

**CARGA FÍSICA Y TÉRMICA, RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL TRABAJO DE
EMBALADOR INFORMAL QUE LABORA EN UNA CIUDAD PORTUARIA DE
COLOMBIA – 2013**

**MARGARITA ROSA COY PEREZ
CLAUDIA JIMENA SILVA ROZO**



**Universidad
del Valle**

**FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA
MAESTRIA EN SALUD OCUPACIONAL
SANTIAGO DE CALI
2013**

**CARGA FÍSICA Y TÉRMICA, RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL TRABAJO DE
EMBALADOR INFORMAL QUE LABORA EN UNA CIUDAD PORTUARIA DE
COLOMBIA – 2013**

**MARGARITA ROSA COY PEREZ
CLAUDIA JIMENA SILVA ROZO**

**Trabajo de grado presentando como requisito para optar al título de
Maestría en Salud Ocupacional**

**Director
JUAN CARLOS VELASQUEZ VALENCIA
MD MSc**

**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE SALUD
ESCUELA DE SALUD PÚBLICA
MAESTRIA EN SALUD OCUPACIONAL
SANTIAGO DE CALI
2013**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, 2013

A Dios por permitirme alcanzar una meta más en mi vida, rica de saberes y conocimientos

A mis padres, tía y hermanos por su amor y apoyo incondicional

A mi esposo y mi hijo pilares y apoyos permanentes que con su paciencia amor y comprensión facilitaron muchos momentos difíciles durante este proceso

A los ángeles en la tierra como son todos mis amigos que con sus palabras de apoyo, de aliento no dejaron que desfallecerá en mi objetivo

A mi compañera de tesis que con su inteligencia, compromiso, don de gente facilito mi camino para alcanzar la meta propuesta

A todos mil y mil gracias.

MARGARITA COY

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de crecer como persona y profesional, por ponerme gente maravillosa que me permiten llegar a donde voy y avanzar en el camino de la vida. Gracias a él por darme el privilegio de trabajar con mi compañera de tesis. Gracias por darme a la mejor familia y amigos.

Este trabajo está dedicado a mis padres y mis hermanos quienes son mi motivo de vida.

A Carlos Alberto por su amor y apoyo incondicional.

A mis amigas Claudia Lasso y Juliana Montes.

CLAUDIA JIMENA SILVA

AGRADECIMIENTO

Las autoras expresan su profundo agradecimiento al doctor Juan Carlos Velásquez por su tiempo, paciencia y sabiduría.

CONTENIDO

RESUMEN.....	12
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	14
2. OBJETIVOS	18
2.1 OBJETIVO GENERAL	18
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
3. MARCO TEÓRICO	19
3.1 ERGONOMÍA.....	19
3.2 ENFOQUES DE LA ERGONOMÍA.....	21
3.2.1 Enfoque Biomecánico	21
3.2.2 Enfoque Fisiológico	21
3.2.3 Enfoque Psicofísico	21
3.3 CARGA FÍSICA DE TRABAJO.....	27
3.3.1 Capacidad de trabajo físico.....	29
3.3.2 Carga de trabajo físico.....	36
3.3.3 Mediciones en el trabajo	40
3.4 LA FATIGA.....	41
3.5 ESTRÉS TÉRMICO	45
3.5.1 Temperatura corporal	45
3.6 MARCO LEGAL	64
4. METODOLOGÍA	67
4.1 TIPO DE ESTUDIO.....	67
4.2 HIPÓTESIS ALTERNA.....	67
4.3 HIPÓTESIS NULA.....	67
4.4 POBLACIÓN	67
4.5 POBLACIÓN A ESTUDIO Y MUESTRA.....	67
4.6 CRITERIOS DE SELECCIÓN	67
4.6.1 Criterios de inclusión.....	67
4.6.2 Criterios de exclusión.....	68
4.7 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	68
4.8 INSTRUMENTOS.....	68

4.9 RECOLECCIÓN DE DATOS	71
4.10 PROCEDIMIENTO	72
4.11 CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	75
5. RESULTADOS	77
5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	77
5.2 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	78
6. DISCUSIÓN.....	91
7. FORTALEZAS DEL ESTUDIO.....	96
8. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	97
9. UTILIDAD DEL ESTUDIO.....	98
10. CONCLUSIONES	99
11. RECOMENDACIONES.....	100
BIBLIOGRAFÍA.....	102
ANEXOS	107

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Prueba escalonada - Capacidad de Trabajo (primera carga)	32
Tabla 2. Prueba Escalonada- Capacidad de Trabajo (segunda carga)	33
Tabla 3. Prueba Escalonada . Capacidad de Trabajo (tercera carga)	34
Tabla 4. Factor de corrección.....	34
Tabla 5. Calificación de los criterios de Chamoux	38
Tabla 6. Coeficiente de penosidad de Frimat modificado.....	38
Tabla 7. Criterios para la interpretación del índice WBGT	53
Tabla 8. Clasificación del trabajo de acuerdo al nivel de carga.....	53
Tabla 9. Características sociodemográficas de los embaladores informes que laboran en un puerto colombiano.	79
Tabla 10. Análisis descriptivo organización del trabajo	80
Tabla 11. Descriptiva datos antropométricos	81
Tabla 12 . Datos estadísticos respuesta cardiovascular y condiciones de carga física.	83
Tabla 13. Datos estadísticos descriptivos de acuerdo a riterio deFrimat.....	84
Tabla 14. Datos estadísticos descriptivos de mediciones ambientales	85
Tabla 15. Datos estadísticos descriptivos pérdidas de líquidos por sudoración y peso durante la actividad laboral	85
Tabla 16. Relación con variables de composición corporal	86
Tabla 17. Relación con variable VO2 (LO2/min).....	87
Tabla 18. Relación con variables de carga física.....	88
Tabla 19. Relación con variable índice de costo cardiaco relativo	89
Tabla 20. Relación con variable Penosidad del trabajo de FRIMAT	89
Tabla 21. Relación con variable sudoración	90

LISTA DE GRAFICAS

Gráfica 1. Procesos metabólicos relacionados con el trabajo muscular	25
Gráfica 2. Concentración de datos LGE	82

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO.....	108
ANEXO 2. CUESTIONARIO SOCIODEMOGRÁFICO Y DEL TRABAJO.....	111
ANEXO 3. FORMATO DE PRUEBAS Y MEDIDAS.....	112
ANEXO 4. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN.....	114
ANEXO 5. PRUEBA DE NORMALIDAD.....	115

RESUMEN

En Colombia existen disposiciones legales que respaldan la ejecución de actividades relacionadas con manejo de cargas entre las que se encuentran la Resolución 2400 de 1979, la Resolución 1016 de 1989, el Decreto 1832 de 1994, entre otras; así como las Normas Técnicas Colombianas NTC 5693 – 1 (Levantamiento y transporte manual de cargas), NTC 5693 – 2 (Halar y empujar cargas) y NTC 5693 – 3 (Manipulación manual de cargas livianas a alta frecuencia).

Con base en esta normatividad, las empresas están obligadas a implementar programas de prevención y control del riesgo ergonómico, específicamente del levantamiento y transporte manual de cargas; por este motivo se hace necesario, iniciar con un diagnóstico preciso sobre la existencia del riesgo al interior de las mismas.

Para valorar correctamente la carga física de trabajo, se debe contemplar inicialmente la definición del concepto: “conjunto de requerimientos psico físicos a los que el trabajador se ve sometido a lo largo de su jornada laboral”¹.

El propósito de este estudio fue determinar la respuesta fisiológica a la carga física y térmica del trabajo de los embaladores que laboran informalmente en una ciudad portuaria de Colombia y manipulan manualmente alimentos en bultos o sacos con peso de 50 kilos. Se utilizaron pruebas para medir la carga física de trabajo y equipos de medición ambiental para la carga térmica.

Para ello se eligió un estudio de diseño tipo descriptivo y correlacional, por conveniencia en donde se incluyeron 36 embaladores que cumplieron los criterios de selección. El 100% corresponde al género masculino. El coeficiente de penosidad de Frimat arrojó que para toda la población el trabajo es extremadamente pesado. El promedio ponderado del índice WBGT para estrés térmico es de 29,1°C considerando que para este tipo de trabajo se requiere descanso entre el 25% y el 50% de la jornada laboral. Se encontraron relaciones estadísticamente significantes entre el porcentaje de grasa corporal con el peso e índice de masa corporal (IMC). También la ingesta de líquidos y kilocalorías, la capacidad de trabajo físico con horas diarias de trabajo, antigüedad en el oficio y peso corporal. El índice de costo cardiaco relativo se relaciona estadísticamente

¹ Chavarría R. NTP 177: La carga física de trabajo: definición y evaluación. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. España. [internet]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/n tp_452.pdf. (Consultado 13 de agosto de 2013).

con kilocalorías, capacidad de trabajo físico (CTF) y la barrera de gasto energético. El coeficiente de penosidad de Frimat tiene una relación significativa con la variable kilocalorías.

PALABRAS CLAVE:

Carga física de trabajo, carga térmica, respuesta fisiológica, embalador informal.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El transporte de carga terrestre o marítima constituye un aspecto importante para la economía del país. Paralelo a esta actividad, existen trabajadores encargados del cargue y descargue, algunos agremiados en asociaciones, cooperativas o como informales. El oficio de embalador es calificado de bajo perfil para lo cual solo es necesaria la fuerza física por lo que generalmente se asigna al género masculino. La poca o nula formación académica de esta población dificulta el acceso a otras oportunidades laborales que se traduzcan en mejores ingresos.

En Colombia, los términos “bulteador”, “coter” o “estibador” son los acostumbrados para nombrar el oficio, en donde se considera esta labor con baja escala salarial, contratación no formalizada o por labor realizada (al destajo), y con demanda irregular de personal, por parte de la industria del transporte de carga y manufacturera, sectores que requieren sus servicios. Sumado a lo anterior, está la competencia que ofrecen los mismos “coteros” no organizados, al cobrar un menor precio por carga movilizada, favoreciéndose el abuso por quienes los contratan; esto puede deberse a la ausencia de una escala tarifaria para la actividad laboral. Se encuentran además factores como horarios extendidos y en jornada nocturna y aspectos adicionales que redundan en el entorno socioeconómico desfavorable, que enmarcan la situación de calidad de vida para estas personas².

La mayoría de funciones asociadas al oficio de embalador contemplan la ejecución de tareas en las que se efectúa el desplazamiento manual de cargas de diferentes formas, como llevar sacos al hombro, sobre la cabeza o cerca al tronco que conlleva a realizar movimientos de alta frecuencia en columna y miembros superiores; estas actividades implican efectuar un gasto energético y pueden generar cansancio o agotamiento por esfuerzo, debido a la exigencia de la carga de trabajo.

Cuando las demandas físicas del trabajo exceden las capacidades físicas del trabajador pueden surgir como consecuencias inmediatas la fatiga física, disconfort o dolor³; si este tipo de exposición a esas condiciones es continua, pueden llevar a la aparición de lesiones de mayor importancia sobre todo en el

² Aricada R. Caos y degradación: las cooperativas de trabajo asociado en el puerto de Buenaventura. Revista Cultura y Trabajo, No. 70 [Internet] Disponible en: <http://www.ens.org.co/index.shtml?apc=ba--;1;-:-&x=20150868>. (Consultado 11 de agosto de 2013).

³ Carga física: factores de riesgo ergonómico y sus medidas preventivas. [Internet] Disponible en: <http://www.croem.es/prevergo/formativo/3.pdf> [Consultado 4 de julio de 2013]

sistema musculo esquelético, especialmente en columna dorso lumbar; son también notables las consecuencias sobre el sistema cardiovascular.

En el mundo, para las empresas de almacenamiento y transporte de carga (terrestre y marítima), el manejo manual de materiales es la categoría más costosa y frecuente de pérdidas, dando cuenta de más de un cuarto de todas las lesiones en el trabajo que requieren prestaciones asistenciales y económicas. La mayoría de estas lesiones involucra dolor en la parte baja de la columna. Según los informes de la Comisión Europea los trastornos musculo esqueléticos son la causa de la mayoría de las ausencias (49,9% de todas las ausencias de más de tres días) y de los casos de incapacidad permanente para trabajar (60%)⁴.

Según la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo, en el año 2010 la manipulación, transporte, levantamiento y/o desplazamiento de cargas por parte de los trabajadores fue muy alta, representando un 34,5% de las actividades laborales, conllevando a un incremento de los accidentes laborales relacionados con factores de riesgo como sobreesfuerzo y repetitividad⁵.

En Colombia, cerca del 80% de las personas han experimentado dolores musculares en algún momento de su vida, convirtiéndose éstas en patologías comunes en la población en edad productiva. Según las estadísticas realizadas por las Administradoras de Riesgos Laborales (ARL) las enfermedades profesionales reportadas causan un importante número de incapacidades en todos los grupos ocupacionales (García, 2011)⁶.

La Federación de Aseguradoras Colombianas (FASECOLDA) en abril de 2013, reporta que en los últimos diez años no se observa diferencia significativa en los diagnósticos de enfermedad laboral⁷. Con base en esta información, el porcentaje de enfermedad laboral por desórdenes osteomusculares continúa ocupando los primeros lugares con un porcentaje igual o superior al 80% de los casos calificados.

A pesar de la falta de estudios prospectivos y las diferentes hipótesis en cuanto a los mecanismos fisiopatológicos involucrados en la génesis de los desórdenes musculo esqueléticos, la evidencia indica que es multifactorial y participan un número de factores de riesgo como la carga física, la organización del trabajo, aspectos psicosociales, socioculturales e individuales (OMS 1985, AM J Ind. Med.

⁴ Comisión europea: Second stage of consultation of the social partners on work-related musculoskeletal disorders. [Internet] Disponible en: ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=2183&langId=en. (Consultado el 11 de octubre de 2013).

⁵ Agencia europea Para La Seguridad Y La Salud En El Trabajo. Riesgos asociados a la manipulación manual de cargas en el lugar de trabajo. 2p [Internet]. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/publications/factsheets/73>. Consultado el 11 de Septiembre de 2010

⁶ García C. Hernán. Medicina del trabajo. Primera edición. Marzo de 2011. Editorial CES.

⁷ Aristizabal G. J. La enfermedad laboral en Colombia. Fasescolda. Abril 2013.

2000, NIOSH 1997)⁸. Se constituye entonces la carga física de trabajo en un factor importante a tener en cuenta en el mundo laboral.

Debe entenderse la carga de trabajo, como el conjunto de requerimientos psicofísicos a los que se somete el trabajador durante la jornada laboral. Aquí se relacionan dos variables importantes: las demandas o requerimientos físicos del trabajo y la respuesta del trabajador a través del esfuerzo físico o muscular.

La capacidad de desempeño físico en el trabajo está condicionada por factores antropométricos (talla, peso, tipo de fibra muscular), psicológicos (actitud y motivación frente a la actividad), entrenamiento y procesos adaptativos, entre otros. Así mismo, por factores externos relacionados con el trabajo como el ambiente (térmico, contaminación, ruido, altura, etc), la organización (horario de trabajo, descansos, etc), y producción (estándares, ritmo, manipulación de cargas, entre otras).

La capacidad de desempeño físico del trabajador está determinada por aspectos inherentes a la persona que provienen directamente del proceso de producción de energía, para lo que es fundamental la incorporación, almacenamiento y distribución de combustible y captación de oxígeno por los tejidos⁹.

La capacidad de trabajo físico del individuo depende entre otras de su tolerancia a las demandas de la actividad laboral, la capacidad aeróbica, la fuerza muscular y la coordinación neuromuscular.

Conocer la capacidad aeróbica del trabajador es importante para definir su ubicación laboral. Conocer si el trabajador realiza entrenamiento físico y su adaptabilidad indica el nivel de trabajo sostenido que conviene para el trabajador, orienta la re adaptación laboral y permite reconocer los niveles de rendimiento óptimo sin que los trabajadores alcancen la fatiga¹⁰.

En cuanto a los trabajadores informales que embalan alimentos manualmente en una ciudad portuaria de Colombia donde se realizó la presente investigación, se conoció que tienen una relación laboral con los conductores de tractomulas que transportan alimentos, quienes pagan el embalaje de acuerdo a la labor producida (a destajo); laboran en cuadrillas de cuatro trabajadores quienes deben completar la capacidad máxima de un contenedor con bultos de alimentos (entre 500 y 530 bultos), donde cada bulto pesa 50 kilos de peso; cada cuadrilla alcanza un

⁸ Concha – Barrientos M, Nelson ID, Fingerhut M. The global burden due to occupational injury. American Journal of Industrial Medicine. Volumen 48, Edición 6, páginas 470-481. Diciembre de 2005

⁹ Valencia JC. Carga Física de Trabajo, Bases Fisiológicas y Metodológicas para su Estudio. Editorial Universidad Libre. Pereira – Colombia. Marzo 2006.

¹⁰ Loe H, Rognmo Ø, Saltin B, Wisløff U. La capacidad aeróbica de datos de referencia en 3816 dhombres y mujeres sanos 20-90 años. Universidad Europea de Madrid, España. 2013.

promedio diario de embalaje manual de siete contenedores en un turno máximo de ocho horas. Es decir, cada embalador que hace parte de una cuadrilla, realiza la misma operación (levantamiento y transporte manual del bulto) entre 1000 y 1060 veces por jornada laboral, aproximadamente.

No se cuenta con datos sobre morbilidad y/o ausentismo relacionado con los sistemas osteomuscular y cardiovascular de estos trabajadores.

Desde el punto de vista de la organización del trabajo con criterios ergonómicos, es un propósito fundamental el proceso de adaptación del trabajo a las condiciones fisiológicas del trabajador, para que lleve a cabo sus tareas sin alcanzar la fatiga. En el caso de los trabajadores objeto de estudio, se presenta el proceso inverso: adaptación del trabajador a las condiciones del trabajo. Para las empresas del sector privado en muchas ocasiones, no se cuenta con la inversión requerida y ni la disponibilidad de tiempo de los profesionales, trabajadores y empresarios, para realizar estudios que permitan determinar las consecuencias en la salud durante la ejecución del trabajo; con menos probabilidad de realización de este tipo de investigaciones en los trabajos informales.

Un factor más a considerar es el clima de la región donde laboran estos trabajadores, de tendencia más caliente que el resto del país, húmedo y con alta variabilidad de lluvia mensual, ubicada a siete metros sobre el nivel del mar, con una temperatura promedio de 28°C y una humedad relativa con un promedio multianual de 92,5%¹¹. Bajo estas condiciones, y teniendo en cuenta que el sistema termorregulador del organismo se afecta con el entorno (temperatura del aire, temperatura radiante, humedad y velocidad de aire), la vestimenta y la actividad física, se puede producir una respuesta efectiva o de tensión, que conlleva a incomodidad, fatiga, agotamiento, ocasionalmente a enfermedad por calor y aun hasta la muerte.

1.1 FORMULACIÓN DE LA PREGUNTA DE INVESTIGACION.

¿Cuál es la respuesta fisiológica a la carga física y térmica del trabajo del embalador informal que labora en una ciudad portuaria de Colombia?

¹¹ Boletín metereomarinero del Pacífico Colombiano 2013. Dirección General Marítima – Autoridad Marítima Colombiana. Editorial Dimar. Marzo 2013.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar la respuesta fisiológica a la carga física y térmica del trabajo de embalador informal que labora en una ciudad portuaria de Colombia.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar socio demográficamente a los embaladores informales objeto de estudio.
- Caracterizar antropométricamente a los embaladores informales.
- Identificar la respuesta cardiovascular frente a las condiciones de carga física y térmica a que están expuestos los embaladores.
- Identificar la relación de la respuesta fisiológica de los trabajadores informales ante la carga física en el embalaje.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 ERGONOMÍA

Acorde con las directrices dadas a nivel mundial por la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA) en el año 2000: La Ergonomía es la disciplina científica relacionada con la comprensión de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, la profesión que aplica la teoría de sistemas, los principios, datos y métodos de diseño para optimizar el bienestar humano y un rendimiento general.

Dentro de la disciplina de la Ergonomía existen dominios de especialización que corresponden a contenidos del conocimiento acerca de las personas en situación de trabajo más que a atributos del sistema o a sectores económicos:

La ergonomía física: Referida a las características anatómicas, antropométricas, fisiológicas y biomecánicas humanas en su relación con la actividad. Hace alusión a las posturas de trabajo, los movimientos, la capacidad fisiológica de la persona y la aplicación de fuerza principalmente.

La ergonomía cognitiva: Hace referencia a los procesos mentales como percepción, memoria y razonamiento. Considera tópicos como los costos cognitivos en el trabajo (anteriormente denominada carga mental), toma de decisiones, saber y saber - hacer (conocimientos operacionales).

Ergonomía organizacional: Se preocupa por la evolución favorable y el mejoramiento del sistema socio - técnico de trabajo, incluyendo la estructura organizacional de las empresas, sus políticas y procesos¹².

En Colombia, así como en todos los países latinoamericanos y en la mayoría de los países del mundo, el dominio de estudio de la ergonomía que más se ha estudiado y desarrollado ha sido en el plano físico. Es decir, el relacionado con las posturas de trabajo, los movimientos, la capacidad fisiológica de la persona y la aplicación de fuerza principalmente. Incluso dentro de éste, se ha hecho énfasis principalmente en tres factores: postura, movimiento y fuerza. El aspecto fisiológico está un tanto relegado por requerirse conocimiento y equipos especializados.

¹² Ergonomía. Asociación Internacional de Ergonomía [internet] Disponible en: www.iea.cc. (consultado el 05 de julio de 2013)

En este marco de ideas, resulta comprensible decir que los principales problemas ergonómicos que se han encontrado en la población laboral colombiana están dados por las condiciones biomecánicas del trabajo, cuyo resultado de exposición se expresa a través de la aparición y diagnóstico de lesiones en el sistema osteomuscular.

En primer lugar, estas condiciones biomecánicas se configuran a partir la tecnología de trabajo que tienen disponible los trabajadores, tecnología que es dada por las empresas. Forma parte de la prescripción del trabajo, así como lo son las metas de producción a cumplir, el tiempo de trabajo en que debe hacerlo, el espacio físico de trabajo donde debe ejecutar el operario su labor e incluso el grupo de personas con quienes debe realizarla.

En la mayoría de las empresas Colombianas los operarios deben cumplir su función laboral con equipos que presentan problemas en su funcionamiento, además de obtener calidad en los productos que están elaborando, haciéndolo en corto tiempo. Esto les implica tomar riesgos, exponerse o desarrollar elementos alternativos de trabajo (inventar herramientas hechizas), para poder responder a las expectativas y demandas del cliente y de la empresa misma¹³.

En la actualidad, los trabajadores Colombianos afrontan una situación bien particular: “hacer funcionar correctamente la mezcla de tecnologías antiguas y nuevas de trabajo” para lo cual deben “tomar riesgos” y exponerse para lograr los objetivos técnicos y de productividad de la empresa. Si la tecnología no funciona, si el operario llega a accidentarse tratando de recuperar un proceso que va hacia el caos o si llega a presentar alguna molestia en su sistema osteomuscular, la responsabilidad se le asigna a él... ¿Y la empresa? Ella es quien establece las condiciones de trabajo, el trabajador desarrolla su repertorio operacional de trabajo acorde con dichas condiciones. Es un constructor del trabajo para darle fiabilidad al sistema de trabajo en el cual se encuentra implicado¹³.

Desde el punto de vista de la ergonomía, la lesión osteomuscular, el accidente de trabajo, los problemas de calidad y los rendimientos en el trabajo no son en sí el problema. Ellos son consecuencia de “algo que está sucediendo al interior de los sistemas de trabajo” que no es muy evidente, pero que constituyen los reales problemas que tienen las empresas y que muchas veces ni siquiera ellas mismas han podido establecer¹¹.

¹³ Políticas de Ergonomía Empresarial. [Internet] Disponible en: <http://hasp.axesnet.com/contenido/documentos/Pol%C3%ACTicas%20de%20ergonom%C3%ADa%20empresarial.doc>. (consultado 10 de junio de 2013)

3.2 ENFOQUES DE LA ERGONOMÍA

3.2.1 Enfoque Biomecánico. La biomecánica es el estudio de los aspectos mecánicos del cuerpo humano que tiene aplicaciones ergonómicas principalmente en los puntos de unión de los segmentos del cuerpo, su musculatura y el vínculo del hombre con su entorno.

Su objetivo principal es el estudio del cuerpo con el fin de obtener un rendimiento máximo, resolver algún tipo de discapacidad, o diseñar tareas y actividades para que la mayoría de las personas puedan realizarlas sin riesgo de sufrir daños o lesiones. Algunos de los problemas en los que la biomecánica ha intensificado su investigación han sido el movimiento manual de cargas y los microtraumatismos repetitivos o trastornos por traumas acumulados.

Una de las áreas donde es importante la participación de los especialistas en biomecánica es en la evaluación y rediseño de tareas y puestos de trabajo para personas que han sufrido lesiones o han presentado problemas por microtraumatismos repetitivos, considerando una persona que ha estado incapacitada por este tipo de problemas no debe regresar al mismo puesto de trabajo sin haber realizado una evaluación y las modificaciones pertinentes, pues es muy probable que el daño que sufrió sea irreversible y reincidirá en poco tiempo. De la misma forma, es conveniente evaluar la tarea y el puesto donde se presentó la lesión, ya que en caso de que otra persona lo ocupe, existe una alta posibilidad de que sufra el mismo daño después de transcurrir un tiempo en la actividad.

3.2.2 Enfoque Fisiológico. La fisiología tiene por objeto el estudio de las funciones de los seres orgánicos y es por ello que se tiene en cuenta el enfoque fisiológico de la ergonomía. Este enfoque está relacionado con los requerimientos de energía de una tarea en particular y estrés fisiológico del cuerpo asociado a dicha tarea. Se preocupa por la reacción del sistema cardiovascular evaluado a través del pulso, presión sanguínea, consumo de oxígeno y acumulación de ácido láctico. Su finalidad es definir los límites basados en variables metabólicas y cardiovasculares para poder establecer capacidades físicas según la tarea determinada. Astrand refiere en cuanto a la función del fisiólogo del trabajo: “El principal objetivo del fisiólogo del trabajo es hacer posible a los individuos llevar a cabo sus tareas sin sufrir fatiga, de modo tal que al final del día de trabajo tengan vigor suficiente como para disfrutar de su tiempo de ocio¹⁴”.

3.2.3 Enfoque Psicofísico. El enfoque psicofísico está asociado con la medición del estrés en las tareas realizadas; y es uno de los diseños más apropiados para

¹⁴ Astrand – Rodahl. Fisiología del trabajo Físico. Editorial. Panamericana. Tercera Edición. 1992

establecer capacidades en la manipulación de cargas. El uso de este enfoque en las tareas de levantar, requiere el ajuste del peso de la carga y la frecuencia, relacionadas con la percepción del esfuerzo que se realiza en la actividad. Esto se lleva a cabo con el fin de no generarles fatiga o sobreesfuerzo a los trabajadores, en la ejecución de las tareas de manipulación de cargas. Además este modelo permite desarrollar líneas guías y pronosticar la fuerza aceptable máxima.

Algunos de los parámetros que se tienen en cuenta son la frecuencia, la distancia vertical, el punto de inicio y fin, la posición, el tamaño de la carga, la distancia horizontal, la duración de la actividad, entre otros.

De acuerdo con Ayoub, este enfoque maneja la relación entre las sensaciones y los estímulos físicos del ser humano. Borg y Eiler (1962) encontraron que la percepción del esfuerzo muscular y la fuerza, se debe a la función psicofísica, donde la magnitud de la sensación crece como el impulso de un estímulo.

Para efectos de la presente investigación son relevantes los enfoques biomecánicos y fisiológicos de la ergonomía. Por tal razón, se requiere realizar un énfasis teórico de cada uno que permita relacionar y/o entender los hallazgos encontrados en la actividad laboral del embalador. Teniendo en cuenta lo anterior es pertinente describir la participación del sistema muscular en el desarrollo del movimiento.

Los músculos esqueléticos se constituyen en el motor que proporciona movimiento al esqueleto humano. Contribuyen además con el mantenimiento de las posturas, gracias a la contractilidad de las fibras musculares que las capacita para acortarse proporcionando movimiento al segmento esquelético o para resistir la elongación sin efectuar movimiento alguno. La fibra muscular que es la célula fundamental de los músculos es multinucleada, alargada y delgada, variando considerablemente su longitud según el tipo de músculo¹⁵. En el interior de la fibra muscular existen muchas miofibrillas que a su vez la dividen transversalmente en miles de diminutas zonas cilíndricas, las sarcómeras por medio de estriaciones. En el interior de las sarcómeras existen aproximadamente tres millones de miofilamentos gruesos formados por moléculas de la proteína miosina y otros delgados constituidos por moléculas de la proteína actina. Las sarcómeras son la unidad funcional de la contracción muscular.

Cada fibra muscular está inervada por una sola célula del asta anterior de la médula espinal a través de un axón situado en el interior de una fibra nerviosa periférica. Cabe resaltar que una sola célula del asta anterior inerva más de una fibra de un músculo determinado.

¹⁵ Trotter JA. Interfibertensión transmission in series – fiberet muscle of the cat hindlimb. J Morphol 1990; 206: 351 – 361.

El tejido conectivo proporciona al músculo esquelético el medio para discurrir su inervación y vascularización; además permite anclar el músculo al hueso haciendo efectiva la contracción de las fibras musculares.

La arquitectura de un músculo está definida por la ubicación de las fibras musculares respecto al eje de fuerzas que genera¹⁶. Esta dirección es propia de cada músculo. Teniendo en cuenta la forma externa los músculos se clasifican en: fusiformes (fibras rectas) y penniformes (fibras inclinadas), los segmentados (con bandas transversales de tejido aponeurótico intercaladas), los que tienen grandes digitaciones y varios vientres musculares o cabezas.

También se clasifican teniendo en cuenta el número de articulaciones que atraviesan: monoarticulares, biarticulares y poliarticulares.

Fisiología de la contracción muscular. La contracción muscular se produce en las sarcómeras por el deslizamiento de los miofilamentos de miosina sobre los de actina. Esto conlleva a que millares de estriaciones cruzadas se desplacen acercándose entre sí, acortando la totalidad de la fibra, contrayéndose. Existen unas proyecciones de filamentos de miosina llamados puentes transversales que conectan la actina y constituyen la fuerza deslizante. La acetilcolina es el mediador químico de los impulsos nerviosos en la unión mioneuronal. El grado en que entra en acción la totalidad de un fascículo para un movimiento dependerá de la frecuencia del estímulo proveniente del sistema nervioso, dado que puede poner en juego más fuerza muscular estimulando más fibras musculares. Si bien existe el principio del “todo o nada” (cuando se estimula una fibra muscular responde con una contracción máxima), solo se aplica a la fibra muscular y no a la totalidad del músculo.

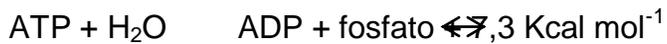
Existen dos clases de células musculares: las lentas o tipo I y las rápidas o tipo II. Las lentas se proveen de energía a partir del oxígeno sanguíneo mientras que las rápidas utilizan la energía almacenada en el músculo en forma de glucosa, en ausencia de oxígeno, transformándola en ácido láctico. Los dos tipos de célula generalmente se encuentran en una proporción del 50% cada una, aunque se debe tener en cuenta las diferencias individuales. Las células tipo II se subdividen en IIa y IIb. Las últimas mediante entrenamiento se pueden asemejar a las de tipo I. En un esfuerzo muscular inicialmente entran en acción las células tipo I y posteriormente las de tipo IIa y IIb. Si el esfuerzo es ligero solamente actúan las de tipo I¹⁷. Las células tipo I son resistentes y tienen poca fuerza, mientras que las IIb ejercen una gran fuerza durante periodos cortos de tipo. Las células IIa tienen gran potencia y buena resistencia.

¹⁶ Lieber RL. Skeletal muscle structure and function. Baltimore: Williams and Wilkins, 1992.

¹⁷ Wirhed R. Habilidad atlética y anatomía del movimiento. Barcelona: Edika – Med SA, 1989.

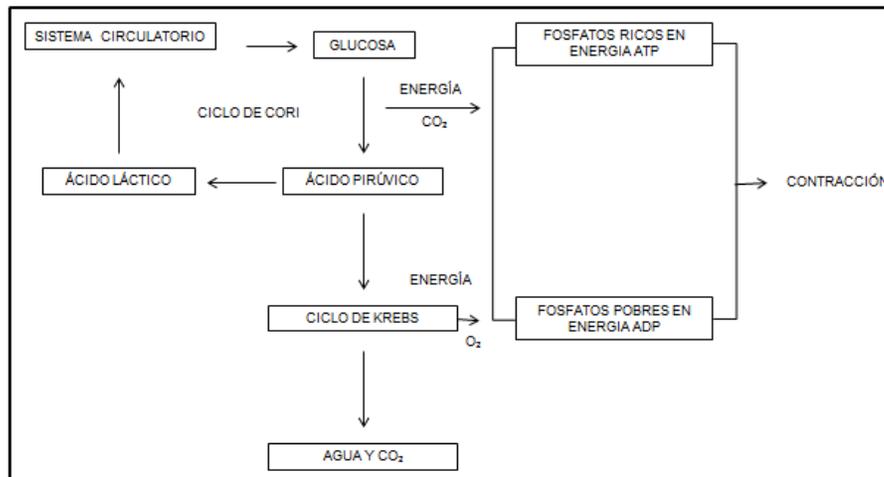
Los músculos son los que mueven las palancas esqueléticas según las uniones en los puntos de inserción a través de los tendones. Los músculos están dispuestos en pares para que puedan trabajar juntos en cooperación sincronizada (agonistas). Los que realizan movimientos opuestos son los antagonistas que evitan que una de las dos articulaciones se exceda en su movimiento manteniendo la tensión sin realizar un acortamiento completo.

En la contracción muscular se presentan diferentes reacciones químicas siendo la hidrólisis del Trifosfato de Adenosina (ATP) la que más energía libera:



El paso de ATP a ADP implica transformar a costa de la contracción fosfatos ricos en energía en fosfatos pobres en energía. Es necesario que exista un mecanismo que transforme el ADP en ATP para la cual se presentan ciclos de degradación de nutrientes que aporten energía necesaria para que sea reversible la reacción (Gráfico 1).

Gráfica 1. Procesos metabólicos relacionados con el trabajo muscular¹⁸



La primera fuente de energía la proporciona la oxidación de la glucosa transformándose en ácido pirúvico. La segunda fuente la proporciona la oxidación total de este ácido cuyos productos finales son el anhídrido carbónico y agua mediante el proceso conocido como ciclo de Krebs. El paso de ácido pirúvico a ácido láctico se produce cuando el aporte de oxígeno es insuficiente y no es posible una oxidación total.

A pesar que los glúcidos son los que proporcionan la respuesta inmediata de energía, los lípidos son la fuente más importante, pero al no ser su metabolismo tan inmediato se considera una energía de reserva. Sucede algo similar con las proteínas.

Metabolismo energético

Es necesario la introducción de glucosa u otros elementos energéticos, así como el oxígeno en los procesos metabólicos relacionados con el trabajo muscular. Este aporte se realiza a través de la sangre, lo que obliga a que el sistema circulatorio funciones adecuadamente. Por otra parte, si el sistema respiratorio presenta alteraciones, la sangre que circula no está suficientemente oxigenada. Cualquier disfunción de estos dos sistemas, así como la demanda de trabajo superior a las posibilidades orgánicas del individuo favorece la aparición de ácido láctico.

Si la producción de ácido láctico es superior a su eliminación, permanece en el músculo ocasionando sensación de fatiga que puede llegar a producir dolor.

¹⁸ Mapfre. Manual de Ergonomía. Editorial MAPFRE S.A. Madrid 1994.

Estas sensaciones se controlan mediante el reposo y el tiempo suficiente para la metabolización del ácido láctico.

En la oxidación total, se presenta como producto final el anhídrido carbónico y el agua a través de la eliminación por sangre. Si hay una mala circulación estos productos se acumulan en los músculos incrementando la acidez, inflamándolo por acumulación de agua y comprimiendo la masa muscular.

Es importante que los procesos metabólicos se efectúen con suficiente oxígeno para llegar a la oxidación total (metabolismo aeróbico – muy energético), y que se presente en menor medida el anaeróbico (poco energético). Por ejemplo, en el metabolismo de los carbohidratos cuando hay presencia de oxígeno se producen 38 moléculas de ATP, mientras que en presencia inadecuada las moléculas de glucosa se rompen en un proceso anaeróbico formando ácido láctico y ganando solo 2 moléculas de ATP por cada molécula de glucosa metabolizada.

La capacidad aeróbica de un individuo representa el valor máximo de Kilocalorías por minuto que es capaz de generar metabolizando los alimentos por la vía aeróbica (incluye sumatoria del estado de los pulmones y vías respiratorias, membrana alveolar capilar donde el oxígeno se difunde en sangre, cantidad de hemoglobina para transportar oxígeno, capacidad del corazón para llevar oxígeno a los tejidos y la capacidad de los tejidos de captar el oxígeno a través de la sangre). La capacidad anaeróbica de una persona representa el máximo de aumento que es capaz de provocar en su organismo utilizando tanto el metabolismo aeróbico como anaeróbico. La capacidad anaeróbica aumenta la potencia aeróbica de una persona aproximadamente en un 62%. La capacidad aeróbica en las mujeres es un 20% menor que la de los hombres por la menor concentración de hemoglobina en sangre. La capacidad aeróbica alcanza su nivel máximo alrededor de los 18 y 20 años tendiendo a caer. La realización de actividad física constante preserva la capacidad física. Estudios realizados demuestran que la capacidad aeróbica puede aumentar hasta un 15% con la práctica de ejercicio regular que lleva a un entrenamiento del corazón entre el 50% y 70% de la potencia máxima¹⁹.

Balance energético

Una kilocaloría (Kcal) es la cantidad de calor necesaria para aumentar la temperatura de 1 mililitro de agua de 14°C a 15°C con una equivalencia de 4,18 Jules. El número energético de los alimentos consiste en el número de calorías o Jules por gramo de sustancia.

¹⁹ Estrada Muñoz, J. Ergonomía II edición. Colección Yuluka / Salud Pública. Editorial Universidad de Antioquia. Marzo de 2000.

Cada componente de la dieta alimenticia como proteínas, grasas y carbohidratos produce diferentes cantidades de energía. Es así como un gramo de carbohidrato o proteína genera alrededor de 4,1 Kcal de energía (17,1 kJ/g). Mientras que un gramo de grasa produce aproximadamente 9,3 Kcal.

Por ejemplo para una persona más o menos activa que consume una dieta de 400 gramos de carbohidratos, 80 gramos de grasa y 80 gramos de proteínas, su producción de Kcal es de 2712 (11336,2 kJ). Si este individuo disminuye en su dieta 150 gramos de carbohidratos sin incrementar los demás alimentos, la energía que obtiene será de 2097 Kcal (8765,5 kJ). Este valor equivale a una disminución de 615 Kcal, de manera que si el individuo en su actividad diaria está utilizando aún las 2712 Kcal obtendrá las 615 Kcal de déficit mediante catabolismo de la grasa del cuerpo, lo que significará pérdida de peso progresiva. Por el contrario, si se presenta un incremento en la ingesta de 250 gramos de carbohidratos será equivalente a 3737 Kcal (15620,7 kJ), valor por encima de las 2712 Kcal necesarias que deberán convertirse en un sobrante diario almacenado como grasa, lo que implicará un aumento progresivo de peso.

3.3 CARGA FÍSICA DE TRABAJO

Se entiende como Carga de Trabajo "el conjunto de requerimientos psico-físicos a los que el trabajador se ve sometido a lo largo de la jornada laboral". Para realizar una valoración correcta de dicha carga o actividad del individuo frente a la tarea hay que valorar el aspecto físico y mental dado que ambos coexisten, en proporción variable, en cualquier tarea.

Se entiende por carga física de trabajo la exigencia de actividad física proveniente del trabajo que tiene como contrapartida el aporte por el trabajador de esfuerzos físicos²⁰.

La evaluación de la carga física en un puesto de trabajo servirá para determinar si el nivel de exigencias físicas impuestas por la tarea y el entorno donde esta se desarrolla están dentro de los límites fisiológicos y biomecánicos, o por el contrario, pueden exceder las capacidades físicas del trabajador poniendo en riesgo su salud.

Cualquier actividad de tipo físico incluyendo el trabajo, requiere un consumo de energía directamente proporcional al esfuerzo realizado. Este esfuerzo implica contracción y relajación de tejido muscular. La carga física se produce por dos tipos de esfuerzo: estático y dinámico. El esfuerzo estático está asociado a

²⁰ Consejería de Educación y Cultura. Secretaría Sectorial de Educación. Subdirección General de Personal. Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Carga Física.2004. [Internet]. Disponible en: www.carm.es/web/integra.../carga_fisica.pdf?...carga... (consultado en enero 27 en 2013)

posturas de trabajo y a la actividad isométrica de los músculos. En las acciones estáticas, el músculo permanece con la misma longitud soportando la carga. Se destaca que este tipo de esfuerzo conlleva a alteraciones vasculares, entre otras.

El esfuerzo dinámico se presenta cuando hay una sucesión de tensión y relajación de los músculos que intervienen en la tarea. El trabajo muscular en un esfuerzo dinámico involucra la manipulación manual de cargas (sobreesfuerzos) y tareas con movimientos de alta frecuencia de repetición. En la actividad dinámica el músculo cambia de longitud, moviendo la carga.

En el año 2007, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) afirma que la manipulación manual de cargas es una de las causas más frecuentes de accidentes laborales con un 20– 25% del total de los producidos²¹.

Ese mismo año, la Unión Europea (UE) afirma que el dolor de espalda es uno de los principales problemas de salud relacionados con el trabajo, afectando al 23.8% de los trabajadores. Los datos de la IV Encuesta Europea sobre Condiciones de Trabajo, indican que el 34.4% de los trabajadores levanta y transporta cargas pesadas (Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo 2007). El costo económico para la UE oscila entre el 2.6% y el 3.8% del Producto Nacional Bruto²².

La manipulación manual de carga es la causa más común de fatiga ocupacional y dolor de la parte baja de la espalda. El problema musculoesquelético fundamental asociado al manejo manual de carga es el dolor lumbar, comúnmente llamado lumbago. Existe evidencia epidemiológica suficiente que demuestra la asociación entre dolor lumbar y estas labores (Barondess 2001)²³. Tres de cada cuatro canadienses cuyos trabajos incluyen la manipulación manual de carga sufren de dolores debido a lesiones de la espalda en algún momento. Corresponden a un tercio de todo el trabajo perdido y al 40% de los costos de compensación. El sufrimiento humano es más importante que los costos financieros. Cada año cerca de 8000 trabajadores Canadienses quedan permanentemente discapacitados por lesiones de espalda. Muchos otros no pueden regresar a sus trabajos anteriores, sus vidas se alteran.

²¹ Jamera, Chamby V. Evaluación y Control en la Manipulación Manual de Cargas. Recuperado en 11/03/07 Tomado de <http://www.monografias.com/trabajos43/manipulacion-cargas/manipulacion-cargas.shtml>

²² Agencia europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. 2007a. Introducción a los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral. FACTS Nº 71 ES.

²³ Bernard 1997; Dempsey 2006; Barondess J. Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities. Panel on Musculoskeletal Disorders and the Workplace, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council and Institute of Medicine. Washington DC: National Academy Press. 2001.

La Organización Internacional del Trabajo estima que en países en vías de desarrollo, el costo anual de los accidentes y enfermedades ocupacionales está entre el 2% al 11% del Producto Interno Bruto (PIB). Esta organización calculó en el año 2011 que anualmente se producen 160 millones de casos de enfermedades no mortales relacionadas con el trabajo²⁴.

En Colombia al agrupar los diagnósticos por sistemas se observó que el sistema músculo esquelético es el más afectado durante los años 2003, 2004, 2007 y 2010 con un 80%, 82%, 80,8% y 85% de todos los diagnósticos de origen profesional, respectivamente²⁵⁻²⁶.

3.3.1 Capacidad de trabajo físico. La capacidad de trabajo física (CTF) es definida como la cantidad máxima de oxígeno que puede procesar o metabolizar un individuo, por lo cual también se le denomina como capacidad aeróbica o potencia máxima aeróbica²⁷.

La capacidad de reacción de un trabajador en determinadas circunstancias o escenarios depende de diferentes factores: intrínsecos y extrínsecos que resultan de procesos de producción de energía, indispensable para el buen funcionamiento de los tejidos que permite afrontar las exigencias del medio⁹.

La capacidad de desempeño físico está condicionada por factores psicológicos (actitud, motivación), factores somáticos (peso, talla, tipo de fibra muscular), entrenamiento, adaptación, entre otros; por factores externos propios del proceso de trabajo como son el ambiente de trabajo (altura, presión del aire, contaminación ambiental, ruido, ambiente térmico, etc.), la organización y división del trabajo (intensidad, duración, técnica, ritmo, posición, programa de trabajo, tipo de jornada, tipo de contrato, etc.) y factores externos relacionados con procesos de reproducción de la fuerza de trabajo (descanso, alimentación, vivienda, recreación, educación, etc.)²⁴⁻²⁸.

²⁴ Oficina Internacional del Trabajo. 2011. ILO introductory report: Global trends and challenges on occupational safety and health, XIX Congreso Mundial sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, Estambul, 2011 (Ginebra).[internet] Disponible en: www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_162662.pdf consultado 10 de enero de 2013)

²⁵ Informe de Enfermedad Profesional en Colombia 2003–2005. Ministerios de la Protección Social. Bogotá – Colombia.

²⁶ V Congreso de Prevención De Riesgos Laborales En Iberoamérica Avances Y Perspectivas Del Sistema De Riesgos Profesionales en Colombia. Cámara Técnica de Riesgos Profesionales, FASECOLDA, Sistema Información Gremial 2011

²⁷ Mondelo P., Torada; E, Barrau P. Ergonomía 1 Fundamentos. Alfaomega Grupo Editor.2000.

²⁸ Astrand Per Olof. Fisiología del Trabajo Físico. Editorial Panamericana. Tercera edición. 1992.

La capacidad de trabajo físico (máxima intensidad de un trabajo compatible con el estado de equilibrio cardiorespiratorio) depende de: la tolerancia del sujeto al trabajo, la coordinación neuromuscular, la capacidad aeróbica máxima y la fuerza muscular máxima²⁹. Todas estas variables son susceptibles de ser medidas, intervenidas y entrenadas. La tolerancia (física y psicológica) del sujeto al trabajo, de cierto modo está condicionada por la coordinación neuromuscular, la capacidad aeróbica y la fuerza máxima, por lo tanto se espera que al medir y evaluar estas variables se obtenga una estimación de la tolerancia física al trabajo.

La potencia aeróbica máxima es sinónimo de consumo máximo de oxígeno ($VO_2max.$), refleja la capacidad combinada de los sistemas cardiovascular y respiratorio para obtener, transportar y entregar oxígeno a los músculos durante el trabajo, como también la eficiencia de este tejido para usarlo²⁵.

Entre los factores que influyen la $VO_2max.$, se pueden incluir los siguientes:

Edad: la $VO_2max.$, aumenta hasta los 25 años donde alcanza su máximo nivel y se mantiene más o menos constante en este "pico" máximo hasta aproximadamente los 30 años. A partir de esta edad empieza a disminuir su valor en hombres y mujeres. Se calcula que a los 70 años de edad se tiene el 50% del pico máximo alcanzado de la $VO_2max.$

Género: En mujeres la VO_2max esta aproximadamente entre el 70% al 75% de la $VO_2max.$, del hombre; no obstante se ha visto que la potencia aeróbica máxima se conserva en mujeres durante casi toda la edad fértil, luego disminuye.

Está influenciada además por estados patológicos, estado nutricional, tamaño y composición del cuerpo.

La potencia aeróbica también está condicionada por factores externos como la temperatura ambiental, la presión atmosférica, la humedad relativa del aire, factores derivados de la organización y división del trabajo.

El conocimiento de la capacidad aeróbica es importante para definir ubicación laboral, determinar el grado de entrenamiento o adaptabilidad del trabajador, brinda información sobre el nivel de trabajo sostenido que conviene al trabajador, la eficacia de la rehabilitación física y la readaptación laboral; además permite reconocer los niveles de rendimiento óptimo sin que los trabajadores se fatiguen⁹.

"La potencia aeróbica máxima puede ser estimada a través de la respuesta cardiovascular, mediante la medición de la frecuencia cardiaca" (en 1950, Berggren y Christensen comunicaron que el aumento del consumo de oxígeno en el trabajo, está estrechamente relacionado con el incremento de pulso y que "el

²⁹ McFarlane Brent. Utilización de los sistemas energéticos en el entrenamiento Kinesis No.17

número de pulsaciones durante el trabajo debería dar información bastante confiable acerca del costo energético"), la cual además puede ser usada como indicador de fatiga y trabajo pesado.

Se han desarrollado técnicas como pruebas en bicicletas ergométricas, pruebas de paso o escalón por ejemplo, la estimación que se hace de la potencia aeróbica mediante el Nomograma de Astrand. (Astrand 1982).

El doctor Rogelio Manero, Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores de Cuba, diseñó la prueba escalonada para la estimación de VO_2 máxima (potencia aeróbica máxima). Esta consiste en suministrar tres cargas de trabajo crecientes, de tres minutos de duración cada una, con un intervalo de reposo de un minuto entre cada carga. La carga se aplica sobre un escalón de 25 cm. de altura donde el trabajador evaluado debe subir y bajar a un ritmo constante marcado por un metrónomo³⁰. Esta prueba fue utilizada en el presente estudio.

La frecuencia cardíaca es el indicador de trabajo (consumo de oxígeno) la cual se mide en reposo y al terminar la aplicación de cada carga de trabajo mediante auscultación de la región precordial con fonendoscopio, o toma de la frecuencia del pulso a nivel radial. El "permiso" para la aplicación de una carga creciente está dado por el 65% de la frecuencia cardíaca máxima teórica, FC_{max} ($220 - \text{edad}$). Si la frecuencia cardíaca obtenida en el tiempo de reposo (Frecuencia cardíaca de la prueba CFP) al terminar cada carga supera esta cifra (65% de FC_{max}) la prueba debe ser detenida.

Este valor de frecuencia cardíaca (FC_p) es referido a una matriz donde se toman en cuenta el sexo y el peso del trabajador y se cruza con FC_p , a este resultado se debe aplicar un factor de corrección que está determinado por la edad, el valor obtenido será la VO_2max ²⁴.

³⁰ Manero Alfreto R. A simple model to whole evaluation of musculoskeletal disorders risk. Revista Mapfre de Medicina, Vol. 15 No. 4. 2004.

Tabla 1. Prueba escalonada - Capacidad de Trabajo (primera carga)

PRUEBA ESCALONADA PARA ESTIMAR CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO																
PRIMERA CARGA 17 VECES POR MINUTO																
FRECUENCIA CARDIACA SUBMÁXIMA latidos por minuto																
HOMBRE	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 MÁXIMO DE OXIGENO LITROS POR MINUTO															
															VO² SUBMAX	
40	44	370	310	270	240	210	195	180	165	155	140	132	125	118	112	106
45	49	400	340	290	260	230	215	198	180	168	157	146	138	132	125	118
50	54	419	360	310	285	250	230	210	195	180	169	157	149	141	134	128
55	59	446	390	330	301	268	245	225	209	193	180	168	158	152	144	136
60	64	473	397	349	320	286	260	240	220	205	190	178	169	160	153	145
65	69	500	419	370	335	300	278	253	233	217	203	189	178	170	161	154
70	74	522	438	390	350	316	290	270	248	228	214	199	188	179	171	162
75	79	549	460	401	369	330	305	282	260	240	226	210	199	189	180	172
80	84	577	483	421	385	341	320	296	275	252	235	219	208	198	188	178
85	89	600	506	441	396	360	332	310	288	267	249	232	219	209	198	188
90	94		529	460	409	375	343	323	300	279	259	242	228	218	207	197
95	99		547	476	423	390	359	333	311	289	270	251	238	227	216	205
100	104		570	496	441	386	370	342	322	300	280	260	248	235	223	213
105	109		593	517	459	401	389	359	333	312	292	275	259	247	234	222
110	114			536	476	417	400	369	341	321	301	281	268	253	241	228

Tabla 2. Prueba Escalonada- Capacidad de Trabajo (segunda carga)

PRUEBA ESCALONADA PARA ESTIMAR CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO SEGUNDA CARGA 26 VECES POR MINUTO																
FRECUENCIA CARDIACA SUBMÁXIMA latidos por minuto																
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 MÁXIMO DE OXIGENO LITROS POR MINUTO															VO ² SUBMAX
40	44	326	303	280	259	240	225	213	203	193	184	175	167	160	154	148
45	49	341	321	299	277	258	240	227	217	207	195	186	178	172	164	158
50	54	361	337	316	293	274	255	240	229	218	208	198	189	182	175	168
55	59	389	359	335	313	294	275	258	247	233	222	212	203	196	188	180
60	64	416	375	348	328	308	288	270	258	245	233	221	213	205	197	188
65	69	437	398	366	339	322	302	286	272	258	246	233	223	213	208	199
70	74	458	424	380	354	333	315	298	285	270	257	244	233	225	213	208
75	79	483	446	415	370	348	328	311	299	284	270	257	246	237	227	218
80	84	504	466	433	389	361	339	324	310	297	281	268	256	247	237	227
85	89	525	485	452	416	376	351	334	322	308	292	279	267	257	247	237
90	94	547	505	470	433	403	377	358	342	325	307	297	280	270	257	247
95	99	571	527	491	452	421	393	374	357	339	320	310	292	282	268	258
100	104	592	547	509	469	437	408	388	370	352	332	321	303	292	278	267
105	109		558	520	479	446	416	396	378	359	339	328	309	298	284	273
110	114		586	546	503	468	437	416	397	377	356	344	325	303	298	286

Los valores de consumo máximos deben dividirse entre 100 para expresarlas en litros por minuto.

Tabla 3. Prueba Escalonada. Capacidad de Trabajo (tercera carga)

PRUEBA ESCALONADA PARA ESTIMAR CAPACIDAD FÍSICA DE TRABAJO TERCERA CARGA 34 VECES POR MINUTO															
FRECUENCIA CARDIACA SUBMÁXIMA latidos por minuto															
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 MÁXIMO DE OXIGENO LITROS POR MINUTO														
	VO ₂ SUBMAX														
40 44	365	340	322	301	285	272	258	246	233	224	216	208	199	191	184
45 49	388	359	337	319	301	289	274	260	248	237	228	219	210	202	197
50 54	411	378	351	333	318	303	289	275	261	250	240	230	222	210	203
55 59	436	400	370	350	331	320	306	290	277	265	254	243	234	225	218
60 64	459	427	405	378	358	342	324	305	293	281	271	261	250	240	231
65 69	482	449	425	397	376	359	340	324	307	295	285	274	262	252	243
70 74	504	470	445	416	394	376	356	340	322	305	298	287	275	264	254
75 79	530	493	464	437	414	395	374	357	338	325	313	302	289	277	267
80 84	552	515	487	456	431	412	390	372	353	339	327	315	301	289	278
85 89	575	536	507	474	449	429	407	388	367	353	340	328	314	301	290
90 94	598	557	528	493	467	446	423	403	382	367	354	341	326	313	301
95 99		581	550	514	487	465	441	420	398	383	369	355	340	326	314
100 104		600	570	533	505	482	457	436	413	396	382	368	352	338	326
105 109			590	552	522	499	473	451	427	411	396	381	365	350	337
110 114				571	540	516	489	466	442	425	410	394	377	362	349

Tabla 4. Factor de corrección

Edades	VO ₂ Máximo
17 30	1
31 35	0,99
36 40	0,94
41 45	0,89
46 50	0,85
51 55	0,8
56 60	0,75
61 65	0,71
66 70	0,67
71 75	0,62
76 80	0,58

Capacidad de trabajo físico Máxima

A partir de la medición de la potencia aeróbica máxima se puede calcular la capacidad de trabajo físico (CTF) de un individuo dado que por cada litro de oxígeno consumido se generan aproximadamente 20.5 kJ., que equivalen a 5 Kcal, +/-0.3 Kcal/L. De esta manera se puede estimar la CTF que un individuo puede realizar durante un trabajo aeróbico³¹.

Límite de Gasto Energético

El límite de gasto energético es un indicador que se comporta como un límite fisiológico, el cual permite determinar en función del tiempo, que proporción de la CTF puede ser comprometida en el trabajo sin que se genere riesgo de fatiga por sobre carga energética para el trabajador. El límite es menor mientras mayor sea el tiempo que dura el trabajo o la actividad laboral³².

La ecuación que relaciona la CTF, el tiempo, el ambiente real de trabajo, y que determina el límite de gasto energético recomendado para un trabajador en un ambiente específico es:

$$\text{LGE} = \text{CTF}_{\text{max}} (1,1 - 0.33 \log T)$$

LGE: es el límite de gasto energético recomendado para la actividad.

CTF_{max}: Capacidad de Trabajo Físico máximo, obtenida mediante la prueba del escalón para la estimación de la potencia aeróbica máxima

T: el tiempo de duración de la actividad laboral o el trabajo en minutos.

Límite de Gasto Energético Acumulado (LGEa)³⁰

Durante la jornada de trabajo se produce una acumulación creciente de energía consumida, crecimiento que se va haciendo menor con el tiempo que adopta la forma de un arco que se va curvando a medida que se prolonga la jornada laboral debido al “peso acumulado de la energía consumida (fatiga)”. Este arco se denomina Límite de Gasto Energético Acumulado (LGEa) y marca el “techo umbral” del gasto energético del trabajador³³. El cual no debe ser superado por la energía acumulada de la actividad laboral.

³¹ Rodal. Fisiología del Trabajo Físico. Editorial Panamericana.

³² Viña S., Gregori E. Ergonomía. Editorial pueblo y educación. La Habana – Cuba. Primera impresión 1987.

³³ Mondelo, P. Ergonomía. Diseño del Puesto de Trabajo. 2001, p. 124.

3.3.2 Carga de trabajo físico. El estudio del trabajo muscular, sea éste estático o dinámico, tiene especial importancia en el caso de los trabajos denominados "pesados" por exigir esfuerzos físicos importantes³⁴.

Para establecer la carga física de una actividad se puede realizar el cálculo de consumo de energía mediante la observación de las actividades desarrolladas por el trabajador. Para tal efecto se deben descomponer todas las operaciones que realiza el trabajador en movimientos elementales, si se dispone de una cámara de video la observación y la descomposición de las operaciones en movimientos se facilita, es importante tener en cuenta el número de operaciones diferentes, puesto que igual debe ser el número de observaciones. Estos movimientos son llevados a su valor energético, que se hace con ayuda de tablas. Inicialmente se obtiene el consumo energético promedio de cada actividad y posteriormente se puede obtener el consumo energético total del trabajo o gasto energético de trabajo, si al gasto energético del trabajo se le suma el metabolismo basal, se obtiene el consumo o gasto energético total del trabajo.

Experimentalmente se ha calculado (Scherrer, 1967) que para un hombre de 70 Kg es aproximadamente de 1700 Kcal/día y para una mujer de unos 60 Kg de unas 1400 Kcal/día. El metabolismo basal, como se señaló anteriormente depende de la talla, el peso y el sexo, y es proporcional a la superficie corporal. Se puede definir como mínima energía necesaria para mantener en funcionamiento los órganos, independientemente de que se realice o no trabajo.

Existen muchas maneras de calcular el metabolismo basal, no obstante una manera sencilla es tener en cuenta el cálculo que realizó Guelaud, de 1,1 Kcal/min para hombres y mujeres³⁵.

Guelaud, Spitzer, Hettinger y Scherrer diseñaron tablas para estimación del consumo energético del trabajo. El método consiste en descomponer el trabajo físico en dos componentes: trabajo estático y dinámico; a su vez el trabajo físico dinámico se descompone en cargas de desplazamiento, de esfuerzo muscular y de manipulación.

Frecuencia cardiaca como indicador de carga física

³⁴ Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 177: La Carga Física del Trabajo: definición y evaluación. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. [internet]. Disponible en: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/n tp_177.pdf. (consultado el 20 de marzo 2013)

³⁵ Guelaud, F. et al. Pour una analyse des conditions du travail ouvrier dans l'entreprise A. Colin. París. 1983.

La frecuencia cardiaca es un muy buen estimador del consumo de oxígeno, y por tal razón del gasto energético del trabajo.

Para determinar la frecuencia cardiaca del trabajador en relación con el gasto energético se debe estandarizar la respuesta de la misma a cargas de trabajo ascendentes conocidas³⁶, por ejemplo mediante una bicicleta ergométrica, un banco o una banda sin fin, donde al trabajador se le expone a cargas crecientes registrándose la frecuencia cardiaca correspondiente a cada una por un tiempo mínimo de suministro de 3 minutos en cada carga y la frecuencia cardiaca se registra al final de la carga; la recomendación es iniciar con cargas pequeñas (1,5 a 2 Kcal./min) sin llevarlo a cargas máximas; se trabaja con frecuencias cardiacas que oscilan entre el 65% y 75% de la frecuencia cardiaca máxima teórica. Se elabora un registro donde se ha estandarizado la frecuencia cardiaca del trabajador en relación con las cargas de trabajo conocidas.

Posteriormente se monitorea la frecuencia cardiaca de la actividad laboral durante el proceso de trabajo. La frecuencia cardiaca obtenida se ubica en la tabla previamente estandarizada, donde se puede transpolar a la carga de trabajo correspondiente²⁴.

Los pulsómetros tienen incorporados sistemas de conversión de frecuencia cardiaca a kilocalorías, por lo tanto ésta (la pulsometría) se convierte en una alternativa, sencilla, práctica y económica para la estimación del gasto energético del trabajo.

Adicionalmente esta técnica permite consignar las frecuencias cardíacas, media y máxima del trabajo con lo que se pueden establecer indicadores como los de Chamoux y Frimat, que aunque no fueron utilizados en esta investigación son un referente importante en muchos estudios de carga física.

Criterios de Chamoux

Estos criterios se aplicarán tan sólo en la valoración global del puesto de trabajo y para duraciones de jornada laboral de ocho horas consecutivas. La carga física se valora según la siguiente tabla:

³⁶ Velásquez JC. Mediciones ergométricas en trabajadores colombianos. Universidad Libre. Pereira – Colombia. 2003.

Tabla 5. Calificación de los criterios de Chamoux

A partir del costo cardiaco absoluto (CCA) del puesto de trabajo		A partir del costo cardiaco relativo (CCR) del puesto de trabajo	
0 – 9	muy ligero	0 – 9	muy ligero
10 – 19	ligero	10 – 19	ligero
20 – 29	muy moderado	20 – 29	moderado
30 – 39	moderado	30 – 39	pesado
40 – 49	algo pesado	40 – 49	muy pesado
50 – 59	pesado	50 y más	extremadamente pesado
60 y más	intenso		

Criterios de Frimat

Evalúan y consideran la carga de trabajo con base en la frecuencia cardiaca. Se asignan coeficientes de penosidad del 1 a 6, a los diferentes indicadores cardiacos: frecuencia cardiaca media, costo cardiaco absoluto, costo cardiaco relativo y aceleración de frecuencia cardiaca. La sumatorias de estos coeficientes permite conceder una puntuación al puesto de trabajo que se clasifica de acuerdo a su penosidad y el requerimiento cardiaco²⁴.

Tabla 6. Coeficiente de penosidad de Frimat modificado

	1	2	4	5	6
FCM	90-94	95-99	100-104	105-109	> 110
Δ FC	20-24	25-29	30-34	35-39	>40
FCM máx. t.	110-119	120-129	130-139	140-149	>150
CCA*	10 a 14	15 a 19	20 a 24	25 a 29	30 o +
CCR	10 % al 14 %	15 % al 19%	20% al 24%	25% al 29%	30% o +

La determinación del puntaje del coeficiente de Frimat se obtiene con la suma de los coeficientes correspondientes a los cinco parámetros Frecuencia cardíaca media (FCM), aceleración de Frecuencia (Δ FC), Frecuencia Cardíaca máxima teórica (FC máx. t.), Costo Cardíaca Absoluto (CCA) e índice de Costo cardíaco Relativo (CCR).

*El Costo Cardíaco Absoluto es equivalente a la Frecuencia Cardíaca media del trabajo menos la frecuencia de reposo (CCA: FCM - FCR).

Calificación de la penosidad según criterios de Frimat

< = 10 puntos: Carga física mínima	20 puntos: Penoso
12 puntos: Muy ligero	22 puntos: Duro
14 puntos: Ligero	24 puntos: Muy duro
18 puntos: Soportable	25 puntos: Extremadamente duro

Trabajo pesado

Se ha señalado que durante el trabajo aeróbico, el aporte de oxígeno a los músculos es suficiente para obtener la energía por procesos oxidativos. En tales casos, el ácido láctico no excede los valores de reposo. Si el trabajo se hace más intenso y los procesos aeróbicos se tornan insuficientes, el organismo obtiene parte de la energía por vía anaeróbica con acumulación de ácido láctico y fatiga.

El punto de esfuerzo, en el cual se produce este fenómeno, se denomina umbral anaeróbico. Por lo tanto, desde un punto de vista fisiológico, se considera trabajo pesado todo aquel que se aproxime o supere el umbral anaeróbico.

El surgimiento de la anaerobiosis ocurre entre el 50% y el 60% de la capacidad aeróbica en individuos no entrenados. En individuos con entrenamiento de tipo aeróbico como ocurre con corredores de larga distancia se han visto umbrales del orden del 85%. Sin embargo, para trabajos de 8 horas, experiencias en diversos países incluyendo Colombia, que cuando los trabajadores pueden regular su ritmo y cuentan con todos los elementos que les permiten realizar en buena forma sus tareas, no superan en promedio durante la jornada el 30 a 40% de su capacidad aeróbica.

De manera tal, que se considera trabajo pesado todo aquel que en promedio de una jornada de ocho horas, demanda una sobrecarga mayor que el 30% de la capacidad aeróbica de la persona. Esto asegura que el trabajo se lleve a cabo bajo condiciones aeróbicas o más correcto, que el conjunto de operaciones pesadas, livianas y descansos, no hagan que el trabajador exceda este límite²⁴.

El Instituto Nacional para la Salud y Seguridad Ocupacional¹⁵ (NIOSH) ha propuesto como límite para el trabajo que requiere manipulación y transporte de cargas los siguientes rangos:

Menor a 1 hora: 50% de la potencia aeróbica máxima o de la CFT.

De 1 a < de 2 horas: 40% de la potencia aeróbica máxima o de la CFT

De 2 a 8 horas: 30% de la potencia aeróbica máxima o de la CFT.

Como se puede observar, el último rango es muy amplio, y es recomendable en este caso si se quiere mayor precisión, calcular la Barrera de Gasto Energético, con la metodología anteriormente propuesta²⁹.

3.3.3 Mediciones en el trabajo. Se usa tecnología basada en pulsómetros, que pueden medir frecuencias cardíacas medias, frecuencias cardíacas mínimas, frecuencias cardíacas máximas, consumo energético de la actividad en kilocalorías, realizando un análisis minucioso.

Índice de Costo Cardíaco relativo

El índice de costo cardíaco relativo indica el costo en latidos por minuto que requiere un individuo al realizar una actividad partiendo desde el reposo (Costo cardíaco CC) y tiene en cuenta la edad. Este indicador proporciona una imagen de la adaptación que realiza el individuo a su puesto de trabajo. “Se utilizará como frecuencia máxima teórica el valor $FCM_{m\acute{a}x} = (220 - \text{edad})$, con lo que se asume un error de un 5% con respecto a la real que se determinaría mediante una prueba de esfuerzo³⁷.

Frecuencia cardíaca de reposo. Se toma la frecuencia cardíaca durante 5 – 10 minutos en posición sedente o, el valor alrededor del cual se estabiliza la frecuencia cardíaca durante al menos tres minutos durante un periodo de reposo en posición sentada.

FC media de trabajo (FCM). Es la frecuencia media de trabajo para las horas de registro; se tomará la media de todos los valores obtenidos durante el periodo determinado. El rango de dicha variable estará comprendido entre el percentil 5 (FCMmin) y el percentil 95 (FCM máx.).

El índice de costo cardíaco relativo está determinado por la siguiente fórmula:

$$ICCR = \frac{FC \text{ de trabajo} - FC \text{ de reposo}}{FC_{m\acute{a}x} - FC \text{ de reposo}} \times 100$$

ICCR = Porcentaje de carga cardiovascular

FC= Frecuencia cardíaca

FC máx = 220 – edad

Durante la ejecución de actividades laborales se puede realizar la medición de la frecuencia cardíaca, sin que esto afecte el desarrollo del trabajo. Cabe destacar, que cuando el trabajador cambie de actividad se debe esperar por lo menos tres minutos para realizar una nueva medición de la frecuencia cardíaca en pro de la estabilización de las frecuencias cardíaca, respiratoria y la presión arterial²⁴.

³⁷ Gómez, MD. Physical work load evaluation by continuous register of heart rate. NTP 295.

3.4 LA FATIGA

Es la disminución del poder funcional de los órganos o de estructuras, provocada por el consumo excesivo de energía y acompañada de sensación de “cansancio o malestar”. Se reconocen la fatiga física, en la que los substratos energéticos y/o estructurales se han agotado, con incapacidad física para ejercer efectivamente la función; y la fatiga general o psíquica en la que se sobreponen elementos emocionales y psicosomáticos que impiden el desempeño adecuado. Aunque es práctica esta división, generalmente se presentan simultáneamente. La presencia de fatiga denota alteración del equilibrio fisiológico y psicológico del individuo.

Según Kaplan (1965) la fatiga presenta diferentes modalidades:

Laxitud: es la fatiga normal diaria que se acumula como consecuencia de una actividad laboral normal y que desaparece con el reposo diario o el sueño

Agotamiento: al fenómeno subjetivo de sensación de cansancio se agregan otros fenómenos objetivos tales como taquicardia, hipertensión y disminución de la capacidad de respuesta, como manifestaciones pasajeras de corta duración. Esta fatiga desaparece con un reposo adecuado y buena alimentación.

Surmenaje: esta fatiga o fatiga que presenta agotamiento y en lugar de obtener una recuperación adecuada, el estímulo agotador se repite o se intensifica; aparecen además algunos trastornos del sistema nervioso como insomnio e irritabilidad. Para su recuperación se necesita reposo prolongado y dieta alimenticia balanceada.

Esforzamiento: aparece cuando los fenómenos descritos anteriormente se repiten de forma prolongada causando la afección del sistema cardiovascular, llegando en ocasiones a insuficiencia cardíaca aguda, incluso la muerte. Esta condición puede desaparecer al llevar una dieta alimenticia muy buena, reposo prolongado con alejamiento mental y físico de las actividades cotidianas y tratamiento médico.

La fatiga indica al organismo la necesidad de interrumpir la actividad para evitar futuras complicaciones.

En el trabajador sometido a cargas físicas altas las causas de fatiga se resumen de la siguiente manera:

Desequilibrio hidroelectrolítico: sucede cuando se trabaja en ambientes de altas temperaturas donde se presenta gran cantidad de sudoración que ocasiona pérdida de agua y electrolitos como sodio, potasio y cloro. Estas condiciones de

trabajo producen calambres, deshidratación y desmayos como respuesta del organismo para mantener la temperatura corporal a niveles constantes.

Agotamiento de reservas energéticas: se da en los músculos por alimentación inadecuada o insuficiente para la realización de esfuerzos físicos. Se presenta frecuentemente en trabajos manuales donde el trabajador tiene bajo o poco nivel adquisitivo, o cuando la jornada de trabajo es prolongada. Esta fatiga se presenta además cuando la velocidad de algunos movimientos es excesiva en comparación con las reacciones químicas generadoras de energía, lo que lleva rápidamente a insuficiencia en los grupos musculares comprometidos.

Insuficiencia del metabolismo aeróbico: se produce por alteración de la circulación, de la actividad respiratoria o de la actividad sanguínea, se acompaña generalmente de acumulación de ácido láctico. Se presenta cuando se ejecutan trabajos pesados y el trabajador no posee la suficiente fuerza aeróbica para su realización. También ocurre cuando se trabaja en ambientes con déficit de oxígeno en el aire.

Cambios en el ciclo circadiano por trabajo nocturno: se ejecutan tareas en el periodo de desactivación, teniendo que realizar un esfuerzo adicional al de un trabajador diurno. Deberá dormir cuando se está en el periodo de activación lo que implica además de desadaptación social, dificultades en la actividad reparadora. La consecuencia es desnivelación de las variaciones circadianas que conllevan a alteraciones de los índices fisiológicos como frecuencia cardíaca, tensión arterial, volumen respiratorio por minuto, capacidad aeróbica máxima, temperatura corporal y secreción hormonal. Así mismo, se disminuye el rendimiento en el trabajo, se incrementa la posibilidad de accidentes y ausentismo laboral.

Sobrecarga metabólica: se presenta cuando se ejecuta trabajo físico pesado. Gran parte de la capacidad energética en el ser humano se pierde en forma de calor. La capacidad de trabajo continuo no sobrepasa los 4,5 Kcal por minuto, es decir, una actividad de gasto energético solo cuatro veces mayor que su metabolismo en reposo³⁸. Cuando organizan periodos cortos de trabajo de grandes esfuerzos físicos y luego se ejecutan pausas igualmente cortas, se obtiene como resultado que el organismo mejora su rendimiento, con poca fatiga y sobrecarga a la circulación.

Factores del ambiente y de la organización del trabajo: es producido por factores como la monotonía del trabajo, tiempo dedicado al trabajo físico y mental, influencia de factores ambientales como mala iluminación, ruido, olores y temperatura elevada, gran responsabilidad en el manejo de asuntos de trabajo,

³⁸ Estrada J. Carga física y fatiga – Ergonomía. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Universidad de Antioquia.

preocupaciones relacionadas con la complejidad de la tarea en ámbitos laborales, sociales y personales; en este grupo se encuentran las personas que trabajan en una jornada y estudian en otra, profesionales en dos o más empleos y trabajadores que ejecutan dos turnos laborales continuos.

Factores psicosociales: ocasionada por factores del trabajo, del contexto (extra laborales) y personales (vulnerabilidad). Con relación al trabajo se encuentran agentes agresivos en los siguientes aspectos: subordinación, autoridad mal delegada, posibilidad de ascenso bloqueada, estar en cargos dependientes de dos o más jefes con mala relación, proteccionismo de un jefe hacia algún subalterno, dirección empresarial desinteresada con asuntos relacionados con el persona, salario no correspondiente a las capacidades y responsabilidades asignadas, trabajo desmotivantes.

Las manifestaciones que deben alertar al equipo de salud para detectar un caso de fatiga por trabajo son:

- Disminución del rendimiento.
- Disminución de las funciones mentales superiores y de la percepción.
- Disminución de mecanismos automáticos de respuesta.
- Disminución de la fuerza y velocidad de movimiento secundaria a los mecanismos anteriormente enunciados.
- Vulnerabilidad a temperaturas extremas, infecciones y hemorragias.
- Alteración de las relaciones sociales.

Una manifestación aguda de fatiga debe ser un indicador de la disminución de la sobrecarga y de la toma de medidas para buscar la compensación.

Se han estudiado también los efectos de la fatiga sobre los trabajadores para determinar la modalidad de la jornada laboral que genera una mayor productividad. En algunos casos, tales estudios han demostrado que la producción total de una tarea puede mejorarse reduciendo el número de horas de trabajo o incrementando el número de periodos de descanso durante la jornada, dependiendo de la duración de las tareas, las necesidades de producción, los tiempos de reposo, organización del trabajo la formación de grupos de trabajo y los tipos de trabajo: fuerte o pesado, físico o mental³⁹.

Prevención de la fatiga

A la hora de hablar de prevención de la fatiga se recomienda tomar medidas colectivas y que tengan en cuenta la relación entre los trabajadores en su lugar de

³⁹ Estrada Muñoz, Jairo. Ergonomía: Introducción al Análisis de trabajo. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, pág. 133

trabajo y el ambiente específico de cada uno. Una buena organización del trabajo garantiza la prevención y control de la fatiga física y psíquica.

Los aspectos básicos de la organización del trabajo para tener en cuenta son:
Reducción del esfuerzo muscular en las diferentes actividades.

Organización del ritmo de trabajo (teniendo en cuenta factores fisiológicos y entrenamiento adecuado).

Control de la concentración de fuerzas indebidas en los diferentes grupos musculares.

Economía de movimientos.

Disposición adecuada de medidas de higiene y seguridad.

Selección adecuada del personal.

Realizar cambios periódicos de posturas, controlando las contracciones prolongadas y esfuerzos indebidos.

Reposición alimentaria adecuada durante el trabajo (en las primeras horas de la jornada se debe tener suplementos de carbohidratos) y fuera de él una alimentación suficiente.

Descansos

Es la oportunidad que tiene el trabajador para la recuperación del equilibrio fisiológico del cuerpo luego de la actividad laboral. Implica reposo, sueño, reposición alimenticia, realización de actividades que cambien la rutina de trabajo (deporte, cultura, otros oficios, entre otros) en donde hay un alejamiento del trabajo cotidiano.

Factores relacionados con el descanso:

Duración de la jornada de trabajo: si bien existen estudios que demuestran que la jornada laboral de ocho horas es propicia para desarrollar algunos trabajos sin que se presenten alteraciones en la salud, otros autores afirman que la reducción del número de horas laborales facilitaría la recreación, actividades culturales y de ocio/tiempo libre, llevando a más tiempo de descanso.

Pausas durante el trabajo: el tiempo para ingerir alimentos, las pausas breves intercaladas con la actividad laboral, pausas fisiológicas relacionadas con la recuperación de la contracción muscular y pausas de recuperación.

Descansos periódicos: incluyen los realizados durante el fin de semana, vacaciones, entre otros.

Higiene individual: alimentación adecuada, sueño normal y reparador, hábitos higiénicos, limpieza corporal, vivienda higiénica.

3.5 ESTRÉS TÉRMICO

La existencia de calor en el ambiente laboral constituye frecuentemente una fuente de problemas que se traducen en quejas por falta de confort, bajo rendimiento en el trabajo y, en ocasiones, riesgos para la salud.

El estudio del ambiente térmico requiere el conocimiento de una serie de variables del ambiente, del tipo de trabajo y del individuo. La mayor parte de las posibles combinaciones de estas variables que se presentan en el mundo del trabajo, dan lugar a situaciones de disconfort, sin que exista riesgo para la salud. Con menor frecuencia pueden encontrarse situaciones laborales térmicamente confortables y, pocas veces, el ambiente térmico puede generar un riesgo para la salud. Esto último está condicionado casi siempre a la existencia de radiación térmica (superficies calientes), humedad (> 60%) y trabajos que impliquen un cierto esfuerzo físico.

El riesgo de estrés térmico, para una persona expuesta a un ambiente caluroso, depende de la producción de calor de su organismo como resultado de su actividad física y de las características del ambiente que le rodea, que condiciona el intercambio de calor entre el ambiente y su cuerpo. Cuando el calor generado por el organismo no puede ser emitido al ambiente, se acumula en el interior del cuerpo y la temperatura de éste tiende a aumentar, pudiendo producirse daños irreversibles.

3.5.1 Temperatura corporal. El hombre controla su balance térmico a través del hipotálamo que actúa como un termostato recibiendo información de las condiciones de temperatura externas e internas, mediante los termo receptores ubicados en piel, músculos, pulmones y médula. Los individuos pueden soportar diferencias grandes entre el exterior y su organismo, mientras que la temperatura interna del cuerpo varía entre los 36°C y 38°C²³.

El sistema cardiovascular entre otras funciones desempeña un papel fundamental en la termo regulación, evacuando hacia la piel, en caso de tensión calórica, los excesos de calor que se acumulan en los órganos y músculos para que este pueda disiparse hacia el ambiente; o en caso de frío, termoaislando el organismo evitando posibles pérdidas importantes de calor⁴⁰.

⁴⁰ Mondelo P. Torada E. Comas S. Castejon E, Bartolomé E. Ergonomía 2, Confort y Estrés Térmico. Alfaomega. Grupo Editor.2001.

El mantenimiento de la temperatura corporal depende del calor producido por la actividad metabólica, el perdido por los mecanismos corporales, así como de las condiciones ambientales.

La termogénesis o generación de la temperatura corporal, se realiza por dos vías: la rápida, producida en gran parte por el temblor y el descenso del flujo sanguíneo periférico, y la termogénesis lenta o química, de origen hormonal en la cual hay movilización de sustratos procedentes del metabolismo celular.

El propósito de la termogénesis y la termólisis es mantener el cuerpo humano a una temperatura interna de 37°C. El calor ganado y perdido por el cuerpo depende de múltiples factores.

Entre los principales factores responsables de la termogénesis podemos citar el calor metabólico. La producción de calor se incrementa con la actividad metabólica del músculo esquelético, como ocurre durante el desarrollo de trabajo físico. En condiciones basales, la producción total de calor genera entre 65-80 Kcal.h⁻¹, que pueden incrementarse hasta 900 Kcal.h⁻¹ durante el trabajo físico intenso o extenuante. La ingesta de alimentos, el aumento del metabolismo basal (por la acción de las hormonas tiroideas, adrenalina, en menor parte noradrenalina y la estimulación simpática) son importantes factores termogénicos.

Todos los cuerpos ganan calor en la interacción con el entorno a través de varios mecanismos:

Por su metabolismo, determinado por el metabolismo basal y la actividad que realiza.

Por su radiación de calor que recibe de los cuerpos de su entorno.

Por convección al recibir calor del aire o agua que está en contacto con él.

Por la respiración al inspirar aire caliente cuya temperatura esté por encima de su temperatura corporal

Por conducción al recibir calor de los cuerpos sólidos que están en contacto directo con él

Los individuos pierden calor por:

Por la radiación de calor que emite hacia los cuerpos de su entorno

Por convección al entregar calor que está en contacto con él

Por la respiración al expirar el aire durante la respiración y el jadeo

Por trabajo externo al realizar una actividad con un trabajo externo positivo

Por evaporación del sudor al entregarle calor al sudor para que éste se pueda evaporar, y

Por conducción al entregar calor a los cuerpos sólidos que están en contacto directo con él²⁴⁻³⁷.

Aunque son diversos los mecanismos en los cuales se pierde calor, el principal es el de la evaporación. Cuando la temperatura corporal se incrementa, se genera sudor; al evaporarse éste, se enfría la piel creando una diferencia de temperatura entre el interior del cuerpo (más caliente) y la piel; el efecto producido es el transporte de calor de un sitio de temperatura mayor como los órganos internos, hacia un lugar de temperatura menor, como la piel; esto conlleva a una disminución de la temperatura interna del cuerpo. Se pierde aproximadamente 1 Kcal por cada 1.7 ml de sudor. Infortunadamente, incluso en los casos de máxima eficacia, el sudor solo puede eliminar entre 400-500 Kcal /h⁴¹.

El sudor es el líquido que se elimina a través de la piel cuando se suda, está compuesto principalmente de agua y pequeñas cantidades de electrolitos y minerales, siendo el principal el Cloruro de Sodio (NaCl). Tiene un peso específico de 1,002 y un pH que oscila entre 4.2 y 7.5 La concentración de NaCl oscila entre 50 y 100 mEq/l. Cuando la temperatura ambiental excede a la corporal, el calor se pierde solo por la evaporación asociada al sudor²⁴.

El principal mecanismo para disipar el calor es aumentar la tasa de sudoración. Su mantenimiento requiere la reposición de las pérdidas de líquidos y de iones de Cl⁻ y Na⁺.

Si el trabajo físico se mantiene por tiempo prolongado, la producción de sudor disminuye y como consecuencia se incrementaría la temperatura corporal, al mismo tiempo se producirá vasodilatación cutánea, disminución de la volemia, de la frecuencia cardíaca, disminución del flujo renal y de la hormona antidiurética (ADH) e incremento de la producción de renina y aldosterona. Este fenómeno se conoce como fatiga por sudor⁴².

En un ambiente caliente, el calor se gana por el metabolismo, radiación, convección y conducción y solo podrá perderse a través de la evaporación.

Con temperaturas corporales superiores a los 33.5°C se pierde calor corporal por evaporación, por la respiración insensible y a través del sudor; éste último mecanismo no se pone en marcha hasta que no se hace necesario enfriar la temperatura corporal.

A través de la evaporación, el sudor enfría la piel y ésta la sangre, pudiendo perderse entre 500 a 580 kilocalorías por litro de sudor. Si la humedad atmosférica es superior al 60% y la temperatura ambiental por encima de 32°C, la evaporación del sudor se dificulta muchísimo, llegando inclusive a suspenderse. Así pues, la

⁴¹ Drake DK.et al Recognition and management of heat – related illness. Nurse practitioner.1994.

⁴² Curley FJ. Irwin R S. Disorders of temperature Control part 2. Hyperthermia in intensive care medicine. Ed Rippe J M, Little, Brown USA. 1996. Págs. 859-870.

humedad es un factor muy importante que influye en la termorregulación en ambientes cálidos.

Una persona que esté realizando un trabajo pesado (425 Kcal/h) será incapaz de alcanzar un equilibrio térmico si la humedad relativa es superior al 60% y la temperatura del aire superior a los 32° teniendo en cuenta que el aire no es capaz de absorber suficientes gotas de la superficie corporal que le permitan disipar el calor⁴³.

Después de haber perdido uno ó dos litros por sudor, aumenta la concentración plasmática de sodio (Na) y su osmolaridad, apareciendo el reflejo de la sed, aunque a partir de esa cantidad la producción de sudor descienda.

Cuando hay sudoración, la ingesta de sal es tan importante como la de agua, ya que con índices elevados y constantes de sudoración, pueden perderse diariamente hasta 20g de sodio (Na+), que deben ser sustituidos.

La producción de sudor es distinta según las diferentes áreas del cuerpo, así, la secreción de sudor del tronco es el 50% de la total, el 25% corresponde a la de los miembros superiores, cabeza y cuello y el 25% restante a los inferiores. La capacidad de sudoración puede verse retrasada si no se ingiere glucosa debido que su ingesta está relacionada con la producción de sudor (por transporte activo). Así pues, debe tenerse en cuenta, que en ambientes cálidos, el no dar azúcar, podría retrasar o afectar este mecanismo de termorregulación.

En temperaturas corporales menores de 33.5°C el calor se gana por el metabolismo y la radiación solar, existiendo al mismo tiempo flujo de calor desde el cuerpo al medio ambiente, esto hace posible la pérdida de calor. En situaciones de estrés la producción de calor se incrementa, lo cual podría acelerar las pérdidas de calor por radiación.

El aumento de la conductancia (requerido cuando se necesita eliminar calor desde el interior del cuerpo) se produce por un incremento del flujo sanguíneo y la vasodilatación cutánea. Esta es responsable de una hipovolemia relativa, por redistribución del flujo, lo que origina taquicardia, con el fin de conservar el volumen minuto, ante la caída del volumen sistólico. Si hubiera una excesiva producción de sudor sin aporte hídrico, la hipovolemia sería real, resultando también un aumento de la frecuencia cardiaca como primer mecanismo de adaptación al calor. Cuando se produce deshidratación, la frecuencia cardiaca permanece aumentada así se hallan repuesto las perdidas hídricas.

Algunos problemas de seguridad son comunes en ambientes calurosos. El calor puede resultar en heridas en el lugar de trabajo cuando las palmas sudan y

⁴³ Robert J. Clinical Neurology.1996. Blanco Lippincott-Raven Publishers

resbalosas, o cuando un trabajador se mareo, o se empañan las gafas (lentes) de seguridad. En lugares donde hay metal fundido, superficies calurosas, vapor, etc., un trabajador puede quemarse.

Además de éstos peligros evidentes, la frecuencia de lesiones parece ser más alta en general en ambientes calurosos que en ambientes de condiciones moderadas. Una razón para ello es que cuando se trabaja en un ambiente caluroso, la capacidad mental y el rendimiento disminuyen. La temperatura aumentada del cuerpo y la incomodidad física pueden causar irritación. Estas y otras condiciones emocionales pueden ocasionar que un trabajador no preste atención a los procedimientos de seguridad, o que se distraiga durante trabajos peligrosos²³.

La exposición excesiva a un ambiente laboral muy caluroso puede causar una variedad de afecciones:

Insolación: Es el problema más grave para la salud de los trabajadores expuestos al trabajo en ambientes calurosos. La insolación ocurre cuando el sistema que controla la temperatura del cuerpo falla y la evaporación (transpiración) se hace inadecuada. La transpiración, como se anotó anteriormente, es la única manera eficaz que tiene el cuerpo de eliminar el calor excesivo. La piel de las personas con insolación está muy caliente y por lo regular seca, roja, o con manchas; en los casos más graves puede estar pálida. La temperatura del afectado normalmente es de 40.5°C o más. La víctima está confundida, desorientada, puede presentar convulsiones o estar incoherente. Si no obtiene tratamiento rápido y apropiado, puede morir.

Agotamiento por el calor: Incluye varias manifestaciones clínicas que pueden parecer a los primeros síntomas de insolación. El agotamiento por el calor resulta de la pérdida de grandes cantidades de líquido por la transpiración, a veces con una pérdida excesiva de sal. Un trabajador que sufre el agotamiento por el calor sigue sudando, pero siente una debilidad o un cansancio extremo, también mareo, náusea, o cefalea. En casos más graves, la víctima puede presentar vómito o perder la conciencia. La piel está húmeda y mojada, el aspecto es pálido o rojo, y la temperatura del cuerpo está normal o levemente elevada.

En la mayoría de los casos, el tratamiento incluye hacer descansar al trabajador afectado en un lugar fresco y darle a beber líquidos en abundancia, preferiblemente con electrolitos. Las víctimas con casos leves, normalmente se recuperan espontáneamente con este tratamiento. En los casos graves se puede necesitar asistencia prolongada por algunos días. No hay efectos permanentes conocidos.

Calambres por el calor: Son espasmos dolorosos de los músculos que ocurren cuando el trabajador(a) suda profusamente y bebe grandes cantidades de agua, pero no reemplaza adecuadamente los electrolitos que pierde el cuerpo. Beber grandes cantidades de agua diluye los líquidos del cuerpo mientras el cuerpo sigue perdiendo sal. Poco después, el nivel bajo de sal en los músculos causa dolorosos calambres. Los músculos afectados pueden ser de los brazos, las piernas, o el vientre. Pero los músculos “cansados” (los que se usan para trabajar) son normalmente los que son más propensos a los calambres. Los calambres pueden ocurrir durante o después de las horas de trabajo, y pueden ser aliviados reponiendo líquidos más electrolitos.

Síncope por calor: Un trabajador que no está aclimatado y que está de pie e inmóvil o que cesa repentinamente la actividad laboral puede sufrir un síncope si trabaja en un ambiente caluroso.

Rash por el calor: Un sarpullido por el calor (fiebre miliar) ocurre con más frecuencia en ambientes calurosos y húmedos, donde la transpiración no se elimina muy fácilmente y la piel queda mojada la mayor parte del tiempo. Los conductos de transpiración se agotan y se tapan por disfunción fisiológica, y un sarpullido (rash) aparece en la piel. Cuando el sarpullido es extenso o cuando se complica por una infección, la fiebre miliar puede causar que un trabajador se sienta muy incómodo y su capacidad de trabajar disminuya. Un trabajador puede evitar esta condición descansando en un lugar fresco cada día por un rato y bañándose y secándose la piel.

Cansancio por el calor: Es un estado temporal de incomodidad y tensión mental o psicológica causado por una exposición prolongada al calor. Los trabajadores que no están acostumbrados al calor están especialmente propensos y pueden sufrir distintos grados de disminución en el rendimiento, coordinación y de su capacidad de estar alerta. La severidad del cansancio por el calor se disminuirá con un periodo de adaptación al ambiente caluroso (aclimatación al calor).

Factores que Influyen en el Estrés Térmico

Sexo: Las mujeres presentan mayor dificultad para soportar la sobrecarga calórica que los hombres, la menor capacidad cardiovascular de la mujer hace que se aclimate peor. Su temperatura de la piel, capacidad evaporativa y su metabolismo son ligeramente inferiores con respecto a los hombres

Constitución corporal: Las personas corpulentas están en desventaja en ambientes cálidos, pero en ventaja en ambientes fríos, debido a que la producción de calor de un cuerpo es proporcional a su superficie (W/m^2).

Edad: Con la edad los mecanismos termorreguladores del cuerpo se hacen menos eficientes. La frecuencia cardíaca máxima y la capacidad de trabajo físico disminuyen. La producción de calor metabólico correspondiente a una determinada cantidad de trabajo aumenta poco nada con la edad.

Etnia: Las diferencias étnicas frente al calor son muy sutiles, no se ha podido comprobar que el color de la piel tenga efectos importantes en la absorción de las radiaciones infrarrojas.

El vestido: El vestido modifica la interrelación entre el organismo y el medio al formar una frontera de transición entre ambos que amortigua o incrementa los efectos del ambiente térmico sobre la persona³⁷.

Aclimatación al calor

La aclimatación al calor es la adaptación a condiciones microclimáticas calurosas que se adquiere entre siete y catorce días, o más de exposición a las mismas, no se puede garantizar con ninguna aclimatación que un individuo este totalmente protegido en situaciones extremas.

Cuando una persona se expone inicialmente a un ambiente caluroso, se manifiesta en ella una brusca tensión calórica, superior a la que experimenta un individuo aclimatado, su temperatura rectal y su frecuencia cardíaca sufren aumentos rápidos y pronunciados, se presentan malestares severos que pueden llevar a angustia.

Cuando el organismo se somete a actividades físicas consecutivas bajo exposición al calor, se efectúan paulatinamente ajustes, durante los primeros cuatro a siete días en los mecanismos psicológicos y fisiológicos de la termorregulación, el sistema cardiovascular comienza a adaptarse a las nuevas condiciones, mejorando la capacidad de abastecer de sangre a los capilares de la piel, se incrementa la eficiencia de la sudoración con menos pérdida de sal, disminuyendo la temperatura rectal y la frecuencia cardíaca por aumento de volumen de eyección sistólica. Al cabo de unos días puede alcanzar el equilibrio térmico con el medio caluroso o lograr soportar mejor las condiciones de sobrecarga calórica.

La aclimatación es un proceso que requiere de la actividad física en presencia del ambiente caluroso, no es permanente, los ajustes logrados se pierden con rapidez al abandonar la exposición al ambiente caluroso en tres o cuatro semanas, algunos autores afirman que por cada día de descanso se pierde medio día de aclimatación³⁷.

Evaluaciones Ambientales

La Higiene Industrial es una rama de la Salud Ocupacional definida por la Asociación Americana de Higienistas Industriales (A.I.H.A) como “la Ciencia y el arte dedicados al reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores ambientales o tensiones emanadas o provocadas por el lugar de trabajo y que pueden ocasionar enfermedades, destruir la salud y el bienestar, o crear algún malestar significativo entre los trabajadores o los ciudadanos de la comunidad”⁴⁴.

Una de las principales acciones tendientes para lograr un desarrollo integral en el control de los factores de riesgo, es la realización de evaluaciones ocupacionales periódicas, para poder definir la existencia o no del factor de riesgo. La evaluación de las características térmicas del ambiente de trabajo, determina la necesidad de la intervención. El calor puede llegar a ser un factor ambiental causante de estrés térmico y los trabajadores como resultado experimentan un efecto fisiológico.

El índice WBGT hace referencia a las condiciones de estrés por calor a las cuales pueden estar expuestos los trabajadores frecuentemente sin efectos adversos para la salud. Estos TLVs (Threshold Limit Values) se basan en la presunción de que casi todos los trabajadores aclimatados, con vestidos de verano (camisa y pantalón) y que hayan ingerido una cantidad adecuada de agua, deben ser capaces de realizar sus funciones de manera efectiva en las condiciones de trabajo dadas, sin que su temperatura corporal sobrepase los 38°C.

Los objetivos de las medición del ambiente térmico son cuantificar la temperatura a la cual se encuentran expuestos los trabajadores cuando desarrollan su actividad laboral en el área de evaluación, cuantificar el índice de Temperatura de Globo de Bulbo Húmedo (WBGT) existentes al interior de las áreas y comparar los resultados obtenidos con los recomendados en los valores Límites Permisibles (TLV's) 2012 de la ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists).

El fin de estas mediciones es presentar acciones de mejora tendientes a minimizar, controlar o eliminar el riesgo para los trabajadores que se desempeñan en ambientes térmicos.

Para la evaluación ocupacional del riesgo por calor, se utilizan equipos de lectura directa. Estos equipos presentan valores de Temperatura Bulbo Seco (TBS), Temperatura Bulbo Húmedo (TBH), Temperatura Globo (TG) y adicionalmente se calcula directamente el índice WBGT para ambientes interiores – exteriores y la humedad relativa. Los monitores de calor deben ser verificados antes y después

44

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/30.pdf>. (Consultado junio 19 de 2013)

de las mediciones, lo que le da mayor representatividad y confiabilidad a los resultados.

Para la interpretación del índice WBGT (°C) se tiene en cuenta los criterios de protección para exposición a estrés térmico 2012:

Tabla 7. Criterios para la interpretación del índice WBGT

Asignación del trabajo	TLV (WBGT Valores en °C)			
	Ligero	Moderado	Pesado	Muy Pesado
75% - 100%	31,0	28,0	---	---
50% - 75%	31,0	29,0	27.5	---
25% - 50%	32,0	30,0	29,0	28,0
0% - 25%	32.5	31.5	30.5	30,0

NOTA: Cuando la norma se refiere a Asignación del Trabajo – Descanso, el tiempo de trabajo no significa cese de actividades, si no el cambio hacia otra actividad en donde no exista exposición a niveles superiores que puedan generar estrés térmico.

La norma clasifica el trabajo de acuerdo con el nivel de carga del mismo:

Tabla 8. Clasificación del trabajo de acuerdo al nivel de carga

Nivel	Clasificación del trabajo	Carga de trabajo	Gasto (Kcal/h)
1	DESCANSO	Sentado	115
2	LIGERO	Sedente: trabajos manuales ligeros (escribir, mecanografiar, coser); trabajo con manos y brazos (pequeñas herramientas, inspección, montaje de materiales ligeros); Trabajo con brazos y piernas (conducir en condiciones normales, funcionar mandos de pie). Bípeda: prensa taladradora, pequeñas piezas, devanado de pequeño inducido, fabricación con pequeñas herramientas eléctricas, paseos (hasta 3km/h)	180

Nivel	Clasificación del trabajo	Carga de trabajo	Gasto (Kcal/h)
3	MODERADO	Trabajos con brazos y manos (clavar, archivar); trabajos con brazos y piernas (manejar furgonetas, tractores o equipos de construcción fuera de la carretera), trabajos con brazos y tronco (martillo de aire, montaje tractores, empaste, manejo intermitente de materiales moderadamente pesados, escoger frutas o verduras); empujar o tirar de carros o carretillas ligeros; andar 3-5 Km/h.	300
4	PESADO	Trabajos pesados con el tronco y brazos; traslado de materiales pesados; paleado; martillar, aserrar, cincelar madera; cortar césped a mano; cavar; andar 6 Km/h; empujar o tirar de carros cargados; colocar cemento.	415
5	MUY PESADO	Actividad pesada a paso rápido; trabajo con hacha; paleado pesado o cavado pesado; subir escaleras, rampas o escaleras de mano; correr, andar más de 6 Km/h; levantar pesos de más de 44 libras 10 veces/minuto.	520

3.6 ESTADO DEL ARTE

Actualmente en el mundo es cada vez más creciente la informalidad en el trabajo, este fenómeno es más notorio en países pobres y en desarrollo. A nivel internacional, según la Décimo séptima Conferencia Internacional de Estadísticos del Trabajo⁴⁵, el empleo informal comprende el número total de empleos informales, ya se ocupen éstos en empresas del ámbito formal, empresas de la economía informal, o en hogares, durante un período de referencia determinado.

Esta clasificación de empleo incluye a los siguientes tipos:

- Trabajadores por cuenta propia, dueños de sus propias empresas de la economía informal.
- Empleadores dueños de sus propias empresas del sector informal.
- Trabajadores familiares auxiliares, independientemente de si trabajan en empresas de la economía formal o informal.

⁴⁵ “El trabajo decente y la economía informal” [internet]. Disponible en: <http://www.ilo.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc90/pdf/rep-vi.pdf>. Consultado en enero 21 de 2013)

- Miembros de cooperativas de productores informales.
- Asalariados que tienen empleos informales ya que estén empleados por empresas de la economía formal, por empresas de la economía informal, o por hogares que les emplean como trabajadores domésticos asalariados .
- Trabajadores por cuenta propia que producen bienes exclusivamente para el propio uso final de su hogar.

En Colombia por su parte, el DANE define la población ocupada informal como el personal que trabaja con las siguientes características⁴²:

- Los empleados particulares y los obreros que laboran en establecimientos, negocios o empresas que ocupen hasta cinco personas en todas sus agencias y sucursales, incluyendo al patrono y/o socio.
- Los trabajadores familiares sin remuneración.
- Los trabajadores sin remuneración en empresas o negocios de otros hogares.
- Los empleados domésticos.
- Los jornaleros o peones.
- Los trabajadores por cuenta propia que laboran en establecimientos hasta de cinco personas, excepto los independientes profesionales.
- Los patronos o empleadores en empresas de cinco trabajadores o menos. Se excluyen los obreros o empleados del gobierno.

Según el boletín de prensa de esta misma institución sobre Medición del Empleo Informal y Seguridad Social en el primer trimestre de 2013 en Colombia⁴⁶, del total de personas ocupadas el 49,8% tenía un empleo informal. De éstos, 51,2% eran hombres y 48,8% mujeres. De los ocupados que llevaban menos de un mes en su empleo, el 56,4% eran informales, proporción inferior en 2,4 puntos porcentuales en la presentada para el mismo período del año 2012. El rango en el que se presentó menor proporción de informalidad fue de seis meses a menos de un año (37,7%). El nivel educativo entre los informales fue de bachillerato en el 51,7%. El grupo principal de ocupación que presentó la mayor proporción de informalidad fue el de comerciantes y vendedores (75,6%). Por su parte, los profesionales y técnicos y el personal administrativo presentaron las menores proporciones de informalidad con 5,6% y 19,6%, respectivamente.

Según informes internacionales, la tasa de informalidad colombiana ocupa el cuarto lugar (68%) de toda la región después de países como Perú, Bolivia y Paraguay, además es el cuarto país en el continente con el salario mínimo legal vigente más bajo. Esta situación genera grandes implicaciones no solo a la

⁴⁶ Boletín de prensa. Medición del empleo informal y seguridad social. Trimestre enero – marzo de 2013. DANE. Mayo 9 de 2013.[internet]. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ech/ech_informalidad/bolet_ech_informalidad_ene_mar2013.pdf. (consultado en mayo de 2013)

economía del país si no al trabajador informal como tal, dado que lo enfrenta a niveles de riesgo elevados por encontrarse fuera de los sistemas de prevención, de servicios de salud y pensión que garanticen una mejor calidad de vida, sumado a la exposición a diferentes factores de riesgo sin un control, educación o la posibilidad de accidentes de trabajo o enfermedad laboral⁴⁷.

Según la OIT, las enfermedades profesionales conllevan un costo considerable, pueden empobrecer a los trabajadores y a sus familias, reducir la productividad y la capacidad de trabajo y aumentar drásticamente los gastos en atención de salud. Se calcula que los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales conllevan una pérdida anual del 4% del producto interior bruto (PIB) en el mundo, o lo que es lo mismo: de 2,8 billones de dólares estadounidenses en costos directos e indirectos. En la Unión Europea el costo de las enfermedades relacionadas con el trabajo asciende, como mínimo, a 145.000 millones de euros al año⁴⁸.

Cada día mueren 6300 personas a causa de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo (más de 2,3 millones de muertes por año). Anualmente ocurren más de 317 millones de accidentes en el trabajo, muchos de estos accidentes resultan en absentismo laboral. El coste de esta adversidad diaria es enorme y la carga económica de las malas prácticas de seguridad y salud se estima en un 4% del Producto Interior Bruto Global de cada año⁴⁹.

En Colombia, el trabajador informal está expuesto a diferentes tipos de riesgos laborales entre ellos el biomecánico por carga física, estática o dinámica, siendo relevante además, la carga fisiológica que exige los diferentes tipos de trabajo; también hay otros factores como el riesgo físico que se den tener en cuenta, especialmente el relacionado con calor (temperatura), variable de interés para esta investigación.

Los estudios que hacen referencia a las exigencias fisiológicas por carga física y térmica en población que carga y descarga camiones (embaladores) son limitados a nivel internacional y nacional, sin embargo se hace referencia a estudios que

⁴⁷ Organización Internacional del Trabajo –OIT- La prevención de las enfermedades profesionales. . Primera edición. 2013. [internet]. Disponible en: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_209555.pdf (consultado en 11 de julio de 2013)

⁴⁸ Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. New and emerging risks in occupational safety and health – Annexes. [internet]. Disponible en: <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/new-and-emerging-risks-in-occupational-safety-and-health-annexes> (consultado 3 de diciembre de 2013).

⁴⁹ Organización Internacional del Trabajo. Seguridad y Salud en el Trabajo. [Internet]. Disponible en: <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--es/index.htm>. (consultado en 3 de diciembre de 2013).

evalúan la carga física y térmica en diferentes sectores de la economía donde se realiza manipulación manual de cargas.

Es el caso del estudio de tipo observacional realizado en el Perú en el año 2006, llamado Salud ocupacional en el trabajo de estiba: los trabajadores de mercados mayoristas de Huancayo⁵⁰ (estiba de papa), en donde se realizaron mediciones antropométricas de los estibadores según parámetros internacionales, también se determinaron las condiciones laborales por observación directa y ergonómica usando el método REBA y OWAS. Se realizó además un examen clínico y traumatológico, se valoró la satisfacción laboral, los niveles de ansiedad y depresión con la escala de Zung.

Se obtuvo como resultado que de los 105 trabajadores evaluados, 72,4% fueron estibadores, 25,7% cabeceadores y 1,9% transportistas manuales de carga; su estatura promedio fue de $159,9 \pm 5,8$ cm, manipulan sacos de 150 kilos, movilizaban diariamente entre 10 a 20 toneladas. Se encontraron posturas inadecuadas como flexión de cuello $> 60^\circ$, flexión elevada de brazos, flexión de tronco $> 60^\circ$ y flexión de tronco con movimientos de rotación, calificando esta actividad de riesgo ergonómico muy alto. El 55% presentaron lumbalgia, 42% hipercifosis dorsal, 62% refirieron estar satisfechos con su trabajo, no tenían síntomas depresivos 77% y de ansiedad 62%. Concluyeron que el proceso de trabajo de estiba es riesgoso para la salud de los trabajadores, debido al peso extremadamente excesivo que manejan, por lo que se debe reglamentar la reducción del peso de la carga a estándares internacionales (55 kg). Recomendaron adoptar medidas concernientes a la capacitación de buenas técnicas en el transporte y manejo de carga.

En el año 2010, en el estudio “Valoración de carga física en estibadores de una cooperativa de trabajo asociado”⁵¹, se determinó el nivel de exposición a carga física de trabajo en una muestra de estibadores de una cooperativa de trabajo asociado que laboraban en una planta de producción de concentrados para animales en Itagüí – Antioquia, para ello se realizó un estudio observacional descriptivo incluyendo por conveniencia a 41 estibadores; se les aplicó una encuesta sociodemográfica, monitoreo de frecuencia cardíaca; se aplicó el método Frimat para determinar los niveles de exposición a carga física, según el índice de penosidad.

Como resultados de la evaluación de los cuatro puestos de trabajo (paleadores, arrumadores y desarrumadores, bodegueros y cosedores de sacos), dos se

⁵⁰ Vigil L., Gutiérrez R., Cáceres C., Collantes H., Beas J. Salud ocupacional en el trabajo de estiba: los trabajadores de mercados mayoristas de Huancayo, 2006. Revista Perú Med. Exp. Salud Pública 2007; 24(4): 336 – 342

⁵¹ Zapata H., Arango G., Estrada L. Valoración de carga física en estibadores de una cooperativa de trabajo asociado. Rev. Fac. Nac. Salud Pública 2011; 29(1): 53-64.

asociaron con la mayor carga física para el personal. De los tres estibadores (el 100%) que se desempeñaban como paleadores y 14 (el 63.6%) de los 22 que laboraban como arrumadores y desarrumadores, se ubicaron en niveles altos de exposición, entre penoso y extremadamente duro para carga física según Frimat; 11 (el 91.7%) de los bodegueros y cuatro (el 100%) de los cosedores de sacos, se ubicaron en niveles de exposición baja entre carga física mínima y soportable. Concluyen que el tipo de puesto de trabajo desempeñado y las actividades que se asocian a éste, afectan el nivel de carga física de trabajo. Los factores personales pueden incidir en la carga física.

En otro estudio liderado por el programa de Terapia Ocupacional de la Universidad Manuela Beltrán de Bogotá, se realizó la caracterización del trabajo de coteros de papa de una central de abastos⁵², encontrándose que inician su jornada laboral diariamente entre las 10 pm y 11 pm, o en horas de la madrugada, dependiendo de la programación de descargue en la central. Llevan la papa hasta las bodegas y puntos de acopio de los comerciantes compradores. Cargan al hombro entre 400 y 900 bultos durante las primeras cuatro horas de trabajo pudiendo extenderse la jornada a 10 o 17 horas. Se identificó que la población de coteros o embaladores pertenece al género masculino, con edades entre los 23 y 45 años; en cada bodega, dos trabajadores desempeñan funciones de coterero: uno es desarrumador encargado de organizar los bultos de papa en la puerta del camión, y el otro es el peón “coterero” de papa, quien inicia el descargue. Este último realiza desplazamientos de aproximadamente dos metros por viaje. Los coteros en un minuto descargan cuatro bultos aproximadamente (con el respectivo desplazamiento que exige), para un total de 720 bultos en una jornada “normal”. Cada bulto tiene un peso equivalente a 50 Kg.

La jornada de trabajo generalmente finaliza alrededor de las 3 pm del día siguiente. De la jornada se tiene un tiempo previsto para la tarea de cargue y descargue de aproximadamente tres a cuatro horas o más, dependiendo de la necesidad de abastecimiento, tarea que se realiza de forma consecutiva y sin periodos de descanso. Finalmente, los coteros en el tiempo restante desempeñan tareas como transporte de bultos de papa dentro de la plaza de mercado, lavado de la misma y organización de la bodega, entre otros.

Lo expuesto implica que se aumente el riesgo relacionado con carga física para columna pudiendo presentar Desórdenes Músculo Esqueléticos (DME) como hombro doloroso, dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal, relacionados con la manipulación manual de cargas. Así mismo se determinó que el 36.36% coteros participantes en la investigación se encuentra en riesgo ergonómico muy alto para desarrollar DME, implicando la necesidad de realizar una intervención y

⁵² Caracterización de los Puestos de Trabajo y de los Trabajadores Peones de Carga Coteros de Papa. [internet]. Disponible en: - - . (consultado en febrero 2013).

análisis de actuación inmediata; y el 63.63% muestra un riesgo alto, lo cual significa que la intervención y análisis es necesaria realizarla prontamente⁴⁹.

En una población trabajadora colombiana de un supermercado proveniente de un ambiente tropical, que manipulaba carga manualmente dentro de sus labores, se determinó la relación entre la carga física (expresada como frecuencia cardiaca relativa – FCR) y el tiempo máximo de trabajo aceptable (TMTA). Para ello se efectuó un estudio de tipo observacional, donde se utilizó el método del Manero (empleado también en esta investigación). Se recolectaron datos fisiológicos, demográficos, de salud y de las condiciones laborales. Se midió la frecuencia cardiaca de reposo y de trabajo durante la actividad laboral y se determinó la FCR mediante el modelo de Wu & Wang. Se obtuvieron correlaciones significativas entre el TMTA y la FCR y otras variables fisiológicas. El 43% de los trabajadores no cumplieron con el TMTA. La única variable individual que estuvo asociada con el cumplimiento fue el índice de masa corporal menor de 18,5 Kg/m²; las otras variables asociadas fueron algunas condiciones específicas del ambiente laboral. Los resultados mostraron que las variables fisiológicas se correlacionaron negativamente con el TMTA. La FCR mostró su utilidad potencial en la práctica de la salud ocupacional empresarial⁵³.

En la investigación “Valoración de la Capacidad Física de Trabajo”⁵⁴ realizada en un sector industrial en el año 2007, donde se referenciaban antecedentes de trabajo físico exigente y permanente para los trabajadores, se tomó una muestra de 121 trabajadores (102 hombres y 19 mujeres) de las áreas operativas y administrativas de una sola empresa. Se aplicó el Test de escalón – método básico de Máster, modificado por Manero. Se obtuvo como resultados que los hombres tenían una edad promedio de 31,5 años, peso de 73,8 kilos, talla de 1,71 metros e índice de masa corporal de 25,1. Las mujeres tienen en promedio una edad de 33,2 años, peso de 55,6 kilos, talla de 1,56 metros e IMC de 22,8. El promedio de consumo máximo de oxígeno fue de 2.38 L/min para las mujeres y de 3.01 L/m para los hombres, con un alto nivel de significancia estadística. Los trabajos de mayor exigencia física están directamente relacionados con un mayor gasto de oxígeno por el trabajador que las ejecuta. A medida que las tareas son más exigentes se observa un incremento en el consumo de oxígeno. La carga ligera de trabajo obtuvo un valor de 2,77 L/min, las moderada 3,04 L/min, y la alta de 3,11 L/min. Las tareas de oficina y oficios sedentarios revelaron un consumo de oxígeno bajo y las actividades complejas demandan un mayor consumo de

⁵³ Ariza L., Idrobo A. Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable en trabajadores de un supermercado en Cali, Colombia. Rev. Salud Pública 7 (2): 145 – 156, 2005.

⁵⁴ Gavis R. Valoración de la capacidad física de trabajo, mediante el Test de Máster de dos pasos o prueba ergométrica del escalón, en trabajadores de una empresa de servicios petroleros, Bogotá 2007. [internet] Disponible en: http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/html/cis_ccs/pdf/bosque_01.pdf (consultado el 20 de mayo de 2013)

energía. Se aprecia una clara asociación entre el aumento de la carga de trabajo y el consumo máximo de oxígeno.

La correlación entre VO_2 y el cargo está en función directa al gasto energético, siendo de 2,77 L/min para el ligero, de 3,04 L/min para el moderado y de 3,11 L/min para el alto. Los mejores valores de VO_2 corresponden a las labores de mayor exigencia física o de gasto energético. Los cargos administrativos tienen un menor VO_2 que las labores operativas de campo con un valor $p < 0,009$. Un mejor acondicionamiento físico por parte de un trabajador, puede permitirle desempeñarse laboralmente con menor presencia de fatiga a través de la jornada laboral. Los trabajadores que en su tiempo libre practican o ejecutan algún ejercicio de manera regular (VO_2 de 3,25 L/min) tienen un mayor porcentaje de acondicionamiento físico que los sedentarios (con VO_2 de 2,79 L/min) con un adecuado nivel de significancia estadística (valor $p < 0,0001$).

Se determinó que el índice de masa corporal se incrementa en relación directa con la edad. Hubo correlación entre el VO_2 y el índice de masa corporal: bajo peso 2,4 L/min, normopeso 2,8 L/min, sobrepeso 3,1 L/min y obeso 3,5 L/min (valor $p < 0,005$). La relación entre VO_2 e intensidad de trabajo tuvieron asociación: carga ligera 2,77 L/min, carga moderada 3,04 L/min, carga alta 3,11 L/min (con un valor $p < 0,002$). La correlación entre VO_2 y edad fue significativamente menor a medida que aumentan los años ($p < 0,001$).

La correlación entre tabaquismo y VO_2 no evidenció en este estudio, ser determinante en la aptitud física del trabajador (valor $p < 0,3$). La correlación entre género y VO_2 fue significativamente menor para las mujeres ($p < 0,0001$).

En el estudio “Carga y Capacidad Física de Trabajo en Auxiliares de Bodega de una Cadena de Supermercados de Santiago de Cali. Diciembre 2008 y Febrero 2009”⁵⁵, se correlacionaron variables de medición en el proceso de trabajo, el trabajador y la percepción del trabajador, recolectados a través de visitas al área de bodega de una cadena de supermercados. Se aplicaron la prueba escalonada, pulsometría, el test PARQ y la escala de percepción de esfuerzo físico de Borg.

Entre los resultados obtenidos está que el 59% de la población cuenta con una condición física Aceptable, Mala y Deficiente. Se encontró que el 85% de la población trabajadora está en riesgo a las 8 horas de la jornada y se incrementó al 97% a las 12 horas.

⁵⁵ Montes J. Carga y capacidad física de trabajo en auxiliares de bodega en una cadena de supermercados de Santiago de Cali.[tesis maestría en Salud Ocupacional] 2009. Universidad del Valle. Escuela de Salud Pública. Diciembre 2008 – Enero

En el coeficiente de Penosidad Frimat se encontró que el trabajo soportable – penoso está representado por el 8,8%, entre Duro – Muy Duro el 17.6% y Extremadamente Duro 23.5%.

En la percepción de esfuerzo físico del trabajo para los auxiliares se encuentra que el trabajo estuvo catalogado como ligeramente fuerte – fuerte 58.82%, entre fuerte – muy fuerte 11.76% y esfuerzo máximo 11.76%. Se observó que la relación estadísticamente significativa entre las variables de gasto energético total del trabajo y la capacidad física de los auxiliares de bodega (valor $p = 0,01$). Existe una relación positiva de acuerdo a la magnitud de la relación ($r = 0,702$), evidenciando la necesidad de cumplir con las tareas de demanda física en el caso de los auxiliares de bodega.

El estudio “Efectos fisiológicos por exposición laboral a ambientes calurosos en trabajadores de la construcción”⁵⁶, tuvo como objetivo identificar la relación de las respuestas fisiológicas de los trabajadores con los factores del ambiente térmico, de la tarea o de ambos, comparar las respuestas funcionales registradas en invierno y verano, y contribuir a la introducción de nuevos indicadores para evaluar carga e intensidad de trabajo con fines de normalización ergonómica. Para ello se realizó una investigación transversal en una muestra no probabilística de 29 constructores, evaluados en invierno y verano. Se registraron las variables fisiológicas temperatura oral (t_{or}) y frecuencia cardíaca (HR) cada 20 minutos, coincidentemente con las variables climáticas ambientales.

Se evaluaron también las variables subjetivas de sensación térmica al inicio, a las 4 horas de trabajo y al final de la jornada, y síntomas de fatiga al inicio y final de la jornada. Como resultados se obtuvo que la t_{or} y la HR aumentaron en correspondencia con los cambios térmicos ambientales y la intensificación del trabajo. Las diferencias de medias invierno versus verano de la t_{or} y de la HR no fueron estadísticamente significativas, aun cuando hubo aumentos significativos de las variables ambientales en verano. La t_{or} correlacionó con todas las variables, excepto con la velocidad del aire en invierno. El trabajo se clasifica como moderado, con tareas pesadas y muy pesadas de corta duración. Los criterios de referencia e indicadores propuestos para evaluar la carga funcional durante el trabajo resultan válidos y seguros para trabajadores cubanos, masculinos, expuestos laboralmente a condiciones de calor.

En el estudio correlacional “Caracterización del estado de hidratación de trabajadores expuestos a ambientes térmicos elevados de una empresa del sector papelerero y su relación con la carga física de trabajo y carga térmica del

⁵⁶ Caballero E., Suárez R., Batle J. Efectos fisiológicos por exposición laboral a ambientes calurosos en trabajadores de la construcción. Revista Cubana de Salud y Trabajo 2010;11(2):3-14

medio ambiente”⁵⁷, tuvo como finalidad proponer sistemas para el control de la situación de riesgo por deshidratación. Para medir el estado de hidratación de los trabajadores se contemplaron las variables relacionadas con peso (inicial y final), la medición de la Frecuencia Cardíaca (FC) durante las ocho horas de la jornada laboral a través de pulsómetro (calculó valores de consumo energético de la actividad en kilocalorías). Además la toma de temperatura, frecuencia respiratoria y tensión arterial.

Igualmente, se aplicó el formato de determinación de principales vías de hidratación a través de la cantidad de líquido consumido por concepto de ingesta de líquidos y por la dieta ingerida en su hora de almuerzo. Se calcularon medidas de frecuencia, se aplicó la prueba de Chi-cuadrado para bondad de ajuste y análisis bivariado para pruebas no paramétricas; como nivel de significancia estadística se determinó un $\alpha=0.05$.

Los 31 trabajadores del área de máquinas expuestos a ambientes térmicos elevados, presentaron una frecuencia cardíaca en promedio de 76,84 latidos por minuto (lpm), alcanzando un valor máximo promedio de 182,35 lpm. El peso muestra una ligera disminución con promedio en casi un 1 Kg. La temperatura tuvo un comportamiento estable, sin variaciones para el 100% de los casos.

La correlación de variables especialmente las del consumo calórico total del trabajador (CCTT) frente al Índice de Costo Cardíaco Relativo (valor $p=0,002$) y la valoración FRIMAT (valor $p=0,036$), muestra diferencias estadísticamente significantes. De la misma manera sucede al correlacionar la tasa de sudoración con valoración FRIMAT (valor $p=0,012$). La variable denominada carga no mostro asociación estadística importante al compararla con las variables de Consumo calórico total del trabajador (CCTT), con el Índice de Costo Cardíaco Relativo (ICCR) y con tasa de sudoración.

Para la correlación de la tasa de sudoración con valoración FRIMAT, la prueba de Bonferroni para comparaciones múltiples indica significancia estadística entre la categoría Soportable con Duro (valores menores de $\alpha= 0,05$).

De la población total de estudio, cinco personas correspondientes al 16.1% presentan una carga de trabajo Duro según valoración de FRIMAT, con mayor tasa de sudoración, debido a que el criterio FRIMAT tiene en cuenta las frecuencias cardíacas máximas.

Se concluyó que todos los individuos fisiológicamente entran en procesos de deshidratación que no son compensados adecuadamente durante la jornada

⁵⁷ Giraldo L. Caracterización del estado de hidratación de trabajadores expuestos a ambientes térmicos elevados de una empresa del sector papelerero y su relación con la carga física de trabajo y carga térmica del medio ambiente, 2010. Tesis Maestría Universidad del Valle.

laboral. Los pesos tuvieron tendencia a la pérdida, por lo tanto, el cambio en el peso corporal permanece como el sustituto más universal, válido, económico y factible para medir el cambio de agua corporal. Aunque las cargas físicas de trabajo son importantes y conllevan a una pérdida de líquido principalmente por sudoración, el compromiso más evidente en el proceso de deshidratación de los operadores del área de máquinas, está determinado por una situación de tipo ambiental, por lo tanto, se hace necesario tomar medidas en las fuentes generadoras de calor, presentes en el área de máquinas.

En otro estudio llevado a cabo en los años 2008 – 2009, titulado “Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas”⁵⁸, se propone una herramienta que permita realizar una evaluación rápida y objetiva con el fin de establecer períodos de trabajo y de reposo de los trabajadores – carga de trabajo – en entornos industriales.

Esta investigación se llevó a cabo en una industria de fundición de acero en Venezuela. Se estudiaron las actividades de 12 trabajadores distribuidos en tres turnos de trabajo; los trabajadores participantes se encontraban aclimatados en los cargos seleccionados para el análisis. Para la estimación de la carga de trabajo se llevó a cabo un estudio previo de confort térmico con el fin de establecer el índice WBGT. Paralelo a esto se realizó el análisis de tareas, codificando acciones en función de los intervalos temporales de ejecución. Las observaciones se llevaron a cabo en los tres turnos (3 turnos x 8 horas) y en tres ciclos de producción para cada uno de los turnos. También se realizaron registros en video y se aplicaron entrevistas que completan la aproximación analítica a la situación de trabajo, se registró la antigüedad en el trabajo (exposición a la condición térmica), se calculó el índice de aislamiento térmico (Clo) y se estudió el programa de hidratación desarrollado para la unidad de producción.

Todas las informaciones se registraron en una matriz de análisis que permitió asociar los valores de gasto metabólico; para el cálculo del metabolismo de trabajo se aplicó una ecuación modificada a partir de los TLV's (American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH, 1992. 1992 – 1993 Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices) de acuerdo a los tiempos efectivos de exposición obtenidos del análisis estructurado de las tareas. Finalmente, se clasificaron los trabajos y se establecieron las recomendaciones pertinentes.

Los resultados del estudio permitieron establecer la necesidad del uso de un modelo de cálculo que integre las diversas variables (estructura de las tareas y

⁵⁸ Castillo J., Orozco A. Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas. Salud trab. (Maracay) 2010, Ene - Jun., 18(1), 17-33.

actividades, tiempo efectivo de exposición, índice WBGT). El modelo de análisis desarrollado permite determinar la carga de trabajo, sin embargo se debe tomar en cuenta que la estimación de la carga de trabajo requiere una correcta identificación de la relación entre la situación de trabajo y las exigencias de orden fisiológico en el trabajo. Aplicación industrial: el método desarrollado en este estudio es un instrumento fiable y válido para evaluar la carga de trabajo físico para las condiciones de estrés térmico.

3.6 MARCO LEGAL

La salud y bienestar de los trabajadores en su sitio de trabajo y fuera de ella debe ser la principal responsabilidad de todos y cada uno de los actores del sistema, incluyendo al trabajador. Son muchas las normas que el estado ha promulgado con ese fin, pero para efecto de pertinencia al presente trabajo de investigación se tienen en cuenta la siguiente normatividad:

Para el cuidado de la salud, el aseguramiento del trabajador durante su vida laboral y su vejez, que contemplan entre otras actividades de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, la Ley 1122 del 2007 busca garantizarlos a través del régimen de pensiones, atención en salud y el Sistema General de Riesgos Laborales; en ellas se establece la estructura del Sistema de Seguridad Social en Colombia⁵⁹.

Sobre las disposiciones de la Salud Ocupacional que busca preservar, conservar y mejorar la salud de los trabajadores aplicables a todo lugar y clase de trabajo, se cuenta con la Ley 9 de 1979, especialmente el título III, considerando que los riesgos laborales pueden afectar la salud del trabajador que trae como consecuencia el ausentismo⁶⁰. La Ley 1562 de 2012 "Por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de salud ocupacional"⁶¹. Los Decretos 1771 de 1994, 1772 de 1994 organizan el Sistema General de Riesgos Profesionales en Colombia⁶² y con la Resolución 2400 de 1979 se define el Estatuto General de Seguridad⁶³.

⁵⁹ Colombia. Congreso de la República de Colombia. Ley 1122. de 2007, enero 9, por el cual se hacen algunas modificaciones en el sistema general de seguridad social en salud y se dictan otras disposiciones. Bogotá.

⁶⁰ Colombia. Congreso de la República de Colombia. Ley 9 de 1979, enero 24. Ley Marco de la Salud Ocupacional en Colombia por la cual se dictan medidas sanitarias. Bogotá, 24.

⁶¹ Colombia. Congreso de la República de Colombia. Ley 1562 de 2012, julio 11, por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional. Bogotá.

⁶² Colombia. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Decreto 1771 de 1994, agosto 3, por el cual se reglamenta parcialmente el decreto 1295 de 1994.. 1994.

⁶³ Colombia. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Resolución 2400 de 1979, por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. 1979.

Ésta última en sus artículos 390 - 392, plantea que los valores máximos de levantamiento y transporte de carga compacta para trabajadores adultos del género masculino son de 25 y 50 Kg. y para mujeres 12.5 y 20 kilos respectivamente. Dicho peso máximo quedó fijado de tal manera que se evite la fatiga física. Para el tema de la evaluación del ambiente térmico aplica el Capítulo I – Título III, parágrafo, artículo 64⁴⁵.

Siendo el accidente de trabajo y la enfermedad profesional causas de ausentismo, el Decreto 2463 de 2001 reglamenta el proceso de calificación a través de las Juntas de Calificación de Invalidez regionales y nacional⁶⁴. La Resolución 2013 de 1986, establece la creación y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en las empresas para la realización de actividades relacionadas con la salud y la seguridad del trabajador⁶⁵.

De acuerdo al tipo de riesgo y el número de los trabajadores, la Resolución 1016 de 1989 obliga a los empleadores a tener un programa de Salud Ocupacional, destinar recursos humanos financieros y físicos para la ejecución de programas orientados hacia el bienestar de sus colaboradores⁶⁶.

Con el propósito de clasificar las enfermedades de origen ocupacional el Decreto 2566 del 2009, adopta la tabla de enfermedades profesionales⁶⁷.

La Resolución 1401 de 2007 por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo con el objetivo principal de prevenir nuevos eventos y mejorar la calidad de vida de los trabajadores, lo cual se reflejaría en la productividad de la empresa⁶⁸.

Resolución 2844 de 2007, por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia, las cuales desde un enfoque integral, emiten recomendaciones basadas en la mejor evidencia disponible para prevenir, realizar diagnóstico precoz, tratamiento y rehabilitación de los trabajadores en

⁶⁴ Colombia. Ministerio de la Protección Social, Decreto 2463 de 2001, noviembre 20, por el cual se regula el funcionamiento de las juntas de calificaciones de invalidez. Bogotá.

⁶⁵ Colombia. Ministerio del Trabajo, Seguridad Social y de Salud. Resolución 2013 de 1986, junio 6, por la cual se establece la creación y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en las empresas. Bogotá

⁶⁶ Colombia. Ministerio del Trabajo, Seguridad Social y de Salud. Resolución 1016 de 1989, 31 de marzo, por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de Salud Ocupacional. Bogotá

⁶⁷ Colombia. Ministerio de Protección Social. Decreto 2566 de 2009, julio 8, por la cual se adopta la tabla de enfermedades profesionales. Bogotá. Diario Oficial No. 47.404, 2009

⁶⁸ Colombia. Ministerio de la Protección social. Resolución 1401 de 2007, mayo 14, por el cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo. Bogotá. Diario oficial 46638 mayo 24 de 2007.

riesgo de sufrir o afectados por las enfermedades profesionales de Desórdenes Musculo Esqueléticos⁶⁹.

Normas Técnicas Colombianas NTC 5693 – 1 sobre Levantamiento y transporte manual de cargas). NTC 5693 – 2 Halar y empujar cargas. NTC 5693 – 3 (Manipulación manual de cargas livianas a alta frecuencia).

⁶⁹ Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 2844 de 2007, agosto 16, por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia. Bogotá. Diario Oficial No. 46.728 de 22 de agosto de 2007.

4. METODOLOGÍA

4.1 TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un estudio de tipo descriptivo y correlacional que determinó la respuesta fisiológica de la carga física y térmica del embalaje manual de alimentos realizado por trabajadores informales en una ciudad portuaria de Colombia.

4.2 HIPÓTESIS ALTERNA

La carga física y térmica del embalaje incrementan las respuestas fisiológicas de los trabajadores.

4.3 HIPÓTESIS NULA

La carga física y térmica del embalaje no incrementan las respuestas fisiológicas de los trabajadores.

4.4 POBLACIÓN

El universo estuvo constituido por aproximadamente 90 trabajadores informales que embalan manualmente alimentos en una ciudad portuaria de Colombia.

4.5 POBLACIÓN A ESTUDIO Y MUESTRA

La población objeto del estudio corresponde a una muestra por conveniencia de 36 trabajadores informales que aceptaron participar en el estudio y cumplieron con los criterios de selección establecidos.

4.6 CRITERIOS DE SELECCIÓN

4.6.1 Criterios de inclusión

- Trabajadores que aceptaron voluntariamente su participación en el estudio y firmaron el consentimiento informado.
- Trabajadores mayores de 18 años.

- Trabajadores que realizan manejo de cargas manualmente.
- Trabajadores cuya carga manipulada fue alimentos empacados en bultos con un peso de 50 kilos.

4.6.2 Criterios de exclusión

- Trabajadores que refirieron sentirse enfermos en el momento de aplicar las mediciones.
- Embaladores que realizan turnos nocturnos.

4.7 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

4.8 INSTRUMENTOS

Para la caracterización sociodemográfica y del trabajo se utilizó una encuesta diseñada por las investigadoras la cual contemplaba los siguientes aspectos personales: edad, género, estado civil, ejercicio físico; y del trabajo: antigüedad en el oficio, jornada de trabajo, número de horas diarias de trabajo y si realiza o no horas extras (Anexo 2).

Caracterización antropométrica de la población sujeto de estudio. Se realizaron mediciones técnicas sistematizadas que expresan cuantitativamente, las dimensiones del cuerpo. Se midió la composición corporal de cada embalador a través del grosor de los pliegues cutáneos del tríceps, subescapular, iliocrestal, abdominal, muslo, pierna y pectoral (tejidos blandos) con un adipómetro referencia Kit Kaliper de la marca Polar[®]. Los perímetros musculares se midieron con una cinta métrica de 0,5 cm de ancho por 2 metros de largo, flexible pero inextensible que permitió medir el tórax, abdomen inferior, cadera, bíceps relajado, bíceps contraído, muslo y pierna. Para los diámetros óseos se utilizó un antropómetro o regla centimetrada con longitud horizontal de 60 cm y dos ramas de 25 a 30 cm. de largo, perpendiculares a la regla horizontal (una fija y una móvil) para los diámetros biepicondilar humeral, radio ulnar distal (muñeca) y biepicondilar femoral.

Para la medición de la carga física de trabajo, los métodos y procedimientos utilizados en este estudio son indirectos.

Inicialmente se realizó la medición del gasto energético del trabajo mediante la frecuencia cardíaca. Para ello se utilizó:

Pulsometría (Anexo 3): la cual determinó la velocidad de los latidos del corazón o pulso cardíaco del trabajador, además se midieron las frecuencias cardíacas

medias, mínimas y máximas, así como el consumo energético de la actividad en kilocalorías, realizando un análisis minucioso.

Su utilización se ha instaurado de manera general entre deportistas profesionales, trabajadores o en el campo clínico en donde los individuos se enfrentan a esfuerzos intensos de larga duración. El primer paso para poder utilizar el pulsómetro de manera adecuada debe de ser el conocer la frecuencia cardiaca en reposo, que suele variar de unas personas a otras. Además, es conveniente comprobar que después de un ejercicio continuado, el ritmo cardiaco regresa a ese valor, con lo que se concluirá que la recuperación del esfuerzo ha sido correcta. Sin embargo, pudiera darse el caso de que la frecuencia cardiaca no regresara a ese valor inicial en reposo, con lo que se podría decir que se está sufriendo de sobre entrenamiento o hay un exceso de ejercicio, que el organismo no está preparado para soportar.

El pulsómetro es un aparato de monitorización compuesto de un cinturón torácico y un reloj. El primero contiene dos electrodos electrocardiográficos y emite radiofónicamente la frecuencia cardiaca, la cual es captada por el reloj de pulsera. Este último es un microordenador que registra y almacena la información sobre la frecuencia cardiaca.

Para el presente estudio se utilizaron Pulsómetros convencionales marca Polar[®], los cuales tienen incorporados sistemas de conversión de frecuencia cardiaca a kilocalorías; convirtiéndose en una alternativa, sencilla y práctica para la estimación del gasto energético del trabajo.

Para medir la capacidad aeróbica se utilizó la Prueba escalonada (Anexo 3) la cual permite relacionar las variables físicas del trabajador con las variables del proceso y puesto de trabajo, determinando así el riesgo generado y la calificación del mismo en el trabajador. En el presente estudio se utilizó el modelo del doctor Rogelio Manero del Instituto Nacional de Salud de los Trabajadores de Cuba, quien diseñó la prueba escalonada y fue validada por el doctor Juan Carlos Velásquez como instrumento para la medición y evaluación de carga física laboral en Colombia²⁷⁻²⁴.

Se encontró la aplicación de esta misma prueba y la pulsometría en la ciudad de Cali en el estudio “Impacto de una intervención tecnológica sobre la carga de trabajo medido a través de la frecuencia cardiaca y el consumo calórico, en trabajadores de manipulan rollos en una empresa del sector papelerero”⁷⁰.

⁷⁰ Sánchez C., Carolina. El Impacto de una Intervención Tecnológica sobre la carga de Trabajo medido a través de la frecuencia cardiaca y el consumo calórico, en trabajadores que manipulan rollos en una empresa del sector papelerero. Año 2007.

En esta prueba se utilizó un banco de madera que contaba con una altura de 25 cm y una profundidad de 35 cm, cubierto con superficie antideslizante, en donde el trabajador debía subir (trabajo positivo o acción en contra de la fuerza de la gravedad) y bajar (trabajo negativo a favor de la fuerza de gravedad) su peso, con una cadencia de 17 pasos en la primera carga, 26 pasos en la segunda carga y de 34 pasos en la última carga, con un descanso de un minuto entre cada una. La cadencia la estableció el metrónomo. Cada carga tiene una duración de tres minutos. Al final de cada carga, se debe revisar la frecuencia cardiaca controlando que no exceda la frecuencia cardiaca máxima teórica ($FC_{max} = 220 - \text{edad}$) o que el trabajador refiera algún tipo de molestia que obligue la suspensión de la prueba⁷¹.

Para su aplicación se debe tener en cuenta los siguientes aspectos técnicos:

- Mantener una postura recta
- Evitar sujetarse de cualquier objeto fijo porque esto alteraría el movimiento de ascenso y descenso al escalón y por supuesto el esfuerzo requerido.
- Apoyar completamente los pies sobre el escalón en el ascenso y en el suelo durante el descenso.

Es importante mencionar las ventajas y desventajas que señalan algunos autores sobre este instrumento de evaluación.

Ventajas en su aplicación²⁴:

- Requiere poca destreza
- Representa una forma de trabajo familiar para la mayoría de las personas
- Se presta para pruebas que se deben aplicar a grandes grupos de personas
- Son económicos y no requieren costo adicionales
- Requiere poco espacio y mantenimiento
- Se puede trasladar con facilidad a cualquier lugar
- No requiere procedimientos de calibración complicados en la evaluación del trabajo realizado y el equivalente de oxígeno consumido en la prueba.

Desventajas:

- Los sujetos, particularmente se sienten cansados, tienden a no enderezar sus cuerpos a nivel de las articulaciones de la cadera y rodilla, por lo tanto no levantarán su centro de gravedad completamente a la altura del escalón o banco
- El individuo realiza tanto trabajo positivo como negativo

⁷¹ Alba B., A. Test Funcionales. Cineantropometría y prescripción de entrenamiento en el deporte y la actividad física. Segunda Edición. Editorial Kinesis. 2005.

- Dificultad de medición del trabajo negativo: aunque se sabe que requiere considerablemente menos gasto energético se estima que es de 1/3 a 1/7 del trabajo positivo (subir el escalón)

Para la medición del estrés térmico se utilizó la termometría para obtener el índice WBGT y pruebas en el trabajador sobre la ingesta y eliminación de líquidos y sólidos.

La Termometría (Anexo 3): permite medir la temperatura ambiente en términos de bulbo seco, bulbo húmedo y temperatura radiante. La temperatura de bulbo seco, o simplemente temperatura seca, mide la temperatura del aire sin considerar factores ambientales como la radiación, la humedad o el movimiento del aire, los cuales tienen el potencial de afectar significativamente la sensación térmica. Uno de los instrumentos más empleados para medir la temperatura seca es el termómetro de mercurio, el cual consiste en un delgado tubo de vidrio cuya base, con forma de bulbo, contiene un depósito de este metal semilíquido.

La temperatura de bulbo húmedo, o simplemente temperatura húmeda, representa una forma de medir el calor en un sistema en el que interactúan un gas y un vapor, generalmente aire y vapor de agua. Se mide mediante un termómetro normal ubicado a la sombra, pero con su bulbo envuelto por una mecha de algodón (o un material poroso y absorbente similar) cuya parte inferior se encuentra sumergida en un recipiente con agua.

La temperatura radiante representa el calor emitido en forma de radiación por los elementos del entorno, por lo general en espacios interiores. Se obtiene mediante un termómetro cuyo bulbo se encuentra dentro de una esfera de cobre de espesor fino, pintada de color negro humo para maximizar la absorción de radiación. Se utilizó un monitor de calor marca Quest referencia Questem.

El balance hídrico del trabajador se obtuvo mediante la medición de la cantidad de líquido y sólido que el trabajador ingresaba a través de alimentos y bebidas hidratantes y su eliminación del organismo a través de la orina y excrementos; se utilizó una gramera para ello. Se entregó a cada trabajador dos recipientes: una jarra medidora mini de 10.5 cm de alto x 10 cm de ancho con volumen de 750 cm³, marca Vanyplas; y un vaso plástico de 10 onzas marca MQ. Los líquidos y sólidos que ingerían los trabajadores fueron aportadas por cada uno de ellos.

4.9 RECOLECCIÓN DE DATOS

El plan inicial para la realización de la investigación, fue realizar un sondeo previo con personas dedicadas al transporte de carga y lugareños de la ciudad portuaria donde se desarrolló el estudio. Se identificó los lugares específicos donde se realiza la carga/descarga de alimentos de forma manual.

Para el reclutamiento de los participantes en el estudio, las investigadoras contactaron individualmente a cada embalador informal en el sitio donde realizaba la carga/descarga de los productos. Las investigadoras explicaron el objetivo de la investigación, detallando sobre la aplicación de los instrumentos, el tiempo que llevaría cada intervención, los posibles riesgos que se podían presentar mientras se aplicaban algunas pruebas, cómo serían controlados y solucionados; se les indicó que no se afectaría el desarrollo de su trabajo habitual. Así mismo, se explicó los posibles beneficios recibidos al culminar la investigación (teniendo en cuenta los objetivos propuestos), cómo y cuándo se socializarían los resultados de acuerdo al cronograma de trabajo.

Una vez que se respondieron todas las preguntas que surgieron por parte de los trabajadores, las investigadoras entregaron en físico el consentimiento informado, después de su lectura y despejar las dudas, se solicitó el diligenciamiento y la firma del mismo. Se entregó una copia a cada trabajador que firmó el consentimiento informado.

Posteriormente las investigadoras aplicaron el cuestionario socio demográfico y realizaron las diferentes pruebas con sus instrumentos.

4.10 PROCEDIMIENTO

Esta investigación se desarrolló a través de 5 fases:

Fase No. 1 – Revisión Bibliográfica: En donde se sustentó teóricamente la realización del estudio a nivel nacional e internacional.

Fase No. 2 – Contacto con las partes: En las diferentes bodegas donde se ejecuta la labor de cargue y descargue de productos alimenticios en presentación de sacos o bultos de 50 kilos, se realizó el contacto inicial con los sujetos susceptibles de ser parte de la muestra, se comentaron los objetivos del estudio y se aclararon las dudas que surgieron. Se les explicó la metodología, la protección de la confidencialidad de la información y los beneficios para el bienestar de los participantes que podrían generar los resultados que se obtuvieran. Se indicó que durante el desarrollo de las pruebas se contaría con un médico general que apoyaría las situaciones adversas de salud que pudieran presentarse. Así mismo, si se llegara a requerir el traslado a un centro de salud, los costos serían asumidos por las investigadoras. Quienes decidieron participar en la investigación diligenciaron el consentimiento informado (Anexo 1) para iniciar el trabajo de campo.

Fase No. 3 – Recolección de la información: Al inicio de la jornada se tomaron los datos de la encuesta sociodemográfica y de trabajo de modo personalizado, en un tiempo aproximado de tres minutos por trabajador.

Posteriormente a cada trabajador se le tomó la frecuencia cardíaca de reposo al minuto cinco después de diligenciada la encuesta sociodemográfica y de trabajo. Se solicitó a los trabajadores retirar la camiseta y calzado para la toma de las medidas antropométricas, peso y talla. Para las primeras, se tomaron los perímetros, diámetros óseos y pliegues cutáneos utilizando una cinta métrica, antropómetro y adipómetro referencia Kit Kaliper de la marca Polar®, respectivamente. El peso fue tomado con una báscula electrónica de dos decimales para su mayor precisión y un tallímetro para medir la talla.

Se continuó ubicando el pulsómetro de marca Polar®. Cada monitor está conformado por una banda transmisora de los latidos del corazón, la cual es ajustada al nivel del tórax y un monitor receptor que fue colocado en la muñeca; los datos fueron monitorizados durante la jornada laboral. Al final, se descargó toda la información a través del software Polar Pro Trainer 5.

Después de ubicar el pulsómetro se procedió a realizar la prueba escalonada. Se inicia determinando la frecuencia cardíaca máxima teórica (FCmaxt: 220 – edad). Se explicó al trabajador la forma correcta de efectuar la prueba y se enciende el metrónomo para que se familiarice con el sonido y la cadencia. El médico general indicó al trabajador las situaciones en las cuales se debe suspender la prueba. Se dio inicio a la prueba que tarda tres minutos en su primera carga, con reposo de un minuto donde se revisa la frecuencia cardíaca de tal forma que no exceda la FCmaxt para dar continuidad a las demás cargas. Si la frecuencia cardíaca obtenida superó la FCmaxt se detiene la prueba, tomando un tiempo total de cuatro minutos. Si continúa, al minuto cinco se inicia la segunda carga por otros tres minutos con un minuto de reposo que inicia en el minuto siete. Se tomó nuevamente la frecuencia cardíaca y se comparó con la FCmaxt. Al no ser superada, continúa con la última carga que inicia al minuto ocho y finaliza al minuto 12 con un minuto de reposo donde se tomó nuevamente la frecuencia cardíaca y se registró.

Simultáneamente a la prueba escalonada, el higienista industrial siguió los siguientes lineamientos para la medición de la temperatura de bulbo seco, húmedo y globo:

Periodo de medición: entre 10:00 a.m. a 2:00 p.m., periodo de tiempo que se considera el de mayor exposición para la salud del personal y en el que se obtiene un promedio representativo de las condiciones reales.

Las condiciones climáticas del día en que se tomaron los datos de campo fueron de condiciones climáticas secas y condiciones normales de trabajo al interior del área a evaluar.

En cada sitio evaluado se dejó el equipo durante un tiempo representativo para garantizar la estabilidad en los resultados.

Se realizaron tres mediciones en puntos de actividad laboral para determinar el índice WBGT en cada uno y finalmente promediar el resultado.

Se midió el consumo de líquidos y sólidos durante la jornada de trabajo que fueron pesados a través de una gramera y registrados los datos para la sumatoria al final del trabajo. Así mismo, se midió los líquidos eliminados a través de la orina. No se presentó eliminación de sólidos.

Al final de la jornada laboral de cada trabajador se solicitó nuevamente realizar la medición de peso corporal para determinar las pérdidas insensibles.

Se resalta que ningún trabajador presentó alteración en su estado de salud que obligara a detener las pruebas o ser tratado por el médico que acompañó el proceso.

Fase No. 4– Análisis de la información: las investigadoras llevaron a cabo el análisis de los datos que se iban obteniendo.

Plan de análisis

Base de datos: la información obtenida se registró en una base de datos en Excel que posteriormente se exportó al programa estadístico SPSS versión 19 IBM para Windows.

Tipo de análisis: se realizó un análisis univariado donde se determinó la frecuencia de las variables cualitativas y la media y desviación estándar de las variables cuantitativas. Se efectuó además un análisis bivariado teniendo como variable dependiente las mediciones realizadas al trabajador y como variables independientes las mediciones realizadas al trabajo y al ambiente, y su relación con el trabajador, así como las variables socio demográficas e individuales. Previo a la decisión de cuáles variables se tendrían en cuenta para la correlación se efectuó la prueba de Shapiro Wilk para muestras menores de 50, asumiendo que la hipótesis nula (H_0) se comporta con una distribución normal y la hipótesis alterna (H_a) con una distribución no normal.

La valoración de la correlación se estableció de acuerdo con los criterios de Wayne⁷² en los que 1,00 es una correlación perfecta; 0,70 – 0,99 correlación alta; 0,50 – 0,69 correlación moderada; 0,20 – 0,49 débil; 0,09 – 0,19 muy débil, 0,00 no hay correlación.

Se aplicó la prueba de correlación de Pearson para las variables que cumplieron los criterios de normalidad y Spearman para las restantes. Para este estudio se estableció un intervalo de confianza entre el 95% y el 99% con valores de α entre 0.05 y 0.01.

Los resultados están presentados en tablas de acuerdo al plan de análisis, con los estadígrafos correspondientes.

Fase No. 5 – Generación del informe de conclusiones: las investigadoras elaboraron un informe final de acuerdo a las conclusiones obtenidas a partir de los resultados.

4.11 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Para la realización de este estudio se solicitó el aval al Comité de Ética Humana de la Facultad de Salud de la Universidad del Valle y de los trabajadores que hicieron parte de la investigación.

De acuerdo a la Resolución 008430 de 1993, en su artículo 11 esta investigación se clasificó con riesgo mínimo, no se realizó ninguna intervención intencionada de las variables biológicas, fisiológicas, psicológicas o sociales de los individuos que participaron en el estudio; no se identificaron ni se trataron aspectos sensitivos de su conducta, solo se aplicaron pruebas para determinar el gasto energético y la capacidad aeróbica de los trabajadores participantes.

Para la realización de esta investigación se utilizó también el consentimiento informado que se aplicó a los sujetos que aceptaron ser parte de la muestra (artículo 14).

Se contó con la colaboración de un médico general como primera respuesta clínica ante la posibilidad de que se presentaran eventos adversos como caídas, dolor muscular, fatiga, aumento de la frecuencia respiratoria, aumento de la frecuencia cardíaca, mientras se realizaban las diferentes pruebas. Se monitoreó constantemente la frecuencia cardíaca en los trabajadores.

⁷² Wayne D. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores. 2000

Para controlar el riesgo de pérdida del anonimato de los participantes, los investigadores identificaron a cada embalador con códigos numéricos.

El reporte de la investigación, la información y datos que se obtuvieron son de carácter confidencial y están bajo custodia exclusiva de las investigadoras, en ningún momento los resultados hacen referencia a datos particulares (artículos 6, 8,10).

5. RESULTADOS

5.1 DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La jornada laboral del embalador inicia cuando llega el camión a la bodega para realizar el cargue o descargue. Se observaron durante el tiempo de estudio 36 trabajadores durante cinco días; estos están distribuidos en nueve cuadrillas y se monitorizaron ocho trabajadores por día. Cada cuadrilla consta de 4 trabajadores que se ubica en su orden en un contenedor que mide 20 o 40 pies de largo (entre 6 y 12 metros).

La capacidad máxima del contenedor oscila entre 500 y 530 bultos de alimentos no perecederos. En un turno de trabajo entre 5 a 8 horas, cada cuadrilla alcanza un promedio de 7 contenedores. Cada bulto pesa 50 kilos.

El trabajador lleva una camisa sin mangas y pantalón corto de tela ligera, con zapatos cerrados. Utilizan una manga que cubre el tercio distal de los brazos y el antebrazo para proteger de heridas con los sacos.

Antes de iniciar el embalaje, un trabajador de cada cuadrilla empapela el contenedor; esta tarea lo realiza cada integrante de la cuadrilla de forma alternada.

El montacarguista ubica una estiba con 42 bultos ubicados de forma trabada: a lo ancho y a lo largo. Se ubican entre 5 y 11 estibas para facilitar la manipulación de la carga en planos medios y altos.

Inicialmente, la manipulación de los bultos se realiza de forma individual hasta completar aproximadamente la mitad posterior, según refieren los trabajadores porque es más fácil transportarlos individualmente que en parejas. Se realiza desplazamiento con carga en distancias hasta de 12 metros. La mitad anterior se realiza manipulando los bultos entre dos trabajadores por facilidad y reducción del nivel de la carga.

El tiempo comprendido entre la finalización de carga de un contenedor y el inicio de otro es utilizado por los trabajadores para hidratación y/u orinar.

5.2 PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

Se analizó la información de 36 trabajadores que decidieron voluntariamente participar en el estudio y cumplieron con los criterios de inclusión. Cabe resaltar, que inicialmente se pretendía abarcar una población de 90 embaladores informales, pero la situación de orden público y las situaciones derivadas del paro agrario, minero y camionero que se dio en el mes de Agosto y Septiembre de 2013 dificultó la asistencia y ejecución de la actividad laboral de los embaladores en las diferentes bodegas, así como los desplazamientos de las investigadoras y los profesionales que dieron apoyo.

Dando respuesta a los objetivos planteados en la presente investigación se muestran los siguientes resultados en su orden.

Los datos obtenidos de la caracterización socio demográfica y del trabajo de los embaladores informales de una ciudad portuaria de Colombia arrojan:

De los 36 trabajadores el 100% corresponden al género masculino. Respecto a la edad, el promedio es de 35,83 años, la edad mínima es de 24 años y la máxima 50 años. El 30,6% de los participantes tiene edad entre los 21 y 30 años, el 36,1% se encuentra entre los 31 y 40 años y el 33,3% restante entre 41 y 50 años.

El 75% de los trabajadores convive en unión libre con su pareja; el 19,1% son casados y el 5,6% son solteros.

La media del peso corporal de los embaladores es de 76,4 kilogramos con una desviación estándar de 11; el rango de peso osciló entre 61 y 110 kilos. La estatura está en un promedio de 1,74 metros.

El índice de masa corporal (IMC) obtenido se encuentra entre 21 y 32 con una media de 24,98. El 55% (20) de los trabajadores tiene un IMC considerado normal por la OMS (hasta 24,9 – normopeso), 14 de los trabajadores equivalente a 38% presenta sobre peso (IMC entre 25 y 29,9) y el 7% correspondiente a 2 trabajadores se encuentra en obesidad grado I (IMC entre 30 y 34,9).

El 100% de los trabajadores (36) refieren que no realizan ejercicio físico.

Las variables relacionadas con antecedentes patológicos cardiorrespiratorios y el consumo de sustancias psicoactivas no fueron tenidas en cuenta en el presente estudio por la incongruencia en las respuestas: se obtuvieron diferentes

respuestas luego de realizar la misma pregunta de forma verbal, en diferente forma.

Tabla 9. Características sociodemográficas de los embaladores informes que laboran en un puerto colombiano.

Características Socio demográficas	Muestra (n=36)
Género	
Masculino	36 (100%)
Edad (años)	
Media	35,83
Desviación	6,6
Edad Mínima	24
Edad Máxima	50
Rangos de edades	
20-30 años	11 (30,6%)
31-40 años	13 (36,1%)
41-50 años	12 (33,3%)
Estado civil	
Soltero	2 (5,6%)
Casado	7 (19,1%)
Unión libre	27 (75%)
Peso (Kg)	
Media	76,24 Kg
Desviación	11,1
Mínimo	61,05 Kg
Máximo	110,55 Kg
Talla (cm)	
Media	1,74 cm
Desviación	0,0072
Mínimo	1,64 cm
Máximo	1,89 cm
Realiza ejercicio físico	
No	36 (100%)

En cuanto a la antigüedad en el oficio se encontró una media de 15,9 años, el 25% correspondiente a 9 trabajadores, ha laborado en el cargo en un periodo menor a 10 años; el 50% correspondiente a 18 trabajadores, entre 11 y 20 años, y superior a 20 años el 25% restante (9 trabajadores).

El número de horas diarias de trabajo oscila entre 5 y 8 horas: el 19% de los trabajadores (7) labora 5 horas diarias, 25% (9) trabaja 6 horas, el 37% (13) lo hace en 7 horas y el 19% (7) en 8 horas. La media para esta variable es de 6,56, con una desviación de 1,027.

Se encontró que el 3% correspondiente a 1 trabajador, labora en jornada mixta, es decir, mañana y tarde de forma continua. El 97% restante labora únicamente en la jornada diurna. El mismo porcentaje se obtuvo para la variable de horas extras, donde un solo trabajador refirió laborar hasta 3 horas más de su jornada de 8 horas.

Tabla 10. Análisis descriptivo organización del trabajo

Antigüedad en el oficio (años)	Muestra (n=36)
Media	15,94
Desviación	6,5
Años Mínimo	5
Años Máximo	30
Número de horas diarias de trabajo	
Media	6,56 horas
Desviación	1,027
Mínimo	5 horas
Máximo	8 horas
Jornada de trabajo (%)	
Mixta	2,8%
Mañana	(35) 97,2%
Trabaja más de 8 horas (%)	
Si	2,8%
No	(35) 97,2%
Número de horas extras (%)	
No	(35) 97,2%
Hasta 3 horas	2,8%

Para dar respuesta al objetivo número dos donde se plantea la caracterización antropométrica de los trabajadores se detallarán los hallazgos en la tabla número 11.

Tabla 11. Descriptiva datos antropométricos

		Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Porcentaje	Grasa	8	24	11,61	3,576
	Muscular	39	66	48,21	4,242
Diámetro	Biepicondilar humeral	6	10	7,27	0,695
	Radioulnar	5	8	6,07	0,625
	Biepicondilar femoral	9	12	10,04	0,594
Pliegues	Cutáneo tríceps	5	30	11,94	6,075
	Subescapular	10	45	15,51	6,691
	Iliocrestal	5	35	11	6,503
	Abdominal	6	45	19,36	9,94
	Muslo	7	45	14,08	8,351
	Pierna	4	21	9,06	4,309
	Pectoral	5	30	10,79	5,721
Perímetros	Tórax	55	105	88,27	8,038
	Abdomen inferior	66	112	82,84	9,886
	Cadera	87	117	96,4	7,126
	Bíceps relajado	26	36	30,13	2,696
	Bíceps contraído	29	40	33,78	2,533
Perímetros	Muslo	38	61	49,11	4,675
	Pierna (pantorrilla)	30	86	36,79	9,608

La media correspondiente al porcentaje de grasa de los embaladores en estudio es del 11,61% con un rango entre 8% y 24%. En cuanto al porcentaje de músculo se encontró que la media corresponde al 48,2%.

Respecto al objetivo específico donde se identifica la respuesta cardiovascular frente a las condiciones de carga física y térmica a que están expuestos los embaladores se encontró:

La frecuencia cardíaca de reposo (FCR) tomada 10 minutos antes de iniciar la jornada laboral de los embaladores, presentó un rango entre 49 y 89 latidos por minuto, con una media de 70 latidos por minuto y una desviación estándar de

10,09. El 16% de los trabajadores presenta una FCR menor o igual a 60 latidos por minuto, 33% de los trabajadores presentaron una FCR entre 61 y 70 latidos por minuto, y con igual porcentaje los trabajadores que alcanzaron un rango entre 71 y 80 latidos. El porcentaje restante (18%) supera los 80 latidos por minuto.

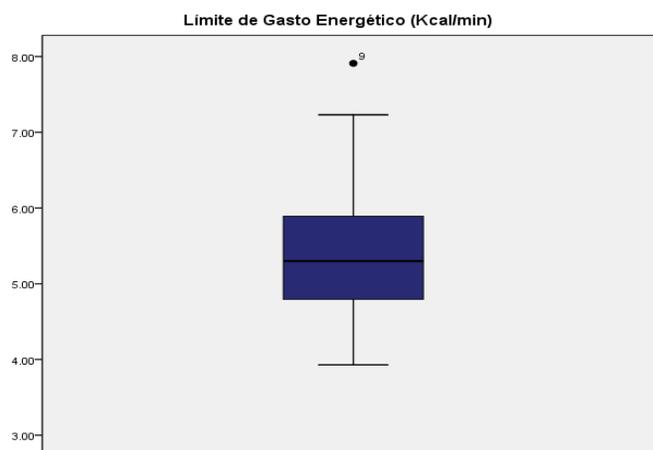
La potencia aeróbica de los trabajadores tuvo una media de 3,35 LO₂/min y estuvo comprendida entre 2,5 y 4,9 LO₂/min. El 43% (15 trabajadores) presentaron un VO₂ igual o menor a 3 LO₂/min, el 44% (16 trabajadores) presenta un VO₂ entre 3,1 y 4 LO₂/min, el 13% restante (5 trabajadores) estuvo en un rango entre 4,1 y 4,9 LO₂/min.

El gasto metabólico expresado en Kcal/min se encuentra en el rango entre 5 y 15 Kcal/min con un promedio de 10,36 y una desviación estándar de 2,52.

La capacidad de trabajo físico (CTF) de los embaladores se encuentra en un rango de 12,5 Kcal/min y 24,5 Kcal/min, con una media de 16,7 Kcal/min. Para el 86% de los trabajadores la CTF es menor a 20 Kcal/min, mientras que para el 14% restante supera las 20,1 Kcal/min.

El límite de gasto energético (LGE), que indica la proporción de la CTF que puede ser comprometida en el trabajo sin generar riesgo para la salud de los trabajadores, varía en el grupo a estudio entre 3,9 y 7,9 Kcal/min, con una media de 5,4 Kcal/min. Según la mediana de puntuación (P50), 50% de los trabajadores se encuentran por debajo de 5,3 Kcal/min y el resto están por encima de este valor. Por su parte, 25% de los trabajadores alcanzan un LGE mayor a 5,9 Kcal/min (P75).

Gráfica 2. Concentración de datos LGE



En cuanto a la barrera de gasto energético (BGE), es decir el tiempo a partir del cual el trabajo se torna de riesgo por fatiga para el trabajador, el 52% (19 trabajadores) la alcanzaron en la primera hora de la jornada laboral. El 25% (9 trabajadores) en la segunda hora, el 5% (2 trabajadores) en la tercera hora, el 2% (1 trabajador) en la cuarta, sexta, séptima y octava hora. Ningún trabajador alcanzó la BGE en la quinta hora. Se resalta que solo el 6% de los trabajadores (2) no alcanzaron la BGE durante su jornada laboral. Para esta variable se debe tener en cuenta que la jornada laboral oscila entre 5 horas y 8 horas.

Tabla 12 . Datos estadísticos respuesta cardiovascular y condiciones de carga física.

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Frecuencia cardiaca en reposo	49	89	70,08	10,092
VO ₂	2,50	4,90	3,3500	,60403
Kcal/min	5	15	10,36	2,527
Capacidad Trabajo Físico	12,5	24,5	16,750	3,0202
Límite de Gasto Energético	3,9	7,9	5,4	,879
Barrera de Gasto Energético	30	480	94	110,412

La frecuencia cardiaca media (FCM) de trabajo tomada durante la jornada laboral de cada trabajador osciló entre 92 y 155 latidos por minuto, con una media de 124,2 y una desviación estándar de 14,65. El 72% de los trabajadores (26) presentan una FCM igual o superior a 120 latidos por minuto.

La aceleración de la frecuencia cardiaca (ΔFC) determinada por la diferencia entre la FCmax teórica y la FC media de trabajo osciló entre 36 y 91 latidos por minuto, con una media de 59,88 y una desviación estándar de 14,009.

El límite teórico que corresponde al máximo de pulsaciones que se alcanza sin comprometer la salud (según Fox y Haskell⁷³), tomada durante el trabajo, osciló entre 170 y 196 latido por minuto, con una media de 186 latidos por minuto. La desviación estándar es de 6,6. El 33% de los participantes del estudio (12 embaladores) se encuentran en un rango entre 170 y 179 latidos por minuto. El 36% (13 trabajadores) presentaron una FCmax entre 180 y 189 latidos por

⁷³ Fox SM, Naughton JP, Haskell WL. 1971. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Annals of Clinical Research* 3: 404 – 432.

minuto. El rango comprendido entre 190 y 199 latidos por minuto fue obtenido por el 30% restante.

La tolerancia individual de un trabajador frente a la actividad (correspondiente al Costo Cardíaco Absoluto – CCA) oscila entre 30 y 84 latidos por minuto, con una media de 54,19 latidos por minuto y una desviación estándar de 13,26. El 30% de los trabajadores obtuvieron valores de CCA igual o superior a 60 latidos por minuto.

El porcentaje de la carga cardiovascular (ICCR – índice de costo cardíaco relativo) presentó valores entre el 27% y 68% con una media de 48,39%. El 2% de los trabajadores (1 embalador) obtuvo una calificación de ICCR moderada. Para el 36% (13 embaladores) la calificación del trabajo es Pesado. El 19% (7 trabajadores) presenta una calificación del trabajo como Bastante Pesado. El 42% restante califica el trabajo como extremadamente pesado.

Teniendo en cuenta la suma de los coeficientes de las cinco variables anteriores, la penosidad del trabajo según Frimat, indica que para el 100% de los trabajadores (igual o superior a 25 puntos), la actividad laboral es Extremadamente Dura.

Cabe resaltar que en la medición de consumo metabólico de una actividad a través de parámetros fisiológicos (como la frecuencia cardíaca) se deben contemplar algunos aspectos fundamentales como antecedentes patológicos cardiorespiratorios, consumo de tóxicos y/o medicamentos en las últimas 6 horas, que no se tuvieron en cuenta para el presente estudio por la imprecisión de las respuestas del trabajador.

Tabla 13. Datos estadísticos descriptivos de acuerdo a riterio deFrimat

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Frecuencia cardíaca media	92	155	124,28	14,655
Aceleración Frecuencia Cardíaca	36	91	59,88	14,009
Frecuencia cardíaca máxima teórica	170	196	184,00	6,624
Costo Cardíaco Absoluto	30	84	54,19	13,268
Costo Cardíaco Relativo	27%	68%	48,39%	9,874%

La medición de la temperatura de bulbo seco, húmedo y globo, así como la humedad relativa fue realizada en tres puntos donde se ejecutaba la actividad laboral arrojando los siguientes resultados:

Tabla 14. Datos estadísticos descriptivos de mediciones ambientales

Área	Tbh (°C)	Tbs (°C)	Tg (°C)	WBGT (°C)	Promedio WBGT	Humedad Relativa %
Zona de cargue – descargue de camiones	32	29,0	32,5	32,2	29,1	76%
	27	26,0	26	26,7		76%
	28,5	28,0	28	28,4		76%

La ingesta de líquidos durante la jornada laboral osciló entre 700 ml y 4200 ml, con un promedio de 2664 ml. Se observó en la mayoría de los trabajadores el consumo de agua de panela, agua y jugos.

Las pérdidas de líquidos por sudoración horaria estuvieron comprendidas entre 263 ml y 1785.2 ml. El promedio de sudoración horaria fue de 982.7 ml/hora.

El 52% de los trabajadores pierden más 4 litros de líquidos por sudoración durante toda la jornada laboral. El rango de sudoración durante la jornada oscila entre 1182 ml y 8034 ml, la media es de 4422,17 ml.

El 14% (7) de los trabajadores presentaron pérdida de peso menor a 1 kilo durante la jornada laboral. El 42% (15 trabajadores) perdieron entre 1 y 1,99 kilos; el 25% (9 trabajadores) presentaron pérdidas entre 2 y 2,99 kilos, para el 11% (4 trabajadores) la pérdida de peso osciló entre 3 y 3,99 kilos. El 2% (1 trabajador) perdió entre 4 y 4,99 kilos y el 5% restante (2 trabajadores) presentó pérdida superior a 5 kilos.

Tabla 15. Datos estadísticos descriptivos pérdidas de líquidos por sudoración y peso durante la actividad laboral

	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Sudoración hora (ml)	263	1785	982,70	359,939
Sudoración Jornada (ml)	1182	8034	4422,17	1619,728
Ingesta de líquidos (ml)	700	4200	2664,58	807,32
Pérdida de peso (Kg)	300	5650	2136,11	1182,287

La relación de las variables relacionadas con la carga física y térmica, y la respuesta fisiológica de los trabajadores informales arroja los siguientes resultados:

La relación entre el porcentaje de grasa, el peso, el IMC y la pérdida de peso es estadísticamente significativa. Así mismo, el porcentaje de masa muscular tiene una relación significativa con la pérdida de peso. La relación no significativa entre el porcentaje de grasa y el peso se puede explicar posiblemente por la aplicación de la prueba de Spearman que se deja afectar por extremos (cantidad de trabajadores que presentaron sobrepeso y obesidad).

Tabla 16. Relación con variables de composición corporal

Variables de Composición Corporal	Variable II	n	rho	Valor p
%Grasa Corporal	Peso	36	0,519	0,001**
	IMC	36	0,689	0,000**
	Pérdida de peso	36	-0.388	0,019*
%Masa Muscular	Peso	36	-0,230	0,177
	IMC	36	-0,312	0,064
	Pérdida de peso	36	0,333	0,047*

rho: coeficiente de correlación de Spearman

p valor: corresponde a la correlación de Spearman

**Correlación significativa para $\alpha=0,01$

La correlación de VO_2 con edad, IMC, % de grasa corporal y % de masa muscular no presenta significancia estadística.

Tabla 17. Relación con variable VO2 (LO2/min)

Variable I	Variable II	n	Rho	Valor p
VO ₂ (LO ₂ /min)	Edad (Años)	36	-0,143	0,405
	IMC	36	0,117	0,498
	% Grasa Corporal	36	0,168	0,329
	% Masa Muscular	36	-0,035	0,840

rho: coeficiente de correlación de Spearman

p valor: corresponde a la correlación de Spearman

*Correlación significativa para $\alpha=0,05$

Se evidencia correlación significativa fuerte entre las variables kilocalorías e ingesta de líquidos. Lo mismo ocurre con la relación entre la capacidad de trabajo físico y el número de descansos en la jornada. Además se encuentra una relación estadísticamente significativa entre peso corporal, capacidad de trabajo físico y horas diarias de trabajo.

Tabla 18. Relación con variables de carga física

Variabes de Carga Física	Variable II	n	Coficiente	Valor del Coficiente	Valor p
Kilocalorías	Pérdida de peso (gr)	36	Rho	0,022	0,898
	Sudoración por hora (ml)	36	R	0,271	0,109
	Ingesta de Líquidos	36	R	0,483	0,003**
	N° Descansos en la Jornada	36	Rho	-0,137	0,424
Capacidad de Trabajo Físico (Kcal/min)	Edad (Años)	36	Rho	-0,143	0,405
	Peso (Kg)	36	Rho	0,374	0,025*
	IMC	36	Rho	0,117	0,498
	%Grasa Corporal	36	Rho	0,168	0,329
	%Masa Muscular	36	Rho	0,035	0,840
	Antigüedad en Oficio (Años)	36	Rho	-0,090	0,601
	Horas Diarias de Trabajo	36	Rho	0,362	0,030*
	N° Descansos en la Jornada	36	Rho	0,431	0,009**
Límite Gasto Energético (Kcal/min)	Horas Diarias de Trabajo	36	Rho	-0,056	0,745
	N° Descansos en la Jornada	36	Rho	0,222	0,194

rho: coeficiente de correlación de Spearman

r: coeficiente de correlación de Pearson

p valor: corresponde a la correlación de Spearman o Pearson

*Correlación significativa para $\alpha=0,05$

**Correlación significativa para $\alpha=0,01$

En la relación de índice de costo cardiaco relativo con las variables FCR, kilocalorías, capacidad de trabajo físico, límite de gasto energético, barrera de gasto energético, sudoración hora y número de descansos en la jornada, se encuentra una relación estadísticamente significativa con las variables Kilocalorías, CTF y barrera de gasto energético.

Tabla 19. Relación con variable índice de costo cardiaco relativo

Variable I	Variable II	n	Coficiente	Valor del Coficiente	Valor p
Índice de Costo Cardiaco Relativo	Frecuencia Cardíaca Reposo	36	r	0,000	0,997
	Kilocalorías	36	r	0,576	0,000**
	Capacidad de Trabajo Físico	36	rho	-0,397	0,017*
	Límite de Gasto Energético	36	r	-0,064	0,709
	Barrera de Gasto Energético	36	Rho	-0,515	0,002**
	Sudoración hora	36	R	0,172	0,315
	N° Descansos en la Jornada	36	Rho	-0,261	0,124

rho: coeficiente de correlación de Spearman

r: coeficiente de correlación de Pearson

p valor: corresponde a la correlación de Spearman o Pearson

*Correlación significativa para $\alpha=0,05$

**Correlación significativa para $\alpha=0,01$

En la correlación del coeficiente de la penosidad del trabajo de Frimat con las variables FCR, CTF, LGE, BGE, sudoración y número de descansos en la jornada hay una relación significante con la variable Kilocalorías.

Tabla 20. Relación con variable Penosidad del trabajo de FRIMAT

Variable I	Variable II	n	rho	Valor p
Penosidad del trabajo de FRIMAT	Frecuencia Cardíaca Reposo	36	0,249	0,143
	Kilocalorías	36	0,369	0,027*
	Capacidad de Trabajo Físico	36	-0,118	0,493
	Límite de Gasto Energético	36	-0,042	0,809
	Barrera de Gasto Energético	36	-0,244	0,164
	Sudoración hora	36	0,206	0,228
	N° Descansos en la Jornada	36	-0,020	0,910

rho: coeficiente de correlación de Spearman

p valor: corresponde a la correlación de Spearman

*Correlación significativa para $\alpha=0,05$

Se encontró una relación significativa entre la sudoración y la pérdida de peso. A la relación de la variable sudoración con antigüedad en el oficio, peso inicial y peso final no se evidenció significancia estadística.

Tabla 21. Relación con variable sudoración

Variable I	Variable II	n	rho	Valor p
Sudoración	Antigüedad en el Oficio	36	-0,069	0,689
	Peso Inicial	36	0,213	0,213
	Peso Final	36	0,141	0,411
	Pérdida de Peso	36	0,879	0,000**

rho: coeficiente de correlación de Spearman

p valor: corresponde a la correlación de Spearman

**Correlación significativa para $\alpha=0,01$

6. DISCUSIÓN

Las diferencias entre las características biomecánicas y fisiológicas entre hombres y mujeres, y las exigencias de algunos trabajos obligan a que sean realizados exclusivamente por un género. En el caso de los embaladores donde la exigencia de la actividad implica manipulación manual de cargas de 50 kilos con desplazamiento, y con base a la normatividad a nivel nacional⁷⁴, se encuentra que los valores permitidos para ello en trabajadores adultos del género masculino son de 25 y 50 Kg máximo y para mujeres desde 12.5 hasta 20 Kg máximo. Sin embargo, el esfuerzo total desarrollado por el trabajador a lo largo de una jornada de trabajo puede sobrepasar los límites que permitan una recuperación normal y de ahí la aparición de la fatiga aguda y crónica, tal como se evidenció en el 52% de los trabajadores (19) que alcanzó la barrera de gasto energético en la primera hora de trabajo.

En contraste con la normatividad nacional, NIOSH ratifica en la última modificación de la ecuación para evaluar riesgo por manipulación manual de cargas, que el límite de peso en ésta actividad es de 25 kilos para hombres en edades entre los 19 y 45 años (donde se encuentra la mayoría de los trabajadores del estudio). De acuerdo a los criterios de la ecuación de NIOSH, los aspectos: peso, distancia horizontal y vertical, frecuencia de levantamiento y ángulo de torsión (asimetría) se constituyen en un riesgo crítico que debe ser intervenido inmediatamente.

La capacidad aeróbica depende de la edad, género y el grado de entrenamiento de la persona. Con relación a la edad el 30,6% de los embaladores sujetos de estudio, se encuentran en edad comprendida entre los 24 y 30 años, que de acuerdo a la literatura es el momento en el que se alcanza el nivel máximo de la capacidad aeróbica (alrededor de los 25 – 30 años), para después declinar progresivamente. El 69,4% están en un rango de 31 a 50 años, lo que supone menor capacidad aeróbica.

Respecto al entrenamiento físico, se conoce que es el factor que incide en la modificación o mantenimiento de la capacidad aeróbica de un individuo siempre y cuando sea dinámico y se realice en forma periódica. El 100% de los embaladores refiere no realizar ningún tipo de ejercicio físico. Sin embargo, la

⁷⁴ Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y otros Factores de Riesgo en el Lugar de Trabajo (GATI- DLI- ED). Ministerio de la Protección Social. 2006.

antigüedad en el cargo puede permitir inferir que el trabajo se considera como un entrenamiento pues cumple con la condición de dinámico y ha sido prolongado en el tiempo. Para la muestra, se obtuvo un 75% de los embaladores con una antigüedad en el oficio mayor a 10 años, de forma continua. No obstante, es importante aclarar que aunque el trabajo es dinámico y permite considerarse como parte de entrenamiento, se evidencia falta de acondicionamiento físico en gran porcentaje de la población (este ítem se explicará más adelante).

La población objeto de estudio tiene un peso entre 61 y 110 kilos. El IMC arrojó que el 44% de los trabajadores presenta sobre peso u obesidad lo cual afecta el gasto energético de acuerdo al consumo máximo de oxígeno, expresado en relación al peso corporal ($\text{mlO}_2/\text{min}/\text{Kg}$)⁷⁵. Esta población demanda mayor gasto energético frente a la actividad laboral del embalaje comparada con los de menor peso corporal.

La frecuencia cardiaca es una variable fundamental para la medición de la carga física. Se considera que la frecuencia cardiaca de reposo (FCR) en hombres no entrenados oscila entre 60 y 80 latidos por minuto. En atletas entrenados la FCR oscila entre 40 a 55 latidos por minuto (Bowers y Fox, 2000). El 11% de los embaladores del estudio presentan una FCR menor al dato de referencia. Esta información en contraste con la literatura sugiere una condición llamada Bradicardia, definida como un ritmo cardíaco lento o irregular, que afecta el bombeo de sangre con oxígeno suficiente a los diferentes órganos durante la actividad normal o el ejercicio. En el presente estudio, se encontró que de ese 11%, la mitad no alcanzó la BGE durante su jornada laboral, y la otra mitad la alcanzó en la hora final de la jornada. En la investigación “Carga de Trabajo Físico y Tiempo Máximo de Trabajo Aceptable en Trabajadores de un Supermercado en Cali, Colombia” realizado en el 2005, sugieren que los trabajadores con FCR baja están en mejores condiciones para realizar la actividad que requiere mayor esfuerzo físico. Se resalta que los embaladores no realizan actividad física y se puede considerar una adaptación fisiológica al trabajo más que un acondicionamiento físico al mismo.

La FCR superior a 100 latidos por minuto es considerada como un indicador de Taquicardia donde el corazón se encuentra mal acondicionado⁷⁶. Sin embargo, en la población estudiada se encuentra que aunque ninguno alcanza este valor, el

⁷⁵ Apud, E., Gutiérrez M., Maureira F., Lagos S., Meyer F., Chiang M. Guía para la evaluación de trabajos pesados, con especial referencia a sobre carga física y ambiental. Comisión Ergonómica Nacional. Sub secretaría de Previsión Social. Ministerio de Trabajo. Unidad de Ergonomía. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad de Concepción. Chile 2002.

⁷⁶ Carranza L. Capacidad aeróbica en estudiantes universitarios. Tesis maestría en ciencias del ejercicio con especialidad en deporte de alto rendimiento. 2008.

nivel de fatiga (BGE) para el 53% de los trabajadores aparece en la primera hora de trabajo.

Un indicador de grado de entrenamiento o de aptitud para realizar un trabajo es la respuesta de la frecuencia cardiaca a la actividad. Quien presente un incremento menor de la frecuencia cardiaca será más apto para desarrollar la tarea.

Respecto a la capacidad de trabajo físico (CTF) está documentado que se afecta por diferentes variables, entre ellas la edad, duración de la jornada, la organización del trabajo, y estilos y condiciones de vida. Los hallazgos del estudio muestran que no hay una relación significativa entre la CTF y la edad pero su comportamiento es el esperado ya que a mayor edad menor CTF.

La relación de la CTF con la duración de la jornada laboral mostró una relación significativa por cuanto a mayor tiempo de la jornada mayor es la capacidad energética debe procesar un individuo. Se encontró que en los embaladores que alcanzan la BGE en la primera hora de trabajo presentan una CTF más baja.

En cuanto a la adaptación al trabajo (aclimatación), ya se mencionó que los embaladores presentan una antigüedad en el oficio superior a 5 años. La sudoración durante la jornada superó los 4000 ml en el 46% de los trabajadores. Esta información supone que los embaladores del estudio están adaptados a la actividad laboral, de acuerdo a lo que indica la literatura sobre la aclimatación al trabajo: está dada por un óptimo estado cardiovascular, la aparición pronta y la mayor cantidad de sudor (lo que refresca el cuerpo) y la disminución del contenido de la sal en el sudor⁷⁷. Sin embargo, se resalta que el costo cardiaco relativo (adaptación del sujeto a su puesto de trabajo) en todos los embaladores supera el 27%, que de acuerdo a la calificación de la penosidad según criterios de Frimat, el trabajo con base en la frecuencia cardiaca es Extremadamente Duro. Se puede inferir que los trabajadores aun cuando están aclimatados al trabajo no cuentan con un acondicionamiento físico que les permita ejecutar la actividad laboral de forma segura para el sistema cardiovascular.

Los beneficios de la aclimatación se pierden con más facilidad, disipándose en cierto grado durante un fin de semana sin trabajar. Por este motivo después de un día de descanso debería requerir trabajo con menos exigencia que cualquier otro día de la semana. Después de estar siete días consecutivos sin trabajo, en un ambiente caluroso, el trabajador esta desaclimatado y deberá rehacer el proceso de adaptación desde el comienzo⁷⁵. Este aspecto es de vital importancia para la

⁷⁷ Prevención del estrés térmico en el trabajo. Junta directiva de compensación para los trabajadores de Columbia Británica. Publicaciones Worksafe BC. 2005

población objeto de estudio, pues en calidad de informales, carecen de estabilidad y continuidad laboral, y dependen de factores externos que afectan el trabajo y por ende, promueven la desadaptación y sus consecuencias fisiológicas.

A partir del análisis de la calificación de la penosidad según criterios de Frimat no se encontró una relación con FCR, CTF, LGE, BGE, sudoración hora y número de descansos de la jornada. Este mismo comportamiento se obtuvo en la investigación “Valoración de carga física en estibadores de una cooperativa de trabajo asociado”⁴⁸, cuando relacionan Frimat con algunas variables relacionadas con el trabajador. Por el contrario, se encontró una relación significativa entre kilocalorías y los criterios de Frimat por cuanto a mayor penosidad del trabajo más gasto energético se produce en el embalador para responder a la exigencia laboral.

Se encontraron resultados esperados al relacionar el ICCR con variables como CTF y BGE, siendo estas negativas. Cuando el ICCR califica el trabajo como liviano, la capacidad de trabajo físico es mayor y la barrera de energético se alcanzaría en mayor tiempo. Para los embaladores ocurre lo contrario: el trabajo es extremadamente pesado (para el 100%), su capacidad de trabajo físico se ve disminuida y el tiempo de aparición de fatiga expresado con la BGE, se presenta al poco tiempo de iniciar la labor.

Se encuentra en la literatura que la capacidad física de trabajo decrece con la duración de la jornada laboral, sin embargo en este estudio se obtuvo una relación positiva significativa entre estas dos variables. Este hallazgo se puede explicar por cuanto cada trabajador labora el tiempo que su capacidad le permite de acuerdo a factores individuales y otros factores no evaluados en esta investigación.

Así mismo, se encontró una relación positiva entre la capacidad de trabajo y el número de descansos durante la jornada laboral. Se espera que el descanso permita la recuperación fisiológica, reflejado en la ejecución del trabajo.

A pesar que está reportada en la literatura la influencia de la temperatura ambiental y la humedad sobre diferentes aspectos fisiológicos, no se encontró variaciones estadísticamente significantes ya que la variación de la temperatura fue mínima; el promedio del índice WBGT alcanzó los 29°C. Cristal⁷⁸ encontró que la frecuencia cardíaca no se vio afectada cuando la temperatura exterior

⁷⁸ Cristal E., Harare G., Green S. Heart rate response to industrial work at different outdoor temperatures with or without temperature control system at the plant. *Ergonomics* 1997; 40: 729 - 736

estuvo dentro de la categoría confortable (22 – 28°C) en contraste con los días calientes cuando la temperatura fue igual o mayor a 29°C.

Los cambios en el peso corporal indican cambios en el contenido del agua corporal como lo refieren varios autores, proporcionando una estimación sensible de las variaciones en el agua corporal total. La deshidratación del organismo no debe sobrepasar un valor máximo del 4% al 6% del peso corporal⁷⁹. Otros autores como Thompson y col., 2008 indican que pérdidas entre el 1% y 2% producen sed intensa, pérdida de apetito, malestar, fatiga, debilidad, dolores de cabeza. El 94% de los trabajadores presenta una pérdida de peso igual o superior al 1% de su peso corporal.

La humedad relativa alta reduce la capacidad de enfriamiento natural del cuerpo, ya que el sudor no se evapora rápidamente cuando el aire es húmedo. Se destaca que la humedad relativa fue del 76%, considerándose alto, lo cual pudo afectar la temperatura corporal que no fue posible medir durante este estudio.

⁷⁹ NTP 350. Evaluación del estrés térmico, índice de sudoración requerido. Centro Nacional de Condiciones de Trabajo. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. Instituto Nacional de Higiene en el Trabajo.

7. FORTALEZAS DEL ESTUDIO

Una de las fortalezas principales de la investigación es la validez y relativa facilidad de aplicación de los métodos evaluativos seleccionados.

La buena aceptación por parte del trabajador de los diferentes métodos evaluativos aplicados en esta investigación.

El abordaje de las variables del trabajo y de la persona que deben ser consideradas integralmente en el análisis de las condiciones de salud de los trabajadores que realizan embalaje manual.

La determinación de la relación en una misma población trabajadora de los efectos fisiológicos del cuerpo ante la manipulación manual de carga y las exigencias térmicas del medio donde se lleva a cabo esta labor.

Ante la falta de estudios que involucren estas variables en la población de embaladores esta investigación puede ser referente para futuros estudios.

Contar con el direccionamiento para el desarrollo de la investigación de un experto en medicina del trabajo.

8. LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El diseño de este estudio no permite establecer relaciones de causalidad entre las variables estudiadas.

El tipo y tamaño de la muestra, no permite la generalización de los resultados a la población total, ni a poblaciones similares.

Las diferentes situaciones de orden público (paros, bloqueos de vías, enfrentamientos) en el país, mientras se realizaba la recogida de datos influyo notablemente en el tamaño de la muestra.

La negación por parte de algunos embaladores para ser parte del estudio y de los camioneros para recibir las explicaciones u objetivo de la investigación así como la aplicación de los diferentes instrumentos mientras realizaban su trabajo

La no toma de la temperatura corporal a los participantes del estudio, durante su labor ante la negación de algunos por pérdida de tiempo.

9. UTILIDAD DEL ESTUDIO

Este estudio permitió cuantificar la respuesta fisiológica de algunos embaladores informales que manipulan carga con un peso en los límites máximos según las normas colombianas, que hace visible como a pesar del tiempo que llevan en esta labor, colocan en riesgo su salud ante las demandas exigentes de la misma.

Este estudio es de trascendencia social que impacta no solo a la academia sino también a otros actores sociales como Gobierno, Empresas, Conductores y los mismos trabajadores con sus familias.

10. CONCLUSIONES

Estudios demuestran que factores como peso superior a 25 kilos, distancias verticales y horizontales, posturas, frecuencia, asimetría son determinantes para desarrollar patologías osteomusculares. La normatividad colombiana establece un límite máximo para manipulación manual de peso hasta de 50 kilos aun cuando las normas técnicas tienen referentes menores comprobados. La actividad de embalaje estudiada genera un riesgo alto que implica intervención inmediata.

El embalador sujeto de estudio está expuesto a una carga física y térmica que generan cambios fisiológicos en la frecuencia cardiaca, sudoración, pérdida de peso y gasto energético.

Un indicador de grado de entrenamiento o de aptitud para realizar un trabajo es la respuesta de la frecuencia cardiaca a la actividad. Quien presente un incremento menor de la frecuencia cardiaca será más apto para desarrollar la tarea como lo presentan algunos embaladores en el estudio.

Se presume que en ambientes húmedos como la ciudad portuaria donde se llevó a cabo esta investigación, se dificulta la regulación del calor corporal del trabajador a través de la evaporación del sudor por la humedad relativa superior a 60%.

La pérdida de líquidos por sudor fue importante y se vio reflejada en la pérdida de peso que alcanza porcentajes que pueden generar alteraciones de la salud. Esta pérdida no fue compensada con la ingesta de líquidos.

La alimentación e ingesta de líquidos debe ser suficiente y equilibrada para superar las pérdidas calóricas por las demandas de la actividad.

Probablemente esta población continué ejecutando la misma labor durante mucho tiempo más, en condiciones iguales o similares. Si bien han desarrollado mecanismos de “adaptación”, el sistema cardiovascular y musculo esquelético sumado a las condiciones inherentes de la persona podrían verse afectados.

11. RECOMENDACIONES

Beber agua y otros líquidos frecuentemente, no permitir que aparezca la sensación de sed que es un indicador de deshidratación. El reglamento técnico colombiano para evaluación y control de sobrecarga térmica en los centros y puestos de trabajo recomienda el consumo de 12 litros de agua durante la jornada o 6 vasos de agua cada hora.

Comer durante el almuerzo y durante otros descansos. Los alimentos ayudan a reemplazar los electrolitos perdidos.

Utilizar ropa holgada, de colores claros y de materiales transpirables como el algodón.

Disminuir el peso corporal en los trabajadores obesos, dado que actúa como un factor aislante que evita la eliminación del calor ganado por el trabajador mientras realiza su labor.

Fomentar estilos de vida saludables (no cigarrillo, no licor), hacer ejercicio

Si bien la población es informal y ejecutan su labor en diferentes bodegas, se recomienda acondicionar los ambientes de trabajo para mejorar el intercambio de calor y la ejecución de la actividad en ambientes confortables. Puede pensarse en la instalación de extractores de calor o ventiladores ubicados en áreas estratégicas. Se recomienda asesorarse con personal experto en el tema.

Para favorecer que el tiempo de descanso e hidratación sea adecuado, se recomienda estudiar la posibilidad de implementar en las bodegas un área de descanso con sistemas de ventilación y fuentes de agua para la hidratación.

Los trabajadores no deben estar solos bajo condiciones que en las que actualmente laboran. Deben trabajar en pares o grupos de modo que sea posible identificar el trabajador que presente algún signo o síntoma de deshidratación o trastornos causados la carga física o térmica, de tal forma que se traten a la brevedad.

Las bebidas apropiadas para ingerir son agua potable, agua mineral y jugos de fruta. No es necesario que estén muy helados; bebidas frescas con una temperatura de entre 10°C y 15°C son adecuadas. Las bebidas que contienen

cafeína o alcohol no son aconsejables puesto que aumentan la deshidratación. Comer frutas frescas también ayuda a reponer los fluidos perdidos. El agua fría obliga al organismo a calentarla a 37 grados centígrados, implicando un gasto de 100 calorías.

Para reemplazar la sal perdida a través del sudor, los trabajadores pueden consumir alimentos salados (en medidas proporcionadas). No se recomienda ingerir tabletas de sal.

Un indicador de grado de entrenamiento o de aptitud para realizar un trabajo es la respuesta de la frecuencia cardiaca a la actividad. Quien presente un incremento menor de la frecuencia cardiaca será más apto para desarrollar la tarea. Este hallazgo puede ser utilizado como criterio en la selección y ubicación de los trabajadores (en caso de agremiarse).

BIBLIOGRAFÍA

1. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. New and emerging risks in occupational safety and health – Annexes. <https://osha.europa.eu/en/publications/reports/new-and-emerging-risks-in-occupational-safety-and-health-annexes>
2. Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo. 2007a. Introducción a los trastornos musculoesqueléticos de origen laboral. FACTS N° 71 ES.
3. Agencia europea Para La Seguridad Y La Salud En El Trabajo. Riesgos asociados a la manipulación manual de cargas en el lugar de trabajo. 2p <https://osha.europa.eu/es/publications/factsheets/73>.
4. Alba B., A. Test Funcionales. Cineantropometría y prescripción de entrenamiento en el deporte y la actividad física. Segunda Edición. Editorial Kinesis. 2005.
5. Apud, E., Gutiérrez M., Maureira F., Lagos S., Meyer F., Chiang M. Guía para la evaluación de trabajos pesados, con especial referencia a sobre carga física y ambiental. Comisión Ergonómica Nacional. Sub secretaría de Previsión Social. Ministerio de Trabajo. Unidad de Ergonomía. Facultad de Ciencias Biológicas Universidad de Concepción. Chile 2002.
6. Aricada R. Caos y degradación: las cooperativas de trabajo asociado en el puerto de Buenaventura. Revista Cultura y Trabajo, No. 70 <http://www.ens.org.co/index.shtml?apc=ba--;1;-:-&x=20150868>.
7. Aristizabal G. J. La enfermedad laboral en Colombia. Fasecolda. Abril 2013.
8. Ariza L., Idrobo A. Carga física y tiempo máximo de trabajo aceptable en trabajadores de un supermercado en Cali, Colombia. Rev. Salud Pública 7 (2): 145 – 156, 2005.
9. Astrand – Rodahl. Fisiología del trabajo Físico. Editorial. Panamericana. Tercera Edición. 1992
10. Bernard 1997; Dempsey 2006; Barondess J. Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities. Panel on Musculoskeletal Disorders and the Workplace, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council and Institute of Medicine. Washington DC: National Academy Press. 2001.
11. Boletín meteorológico del Pacífico Colombiano 2013. Dirección General Marítima – Autoridad Marítima Colombiana. Editorial Dimar. Marzo 2013.
12. Caballero E., Suárez R., Batle J. Efectos fisiológicos por exposición laboral a ambientes calurosos en trabajadores de la construcción. Revista Cubana de Salud y Trabajo 2010;11(2):3-14
13. Caracterización de los Puestos de Trabajo y de los Trabajadores Peones de Carga Coteros de Papa. Tomado de: Disponible en - -
14. Carga física: factores de riesgo ergonómico y sus medidas preventivas <http://www.croem.es/prevergo/formativo/3.pdf>
15. Carranza L. Capacidad aeróbica en estudiantes universitarios. Tesis maestría en ciencias del ejercicio con especialidad en deporte de alto rendimiento. 2008.

16. Castillo J., Orozco A. Evaluación de un método de cálculo para estimar la carga de trabajo en trabajadores expuestos a condiciones térmicas extremas. Salud trab. (Maracay) 2010, Ene - Jun., 18(1), 17-33.
17. Chavarría R. NTP 177: La carga física de trabajo: definición y evaluación. Ministerio de trabajo y asuntos sociales. España.
http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_452.pdf.
18. Colombia. Ministerio del Trabajo, Seguridad Social y de Salud. Resolución 1016 de 1989, 31 de marzo, por la cual se reglamenta la organización, funcionamiento y forma de los programas de Salud Ocupacional. Bogotá
19. Colombia. Congreso de la República de Colombia. Ley 9 de 1979, enero 24. Ley Marco de la Salud Ocupacional en Colombia por la cual se dictan medidas sanitarias. Bogotá, 24.
20. Colombia. Congreso de la República de Colombia. Ley 1122. De 2007, enero 9 por el cual se hacen algunas modificaciones en el sistema general de seguridad social en salud y se dictan otras disposiciones. Bogotá.
21. Colombia. Congreso de la República de Colombia. Ley 1562 de 2012, julio 11, por la cual se modifica el sistema de riesgos laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional. Bogotá.
22. Colombia. Ministerio de la Protección Social, Decreto 2463 de 2001, noviembre 20, por el cual se regula el funcionamiento de las juntas de calificaciones de invalidez. Bogotá.
23. Colombia. Ministerio de la Protección social. Resolución 1401 de 2007, mayo 14, por el cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo. Bogotá. Diario oficial 46638 mayo 24 de 2007.
24. Colombia. Ministerio de la Protección Social. Resolución 2844 de 2007, agosto 16, por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia. Bogotá. Diario Oficial No. 46.728 de 22 de agosto de 2007.
25. Colombia. Ministerio de Protección Social. Decreto 2566 de 2009, julio 8, por la cual se adopta la tabla de enfermedades profesionales. Bogotá. Diario Oficial No. 47.404 , 2009
26. Colombia. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Decreto 1771 de 1994, agosto 3, por el cual se reglamenta parcialmente el decreto 1295 de 1994.. 1994.
27. Colombia. Ministerio de Trabajo y Seguridad Social. Resolución 2400 de 1979, por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo. 1979.
28. Colombia. Ministerio del Trabajo, Seguridad Social y de Salud. Resolución 2013 de 1986, junio 6, por la cual se establece la creación y funcionamiento de los Comités de Medicina, Higiene y Seguridad Industrial en las empresas. Bogotá
29. Comisión europea: Second stage of consultation of the social partners on work-related musculoskeletal disorders. . : ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=2183&langId=en

30. Concha – Barrientos M, Nelson ID, Fingerhut M. The global burden due to occupational injury. *American Journal of Industrial Medicine*. Volumen 48, Edición 6, páginas 470-481. Diciembre de 2005
31. Consejería de Educación y Cultura. Secretaría Sectorial de Educación. Subdirección General de Personal. Servicio de Prevención de Riesgos Laborales. Carga Física. 2004 www.carm.es/web/integra.../carga_fisica.pdf?...carga...
32. Cristal E., Harare G., Green S. Heart rate response to industrial work at different outdoor temperatures with or without temperature control system at the plant. *Ergonomics* 1997; 40: 729 - 736
33. Curley FJ, Irwin R S. Disorders of temperature Control part 2. Hyperthermia in intensive care medicine. Ed Rippe J M, Little, Brown USA. 1996. Págs. 859-870.
34. Drake DK et al Recognition and management of heat – related illness. *Nurse practitioner*. 1994.
35. Ergonomía. Asociación Internacional de Ergonomía. www.iea.cc.
36. Estrada J. Carga física y fatiga – Ergonomía. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. Universidad de Antioquia.
38. Estrada Muñoz, J. Ergonomía II edición. Colección Yuluka / Salud Pública. Editorial Universidad de Antioquia. Marzo de 2000.
39. Estrada Muñoz, Jairo. Ergonomía: Introducción al Análisis de trabajo. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, pág. 133
40. Estrada Muñoz, Jairo. Ergonomía: Introducción al Análisis de trabajo. Colombia. Editorial Universidad de Antioquia, pág. 133
41. Fox SM, Naughton JP, Haskell WL. 1971. Physical activity and the prevention of coronary heart disease. *Annals of Clinical Research* 3: 404 – 432.
42. García C. H. Medicina del trabajo. Primera edición. Marzo de 2011. Editorial CES.
43. Gavis R. Valoración de la capacidad física de trabajo, mediante el Test de Máster de dos pasos o prueba ergométrica del escalón, en trabajadores de una empresa de servicios petroleros, Bogotá 2007. [http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/html/cis_ccs/pdf/bosque_01.pdf\(consultado\)](http://www.laseguridad.ws/consejo/consejo/html/cis_ccs/pdf/bosque_01.pdf(consultado)) el 20 de mayo de 2013
44. Giraldo L. Caracterización del estado de hidratación de trabajadores expuestos a ambientes térmicos elevados de una empresa del sector papelerero y su relación con la carga física de trabajo y carga térmica del medio ambiente, 2010. Tesis Maestría Universidad del Valle.
45. Gómez, MD. Physical work load evaluation by continuous register of heart rate. NTP 295.
46. Guelaud, F. et al. Pour una analyse des conditions du travail ouvrier dans l'entreprise A. Colin. París. 1983.
47. Guía de Atención Integral Basada en la Evidencia para Dolor Lumbar Inespecífico y Enfermedad Discal Relacionados con la Manipulación Manual de Cargas y otros Factores de Riesgo en el Lugar de Trabajo (GATI- DLI- ED). Ministerio de la Protección Social. 2006.
48. <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/EnciclopediaOIT/tomo1/30.pdf>

49. Informe de Enfermedad Profesional en Colombia 2003–2005. Ministerios de la Protección Social. Bogotá – Colombia.
50. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. NTP 177: La Carga Física del Trabajo: definición y evaluación. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España. http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_177.pdf.
53. Jamera, Chamby V. Evaluación y Control en la Manipulación Manual de Cargas. Recuperado en 11/03/07 Tomado de <http://www.monografias.com/trabajos43/manipulacion-cargas/manipulacion-cargas.shtml>
54. Lieber RL. Skeletal muscle structure and function. Baltimore: Williams and Wilkins, 1992.
55. Loe H, Rognmo Ø, Saltin B, Wisløff U. La capacidad aeróbica de datos de referencia en 3816 dhombres y mujeres sanos 20-90 años. Universidad Europea de Madrid, España. 2013.
56. Manero Alfrete R. A simple model to whole evaluation of musculoskeletal disorders risk. Revista Mapfre de Medicina, Vol. 15 No. 4. 2004.
57. Mapfre. Manual de Ergonomía. Editorial MAPFRE S.A. Madrid 1994.
58. McFarlane Brent. Utilización de los sistemas energéticos en el entrenamiento Kinesis No.17
59. Mondelo P, Torada E, Comas S, Castejón E, Bartolomé E. Ergonomía 2, Confort y Estrés Térmico. Alfaomega. Grupo Editor.2001.
60. Mondelo P., Torada E, Barrau P. Ergonomía 1 Fundamentos. Alfaomega Grupo Editor.2000.
61. Mondelo, P. Ergonomía. Diseño del Puesto de Trabajo. 2001, p. 124.
62. Montes J. Carga y capacidad física de trabajo en auxiliares de bodega en una cadena de supermercados de Santiago de Cali.[tesis maestría en Salud Ocupacional] 2009. Universidad del Valle. Escuela de Salud Pública. Diciembre 2008 – Enero 2009.
63. Oficina Internacional del Trabajo. 2011. ILO introductory report: Global trends and challenges on occupational safety and health, XIX Congreso Mundial sobre Seguridad y Salud en el Trabajo, Estambul, 2011 (Ginebra. www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_162662.pdf
64. Organización Internacional del Trabajo –OIT- La prevención de las enfermedades profesionales. . Primera edición. 2013. http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_209555.pdf (
65. El trabajo decente y la economía informal” <http://www.ilo.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc90/pdf/rep-vi.pdf>.
66. Organización Internacional del Trabajo. Seguridad y Salud en el Trabajo: <http://www.ilo.org/global/topics/safety-and-health-at-work/lang--es/index.htm>.
67. Políticas de Ergonomía Empresarial. <http://hasp.axesnet.com/contenido/documentos/Pol%C3%ACticas%20de%20ergonom%C3%ADa%20empresarial.doc>.
68. Robert J. Clinical Neurology.1996. Blanco Lippincott-Raven Publishers
69. Rodal. Fisiología del Trabajo Físico. Editorial Panamericana.

70. Sánchez C., Carolina. El Impacto de una Intervención Tecnológica sobre la carga de Trabajo medido a través de la frecuencia cardiaca y el consumo calórico, en trabajadores que manipulan rollos en una empresa del sector papelerero. Año 2007.
71. Trotter JA. Interfibertensión transmission in series – fiberet muscle of the cat hindlimb. *J Morphol* 1990; 206: 351 – 361.
72. V Congreso de Prevención De Riesgos Laborales En Iberoamérica Avances Y Perspectivas Del Sistema De Riesgos Profesionales en Colombia. Cámara Técnica de Riesgos Profesionales, FASECOLDA, Sistema Información Gremial 2011
73. Valencia JC. Carga Física de Trabajo, Bases Fisiológicas y Metodológicas para su Estudio. Editorial Universidad Libre. Pereira – Colombia. Marzo 2006.
74. Velásquez JC. Mediciones ergométricas en trabajadores colombianos. Universidad Libre. Pereira – Colombia. 2003.
75. Vigil L., Gutiérrez R., Cáceres C., Collantes H., Beas J. Salud ocupacional en el trabajo de estiba: los trabajadores de mercados mayoristas de Huancayo, 2006. *Revista Perú Med. Exp. Salud Pública* 2007; 24(4): 336 – 342
76. Viña S., Gregori E. Ergonomía. Editorial pueblo y educación. La Habana – Cuba. Primera impresión 1987.
77. Wayne D. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa S.A. Grupo Noriega Editores. 2000
78. Wirhed R. Habilidad atlética y anatomía del movimiento. Barcelona: Edika – Med SA, 1989.
79. Zapata H., Arango G., Estrada L. Valoración de carga física en estibadores de una cooperativa de trabajo asociado. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* 2011; 29(1): 53-64.

ANEXOS

ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

“CARGA FÍSICA Y TÉRMICA, RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL TRABAJO DE EMBALADOR INFORMAL QUE LABORA EN UNA CIUDAD PORTUARIA DE COLOMBIA – 2013”

Formulario para obtención de información oral / escrito

Para participar en la investigación denominada: “CARGA FÍSICA Y TÉRMICA, RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL TRABAJO DE EMBALADOR INFORMAL QUE LABORA EN UNA CIUDAD PORTUARIA DE COLOMBIA – 2013”

Yo, _____ identificado con cc. No. _____ expedida en _____, Acepto participar en la presente investigación que se llevara a cabo en la ciudad de Buenaventura; afirmo que se me ha informado ampliamente sobre la misma y sobre el propósito del estudio que es “determinar la respuesta fisiológica a la carga física y térmica del trabajo de embalador informal que labora en una ciudad portuaria de Colombia”.

Estoy enterado que las investigadoras son estudiantes de la Maestría en Salud Ocupacional de la Universidad del Valle: la fisioterapeuta Margarita Rosa Coy y la Terapeuta Ocupacional Claudia Jimena Silva, quienes serán las encargadas de realizarla y que en este estudio se espera que participen aproximadamente 90 embaladores informales que trabajan conmigo, los cuales recibirán esta misma información.

Se me ha explicado que la investigación tendrá una duración de cuatro meses aproximadamente; durante el trabajo de campo seré sometido a las siguientes pruebas o mediciones: la prueba escalonada que consta de tres ejercicios físicos que son monitoreados a través de la frecuencia cardiaca, pulsoergometría donde se colocará un cinturón torácico y un reloj que mide y almacena los datos de la frecuencia cardiaca, la medición del balance hídrico donde se medirá la cantidad de líquido y sólido, ingerido y evacuado realizando la medición en dos recipientes diferentes en una jornada de trabajo, la medición antropométrica donde se tomarán perímetros con una cinta métrica, los pliegues cutáneos con un adipómetro y los diámetros óseos con un antropómetro. Estas pruebas serán realizadas durante mi actividad laboral cotidiana, sin interferirla y sin retirarme de mi lugar de trabajo.

Se me ha garantizado que toda la información recogida en la investigación, se manejará de forma confidencial de manera tal que proteja mi privacidad cambiando mi nombre por códigos que solo conocerán las investigadoras.

Entiendo que las mediciones o pruebas que se me apliquen no ocasionaran ningún tipo de daño a mi salud, ni a la relación de trabajo que tengo actualmente.

Si los datos obtenidos en la presente investigación se requieren para otros posibles estudios, se me solicitará nuevamente mi consentimiento a través de un documento como este donde se indique la finalidad del mismo. Debe ser validado por el Comité Institucional de Revisión de Ética Humana de la Universidad del Valle.

Manifiesto que mi participación es totalmente voluntaria, con la libertad de omitir información que crea conveniente, retirarme del estudio si así lo decido, sin que esto me genere ningún tipo de problema, sin interesar el tiempo que lleve en el estudio.

Se me entregará copia de este documento y en forma oportuna se me despejara cualquier duda que pueda tener frente a la investigación, así mismo al término de esta se me informara junto a mis demás compañeros los resultados obtenidos.

En caso de tener alguna duda ahora o más tarde, incluso después de haberse iniciado el estudio se puede solicitar información a:

Claudia Jimena Silva Rozo
Teléfono: 301 728 82 56
Estudiante MSO
Universidad del Valle

Margarita Rosa Coy
Teléfono: 310 467 73 26
Estudiante MSO
Universidad del Valle

Juan Carlos Velásquez
Teléfono: 315 403 41 79
Médico Docente
Universidad del Valle

Comité de Ética
Teléfono: 518 56 18
Director Comité
Universidad del Valle

Para constancia de lo anterior se firma en la ciudad de Buenaventura, a los ____ días del mes de _____ del año 2013.

MARGARITA ROSA COY

Firma de la investigadora
Cédula 29304952 de Bugalagrande
Código 0606529

CLAUDIA JIMENA SILVA ROZO

Firma de la investigadora
Cédula 38561702 de Cali
Código 0705868

Firma del trabajador
cc.

Firma testigo 1
cc.

Firma testigo 2
cc.

ANEXO 2. CUESTIONARIO SOCIODEMOGRÁFICO Y DEL TRABAJO

“CARGA FÍSICA Y TÉRMICA, RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL TRABAJO DE EMBALADOR INFORMAL QUE LABORA EN UNA CIUDAD PORTUARIA DE COLOMBIA – 2013”

CUESTIONARIO DE DATOS SOCIODEMOGRAFICOS Y DEL TRABAJO

CUESTIONARIO No. _____

Código del participante: _____

I. DATOS GENERALES

1. Sexo: M _____ F _____ 2. Edad (Años) _____
3. Estado Civil: Soltero _____ Casado _____ Separado/Divorciado _____ Unión Libre _____ Viudo _____
4. Realiza ejercicio físico SI _____ NO _____ Cual: _____
5. Ha padecido enfermedades relacionadas con el corazón? SI _____ NO _____
Cual: _____
6. Ha padecido enfermedades relacionadas con la respiración? SI _____ NO _____
Cual: _____
7. Ha consumido sustancias psicoactivas en las últimas 6 horas? SI _____ NO _____

II. DATOS DEL TRABAJO

8. Antigüedad en el oficio _____
9. Jornada de Trabajo: Mixta (Mañana y Tarde) _____ Mañana _____ Tarde _____
10. Número de horas diarias de trabajo _____
8. Realiza más de 8 horas de trabajo Si _____ No _____ Número de horas adicionales _____

Investigadora:

Fecha:

Formato diseñado por las investigadoras

PRUEBAS

ANEXO 3. FORMATO DE PRUEBAS Y MEDIDAS

“CARGA FÍSICA Y TÉRMICA, RESPUESTA FISIOLÓGICA DEL TRABAJO DE EMBALADOR INFORMAL QUE LABORA EN UNA CIUDAD PORTUARIA DE COLOMBIA – 2013”

DATOS GENERALES

Fecha: DD / MM / 2013

Código participante _____ Edad _____ años

Peso inicial _____ kg Peso final _____ kg

Talla _____ cm IMC _____

FC _____ TA _____

PRUEBA ESCALONADA							
Estimación de la capacidad aeróbica máxima (VO ₂ Max.)							
FC Max _t (220 – edad) _____	FC Max _{teo} :____ _____	FCp (65% de FC Máx.): _____	FC ₁ : _____	FC ₂ : _____	FC ₃ : _____	VO ₂ MAX L/min: _____	VO ₂ REL: _____ MI / Kg min
PULSOERGOMETRIA							
FC media (min)	FC máx. de trabajo (min)	Consumo energético total (Kcal)			Consumo energético medio (Kcal)		
BALANCE HÍDRICO							
Hora	Ingesta Líquida ml	Ingesta Sólida gm			Eliminación Líquida ml		Eliminación Sólida gm
DATOS ANTROPOMÉTRICOS							
DIÁMETROS ÓSEOS	Bi epicondilar humeral		Radio ulnar distal (muñeca)		Bi epicondilar femoral		
PLIEGUES CUTÁNEOS	Tríceps	Subscapular	IlioCres tal	Abdominal	Muslo	Pierna	Pectoral
PERÍMETROS MUSCULARES	Tórax	Abdomen inferior	Cadera	Bíceps relajado	Bíceps contraído	Muslo	Pierna
TERMOMETRÍA							
HORA	TBS (Bulbo Seco)		TBH (Bulbo Húmedo)		TG (Globo)		

ANEXO 5. PRUEBA DE NORMALIDAD

A continuación se relaciona los datos producto de la aplicación de la prueba de Shapiro Wilk para normalidad:

TEST SHAPIRO WILK			
VARIABLES	STATISTIC	DF	SIG.
Edad	.944	36	.066
Antigüedad en el oficio	.963	36	.258
No. horas de trabajo	.875	36	.001
No. descansos jornada	.819	36	.000
Peso inicial	.798	36	.000
Pérdida peso	.912	36	.008
FCR	.971	36	.444
FCM	.945	36	.073
Aceleración FC	.970	36	.419
Fmax	.944	36	.066
CCA	.982	36	.797
ICCR	.986	36	.929
Penosidad	.478	36	.000
VO2	.889	36	.002
CTF	.889	36	.002
LGT	.955	36	.150
BGE	.626	34	.000
Kcal/min	.979	34	.732
Ingesta líquidos	.981	34	.795
Sudoración jornada	.980	34	.759
Sudoración hora	.980	34	.759
Talla trabajador	.897	34	.004
IMC	.973	34	.540
% grasa	.850	36	.000
% muscular	.826	36	.000
Peso final	.788	36	.000

n<50 Shapiro Wilk
 Ho: Distribución normal
 Ha: Distribución no normal
 p<0,05 Rechaza Hipótesis nula