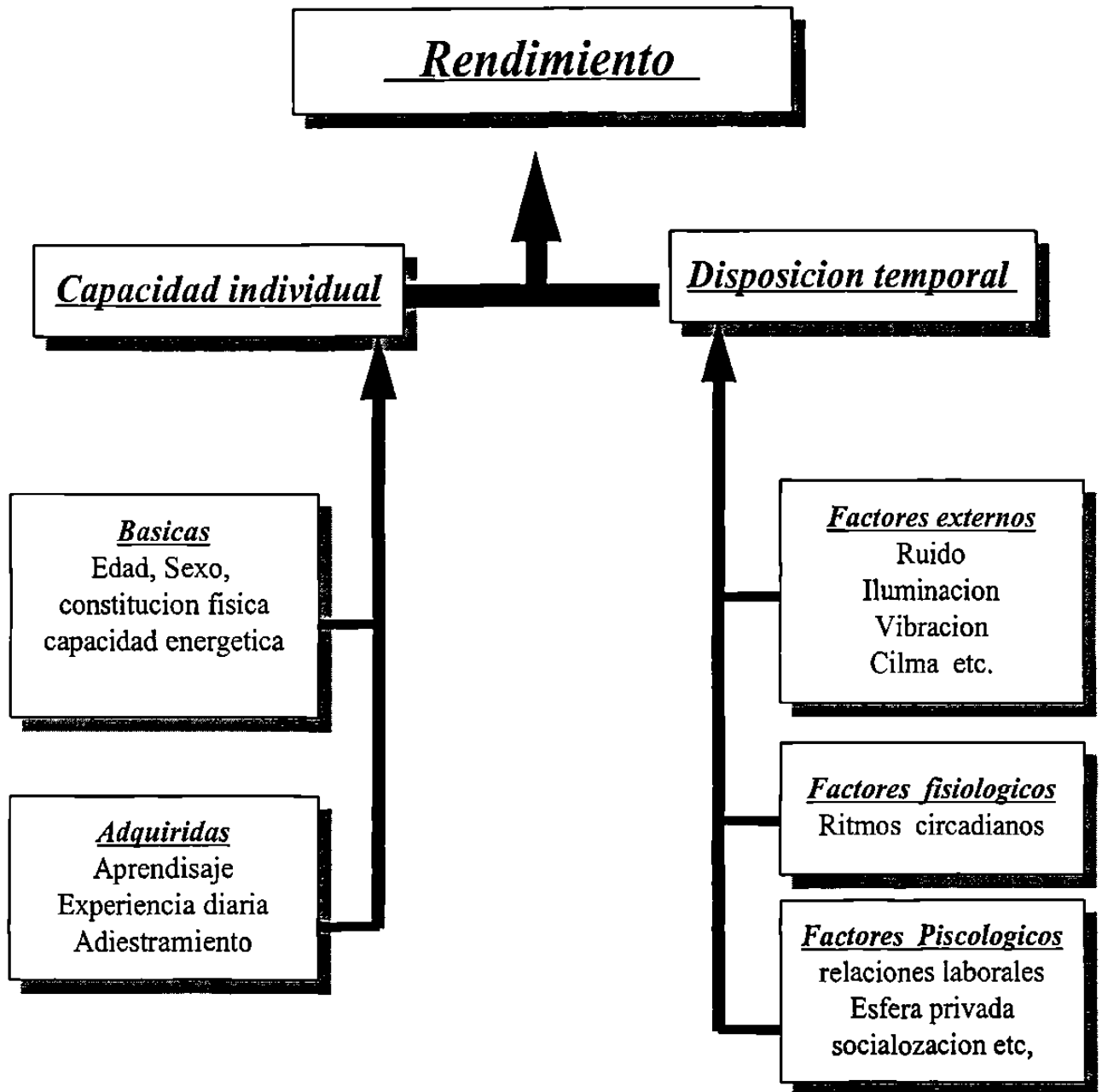
- a) Fenómenos térmicos (0 .3 kilo calorías por minuto)
- b) Fenómenos eléctricos (electromiografía)
- c) Fenómenos energéticos (transformación de energía química en mecánica)

Formas Indirectas de medir la actividad muscular

Contracción muscular :	ó	Trabajo estático ----	Dinamómetro
	ó	Trabajo dinámico----	Ergometria
			Ergografía

Factores que afectan la capacidad física

Factores que actúan sobre el rendimiento físico de un trabajador



Con Permiso de Dr. J.L. Vallejo Gonzalez

ENERGÍA

Se entiende por energía a la capacidad para realizar un trabajo; ó más comprensiblemente, la capacidad de producir un cambio en el estado o movimiento de la materia. La manera de medir esta energía es por medio de calorías. Una caloría es la energía calórica requerida para elevar la temperatura de 1 gramo de agua en 1 grado centigrado. La cantidad de energía relacionada con el metabolismo de los alimentos es muy considerable. Es común utilizar el termino kilocalorías que equivalen a 1000 calorías, el uso de este término es con el fin de facilitar la expresión de estas grandes cantidades de energía. (12) (13)

Mencionamos a continuación algunas equivalencias de esta medida de energía las que posteriormente podremos tomar como referencias.

Medida Energía	Equivalencia
kilocaloría	426.85 kilos por metro
	3087.4 pío por libra
	1000 calorías
	4.184 que es igual a 4.2 kilo joules
1 MET	1.25 kilocalorías / minuto
1 litro de O2	4.2 a 5.3 kilo calorías por minuto

*comentario. En 1964 y 1970 La Organización Internacional de Estandarización recomendó el cambio del uso de calorías a joules

1 joule = Se define como el trabajo realizado por una fuerza de un newton que actúa a través de una distancia de un metro. Es también frecuente el uso del termino Mega joule ó sea 1000 kilo jolue

Metabolismo.- Es la suma de todas las reacciones químicas de las células del organismo (13)

Existen 2 formas de presentación de energía en el organismo que son :

1. - **Energía Anaerobia.-** La cual se obtiene de los alimentos y sin utilizar energía al mismo tiempo por procesos de oxidación.

2. - Energía Aeróbica. - Esta solo se obtiene durante el metabolismo de la oxidación de los alimentos como carbohidratos, grasas y proteínas.

El aporte energético se obtiene por medio de 3 sistemas, los cuales se activan de acuerdo a las necesidades del organismo al realizar diferentes actividades ò necesidades de aporte por el tiempo en que se tiene que reaccionar y duración de la actividad, por lo cual, los sistemas que aportan dicha energía presentan características diferentes que a continuación se mencionan

Sistema ATP - PC	Sistema del Ac. Láctico	Sistema de Oxígeno
fosfatos alta energía	glicólisis anaerobia	oxidación o vía aeróbica
Aeróbico	Anaerobio	Aeróbico
Muy rápido	Rápido	Lento
Combustible químico P C	glucógeno	glucógeno grasas y proteínas
Producción muy limitada Reservas limitadas en músculo	limitada de ATP Subproducto Ac. Láctico origina fatiga muscular	Prod. ilimitada ATP No Subproductos no fatiga muscular
Usado en actividades corta duración y alta potencia Sistema extramitocondrial	actividad de 1 a 3 minutos Sistema extramitocondrial	actividades resistencia o prolongadas Sistema mitocondrial (7)

Porcentaje de energía obtenida de los diferentes grupos de alimentos

Carbohidratos -----	30 % - 50 %	1 gramo =	17 kilo joule
Proteínas -----	10 % - 15 %	1 gramo =	17 kilo joule
Grasas -----	30 % - 40 %	1 gramo =	38 kilo jolue

(13) (7)

Los mecanismos por los cuales estos alimentos son transformados en energía ó reserva de la misma tomando como base los carbohidratos, grasas y proteínas son

a) Glicólisis. - metabolismo de glucosa para formar ATP

b) Glucogenólisis.- transformación de glucógeno (reserva de energía) a glucosa para producción de ATP

c) Glucogenogenesis.- almacenamiento de glucosa como reserva de energía

D). -- Ciclo de ácidos grasos. (14)

Toda la energía que ingresa al organismo proviene de los alimentos y se convierte en calor, el cual es liberado directamente durante las reacciones metabólicas ó como un producto secundario del trabajo realizado por el cuerpo, a esto se le conoce como termogénesis y puede servir para medir la energía gastada por la economía al realizar alguna actividad física ó simplemente al mantener las funciones básicas del organismo. (12)

FATIGA Y CANSANCIO

Frecuentemente el término fatiga es utilizado indiscriminadamente también como cansancio, siendo estos dos estados completamente diferentes. Para lo cual se debe utilizar las siguientes definiciones.

Cansancio es la disminución de la energía física principalmente restituible en el tiempo extra laboral y puede relacionarse con astenia y abulia.

Fatiga es la disminución ó gasto aumentado de energía predominantemente psicofisiológica no restituible en el terreno extra laboral, (2) (Selye 1936) Se han estudiado tanto los mecanismos que generan el cansancio como la fatiga en los estudios de tensión la cual define como la respuesta no específica del cuerpo ante cualquier exigencia que le es requerida siendo independiente si es ó no favorable. El cuerpo humano esta expuesto a un numero elevado de exigencias de energía, cuando esta se convierte en un estímulo nocivo, el cuerpo reacciona mediante el llamado **Síndrome General de Adaptación**. el cual se divide en tres fases que son:

Fase de alarma.- cambios característicos de la primera exposición a un tensor
Puede ser disminución de la resistencia orgánica, y si el tensor es suficientemente intenso (quemaduras graves) puede provocar la muerte de la persona.

Fase de resistencia.- si la continua exposición es compatible con la adaptación la respuesta tensional se eleva mas de lo normal.

Fase agotamiento.- Después de una prolongada exposición se agota la energía de adaptación, reaparecen los signos de alarma pero en forma irreversible y sobre viene la muerte del individuo.

En esta descripción se puede encontrar las bases de la respuesta al cansancio y a la fatiga. Por ejemplo un trabajador sometido a un tensor (trabajo pesado), posterior a la reacción inicial de alarma, se adapta y empieza a resistir. El período de resistencia depende de la longitud del período (puede interrumpirse por el reposo adecuado y ser reversible) y de la adaptabilidad innata del cuerpo (con una nutrición adecuada), y de la intensidad del tensor.

Sin embargo si se prolonga el tensor y no existe una recuperación adecuada, sobreviene el agotamiento y el trabajador se torna víctima del desgaste y deterioro prematuro. El cansancio (reversible), se convierte en fatiga, y desgaste cuando las reservas de energía de adaptación se agotan, se presenta el envejecimiento prematuro y la muerte.

El tensor puede ser exclusivamente físico (trabajo pesado) ó bien físico y emocional (monotonía, trabajo a destajo, supervisión estricta, presión psicológica, angustia etc.) lo que contribuye a incrementar la respuesta tensional.

Bajo este enfoque, la tensión y la fatiga son parte de un mismo concepto, donde el primero genera al segundo y por otro lado la tensión no es algo que deba ser evitado, sino solo sus excesos, de los antes mencionados.

Según estudios realizados en México, la fatiga se debe básicamente a esfuerzo y posición durante el proceso laboral y se manifiesta por una serie de signos y síntomas mal definidos. Frecuentemente es asociada con la angustia (estrés), presentándose como cefalea por tensión, gastritis, colitis, hipertensión arterial, dolor muscular neuralgias, dolor lumbar, dolor articular, inflamación de articulaciones, fatiga muscular, mareo y vómitos. Estos síntomas son derivados del esfuerzo y la posición laboral. Se han asociado al esfuerzo para el incremento en la productividad de las empresas. (15) (16)

La fatiga muscular expresa una disminución aguda del rendimiento que incluye tanto un incremento en la percepción del esfuerzo necesario para realizar una actividad e incluso la incapacidad total para realizarla.

Sobre esta base podríamos hablar de fatiga y extenuación.

La fatiga se refiere a la disminución en la capacidad de generar una fuerza determinada y que se desarrolla gradualmente durante una actividad física o ejercicio.

Extenuación se indica cuando no se puede desarrollar una determinada intensidad de trabajo. (17)

Métodos para medición de energía calórica gastada

Como se menciono anteriormente **La capacidad física de trabajo** se define como la posibilidad de realizar un trabajo por la acción coordinada ó integrada de varias funciones entre los que encontramos, procesos productores ó generadores de energía, actividad coordinada de nervios, músculos y factores psicológicos. Su conocimiento permite prever la posibilidad de realizar la actividad física con rendimiento óptimo y manteniendo un margen de seguridad, para no correr riesgos que pueda afectar la salud del trabajador.(8)

Existen diferentes formas de medir éste proceso como son :

Procesos de medición directa y Procesos de medición indirectos.

Los procesos de medición directa tenemos los siguiente :

Calorimetría Directa : La cual consiste en medir la cantidad de calor generada al consumir energía del cuerpo. Este procedimiento se deriva de los estudios realizados por Atwater y Benedic los cuales utilizaron una cámara calorimétrica muy parecida a la bomba calorimétrica. La calorimetría directa en teoría parece sencilla, pero en la práctica resulta un procedimiento sumamente costoso y complicado, debido a que requiere instalaciones físicas especiales y muy costosas para su realización por lo cual se restringe su uso.

La prueba se lleva acabo dentro de una cámara en la que se coloca a la persona a estudiar y se le indica que realice una actividad parecida ó equivalente a su trabajo dentro de la cámara, donde se tiene sensores los cuales miden los niveles de temperatura registrando la elevación de grados (°C ó °F) y trasformado este parámetro en gasto de energía calórica. Tomando como base que el O₂ consumido durante la oxidación de un alimento en un calorímetro ó en el cuerpo humano dependerá directamente de la cantidad de energía calórica liberada.

El otro procedimiento para medir el gasto de energía se conoce como **Volumen máximo de oxígeno** _ cual es considerado por la mayoría de los investigadores como la forma más útil

para evaluar la capacidad física para el trabajo. La OMS propone se tomen en cuenta algunos otros indicadores para esta evaluación, como son: tolerancia subjetiva para el ejercicio, coordinación neuromuscular, potencia, capacidad anaeróbica máximas y fuerza muscular máxima. La prueba de volumen máximo de oxígeno, consiste en medir el consumo de Oxígeno (con o sin colección de CO₂ producido), en una persona que respira en uno de los diferentes tipos de aparatos adaptados para este fin, como por ejemplo, la bolsa de Douglas, donde se recolecta el aire espirado, pasando esta muestra a un analizador de gases para determinar la concentración de O₂ y Co₂. Comúnmente este tipo de pruebas se lleva a cabo en una banda sin fin ó bicicleta para evaluaciones ergonómicas. La medición directa de consumo máximo de oxígeno tiene las siguientes inconvenientes: Suele ser costosa y complicada, se requiere una gran cooperación de los participantes y además que la aplicación de cargas máximas de trabajo no debe ser aplicadas a personas de edad avanzada ó con trastornos cardio vasculares ó respiratorios. Por las razones antes mencionadas los métodos de medición de gasto energético se ha llevado a cabo por otro tipo de mediciones llamadas **medición de volumen máximo de oxígeno en forma indirecta**. Astrand en 1988 define el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máximo). Como la máxima cantidad de oxígeno que un individuo puede tomar de la sangre para llevarlo a los tejidos, en los cuales se generara energía y así poder desempeñar sus actividades laborales. El promedio del Vo₂ máximo va de los 3 a los 3.5 litros por minuto (El consumo máximo de oxígeno también se le llama " **capacidad aeróbica máxima ó solo capacidad aeróbica**). La determinación de consumo máximo de oxígeno se basa en la aplicación de pruebas de esfuerzo sub máximo y en su estrecha relación con la frecuencia cardiaca, carga de trabajo y otras variables fisiológicas y antropométricas. Una forma de estimar el consumo de energía en pruebas de campo (la más utilizada), Es realiza a por medio de **métodos indirectos** a partir de la frecuencia cardiaca y el volumen respiratorio por minuto. En este método se mide la frecuencia cardiaca, mientras el sujeto realiza sus actividades normales.

La precisión máxima de este método se alcanza durante la actividad moderada y su precisión es mínima en condiciones de reposo.

Este método es de los más utilizados para pruebas de campo pero existen otras formas indirecta de medir el gasto de energía como son: el cociente respiratorio, la mezcla metabólica, equilibrio calórico; solo por mencionar algunos. (8) (20) (18) (19)

Las evaluaciones por cualquiera de los métodos mencionados del gasto energético ó consumo de oxígeno y el conocimiento de las respuestas fisiológicas a determinados esfuerzos é interpretación de los resultados obtenidos pueden servir como base para clasificar las actividades laborales que exprese la intensidad del trabajo.

El gasto energético ó demanda metabólica de un trabajo se define como la cantidad de energía requerida durante el desarrollo de una actividad laboral.

La determinación de gasto energético, se puede llevar a cabo por medio de diferentes formas que algunas ya explicamos y que a continuación mencionaremos.

1. - Medición directa de consumo de oxígeno (bolsa de Douglas ya explicado)

2. - Método de Tablas. : Se utilizan tablas estándares donde se puede comparar la actividad que se evalúa contra otras parecidas que han sido valoradas por métodos de consumo máximo de oxígeno.

3. - Predicción de Gasto Energético a través de Variables Fisiológicas que por lo general se utilizan

3a. - Frecuencia Cardiaca.

3b. - Frecuencia Respiratoria.

De acuerdo al Asociación Americana de Higiene Industrial a determinado que existe una correlación entre la frecuencia cardiaca y el consumo de oxígeno donde cada latido cardiaco tiene un equivalente en gasto energético y en consumo de oxígeno. ver tabla

Tabla de Relación de variables F.C. / G E / C. O.

Frecuencia Cardiaca (Por minuto)	Gasto energético (Kcal / minuto)	Consumo de Oxígeno (litros / minuto)
60 - 70	1.5	.3
71 - 75	1.6 - 2.5	.31 - .5
76 - 100	2.5 - 5.0	.51 - 1.0
101 - 125	5.1 - 7.5	1.1 - 1.5
126 - 150	7.6 - 10.0	1.6 - 2.0
151 - 180	10.1 - 12.5	2.1 - 2.5
mas de 180	mas de 12.5	mas de 2.5

Referencia : AAHI

1. - Predicción por medio de monitores cardiaco

Frecuencia Cardiaca: Se puede tomar por medio de monitor cardiaco el cual es aplicado al trabajador durante su jornada de trabajo programándose en la memoria del monitor los tiempos de las tomas de frecuencia cardiaca.

2. - Predicción por el Índice de Costo Cardiaco Verdadero (ICCV)

Para este método se utilizan también monitores cardiacos esta prueba es conocida con el nombre de desplazamiento cardiaco debido a que señala el porcentaje del desplazamiento que tiene la frecuencia cardiaca del trabajador al realizar sus actividades laborales. Cada unidad de desplazamiento equivale aproximadamente a .15 Kilo calorías / minuto.

Procedimiento por él calculo del Indice de costo cardiaco verdadero. Primero se determina la frecuencia cardiaca y se calcula por medio de la formula propuesta por el Dr. Rogelio Manero en 1986. (8) Que a continuación se muestra.

ICCV = (F.C. en actividad - F.C. en reposo) / (F.C. máxima - F.C. en reposo) x 100

F.C. en reposo = Se obtiene después de 10 minutos de reposo

F.C. en actividad = Se obtiene después de 3 minutos al desarrollar su actividad habitual.

F.C. máxima = Restando la edad de trabajador a la constante 220.

Ejemplo si el resultado de la formula es 26 esto sería igual al 26 % de desplazamiento

Una unidad = 1% equivale a .15 kilo caloría / min.

26 % equivaldría a 3.9 kilo caloría / minuto si se multiplica por los minutos que dura la jornada de trabajo se determina la cantidad de calorías que serian gastadas por el trabajador en su jornada de trabajo; ó sea en el ejemplo el resultado sería 1872 Kilocalorías en una jornada de 8 horas

Este tipo de cálculo tiene un 20% de margen de error.

3. Predicción de Gasto Energético Utilizando la Frecuencia Respiratoria

Este tipo de evaluación se basa en que se le asigna a cada litro de oxígeno gastado un equivalente de 5 Kilo caloría.

El estudio se inicia al determinar la frecuencia respiratoria promedio durante la jornada de trabajo (se utiliza un estetoscopio). El monitor de la frecuencia respiratoria cada hora durante su jornada de trabajo. La fórmula utilizada es la siguiente.

G.E. en hombres = .08+ .183 (F.R. promedio X VMR) donde VMR = volumen minuto respiratorio.

G.E. en mujeres = .08 + .175 (F.R. promedio X VMR) donde VMR = volumen minuto respiratorio.

El VMR es una constante que se toma como 500 mililitros de aire. (21) (22) (23)

III.- HIPÓTESIS

3.1 .- DESARROLLO DE HIPOTESIS.

El gasto energético que demandan los puestos de trabajo del departamento de Laminación, es mayor a la capacidad física aeróbica de los trabajadores para realizar sus actividades laborales.

3.2 .- ESTRUCTURA:

1a variable: Gasto energético.

2a variable: Capacidad física aeróbica para el trabajo.

Tipo de hipótesis: Descriptiva con dos variables en co - variación (Hipótesis analítica).

3.3 .- OPERACIONALIZACION:

VARIABLE	INDICADOR	ITEM	METODO	INSTRU- MENTO	RANGO	NIVEL DE MEDICION
Gasto Energético	Kcal / min	¿ Cuantas Kcal/min consumen los trabajadores durante su jornada de trabajo. ?	A través de la medición de la frecuencia cardiaca, durante el turno de trabajo.	Monitor cardiaco con memoria e interfase. Polar Vantage NV.	De acuerdo al promedio de la frecuencia cardiaca registrada por el	Intervalo

				Computador a 186	monitor cardíaco.	
Capacidad Física Aeróbica	Kcal/min	¿Cuál es la capacidad física de los trabajadores en Kcal / min? ?	Prueba de escalón de Manero. Determinac ión del consumo máximo de oxígeno.	Escalinata de madera con 2 escalones. Cronómetro Estetoscopi o Littman y baumanome tro anaeroide Tycos Bascula con altímetro.	Será determina do de acuerdo a resultados de cada trabajador.	Nominal.

IV.- DISEÑO

4.1.- METODOLOGICO

4.1.1 .- TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo, prospectivo y analítico.

4.1.2 .- UNIDADES DE OBSERVACIÓN

Esta comprendido por el total de los trabajadores de planta, operativos del departamento de Laminación de una empresa de artes gráficas de la Cd. de Monterrey N. L.

4.1.3 .- TEMPORALIDAD

Durante los meses de Junio a Agosto de 2000.

4.1.4 .- UBICACIÓN ESPACIAL

Este estudio se llevara a cabo en el departamento de Laminación de una empresa de artes gráficas de la Cd. de Monterrey N. L.

4.1.5 .- CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- 1.- Trabajadores de planta, operativos del departamento de Laminación.
- 2.- Genero masculino.
- 3.- Edad entre 18 y 55 años.

CRITERIOS DE NO INCLUSIÓN

1. - Mayores de 55 años de edad.
2. - Menores de 18 años de edad.
3. - Deportistas profesionales.
4. - Que padezcan alguna de las siguientes enfermedades:
 - Diabetes Mellitus mal controlada.
 - Hipertensión Arterial, aun bajo control.
 - Cardiopatías.
 - Hipertiroidismo.
 - Nefropatías.
 - Obesidad mórbida.
 - Neumopatías.
 - Problemas degenerativos articulares.

Nota: Estos criterios están establecidos para la aplicación de la prueba de escalón de Manero, para la evaluación de la capacidad física aeróbica.

CRITERIOS DE EXCLUSION

- Trabajadores eventuales.
- Trabajadores empleados de confianza.
- Genero femenino.
- Trabajadores que durante la realización del estudio no se encuentren laborando por motivos justificados o no justificados.

4.2.- ESTADISTICO

4.2.1 .- MARCO MUESTRAL

La totalidad de la población del departamento de Laminación.

4.2.2 .- TAMAÑO MUESTRAL

No existe tamaño muestral por ser censal el estudio.

4.2.3 .- TIPO DE MUESTREO

Censo.

V. – RESULTADOS

5.1 CARACTERISTICAS GENERALES.

La población objeto de estudio estuvo compuesta por 39 casos, de los cuales se excluyeron 8 personas, 4 por obesidad (Índice de Masa Corporal mayor de 30), y 4 por Hipertensión Arterial, quedando 31 personas que se ajustaban a los criterios de inclusión, los cuales son el total de la población que a continuación se describe, del departamento de laminación de una empresa de artes gráficas.

Considerando la distribución por edad, tenemos que 71% son menores de 40 años y un 29% son mayores de 40. Ver cuadro 1.

Cuadro 1.

Distribución del personal por rangos de edad del departamento de laminación. Empresa de artes gráficas. 2001

Edad	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Acumulado
De 20 a 24		3	9.7	9.7
De 25 a 29		9	29.0	38.7
De 30 a 34		5	16.1	54.8
De 35 a 39		5	16.1	71.0
De 40 a 44		4	12.9	83.9
De 45 a 49		5	16.1	100.0

Fuente: Investigación directa.

La relación con la antigüedad de los trabajadores en la empresa tenemos que menos de 14 años abarca el 58.1 que es un poco mas de la mitad de la población, el otro 42% esta en mas de 15 años. Cabe mencionar que si diferenciamos todos los rangos encontraremos que la mayor parte de la población de trabajadores esta entre 5 y 9 años de antigüedad en la empresa con 35.5%. Ver cuadro 2.

Cuadro 2.

Distribución del personal del departamento de laminación por Antigüedad en la empresa (años).

Empresa de artes gráficas. 2001

Antig. Empresa (años)	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
De 1 a 4		3	9.7	9.7
De 5 a 9		11	35.5	45.2
De 10 a 14		4	12.9	58.1
De 15 a 19		2	6.5	64.5
De 20 a 24		8	25.8	90.3
De 25 a 29		3	9.7	100.0

Fuente: Investigación directa.

Con respecto al puesto de trabajo tenemos casi igual número de trabajadores técnicos operadores de maquinaria (TOM) como ayudantes técnicos operadores de maquinaria (ATOM), en los primeros representa un 48.4% y en estos últimos tenemos un 51.6% que representa una mínima diferencia. Ver cuadro 3.

Cuadro 3.

Distribución del personal por puesto de trabajo, departamento de laminación.

Empresa de artes gráficas 2001

Puesto \ Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
TOM	13	48.4	48.4
ATOM	18	51.6	100.0

Fuente: Investigación directa.

Con respecto a la antigüedad del personal en su puesto de trabajo encontramos que la mayoría de ellos se encuentran en los rangos de 1 a 4 años con 19 trabajadores que representa un 61.3% de la población, el 39% restante se encontró entre los rangos de 5 a 19 años: Ver cuadro 4.

Cuadro 4.

Distribución del personal por Antigüedad en el puesto (años). Departamento de laminación.

Empresa de artes gráficas, 2001

Antigüedad \ Puesto de Trabajo. \ Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
De 1 a 4	19	61.3	61.3
De 5 a 9	6	19.4	80.6
De 10 a 14	5	16.1	96.8
De 15 a 19	1	3.2	100.0

Fuente: Investigación directa.

Con respecto a tabaquismo se tomo en cuenta los trabajadores que fumaran un cigarro o más al día, Se encontró que el mayor porcentaje de los trabajadores no tienen el habito del tabaquismo representando un 77.4% y los que si tenían este habito era solo el 22.6%: Ver cuadro 5.

Cuadro 5.

Distribución del personal con habito de tabaquismo, de 1 o mas cigarros al día. departamento de laminación, Empresa de artes gráficas 2001.

Tabaco	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
Sí		7	22.6	22.6
No		24	77.4	100.0

Fuente: Investigación directa.

Respecto al personal con hábitos de consumo de alcohol se tomo como positivo aquella persona que ingería mas de 10 bebidas alcohólicas a la semana. Se encontró que la mayoría, que representa el 89% tenía hábitos de consumo de alcohol y un 16.1 no tenían dicho habito: Ver cuadro 6.

Cuadro 6.

Distribución del personal con habito de consumo de alcohol, con 10 o mas bebidas alcohólicas a la semana. departamento de laminación. Empresa de artes gráficas 2001

Alcohol	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
Sí		26	83.9	83.9
No		5	16.1	100.0

Fuente: Investigación directa.

Con respecto a la practica de ejercicio fisico aerobico, se tomo en cuenta aquellas personas que la realizaran con una frecuencia de 3 veces por semana minimo y con una duracion de 20 minutos por sesion. En esta poblacion se encontró que el 61% que representa el mayor porcentaje no efectuaba ejercicio aerobico: Ver cuadro 7.

Cuadro 7.

Distribución del personal y su relacion con ejercicio aerobico, en el departamento de laminación.

Empresa de artes gráficas. 2001

Ejercicio	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
Sí		12	38.7	38.7
No		19	61.3	100.0

Fuente: Investigación directa.

En relación con el índice de masa corporal (I.M.C.) que significa la relación del peso corporal en kilogramos entre la estatura en metros al cuadrado, para determinar el peso corporal recomendable. Se encontró que el mayor porcentaje de la población que representa el 67.7% están en el rango entre 25 a 29.9 que equivale a sobrepeso el 32.3% se encontraban entre 20 a 24.9 que es el peso normal. Ver cuadro 8.

Cuadro 8.

Distribución del personal por Índice de Masa Corporal, departamento de laminación.

Empresa de artes gráficas 2001

I. M. C.	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
De 20 a 24.9		10	32.3	32.3
De 25 a 29.9		21	67.7	100.0

Fuente: Investigación directa.

El porcentaje que se encontró en las diferentes cargas físicas en la prueba del escalón de Manero fue, el 80% de la población estuvieron en la tercera carga, siendo en esa donde se encontraron la mayoría de los trabajadores, el 16% se encontraron en la segunda carga, solo un 3% se encontró en la primera carga. : Ver cuadro 9.

Cuadro 9.

Distribución del personal por carga física alcanzada en la prueba escalonada de Manero, departamento de laminación. Empresa de artes gráficas 2001

FASE	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
1		1	3.2	3.2
2		5	16.1	19.4
3		25	80.6	100.0

Fuente: Investigación directa.

El mayor porcentaje de la población se encuentra en los rangos de 3.5 a 5.5 litros por minuto de volumen máximo de oxígeno conforme a la prueba de Manero esto representando el 77.4 % y el 22.6 % de los trabajadores están entre 2.5 a 3.5 litros por minuto: ver cuadro 10.

Cuadro 10

Distribución del personal por consumo máximo de oxígeno (Lts/min), departamento de laminación Empresa de artes gráficas 2001

VO2 Max(lts/min)	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
2.5 – 3		3	9.7	9.7
3 - 3.5		4	12.9	22.6
3.5 – 4		8	25.8	48.4
4 - 4.5		9	29.0	77.4
4.5 – 5		3	9.7	87.1
5 - 5.5		4	12.9	100.0

Fuente: Investigación directa.

Se encontró que 11 ayudantes técnicos operadores de maquinaria (ATOM), tenían un consumo máximo de oxígeno entre 4 a 5.5 litros por minuto y los 4 restantes estaban en el rango de 2.5 a 3.5 litros por minuto. Los técnicos operadores de maquinaria 8 de ellos se encontraron entre 2.5 a 4 litros por minuto y solo 5 están entre 4 a 5.5 litros por minuto:: Ver cuadro 11.

Cuadro 11

Distribución del personal por puesto de trabajo y por consumo máximo de oxígeno (Lts/min), departamento de laminación. Empresa de artes gráficas 2001

Puesto VO2 Max	ATOM	TOM	TOTAL
2.5 - 3	2	1	3
3 - 3.5	2	2	4
3.5 - 4	3	5	8
4 - 4.5	6	3	9
4.5 - 5	3	0	3
5 - 5.5	2	2	4

Fuente: Investigación directa

Se encontró que el 77.40% de la población tiene un gasto energético máximo entre 15 a 24 kcal/minuto y el 12.9 % tienen un gasto entre 25 a 29 kcal/minuto, solo el 9.70% tiene un gasto energético de 10 a 14 kcal/minuto: Ver cuadro 12.

Cuadro 12.

**Distribución del personal por gasto calórico (kcal/min), departamento de laminación
Empresa de artes gráficas 2001**

Gasto calórico Kcal / min.	Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
10 – 14		3	9.7	9.7
15 -- 19		12	38.7	48.4
20 -- 24		12	38.7	87.1
25 -- 29		4	12.9	100.0

Fuente: Investigación directa.

Se encontró que el 77.4% de la población tienen un gasto calórico entre 15 y 24 kcal/minuto que representa a 24 trabajadores el 13 % se encuentran entre 25 a 29 % y solo un 9.6 % están entre 10 a 14 kcal/minuto ver cuadro 13.

Cuadro 13

**Distribución del personal por puesto y gasto calórico (Kcal/min), departamento de laminación
Empresa de artes gráficas 2001**

Gasto Calórico Kcal/min	Puesto	ATOM	TOM	TOTAL	Porcentaje %
10 -- 14		2	1	3	9.6
15 -- 19		5	7	12	38.7
20 -- 24		9	3	12	38.7
25 -- 29		2	2	4	13

Fuente: Investigación directa.

Se encontro que el 87.11 % del personal evaluado su capacidad fisica estaba entre bien y muy bien y solo el 12.89 % se encontro entre mal y regular de acuerdo a clasificacion de Cooper. Ver cuadro 14.

Cuadro 14

Distribución del personal por Capacidad fisica Aerobica y consumo máximo de oxigeno (ml/kg/min), departamento de laminación, Empresa de artes gráficas 2001

Cantidad Capacidad fisica Y consumo de Oxigeno (ml/kg/min)	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
Muy Malo Menos de 28.0	0	0	0
Malo 28.1 – 34	1	3.22	3.22
Regular 34.1 – 42	3	9.67	12.89
Bien 42.1 –52	13	41.93	54.82
Muy Bien 52.1 y mas.	14	45.16	100

Fuente: Investigación directa.

Se encontro que de los 13 TOM evaluados 5 (38%) su capacidad fisica es muy buena, 6 (46%) es buena , 1 (7.6%) es regular y 1 (7.6%) su capacidad es mala. En los ATOM 9 de los 18 evaluados (50%) su capacidad fisica muy bien, 7 (38.8%) buena, , 2 (11.1%) regular. Según Prueba de Cooper. Ver cuadro 15.

Cuadro 15

Distribución del personal por puesto de trabajo y su relacion con su Capacidad fisica Aerobica y consumo máximo de oxigeno (ml/kg/min), departamento de laminación, Empresa de artes gráficas 2001

Puesto de trabajo Capacidad fisica Y consumo de Oxigeno (ml/kg/min)	TOM	ATOM	TOTAL	Porcentaje %
Muy Malo Menos de 28.0	0	0	0	0
Malo 28.1 – 34	1	0	1	3.22
Regular 34.1 – 42	1	2	3	9.67
Bien 42.1 –52	6	7	13	41.93
Muy Bien 52.1 y mas.	5	9	14	45.16

Fuente: Investigación directa.

El 48.4% del total de los trabajadores su frecuencia cardiaca promedio durante el turno de trabajo se encontró entre 80 a 89 de frecuencia cardiaca durante el turno de trabajo, el 35.4 se encontró la frecuencia cardiaca entre 90 a 99 en promedio y solamente el 16.2 % se encontraron su frecuencia cardiaca entre 100 a 109 ver cuadro 16.

Cuadro 16

Distribución del personal por puesto de trabajo y frecuencia cardiaca por minuto, departamento de laminación. Empresa de artes gráficas 2001.

Puesto Frec. Cardiaca	ATOM	TOM	TOTAL	Porcentaje %
80 - 89	9	6	15	48.4
90 - 99	6	5	11	35.4
100 - 109	3	2	5	16.2

Fuente: Investigación directa.

El 83.8% de la población de los trabajadores evaluada el gasto energético que le demanda su puesto de trabajo se encontró entre 2.5 a 5 kcal /minuto y sola mente el 16.2% la demanda del gasto energético del puesto se encontró en el rango de 5 a7.5 kcal / minuto. Ver cuadro 17.

Cuadro 17

Distribución del personal por puesto y por gasto energético, departamento de laminación, Empresa de artes gráficas 2001

Puesto Gasto energético (Kcal/min)	ATOM	TOM	TOTAL	Porcentaje %
2.5 - 5	15	11	26	83.8
5 - 7.5	3	2	5	16.2

Fuente: Investigación directa.

Se encontro que el 87% de la población evaluada su gasto energético por jornada de trabajo fluctúa entre 1501 a 2500 kcal por jornada de trabajo, el 6.5% se encontró entre 1000 a 1500 kcal y el restante 6.5 % están entre 2501 a 3000 kcal por jornada de 8 hrs de trabajo. Ver cuadro 18.

Cuadro 18

Distribución del personal por puesto y por gasto energético por jornada de trabajo (Kcal/8hrs), departamento de laminación. Empresa de artes gráficas 2001.

Gasto Energético (Kcal/8 hrs)	Puesto	ATOM	TOM	TOTAL	Porcentaje %
1000 - 1500		1	1	2	6.5
1501 - 2000		10	7	17	54.8
2001 - 2500		6	4	10	32.2
2501 - 3000		1	1	2	6.5

Fuente: Investigación directa.

Se encontró que el 83.9% que representa 26 personas se encontraron en un puesto ligero y 16.1 en un puesto moderado, en los puestos muy ligeros y pesados no se encontró ninguna persona. Ver cuadro 19 .

Cuadro 19

Distribución del personal por clasificación del gasto energetico del puesto, departamento de laminación. Empresa de artes gráficas, 2001

Cantidad Gasto energetico (kcal/min) Del Puesto	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
Muy Ligero (1.6-2.5)	0	0.0	0.0
Ligero (2.5 – 5)	26	83.9	83.9
Moderado (5-7.5)	5	16.1	100.0
Pesado (7.5 –10)	0	0.0	100.0

Fuente: Investigación directa.

Se encontró que 15 ayudantes técnicos de operador de maquinaria y 11 técnicos operadores de maquinaria se encontraron en los puestos ligeros, 3 ATOM y 2 TOM se encontraron en un trabajo moderado ver cuadro 20.

Cuadro 20.

Distribución del personal por Clasificación de gasto energetico del puesto de trabajo, departamento de laminación

Empresa de artes gráficas 2001

Puesto Gasto energetico del puesto (Kcal/min)	ATOM	TOM	TOTAL	Porcentaje %
Muy Ligero (1.6 - 2.5)				
Ligero (2.5 – 5)	15	11	26	83.9
Moderado (5– 7.5)	3	2	5	16.1
Pesado (7.5 – 10)	0	0	0	0

Fuente: Investigación directa.

El 90.3% de los trabajadores evaluados se encontró su zona de desempeño fisiológico en la zona de seguridad y el 9.7% restante se encontró en zona de alerta y ninguno entraba en la zona de peligro. Ver cuadro 21.

Cuadro 21

Distribución del personal por zona de desempeño fisiológico (Gasto calorico/ Gasto energetico. Kcal/min), departamento de laminación.

Empresa de artes gráficas 2001.

Zona desempeño \ Cantidad	Frecuencia	Porcentaje %	Porcentaje Acumulado
Fisiologico			
Seguridad	28	90.3	90.3
Alerta	3	9.7	100.0
Peligro	0	0.0	100.0

Fuente: Investigación directa.

De las 31 personas evaluadas 28 que es la mayoría se encontró en la zona de seguridad de desempeño fisiológico de estas 16 eran ayudantes técnico operador de maquinaria (ATOM), 12 eran técnico operador de maquinaria (TOM) y solo 3 estaban en la zona de alerta, de estos 2 eran ATOM y 1 Ver cuadro 22.

Cuadro 22

Distribución del personal por puesto de trabajo y por desempeño fisiológico(Gasto calorico / Gasto energetico, Kcal/min), departamento de laminación, Empresa de artes gráficas. 2001

Zona Desempeño \ Puesto	ATOM	TOM	TOTAL	Porcentaje %
Fisiologico				
Seguridad	16	12	28	90.3
Alerta	2	1	3	8.7
Peligro	0	0	0	0

Fuente: Investigación directa.

VI.- ANALISIS DE RESULTADOS

Dentro de nuestra investigación la población del departamento de laminación esta conformada por 31 personas en nuestro estudio, 18 de ellos ocupan el puesto de ayudante de técnico operador de maquinaria y 13 de ellos tienen el puesto de técnico de operador de maquinaria, con una edad promedio de 34 años, en el rango de edades de 25-29 años se encuentran 9 personas que corresponde al 29 %, la antigüedad en la empresa del personal promedio es de 13 años, encontrándose en el rango de 5-9 años 11 personas que corresponde al 35 % siendo este el de mayor frecuencia, dentro de la antigüedad en el puesto la mayor parte de las personas se encuentran en el rango de 1-4 años de antigüedad que corresponde al 61.3 %.

Con relación a la capacidad física aeróbica de los trabajadores estudiados se encontró que 27 de ellos su capacidad física esta en la categoría de bien a muy bien que corresponde al 87.09 %, 3 personas evaluadas se encontraron en la categoría de regular que corresponde al 9.67 % y solamente 1 persona su capacidad física es mala que equivale al 3.22 %. Con relación a los puestos de trabajo no existe una diferencia significativa entre estos la capacidad física aeróbica de los trabajadores.

En cuanto al gasto energético que les demanda los puestos de trabajo se encontró lo siguiente; el 48.4 % del total de trabajadores evaluados su frecuencia cardiaca promedio (latidos cardiacos por minuto), durante el turno de trabajo se encontró entre los rangos de frecuencia cardiaca entre 80 a 89 durante su turno de trabajo, el 35.4 % se encontró la frecuencia cardiaca promedio entre 90 a 99 y solamente en el 16.2 % se encontró la frecuencia cardiaca en el rango de 100 a 109, en cuanto el gasto energético que demanda su puesto de trabajo se encontró que el 83.9 % de la población de trabajadores se ubica en el rango de 2.5 a 5 Kcal/min. y solamente en el 16.2 % de la población la demanda de gasto energético se encontró por arriba de 5 Kcal/min. , se encontró que el 87 % de los puestos de trabajo evaluados su gasto

energético por jornada de trabajo estaba en el rango de 1501 a 2500 Kcal, el 6.5 % en el rango de 1000 a 1500 Kcal y el restante 6.5% en el rango de 2501 a 3000 Kcal.

En referencia al desempeño fisiológico del trabajo se relaciono el gasto calórico(Capacidad física aeróbica), que fue valorada mediante la prueba de escalón de Manero y el gasto energético medido mediante el uso de monitores cardiacos, ambos referenciados a Kcal/min. se encontró lo siguiente: 28 de las personas evaluadas la zona de desempeño fisiológico se encontró en la categoría de seguridad que corresponde al 90.3 % y solamente 3 personas se encontraron en la categoría de alerta que corresponde a la zona de alerta y ninguna persona se encontró en zona de peligro. No se encontró diferencia significativa en relación de los puestos de trabajo, Técnico operador de maquinaria (TOM)y Ayudante técnico operador de maquinaria (ATOM) y la zona de desempeño fisiológico. En lo referente a la carga física energética de los puestos de trabajo, se encontró que el 83.9 % se clasifico como tipo de trabajo ligero y el 16.1 % como tipo de trabajo moderado, no se encontró en esta clasificación ningún puesto de trabajo en categoría pesado. No existe diferencia significativa entre los puestos de trabajo y la clasificación de la carga física de los mismos.

V11. CONCLUSIONES

En este estudio se demostró que la hipótesis propuesta quedó rechazada al establecer que el gasto energético que demandan los puestos de trabajo del departamento de laminación de una empresa de artes gráficos no es mayor de la capacidad física aeróbica de los trabajadores para realizar sus actividades laborales.

Esto se determinó mediante la tabla que establece las zonas de desempeño fisiológico (ver anexo) al incluir el gasto calórico contra el gasto energético ambos estimados en Kca/min .los resultados arrojaron que ninguna de las personas se encontraron en la zona de peligro solo 3 se encontraron en alerta que esto representa el 9.7% de los trabajadores estudiados . y 28 personas que representa el 90.3% de los trabajadores estudiados se encontraron en la zona de seguridad.

cabe mencionar que en las diferentes variables como son la antigüedad en la empresa, antigüedad en el puesto, hábitos de tabaquismo, hábitos de alcohol, ejercicio el índice de masa corporal, y capacidad física aeróbica , no existió una relación en los 3 trabajadores que se encontraron en la zona de alerta que solo 2 de las 3 personas tenían 20 años y la otra persona tiene 27 años, esto también no es muy significativo

Con respecto al gasto energético que les demanda el puesto de trabajo, podemos concluir que 26 personas que representa el 83.9%, se clasificaron en puesto ligero y 5 personas se encontraron en puestos moderado que represento el 16 % de los trabajadores estudiados ninguno de ellos se encontró en puesto pesado.

VIII.- SUGERENCIAS

A pesar que se rechazó la hipótesis se podrían mejorar las condiciones de las áreas de trabajo para minimizar el esfuerzo que realizan los trabajadores en sus puestos de trabajo.

A continuación se escriben una serie de propuestas que se podrían implementar como. Efectuar estudios de ergonomía para identificar, analizar, controlar y eliminar en lo que sea posible lesiones músculo esqueléticas a la vez esto ayudaría a la productividad y calidad sin requerir grandes esfuerzos físicos, efectuar estudios de higiene industrial de temperatura, agentes químicos que estos también influyen en el esfuerzo en el desempeño de los trabajadores.

Por otro lado seguir con los exámenes médicos de admisión y periódicos como se están realizando para detectar personas que solicite ingresar a la empresa no tengan una afección que pueda acentuarse al desempeñar su trabajo o que pueda estar predispuesto a presentarse algún daño a su salud y con respecto a los exámenes médicos periódicos detectar probables afecciones que le provoca algún agente que se encuentre en el puesto de trabajo y así poder dar una solución antes que provoque mayor daño a las personas.

Ya por último sería conveniente efectuar otras investigaciones en los diferentes departamentos de esta misma empresa, y así comprobar o rechazar que la capacidad física aeróbica de los trabajadores es la adecuada para el gasto energético que le demanda el puesto de trabajo.

IX .- BIBLIOGRAFIA

- 1.- Joseph Ladou Medicina laboral, Manual Moderno S.A. de C.V. México. D.F. 1993 PAG. 43 --74.
- 2.- Secretaria de trabajo y previsión social, Reglamento federal de seguridad, higiene, y medio ambiente Diario oficial martes 21 de enero 1997
- 3.- Roque Ricardo Rivas, Biomecánica de la manipulación de carga. Universidad. Buenos Aires 1994.
- 4.- . Monipov, V.. " PRINCIPIOS Y MÉTODOS DE ERGONOMIA EN FUNDAMENTOS DE ERGONOMIA DE ZINEHEMKO. Moscú URSS 1995.
- 5.- OSBORNE D. ERGONOMIA EN ACCIÓN, Editorial Trillas 1996 México D.F.
- 6.- ASTRAND / KAARE RODAHL, FISILOGIA DEL TRABAJO (BASES FISIOLÓGICAS DEL EJERCICIO. Editorial panamericana, segunda edición. Buenos aires, enero 1985.
- 7.- José López Chicharro / Almudena Fernández Vaquero, FISIOLÓGÍA DEL EJERCICIO. Editorial medica panamericana, Madrid España, 1995.
- 8.- Rogelio Manero Alfer / Juan M. Manero Torres / Alma Armisen Penichet. MÉTODOS PRÁCTICOS PARA ESTIMAR LA CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO, Instituto de Medicina del trabajo de la Habana Cuba. Boletín. de sanidad de Panamá, 1986, pag. 170.

- 9.- Roque Ricardo Rivas, Biomecánica de la manipulación de carga. Universidad. Buenos Aires 1994.
- 10.- BERNARD T.E. 1991 THE AAMA PREDICTIVE METABÓLICO MODEL. INTERNET
[http : // www. ergoweb.com... emo/ Aama/aamainter. html.](http://www.ergoweb.com...emo/Aama/aamainter.html)
- 11.- Astrand P. Y Rhyning NOMOGRAMA FOR CALCULATION OF AEROBICS CAPACITY FROM PULSE, RATEDURING SUBMAXIMAL WORK. Journal apply physiologic, 1954, Estocolmo Suecia. pag. 7 – 21.
- 12.- PRINCIPIOS DE NUTRICIÓN CLÍNICA. Metabolismo Energético pag. 213 -- 223.
- 13.- . R.F. Morton - J.R. Hebel, PRINCIPIOS DE FÍSICO QUÍMICA Y BIOQUÍMICA. Holum. Editorial Limusa, 1994, México D.F.
- 14.- FOX E. FISIOLÓGÍA DEL DEPORTE. Argentina Editorial Panamericana, 1996 2a. edición.
- 15.- DRA. MA DEL CARMEN LÓPEZ GRACIA (SOC. MEX. DE MEDICINA DEL TRABAJO. " FATIGA Y NOCIVIDAD " Publicación. Revista de la Sociedad Mexicana de Medicina del Trabajo A.C. Enero - Abril 1996. vol. 1 núm. 1. pag. 29 - 34
- 16.- GUYTON. TRATADO DE FISIOLÓGÍA HUMANA. Contracción Muscular. México D.F. 1986. 6a. Edición. pag. 130 – 144.

17.- WAYNE W. DANIELS BIOESTADÍSTICA. Bases para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa, SA de CV. México D.F. 1990

18.- José L. Vallejo González, METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA CARGA FÍSICA DE UN PUESTO DE TRABAJO Y LA CAPACIDAD FÍSICA PARA EL TRABAJO. Sin editorial. Monterrey N.L. México. Clínica Cuauhtemoc y Famosa.

19.- Rogelio Manero Alfer / Juan M. Manero Torres, DOS ALTERNATIVAS PARA EL ESTUDIO Y PROMOCION DE LA CAPACIDAD FÍSICA DE LOS TRABAJADORES. (procedimientos. prueba escalonada). Instituto de medicina del trabajo de la Habana, Cuba. Mapfre seguridad, no. 44 cuarto trimestre, 1991.

20.- NIOSH, USA. Ecuación de levantamiento de Materiales de la NIOSH de 1981 y Ecuación revisada de la NIOSH de levantamiento de Materiales de 1991. National Institute Occupational Safety and Health. 1991.

21.- Rogelio Manero Alfer / Juan M. Manero Torres, CAPACIDAD FÍSICA Y TRABAJO. Instituto de Medicina del Trabajo de la Habana Cuba. Mapfre seguridad no. 3, 1992, pag. 241 - 248.

22.- Monipov, V. " PRINCIPIOS Y MÉTODOS DE ERGONOMIA EN FUNDAMENTOS DE ERGONOMIA DE ZINEHEMKO V. Moscú URSS. 1995.

23.- Desoille / J.A. Marti Mercadal, MEDICINA DEL TRABAJO. Editorial Masson S.A. Paris 1990. pag. 95 – 108.

X.- ANEXOS

10.1 .- GLOSARIO.

Capacidad física para el trabajo: Es el mayor consumo de energía metabólica cuando se aplica a situaciones de trabajo. Es la posibilidad de realizar un trabajo por la acción coordinada e integrada de varias funciones como son: A.- Procesos productores de energía. B.- Funcionamiento nervioso y musculo-esqueletico C.- Factores psicológicos (tolerancia para el trabajo). Se considera al consumo máximo de oxígeno (VO₂ max) como el indicador más útil para su valoración.

Consumo máximo de oxígeno (VO₂ max): Es la máxima cantidad de oxígeno que un individuo puede tomar de la sangre, para llevarlo a los tejidos en los cuales se generará energía y así poder desempeñar sus actividades laborales.

Carga laboral o carga física del trabajo: Es el grado de resistencia o dificultad dada por la totalidad de las influencias o factores de distinto tipo que actúan sobre el hombre. Puede ser carga física, factores energéticos, trabajo muscular cardíaco o respiratorio, cognoscitivo, psíquico o social.

Gasto energético: Es la cantidad de energía requerida durante el desarrollo de una actividad laboral.

Demanda metabólica: Parámetro por el cual se mide la carga física de un trabajo y se considera la forma mas practica y fidedigna de medir el gasto energético.

Magnitud de carga: Se puede evaluar de diferentes maneras, como: distancia recorrida en metros, peso transportado en kilogramos, tiempo en minutos que se tarda en realizar alguna tarea, etc.

Monitor cardíaco: Instrumento electrónico que mide durante una jornada de trabajo la frecuencia cardíaca que se presenta.

Frecuencia cardíaca: Es el número de pulsaciones o latidos del corazón medidos regularmente durante un minuto.

Caloría: Es la energía calórica requerida para elevar 1 gr. de agua en 1 grado centígrado.

RECURSOS.

FISICOS.-

Escalera de dos escalones.

Monitores cardiacos.

Interfase para captura de datos.

Computadora personal con Windows.

Software para procesamiento de datos.

Bascula con altímetro.

Estetoscopio.

Baumanometro.

Calculadora.

Consultorio medico para elaboración de pruebas.

HUMANOS.

Médicos del área de Salud Ocupacional.

ECONOMICOS.

Papelería.

Encuadernación.

Copias fotostaticas.

Asesorías de Tesis.

MÉTODO DE ROGELIO MANERO ALFER PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD FÍSICA AEROBICA PARA EL TRABAJO

PRUEBA DE ESCALÓN DE MANERO

Esta prueba es un método indirecto para la determinación de la CAPACIDAD FÍSICA AEROBICA mediante la estimación del consumo máximo de oxígeno (VO₂ max) se basa en la aplicación de tres cargas físicas escalonadas en un banco a un ritmo de subidas y bajadas determinado y con el control de la frecuencia cardiaca, como indicador de esfuerzo. Los datos serán capturados en encuesta y formato diseñado para tal caso (ANEXO I).

Se utiliza para la prueba una escalinata banco de madera de 2 escalones (ver ANEXO I), estetoscopio, baumanómetro, cronometro y báscula de pie con altímetro.

Pasos:

- 1.-Programar al personal del departamento de laminación con el jefe de departamento y con recursos humanos.
- 2.-Realizar la encuesta al trabajador y explicarle ampliamente en que consiste la prueba y cual es el objetivo de la misma.
- 3.-Toma de peso y estatura al trabajador, con la ropa de trabajo y con calzado.
- 4.-Toma de tensión arterial y de frecuencia cardiaca en reposo.
- 5.-Calcular la frecuencia cardiaca maxima, mediante la formula $220 - \text{edad del trabajador}$ y el resultado se multiplica por el 65%, siendo este el limite de carga o frecuencia cardiaca de referencia.
- 6.-Inicio de la prueba;

FASE 1; subir y bajar la escalinata a un ritmo de 17 veces por minuto, durante tres minutos, se toma la frecuencia cardiaca al terminar la fase por auscultación de el área cardiaca, en los primeros 15 segundos después de terminar la fase.

RESULTADO DE LA FASE 1

a).-Si la frecuencia cardiaca después de esta fase llega o rebasa el limite de carga del trabajador el estudio llega a su fin y con este dato y el peso corporal previamente medido se busca el valor en la tabla correspondiente.

b).-Si la frecuencia cardiaca despues de esta fase de la prueba no llega o rebasa el limite de carga del trabajador se continua a la siguiente fase,teniendo un descanso de un minuto

FASE 2; subir y bajar la escalinata a un ritmo de 26 veces por minuto, durante tres minutos, se toma la frecuencia cardiaca al terminar la fase por auscultación de el área cardiaca, en los primeros 15 segundos después de terminar la fase.

RESULTADO DE LA FASE 2

a).-Si la frecuencia cardiaca después de esta fase llega o rebasa el limite de carga del trabajador el estudio llega a su fin y con este dato y el peso corporal previamente medido se busca el valor en la tabla correspondiente.

b).-Si la frecuencia cardiaca despues de esta fase de la prueba no llega o rebasa el limite de carga del trabajador se continua a la siguiente fase,teniendo un descanso de un minuto

FASE 3; subir y bajar la escalinata a un ritmo de 34 veces por minuto, durante tres minutos, se toma la frecuencia cardiaca al terminar la fase por auscultación de el área cardiaca, en los primeros 15 segundos después de terminar la fase.

RESULTADO DE LA FASE 3

a).- Con la frecuencia cardiaca encontrada y el peso corporal de el trabajador se busca el valor en la tabla correspondiente.

Los valores encontrados en cada una de las tablas, de acuerdo a la fase a la que el trabajador haya llegado, dicho valor se divide entre 100 para expresarse en litros por minuto y se aplica por medio de tabla correspondiente factor de corrección de acuerdo a la edad del trabajador

Por ultimo el valor encontrado de consumo máximo de oxigeno se multiplica por 5 K/cal, obteniendose la capacidad física aerobica del trabajador

5.3.-METODO PARA DETERMINAR EL GASTO ENERGÉTICO

PREDICCIÓN A TRAVÉS DE LA FRECUENCIA CARDIACA

Existe una correlación entre la frecuencia cardiaca y consumo de oxigeno. Determinando la frecuencia cardiaca de un trabajador al desarrollar su trabajo podemos determinar su gasto de energia promedio.

Cada latido cardiaco tiene un equivalente en gasto energético y en consumo de oxigeno.

En la presente investigación se determinara la frecuencia cardiaca promedio durante la jornada de trabajo, utilizando para esto monitores cardiacos

El equipo que se utilizara sera;monitores cardiacos(4) con memoria e interfase para PC(MARCA POLAR VANTAGE XL),microcomputadora y software

PASOS:

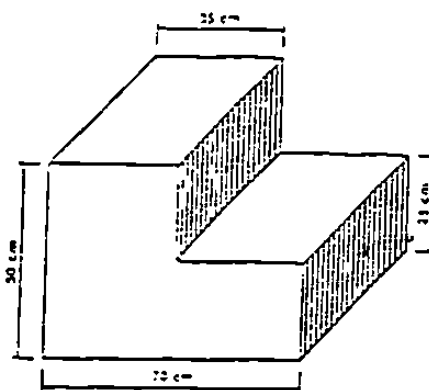
- 1.-Se explica a el trabajador para que es el estudio y que el equipo lo traerá durante toda la jornada de trabajo
- 2.-Se coloca el transmisor,ajustandolo con su banda elástica alrededor del torax,por debajo del pezón
- 3.-Se coloca el receptor en la muñeca como un reloj ordinario
- 4.-Se pone en marcha el transmisor,programandolo para que haga lecturas cada minuto y que registre la frecuencia cardiaca promedio y sus rangos
- 5.-Al finalizar la jornada de trabajo se retira el transmisor y el receptor,transfiriendo y almacenando la frecuencia cardiaca al formato(ANEXO III)
- 6.-Con los resultados obtenidos de la frecuencia cardiaca se consultan tablas,para convertir este valor en K/cal por minuto.

ANEXO II

PRUEBA PARA DETERMINAR CAPACIDAD
AEROBICA

(MANERO 1991)

A.-) Se requiere para realizar esta prueba, un banquillo de madera con las siguientes dimensiones:



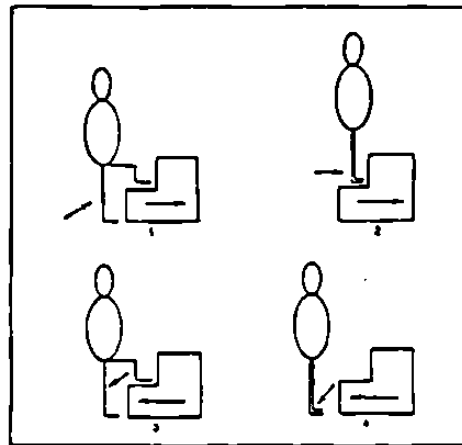
B.- Se obtiene la frecuencia cardiaca de referencia (latidos por minuto) del aspirante, por medio de la siguiente formula:

$$220 - \text{EDAD} = \underline{\hspace{2cm}} \times .65 = \underline{\hspace{2cm}}$$

EJEMPLO: Aspirante de 25 años.

$$220 - 25 = 195 \times .65 = 126 \text{ latidos por minuto o} \\ \text{frecuencia cardiaca de referencia.}$$

C.- Se procede a pedirle al aspirante que suba y baje del banquillo, tal como lo muestra la siguiente figura:



D.- **PRIMERA CARGA.** Inicialmente el aspirante subirá y bajara durante 3 minutos (8.5 veces cada 30 segundos) y descansara 1 minuto. Se checará su pulso cardiaco y se anotara este valor. Si el pulso es superior a la frecuencia cardiaca de referencia, aquí termina la prueba. Y se revisara la tabla correspondiente a primera carga para determinar la capacidad aeróbica.

Prueba escalonada para estimar capacidad física

PRIMERA CARGA (17 VECES/MINUTO)

Frecuencia cardíaca submáxima (1aU/min)

Nombre	92	96	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	
Mujer	100	104	108	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	
Peso (kg)	CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO (L/min)															VO ₂ Submax
	(VO ₂ máx)															(L/min)
40-44	370	310	270	240	210	195	180	165	155	140	132	125	118	112	105	068
45-49	400	340	290	260	230	215	198	180	168	157	146	138	132	125	118	072
50-54	419	360	310	285	250	230	210	195	180	169	157	149	141	134	129	077
55-59	446	390	330	301	268	245	225	209	193	180	168	158	152	144	136	082
60-64	473	397	349	320	286	260	240	220	205	190	178	169	160	153	145	087
65-69	500	419	370	335	300	278	253	233	217	203	189	178	170	161	154	092
70-74	522	438	390	350	316	290	270	248	228	214	199	188	179	171	162	096
75-79	549	460	401	369	330	305	282	260	240	226	210	199	189	180	172	101
80-84	577	483	421	385	341	320	296	275	252	235	219	208	190	188	178	106
85-89	600	506	441	392	360	332	310	288	267	249	232	219	209	198	188	111
90-94	—	529	460	409	375	343	323	300	279	259	241	228	218	207	197	116
95-99	—	547	476	423	390	359	333	311	289	270	251	238	227	216	205	120
100-104	—	570	496	441	386	370	342	322	300	280	260	248	235	223	213	125
105-109	—	593	517	459	401	389	359	333	312	292	275	259	247	234	222	130
110-114	—	—	526	476	417	400	369	341	321	301	281	268	253	241	228	135

Nota: Los valores de consumo máximo y submáximo de oxígeno deben dividirse entre 100 para expresarlos en litros por minuto.

E.- SEGUNDA CARGA. Si al terminar la primera carga, el pulso cardiaco no rebasa la frecuencia cardiaca de referencia, se procede a iniciar la segunda carga, en la cual el aspirante subirá y bajara el banquillo por 3 minutos (13 veces cada 30 segundos) y descansara 1 minuto, checando nuevamente el pulso cardiaco, anotando este valor; si dicho valor rebasa la frecuencia cardiaca de referencia, aquí termina la prueba, revisándose la tabla de segunda carga. Y se determinara la capacidad aerobica del aspirante.

Prueba escalonada para estimar capacidad física

SEGUNDA CARGA (26 VECES/MINUTO)

Frecuencia cardiaca submáxima (fa/min)

Hombre	112	116	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	
Mujer	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	
Peso (kg)	CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO (L/min) (VO ₂ máx)															VO ₂ Submáx (L/min)
40-44	326	303	280	259	240	225	213	203	193	184	175	167	160	154	148	108
45-49	341	321	299	277	258	240	227	217	207	195	186	178	172	164	158	115
50-54	361	337	316	293	274	255	240	229	218	208	198	189	182	175	163	122
55-59	389	359	335	313	294	275	258	247	233	222	212	203	196	188	180	130
60-64	416	375	348	328	308	288	270	258	245	233	221	213	205	197	188	137
65-69	437	398	366	339	322	302	286	272	258	246	233	223	213	208	199	144
70-74	458	424	380	354	333	315	296	285	270	257	244	233	225	213	208	151
75-79	483	446	415	370	348	328	311	299	284	270	257	246	237	227	218	159
80-84	504	466	433	388	361	339	324	310	297	281	268	256	247	237	227	166
85-89	525	485	452	416	376	351	334	322	308	292	279	267	257	247	237	173
90-94	547	505	470	433	403	377	358	342	325	307	297	280	270	257	247	180
95-99	571	527	491	452	421	393	374	357	339	320	310	292	282	269	258	180
100-104	592	547	509	469	437	408	388	370	352	332	321	303	292	278	257	195
105-109	—	558	520	479	446	416	396	378	359	339	328	309	298	284	273	199
110-114	—	586	546	503	468	437	416	397	377	356	344	325	313	298	286	209

NOTA: Los valores de consumo máximo y submáximo de oxígeno deben dividirse entre 100 para expresarlos en litros por minuto.

F.- TERCERA CARGA. En caso de que en las 2 primeras cargas no se haya logrado alcanzar la frecuencia cardiaca de referencia se procederá a realizar la tercera carga, en la cual el aspirante subirá y bajara el banquillo por 3 minutos (17 veces cada 30 segundos) y descansara 1 minuto, de nuevo se checará su pulso cardiaco, anotándose este valor y se checará la tabla de tercera carga.

Prueba escalonada para estimar capacidad física

TERCERA CARGA (34 VECES/MINUTO)

Frecuencia cardiaca submáxima (fa/min)

Hombre	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	
Mujer	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184	
Peso (kg)	CONSUMO MAXIMO DE OXIGENO (L/min) (VO ₂ máx)															VO ₂ Submáx (L/min)
40-44	365	340	322	301	285	272	258	246	233	224	216	208	199	191	184	144
45-49	388	359	337	319	301	289	274	260	248	237	228	219	210	202	197	153
50-54	411	378	351	333	318	303	289	275	261	250	240	230	222	210	203	162
55-59	436	400	370	350	331	320	306	290	277	265	254	243	234	225	218	172
60-64	459	417	405	378	358	342	324	305	293	281	271	261	250	240	231	181
65-69	482	448	425	397	376	359	340	324	307	295	285	274	262	252	243	189
70-74	504	470	445	416	394	376	356	340	322	305	298	287	275	264	254	199
75-79	530	493	464	437	414	395	374	357	338	325	313	302	289	277	257	209
80-84	552	515	487	456	431	412	390	372	353	339	327	315	301	289	278	218
85-89	575	536	507	474	449	429	407	388	367	353	340	328	314	301	290	227
90-94	598	557	528	493	467	446	423	403	382	367	354	341	326	313	301	236
95-99	—	581	550	514	487	465	441	420	399	383	369	355	340	326	314	246
100-104	—	600	570	533	505	482	457	436	413	396	382	368	352	338	326	255
105-109	—	—	590	552	522	499	473	451	427	411	396	381	365	350	337	264
110-114	—	—	—	571	540	516	489	466	442	425	410	394	377	362	349	273

NOTA: Los valores de consumo máximo y submáximo de oxígeno deben dividirse entre 100 para expresarlos en litros por minuto.

EJEMPLO

⇒ Aspirante de 25 años y 78 Kg. de peso.

⇒ Frecuencia cardíaca de referencia

$$220 - 25 = 195 \times .65 = 127$$

Se le aplica la Prueba para determinar la Capacidad Aeróbica, obteniéndose los siguientes resultados:

Primera Carga: 90 latidos por minuto.

Segunda Carga: 120 latidos por minuto.

Tercera Carga: 132 latidos por minuto.

Se procede a revisar la tabla de Tercera carga, en donde para una persona del sexo masculino de 78 Kg. de peso y con 132 latidos por minuto en esta prueba corresponden 4.14 Ltos / min

Solamente faltaría aplicar un factor de corrección, que toma en cuenta la edad del aspirante, según siguiente tabla:

Factor de corrección

Edad	VO ₂ máx
17-30	1.00
31-35	0.99
36-40	0.94
41-45	0.89
46-50	0.85
51-55	0.80
56-60	0.76
61-65	0.71
66-70	0.67
71-75	0.62
76-80	0.58

En este caso (25 años) sería de 1, por lo tanto:

$$4.14 \times 1 = 4.14 \text{ Ltos / min}$$

REGISTRO DE DATOS CAPACIDAD FISICA PARA EL TRABAJO

I. - Datos generales.

Nombre _____ # socio _____
 Departamento _____ Puesto: _____
 Edad: _____ Antigüedad: _____ Antig. en el puesto: _____
 Tipo de turno: 12 hrs 8 hrs Fecha: _____

II. - Antecedentes personales patológicos:

D.M.	si	no	HTA.	si	no	Control	si	no
Carcinoma isquemica			si	no	Hipertiroidismo		si	no
Obesidad	si	no	Nefropatia	si	no			
Neumopatia	si	no	Otras	_____				

III. - Antecedentes personales no patológicos.

Tabaquismo: si no Si es afirmativo. Cantidad al día: _____
 Alcoholicismo: si no Si es afirmativo. Cantidad al día: _____
 Ejercicio fisico si no Tipo: _____
 Frecuencia: _____ duracion: _____

IV. - Signos Vitales:

Peso: _____ Talla: _____ T/A: _____

V. - Prueba escalon de Manero:

Frecuencia cardiaca limite: _____
 Frecuencia cardiaca en reposo: _____
 1a fase: FC al terminar: _____
 VO2 maximo (tabla 3)
 2a fase: FC al terminar: _____
 VO2 maximo (tabla 4)
 3a fase: FC al terminar: _____
 VO2 maximo (tabla 5)
 Factor de correccion VO2 maximo _____
 Kcal / min _____

GRADO DE CARGA FISICA (O TIPO DE TRABAJO) DE ACUERDO AL NIVEL DE GASTO ENERGETICO

GRADO DE CARGA	GASTO ENERGETICO (kcal/min)	GASTO CALORICO DE LA JORNADA(8hrs)	FRECUENCIA CARDIACAMIN.	CONSUMO DE OXIGENO (lts/min)
DESCANSO	1.5	< 720	60-70	.3
MUY LIGERA	1.6-2.5	768-1200	65-75	.32-.5
LIGERO	2.5-5	1200-2400	75-100	.5-1.0
MODERADO	5-7.5	2400-3600	100-125	1-1-5
PESADO	7.5-10.0	3600-4800	125-150	1.5-2.0
MUY PESADO	10-12.5	4800-6000	150-180	2-2.5
EXTREMADAMENTE PESADO	> 12.5	> 6000	> 180	> 2.5

FUENTE: AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION

ZONAS DE DESEMPEÑO FISIOLÓGICO EN LAS ÁREAS DE TRABAJO

		Gasto calorico máximo (Kcal / min)																
		8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2.4	60																	
2.7	39		60															
3	28		44	60														
3.3	22		35	48	60													
3.6	18		29	39	50	60												
3.9	15		24	33	42	51	60											
4.2	13		21	29	37	45	53	60										
4.5			19	26	32	40	46	53	60									
4.8			23	29	35	41	48	54	60									
5.1			20	26	32	38	43	49	55	60								
5.4					24	29	34	39	45	50	55	60						
5.7						27	32	36	41	46	51	55	60					
6						25	29	34	39	42	47	51	56	60				
6.3						27	32	36	39	44	48	52	56	60				
6.6						25	29	33	37	41	44	49	52	56	60			
6.9						28	31	35	38	42	44	49	53	56	60			
7.2						26	29	33	36	39	42	47	50	53	56	60		
7.5							28	31	34	37	40	44	47	50	53	56	60	
7.8							29	32	35	38	40	44	47	50	53	56	60	
8.1								28	31	34	36	39	42	45	48	51	54	
8.4									28	31	34	36	39	43	45	48	51	
8.7									..	29	32	35	38	41	43	46	49	
9											31	33	36	39	41	44	47	
9.3											29	32	34	37	39	42	45	
9.6											31	33	36	38	40	43	46	
9.9											29	32	34	36	39	41	44	
10.2												30	33	35	37	39	42	
10.5													32	34	36	38	41	
10.8														30	33	35	37	
11.1															31	33	35	
11.7																30	31	
12																	30	
																		32

Gasto Energético

