

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
FACULTAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Trabajo de fin de Carrera titulado:

EVALUACIÓN DEL GASTO METABÓLICO Y LA CORRELACIÓN CON LA CAPACIDAD FÍSICA AERÓBICA DE LOS TRABAJADORES QUE REALIZAN ACTIVIDADES DE PALETIZADO EN LA EMPRESA LA FABRIL SA. PARA GARANTIZAR QUE NO SE COMPROMETA LA SALUD DE LOS MISMOS

Realizado por:

DRA. CECILIA ITURRALDE CEVALLOS

**Como requisito para la obtención del título de
MASTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL**

QUITO, NOVIEMBRE DEL 2013

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK
FACULTAD DE SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

DECLARACIÓN JURAMENTADA

Yo, Cecilia Iturralde Cevallos, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha ido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Cecilia Iturralde Cevallos

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación de fin de carrera, titulado;

EVALUACIÓN DEL GASTO METABÓLICO Y LA CORRELACIÓN CON LA CAPACIDAD FÍSICA AERÓBICA DE LOS TRABAJADORES QUE REALIZAN ACTIVIDADES DE PALETIZADO EN LA EMPRESA LA FABRIL SA. PARA GARANTIZAR QUE NO SE COMPROMETA LA SALUD DE LOS MISMOS.

Realizado por la alumna

CECILIA ITURRALDE CEVALLOS

como requisito para la obtención del título de

MASTER EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL,

ha sido dirigido por el profesor

Ing. EDGAR MONROY

quien considera que constituye un trabajo original de su autor.

Dr.
Director

Los profesores informantes

Después de revisar el trabajo escrito presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador.

AGRADECIMIENTO

A los trabajadores de la Empresa La Fabril que permitieron ser estudiados, al profesor Edgar Monroy por su orientación, a Mariana, a María Fernanda, a Eliana, a Anita por su ayuda constante y desinteresada.

DEDICATORIA

A los trabajadores de la Empresa La Fabril.

RESUMEN

El presente estudio permitió evaluar el gasto energético o gasto metabólico que demanda el puesto de trabajo de paletizado de la Empresa La Fabril S.A., el cual es correlacionado con la capacidad física aeróbica de 32 trabajadores paletizadores que realizan esta tarea.

El gasto energético o gasto metabólico que exige el puesto de trabajo fue evaluado con un método indirecto, utilizando como parámetro fisiológico la frecuencia cardíaca, para lo cual le aplicamos un pulsómetro y una banda cardíaca a cada trabajador durante la jornada de 8h de trabajo.

La capacidad física aeróbica de los trabajadores se la evaluó mediante la prueba escalonada del Dr. R. Manero a partir de la determinación del consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2 \text{ max}$) y la frecuencia cardíaca.

Los resultados evaluados del gasto calórico máximo de cada trabajador y el gasto energético máximo que les demanda el puesto de trabajo a cada uno de ellos, son relacionados en la tabla de zona de desempeño fisiológico, observando que la mayoría de los trabajadores se encuentran en una zona de seguridad y, un porcentaje menor pero importante, en zona de riesgo fisiológico, por lo que se recomienda un programa que permita establecer que para un determinado trabajo exista un trabajador con una capacidad física aeróbica adecuada para realizarlo, para que así no se vea comprometida la salud de los trabajadores.

ABSTRACT

This study was made to evaluate energy expenditure or metabolic cost required by the palletizing job at the manufacturing company La Fabril S.A., which is correlated with the aerobic physical capacity of 32 workers that perform this task.

Energy expenditure or metabolic rate that is required at this workplace was evaluated with an indirect method, using the heart rate physiological parameter, for which we applied a heart rate monitor and strap to each worker during their 8 hour job.

The aerobic physical capacity of workers was evaluated by using the “prueba escalonada” of Dr. R. Manero from the determination of the maximal oxygen consumption (VO_2 max) and heart rate.

The maximum caloric expenditure results evaluated of each worker and the maximum energetic expenditure demanded by the job of each one of them, are related at the table of physiological performance area, noticing that the majority of workers are in a security zone and a lower but important percentage are in a physiological risk area, so it's recommended to have a program in order to establish that for each job, there is a worker with a proper aerobic physical ability to do it, so the worker's health is not compromised.

INDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN JURAMENTADA	iii
DECLARATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INDICE DE CONTENIDO.....	9
ÍNDICE DE TABLAS	12
INDICE ILUSTRACIONES	16
CAPITULO I.....	18
1.1 INTRODUCCIÓN	18
1.2 ALCANCE Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	19
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	21
1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	22
CAPÍTULO II	24

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	24
2.1 . SALUD Y ENFERMEDAD EN EL TRABAJO	24
2.2 . SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO	24
2.3 FISIOLÓGÍA COMPROMETIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO FÍSICO	26
2.4 EVALUACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO FÍSICO	32
2.5 LÍMITE ENERGÉTICO EN 8 HORAS DE TRABAJO CONTINUO	39
2.6 ZONAS DE DESEMPEÑO FISIOLÓGICO	39
2.7 GASTO ENERGÉTICO O COSTO METABÓLICO DE LA ACTIVIDAD	46
CAPITULO III.	68
HIPOTESIS	68
3.1. ESTRUCTURA.....	68
3.2. OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE	69
IV. METODOLOGIA	70
4.1. TIPO DE ESTUDIO.....	70
4.2. METODOS DE EVALUACION	70
4.3. TÉCNICAS UTILIZADAS.....	70
4.4. POBLACION OBJETO	71
4.5. CRITERIOS DE INCLUSION	71

4.6. CRITERIOS DE EXCLUSION	71
V. RESULTADOS	72
VI. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	101
6.1 RESULTADOS DE LAS HIPOTESIS	104
VII.CONCLUSIONES.....	106
RECOMENDACIONES	108
BIBLIOGRAFIA.....	111
ANEXOS.....	116
ANEXO N° 1	117
ANEXO N° 2	122
ANEXO N° 3	123
ANEXO N° 4	124
ANEXO No. 5	125
ANEXO N° 6	131
ANEXO N° 7	132
ANEXO N° 8	133
ANEXO N° 9	134
ANEXO N° 10	135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Prueba escalonada para estimar capacidad física* Primera carga.	41
Tabla 2: Prueba escalonada para estimar capacidad física* segunda carga	42
Tabla 3: Prueba escalonada para estimar capacidad física* Tercera carga.....	43
Tabla 4: Factor de corrección (VO2max).....	44
Tabla 5: Zonas de desempeño fisiológico y el ajuste del tiempo de trabajo al 30% de la capacidad física comprometida	45
Tabla 6: Criterios de Chamoux	52
Tabla 7: Tabla de los coeficientes de penosidad según los criterios de FRIMAT	53
Tabla 8: Clasificación de la Frecuencia Cardíaca Media y de la aceleración de la frecuencia cardíaca.....	55
Tabla 9: Clasificación del índice de costo cardíaco verdadero	56
Tabla 10: Límites y normas del consumo energético (NTP 177: p.3)	57
Tabla 11: Clasificación de la actividad y relación con la frecuencia cardíaca y el gasto energético de la actividad.....	59
Tabla 12: Tabla esquemática de los distintos métodos para determinar el gasto energético de la actividad y la precisión de cada uno de ellos según la Norma ISO 8996.....	60
Tabla 13: Cálculo gasto metabólico. Carga estática (posturas).....	62
Tabla 14: Consumo según la importancia de la carga desplazada.	63
Tabla 15: Esfuerzos musculares	65

Tabla 16: Clasificación para evaluar la carga de trabajo físico.....	66
Tabla 17: Cálculo del consumo energético por los momentos de la jornada	67
Tabla 18: Distribución por edad de los paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.....	72
Tabla 19 Distribución por el hábito de tabaquismo de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013	73
Tabla 20: Distribución por el tiempo en el puesto de los paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.....	74
Tabla 21 Distribución por hábito de realizar deportes, paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.....	75
Tabla 22: Distribución según el peso (IM) de los, paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.....	76
Tabla 23: Distribución por carga física alcanzada en la Prueba escalonada de los paletizadores	77
Tabla 24: Distribución por consumo máximo de oxígeno, paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.....	78
Tabla 25: Distribución por la Capacidad Física de trabajo de los paletizadores de la La Fabril SA 2013.....	79
Tabla 26: Distribución por Gasto Energético que demanda el puesto de trabajo a los trabajadores paletizadores de la Empresa LA Fabril SA. Expresado en Kcal/min.....	80
Tabla 27 Distribución por gasto energético que exige el puesto de trabajo de paletizado en la Empresa La Fabril SA. Expresado en Kcal / hora.....	81
Tabla 28: Distribución por gasto energético que les demanda el puesto de trabajo en la jornada de 8h a los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.....	82

Tabla 29 Distribución por gasto calórico máximo (Kcal/min) de los trabajadores paletizadores de la Empresa la Fabril SA.	83
Tabla 30: Distribución según la Zona de Desempeño Fisiológica de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA. 2013	84
Tabla 31: Distribución por el Índice de Costo Cardíaco Verdadero de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril 2013	85
Tabla 32: Distribución según la frecuencia cardíaca media de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA. 2013	86
Tabla 33: Distribución de la carga física de trabajo según el índice de costo cardíaco absoluto de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013	87
Tabla 34: Distribución de la carga física de trabajo según el índice de aceleración de la frecuencia cardíaca de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.	88
Tabla 35: Distribución según la frecuencia de la zona del cuerpo donde presentan problemas osteomusculares los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA.....	90
Tabla 36: Distribución por frecuencia de haber estado impedido para realizar sus rutinas habituales en su trabajo o en la casa, los pasados 12 meses, los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013 que presentaban problemas osteomusculares	91
Tabla 37: Tabla que muestra las respuestas de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA. ante el cuestionario Nórdico de signos y síntomas osteomusculares	92
Tabla 38: Variables fisiológicas evaluadas a los trabajadores paletizadores. Empresa La Fabril. 2013.....	93
Tabla 39: Coeficientes de penosidad de frimat de los trabajadores paletizadores. la Fabril2013. (ntp: 323, p. 10)	95

Tabla 40: Consumo energético de la actividad y relación con la FCM. paletizadores la Fabril 2013.....	97
Tabla 41: Índices de Chamoux de los paletizadores, La Fabril 2013.....	98
Tabla 42: Relación entre el límite energético de 8 horas de trabajo continuo y el gasto energético o costo metabólico del puesto de paletizador. La Fabril SA. 2013 (Manero R. Manero J. 1991, p.34).....	99
Tabla 43: Zona de desempeño fisiológica de los trabajadores paletizadores.2013. (Manero R. Manero J. 1991, p. 34).....	100

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Edad de los trabajadores	72
Gráfico 2: Hábito de fumar	73
Gráfico 3: Tiempo en el puesto	74
Gráfico 4: Hábito de fumar	75
Gráfico 5: Índice de Masa	76
Gráfico 6: Carga física alcanzada en la prueba escalonada.....	77
Gráfico 7: Consumo máximo de Oxígeno.....	78
Gráfico 8: Capacidad física de trabajo	79
Gráfico 9: Gasto energético (Kcal/min)	80
Gráfico 10: Gasto energético Kcal/hora.....	81
Gráfico 11: Gasto energético Kcal/8h.....	82
Gráfico 12: Gasto calórico máximo Kcal/min	83
Gráfico 13: Zona de desempeño fisiológico.....	84
gráfico 14: Índice de costo cardíaco verdadero.....	85
Gráfico 15: Frecuencia cardíaca media.....	86
Gráfico 16: Costo cardíaco absoluto	87
Gráfico 17: Aceleración de la frecuencia cardíaca.....	88
Gráfico 18: Zona del cuerpo afectada	90

Gráfico 19: Escalón de Manero..... 117

Gráfico 20: Trabajador, pulsómetro y banda cardíaca 118

CAPITULO I

1.1 INTRODUCCIÓN

El presente estudio se lo realizó en La Fabril S.A., empresa que produce, comercializa y exporta artículos de primera necesidad y de consumo masivo como son aceites, grasas, y productos de higiene y cuidado personal.

La Fabril S.A. es conocida también como la “Industria de las Ideas”, eslogan que se hace evidente por los constantes cambios en sus procesos productivos y avances tecnológicos, que la convierten cada día en una empresa más competitiva dentro y fuera del país.

Pero para todos estos cambios, se necesitan trabajadores más capacitados, más comprometidos, más involucrados y más saludables, por lo que evaluar la correlación entre la capacidad física aeróbica del trabajador y el gasto energético que exige el puesto de trabajo, es muy importante para este propósito.

La planta principal encargada de la producción se encuentra en el kilómetro cinco y medio de la vía Manta - Montecristi, en la Provincia de Manabí. Tiene agencias de distribución en otras ciudades del país como

Guayaquil, Cuenca, Machala, Ambato, Santo Domingo, Quito, Ibarra y Tulcán, desde donde se distribuyen los productos a todo el Ecuador y fuera de este. Tiene 40 años funcionando de manera sólida y solvente abriendo fuentes de trabajo para los ecuatorianos.

La Fabril S.A. en total cuenta con 1800 trabajadores, de los cuales, 64 realizan actividades de paletizado, operación que consiste en tomar la carga de una línea y colocarla en un palet a fin de que pueda ser apilada y elevada o arrastrada por un montacargas.

El presente estudio pretende conocer la capacidad física del trabajador paletizador y el gasto energético que exige el puesto de trabajo de paletizado y a partir de la correlación existente entre estas dos variables, conocer los resultados y tomar medidas encaminadas a evitar que se comprometa la salud del trabajador.

1.2 ALCANCE Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En las inspecciones realizadas por el personal del Departamento de Seguridad y Salud a la planta industrial de la Empresa La Fabril, ubicada en la ciudad de Manta, se observó que los trabajadores al realizar sus actividades de paletizado exigen un importante compromiso físico que puede ser agotador durante una jornada laboral completa.

La actividad consiste en tomar la carga desde una banda transportadora y llevarlas a un palet que lo van llenando progresivamente y, a medida que van colocando las cargas, va subiendo la altura de descarga. Luego viene un montacargas y se lleva el palet lleno.

Según la norma NTP: 323, p.3, a la actividad de paletizar se la puede considera como un trabajo de metabolismo elevado por presentarse como un trabajo intenso con brazos y tronco.

Es importante indicar que son 64 trabajadores los que realizan esta tarea, distribuidos en las diferentes plantas de la empresa, en tres turnos de trabajo de 8h cada uno.

El alcance de esta investigación es evaluar el gasto metabólico del puesto de trabajo y correlacionarlo con la capacidad física de 32 personas que son los expuestos al escenario de paletizado en donde cada uno paletiza cajas de 55 Kg (este levantamiento lo realizan entre dos personas) luego rotan la carga con 15Kg., 7Kg, peso distribuido en la jornada de trabajo de 8 horas día, el tipo de carga de trabajo físico tiene un componente estática predominante.

Ocasionalmente, se ha podido observar en el Dispensario Médico de la empresa, a trabajadores que realizan la tarea de paletizado, que acuden a la consulta por presentar dolor osteomuscular, mareo, cefalea pulsátil, palidez, sudoración, hipotensos, es decir, sintomatología clínica mal definida pero que podría ser compatible con fatiga física.

En el año 2012 acudieron al consultorio médico de la Empresa 14 (43%) trabajadores paletizadores con ésta sintomatología mal definida.

Por ende la necesidad de realizar la evaluación del gasto metabólico o gasto energético que demanda el puesto de trabajo y, relacionarlo con la capacidad física del trabajador ya que podría tratarse de un desbalance entre estos requerimientos. El conocer cuál es el comportamiento

energético del puesto de paletizado ayudará a comprender y manejar con más claridad los problemas de salud de los trabajadores paletizadores.

1.3 JUSTIFICACIÓN

La evaluación del gasto metabólico y su correlación con la capacidad física de los trabajadores es justificada por la magnitud de carga física que realizan 64 paletizadores en la empresa en estudio, donde la tarea de paletizar no ha sido estudiada desde este punto de vista, porque en general son muy pocas las políticas empresariales que busquen minimizar los riesgos de las enfermedades cardiovasculares, fatiga y desgaste prematuro producidas por el trabajo

Menos aún estudiar el balance trabajo-trabajador, para identificar que para un determinado gasto energético en un puesto de trabajo debe existir un trabajador con una capacidad física aeróbica determinada para realizarlo, porque al no existir una capacidad física adecuada en el trabajador o porque la demanda del puesto es exagerada o porque el trabajador presenta algún problema de salud, que le impida realizar al máximo esa capacidad energética, no podrá laborar en ese puesto de trabajo porque esa persona va a enfermar.

Estudios en Seguridad y Salud en el trabajo sostienen, que un desbalance entre la capacidad física del trabajador y el gasto metabólico que demanda el puesto de trabajo son factores de riesgos ocupacionales que han demostrado estar relacionados con accidentes cardiovasculares fatiga y desgaste de los trabajadores.

Adicionalmente, un desbalance trabajo- trabajador, junto con otros factores de riesgo como ruido, calor, vibraciones podrían contribuir a la producción de accidentes en el lugar de trabajo.

En el Ecuador a través de su marco Legal de Seguridad y Salud Ocupacional, de la Resolución 333 del sistema SART. (Capítulo II. Art. 9. Numeral 4.2) de la Unidad técnica de Seguridad y Salud del Ministerio de trabajo y empleo, del Instrumento Andino de Seguridad y salud en el trabajo, del Código del trabajo, del Decreto Ejecutivo 2393, indican, que es de carácter obligatorio realizar la vigilancia de la salud de los trabajadores que están expuestos a riesgos para la salud, por lo que al realizar este estudio, estamos cumpliendo en parte con este requerimiento.

1.4. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1. General

Evaluar el gasto metabólico y la correlación con la capacidad física aeróbica de los trabajadores que realizan actividades de paletizado en la Empresa La Fabril S.A. para garantizar la salud de los mismos.

1.4.2. Específicos

- Determinar la capacidad física aeróbica de los trabajadores del puesto de paletizado de la Empresa La Fabril S.A.

- Determinar el gasto energético que les demanda el puesto de trabajo a los paletizadores de la Empresa La Fabril S.A.
- Determinar si el gasto metabólico que demanda el puesto de trabajo tiene relación con la capacidad física de los trabajadores.
- Determinar indicadores fisiológicos de evaluación y control de la carga.
- Determinar la capacidad física del trabajador y el gasto energético del puesto de paletizado para diseñar y organizar equilibradamente el trabajo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

2.1. SALUD Y ENFERMEDAD EN EL TRABAJO

Conocer el tipo de trabajo, el puesto de trabajo, el entorno físico, la carga mental, la carga física, el entorno psicosocial y relacionarla íntimamente con el hombre, es la única forma de poder comprender el proceso salud-enfermedad en el trabajo (Velásquez J. 2005., p.15).

2.2. SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Velásquez J.(2005, p. 20)indica que por la importancia que implica el trabajo para los hombres y las sociedades, es necesario conocer las condiciones de trabajo que favorecen a enfermar al trabajador, con el propósito de tomar acciones preventivas que controlen esas condiciones desbastadoras de la salud del trabajador.

Existen un conjunto de ciencias que se preocupan de la prevención de los riesgos laborales, la Ergonomía forma parte de ellas, quien trata siempre de adaptar las condiciones de trabajo,

máquinas, equipos y procesos productivo al trabajador para lograr un equilibrio entre la eficacia productiva y la salud del individuo quién es el centro de su preocupación, por eso es necesario el conocimiento de la Fisiología del trabajo. (OIT. (1983, Módulo 10, p. 3)

Herrera E. (2011, p. 3) dice que para la Ergonomía estudiar la carga física de trabajo o trabajo muscular, dinámico o estático, es muy importante, porque conociendo las condiciones del impacto del trabajo sobre la salud de los trabajadores se pueden tomar medidas preventivas y evitar que el trabajo produzca daño.

Manero R. Manero J. (1992.p.242) indican que uno de los objetivos de la Fisiología del trabajo consiste en conocer cuál es la máxima posibilidad de esfuerzo laboral que tiene un individuo sin que se afecte su salud cuando realiza un trabajo, es por esto que algunos investigadores han determinado límites energéticos superiores para 8h de trabajo continuo, para que el trabajador realice su trabajo de manera holgada y sin alteraciones en sus funciones.

Adicionalmente dicen, que no solo el exceso de trabajo físico puede afectar al hombre, sino también un déficit en las demandas fisiológicas en las tareas laborales si es que no existe actividad física fuera del trabajo, porque estaríamos frente a estilos de vida sedentaria que se convierten en un factor de riesgo para la aparición de enfermedad cardiovasculares y otros trastornos orgánicos y funcionales

El fisiólogo del trabajo, el ergónomo o el prevencionista están comprometidos a prevenir la fatiga y el desgaste del trabajador mediante técnicas de prevención y control y permitir el desarrollo de las potencialidades de cada uno de los trabajadores, mediante técnicas de promoción de la salud. (Velásquez j. (2005, p22)

Estudiar al proceso de trabajo, al trabajador, y al ambiente de trabajo, forman parte de este concepto; se debe medir y evaluar la carga física de trabajo y relacionarla con el trabajador, y serán incluidas como variables del proceso de trabajo y trabajador (Velásquez, 2005, p. 22).

2.3. FISIOLÓGÍA COMPROMETIDA EN EL DESARROLLO DEL TRABAJO FÍSICO

Ham (1975, p. 18) indica que el movimiento es el producto de la contracción muscular, función indispensable relacionada con la vida y con el trabajo en particular. Además indica que es importante recordar la contracción y la estructura del músculo estriado ya que “es la clase de músculo que está conectado con los huesos del esqueleto y la más abundante del cuerpo”, y que interviene directamente en el ejercicio físico.

La unidad Anatómica funcional de las células musculares es el sarcómero y se encuentra a lo largo de toda la miofibrilla. La unión de varias miofibrillas forma un haz de fibras musculares. En cada fibra o célula muscular hay varias miofibrillas y éstas están alineadas dentro del sarcómero, que es la unidad contráctil del músculo (Ham, 1975, p. 18).

Barbany J.R. (2002, p.14-15) indica que:

Cada unidad estructural denominada sarcómero, comprende filamentos delgados y gruesos que se encuentran entre dos membranas llamadas línea Z. Las zonas claras delgadas son las bandas I,

las oscuras anchas son las bandas A, en el centro de la banda I esta una línea Z, en el centro de la banda A esta la línea H, en el centro de la banda H esta la línea M, más oscura.

Además dice, que la zona central de la banda A está conformada por filamentos gruesos y que la zona AH está ocupada exclusivamente por fibras gruesas y que en su centro está la línea M que es una proteína M, En la banda I existen filamentos delgados dispuestos de forma idéntica a los lados de la línea Z. La zona H solo posee filamentos gruesos de Miosina y la banda I sólo filamentos finos de Actina.

Ham (1975, p. 18) indica que los filamentos de Actina, de Miosina, la Troponina y la Tropomiosina, son las proteínas que unen a los componentes contráctiles de la fibra muscular y que, interactuando con sustancias como el calcio y otras reacciones muy complejas que necesitan de la participación de la energía en forma de ATP producen la relajación y la contracción muscular.

García, Palomo y Somoza (2007, p. 3) indican que cada músculo está compuesto por dos tipos de fibras: lentas y rápidas con características propias. Las rápidas son las responsables de las contracciones rápidas y poderosas, mientras que las lentas son responsables de la actividad muscular continua y prolongada.

Adicionalmente indican que las fibras lentas o tipo 1, son fibras musculares pequeñas, rojas, muy vascularizadas y que intervienen en la contracción isométrica y participan en el trabajo estático, mientras que las fibras rápidas o tipo 2, son fibras más grandes que las tipo 1, blancas, con motoneurona grande para la más rápida excitación de la célula muscular, menos vascularizadas y que intervienen en la contracción, isotónicas y participan en el trabajo dinámico.

2.3.1 Contracción isométrica e isotónica

Para Velásquez (2005, pp. 43-44) una contracción muscular es isométrica cuando la longitud del músculo no se acorta durante la contracción. Por ejemplo, el caso de una persona que está de pie y pone en función sus cuádriceps para poder mantener fijas sus rodillas y rígidas las piernas. Una contracción es considerada como isotónica cuando el músculo se acorta pero la tensión del mismo permanece constante. Por ejemplo cuando una persona levanta un objeto y lo desplaza desde una posición inicial a otra.

2.3.2 Carga de trabajo físico

El profesor Eduardo Herrera (2011, p. 1) especialista en Ergonomía, en su presentación sobre Carga Física del Trabajo, lo define como el conjunto de requerimientos físicos a los que está expuesto el trabajador en su jornada laboral, considerando tanto las posturas estáticas adoptadas, los movimientos realizados, la aplicación de fuerzas, la manipulación de cargas y los desplazamientos.

Ante este trabajo físico el organismo fisiológicamente responde con procesos internos que lo conducen a la adaptación para poder desarrollar una actividad normal y quede no ser así llegaría muy rápido a enfermar, claro está, dependiendo de la magnitud de la carga de trabajo aplicada. Velásquez (2005, p.46)

2.3.3 Fases del trabajo físico

El trabajo físico tiene dos tipos de procesos: procesos de adaptación aguda y procesos de adaptación crónica. Los procesos de adaptación aguda tienen lugar en el transcurso del trabajo físico, en el momento que se produce la fuerza de trabajo. (Velásquez, 2005, p. 46).

Los procesos de adaptación crónica son los cambios fisiológicos que se producen ante movimientos y acciones repetitivas que se manifiestan con cambios estructurales y funcionales de las adaptaciones agudas. Este proceso nos conlleva al aumento del tamaño del corazón, aumento del número de mitocondrias, aumento del consumo máximo de oxígeno (VO_2) disminución de la frecuencia cardíaca y aumento de la capacidad oxidativa del músculo. (García, Palomo y Somoza .2007).

Velásquez (2005, p.46)

“Nos dice que no todas las cargas de trabajo producen efectos crónicos sobre el organismo, puesto que se requiere que las variables fisiológicas adquieran un determinado “nivel de exigencia” al cual responden los diferentes sistemas involucrados, generando transformaciones funcionales y anatómicas”

Herrera E (2011, p.1), la carga física de trabajo tiene relación con el trabajo muscular, que consiste en la relajación y contracción muscular, todo trabajo físico requiere de un consumo de energía, a mayor esfuerzo físico, mayor consumo de energía. La carga de trabajo puede ser física o mental. La carga de trabajo física a su vez es estática o dinámica.

2.3.4 Carga de trabajo estático

La Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo de la Organización Mundial del Trabajo (2012, Vol.29, p. 29) indica que la carga de trabajo es estático cuando la contracción muscular es continua y mantenida durante un periodo de tiempo de trabajo y no se producen movimientos visibles.

El trabajo estático aumenta la presión en el interior del músculo lo que junto con la compresión mecánica ocluye la circulación total o parcial de sangre. Los nutrientes y el aporte de oxígeno junto con la eliminación de productos de desechos del músculo quedan disminuidos, es por esto que los músculos se fatigan con más facilidad que en el trabajo dinámico. OIT. (2012, Vol.29, p. 29)

La fatiga muscular se presenta con hormigueo, temblor muscular, sensación de calor e incluso dolor, este proceso fisiológico que afecta a los músculos debe recuperarse en el reposo, de no ser así se producirán trastornos musculoesqueléticos. (Villar M. INSHT. 2003, p. 5)

En el trabajo estático, lo más importante que se presenta es el aumento de la presión arterial que aumenta en forma directa con la intensidad y duración del esfuerzo físico, además si el trabajo estático se realiza con grandes grupos musculares la respuesta de la presión sanguínea es mayor que si el trabajo fuera realizado con músculos pequeños. (OIT. 2012, Vol.29.p.30)

Villar M. (INSHT. 2003, p. 5) dice que otro efecto producto del trabajo estático es el aumento de la frecuencia cardíaca, porque el corazón debe bombear más rápido para enviar más oxígeno y

otros elementos nutritivos al músculo contraído. Por esta razón se dice que el trabajo estático podría ser un factor de riesgo de enfermedades cardíacas.

2.3.5 Carga de trabajo dinámico

La OIT (2012, Vol.29, p. 30) en el volumen de ergonomía nos indica, que en el trabajo dinámico, los músculos esqueléticos implicados se contraen y relajan rítmicamente y que cuando este tipo de trabajo se produce, aumenta el flujo sanguíneo a los músculos, para satisfacer las necesidades metabólicas, pero para que esto ocurra debe aumentar el gasto cardíaco, es decir aumenta el bombeo al corazón pero disminuye el flujo otros órganos como hígado y riñones.

Es importante señalar que el aparato cardiorrespiratorio se ve obligado a activarse para favorecer la llegada del oxígeno a los músculos, por tal razón aumenta la presión arterial, aumenta la frecuencia cardíaca, aumenta el consumo de oxígeno en los músculos y aumenta la ventilación pulmonar aumentando la frecuencia respiratoria. OIT (2012, Vol.29, p. 30)

La cantidad de oxígeno que se consume durante el trabajo pesado corresponde a la intensidad del trabajo. El consumo máximo de oxígeno (VO_2 max) medido en el laboratorio corresponde a la capacidad máxima de la persona para el trabajo aeróbico y puede traducirse como gasto energético. 1 litro de oxígeno consumido por minuto corresponde aproximadamente a 5 Kcal/min o 21 KJ/min. OIT (2012, Vol.29, p. 30)

Es necesario indicar que es raro que exista actividad laboral completamente dinámica o completamente estática, lo que nos puede llevar a la suma o potencializarían de los efectos negativos sobre el coste fisiológico. (UNE: EN 28996: p. 9)

Antes de realizar la evaluación de la carga física de una actividad, se debe analizar cuál de los dos tipos predomina. Si fuera muy dinámica, los métodos que estiman la energía consumida durante la actividad son la medición de parámetros fisiológicos como el consumo de oxígeno o la frecuencia cardíaca durante la actividad. (Villar M. INSHT 2003, p. 5)

2.3.6 Respuesta del organismo ante la sobrecarga muscular

Velásquez (2005) dice que El organismo responde con una serie de procesos internos que buscan una respuesta adaptativa ante la carga de trabajo muscular siempre y cuando esta no supere la Capacidad Física del Trabajador y se recuperara rápidamente cuando haya terminado su jornada laboral.

Adicionalmente dice que si la carga es muy pesada y prolongada que superan la capacidad física del trabajador la recuperación será más lenta y se producirá fatiga, lesiones o síntomas mal definidos que producen agotamiento, envejecimiento prematuro, disminución de la capacidad productiva, este deterioro en la salud del trabajador es conocido como desgaste del trabajador

2.4. EVALUACIÓN DE LA CARGA DE TRABAJO FÍSICO

Consiste en evaluar la capacidad física del trabajador y las exigencias o requerimientos del proceso de trabajo, es decir evaluar al trabajo y al trabajador. Mientras más se relacionen entre sí, menos riesgos tienen de enfermar. Si se conoce la capacidad física del trabajador y el gasto energético que demanda la actividad, se puede diseñar y organizar adecuadamente el trabajo (Velásquez, 2005).

2.4.1 Capacidad física del trabajo (CFT)

Manero R. (1986.p.170) define la capacidad física, como la posibilidad de realizar un trabajo por la acción coordinada e integrada de múltiples funciones: a) procesos generadores de energía (consumo máximo de oxígeno, capacidad anaeróbica máxima) b) actividad neuromuscular y c) factores psicológicos.

Adicionalmente dice que es la posibilidad que tiene una persona de realizar un trabajo, con alto rendimiento y manteniendo un margen de seguridad, que evita alteraciones en la salud.

La capacidad física del trabajador se puede ver afectada por factores como la alimentación, la educación, el sexo, el peso, la talla, la experiencia de trabajo o, por factores propios del ambiente de trabajo como la temperatura, la altura, la presión de aire, el ruido, la duración de la jornada laboral, el tipo de trabajo, o por factores psicológicos como la motivación, etc. Por lo que las diferencias individuales respecto a esta capacidad física son muy significativas entre una y otra persona. Velásquez (2005, p.99)

El profesor Herrera E. (2011, p.6) define a la capacidad física del trabajo como:

“La cantidad máxima de oxígeno que puede procesar o metabolizar un individuo, por lo que se la denomina potencia máxima aeróbica”

El porcentaje de capacidad física que como máximo puede ser utilizado en 8h de trabajo es de 33% (por la acumulación de ácido láctico). El límite de capacidad física para el trabajo para hombres es de 5.2 Kcal/min. Y para las mujeres es de 4 Kcal/min (Vallejo, 2008, p.1).

La Organización Mundial de la Salud plantea que la capacidad física de trabajo (CFT) sea el límite para el trabajo considerado penoso, es decir cuando el gasto energético que demandan las actividades laborales sobrepasa los límites considerados por los ergónomos como máximos, debe considerarse la CFT del trabajador para que pueda ejecutarlo. En la mayoría de países no hay leyes que limiten el gasto energético o consumo de energía en las actividades por esto los ergónomos indican que para una jornada de trabajo de 8 horas el gasto energético no debe pasar de 4 Kcal/min es decir 2000Kcal/jornada. (Herrera E. 2011, p.6).

Recordar, que existen procesos de trabajo que pueden ser sencillos para una persona y para la otra puede ser intenso pero, independiente de esta predisposición individual, existen trabajos que resultan pesados para cualquier trabajador independientemente de sus características físicas.

2.4.2 Consumo máximo de oxígeno (VO_2 máx.)

El consumo máximo de oxígeno es la máxima cantidad de oxígeno que una persona puede tomar de la sangre y transportarla a los tejidos, para generar energía y así poder realizar sus actividades.

El promedio en el hombre de ($\text{VO}_2 \text{ max}$) va de los 3 a 3.5 litros/min. Es también llamada capacidad aeróbica máxima o simplemente capacidad aeróbica (Vallejo, 2008, p.1)

El consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2 \text{ max}$), refleja la acción equilibrada de los sistemas respiratorio y cardiovascular para obtener, almacenar y transportar oxígeno a los músculos durante el trabajo para que puedan realizar su función. La ($\text{VO}_2 \text{ max}$) se puede ver afectada por la edad, aumenta hasta los 25 años y se mantiene constante hasta los 30 años de edad aproximadamente. Luego empieza a disminuir hasta los 70 años, que alcanza un 50% de su pico máximo. (Velásquez, 2005, p. 101)

El género también tiene su influencia, en las mujeres la (VO_2) max. se encuentra aproximadamente entre el 70% al 75% de la (VO_2) máx. del hombre; no obstante se ha visto que la potencia aeróbica máxima se conserva en mujeres durante toda la edad fértil, pero luego disminuye” (Velásquez, 2005, p. 101)

Adicionalmente Velásquez indica, que existen otros factores como la talla, el peso, el sexo, el clima, el estado nutricional, la raza y otras características del ambiente de trabajo como la temperatura, la humedad y factores organizacionales que también influyen en la (VO_2) max.

2.4.3 Método de evaluación del consumo máximo de oxígeno ($\text{VO}_2 \text{ Máx.}$)

La única forma de evaluar la capacidad aeróbica o consumo máximo de oxígeno de manera directa es sometiendo al trabajador a pruebas de esfuerzo máximo en laboratorios, los cuales

deben constar con el equipamiento adecuado para controlar complicaciones que se pueden presentar en trabajadores no entrenados o con riesgos cardiovasculares. Debido a estas dificultades, se han propuesto técnicas que evalúan el consumo máximo de oxígeno de manera indirecta sin someter al trabajador a esfuerzos máximos. (Velásquez, 2005, p. 102)

Adicionalmente nos indica que la potencia aeróbica máxima puede ser estimada a través de la respuesta cardiovascular, mediante la medición de la frecuencia cardíaca, la cual además puede ser usada como indicador de fatiga y trabajo pesado.

2.4.4 Método indirecto para evaluar la capacidad física del trabajador o potencia aeróbica (CFT)

Vallejo (2008, pp. 1-9) indica que existen varios métodos para determinar la capacidad física para el trabajo y son:

- Uso de ergómetros (cicloergómetros o bandas rodantes o móviles).
- Uso de escalones o banquillos (Prueba de Astrand, Prueba de Manero, Prueba de Bruce).
- Pruebas en Pistas (Prueba de Cooper)

2.4.4.1 Prueba escalonada para estimar la capacidad física

Manero R. Manero J. (1991, p. 31) describen a la prueba escalonada, como un método indirecto que estima el consumo máximo de oxígeno (VO₂ máx.) para evaluar la Capacidad Física,

Dicen que está basada en la prueba del escalón de Astrand, Balke, Manero y Siconolfi y que consiste en aplicar tres cargas físicas de manera escalonada a un ritmo específico de subir, bajar, con el control previo de la frecuencia cardíaca como indicador de esfuerzo físico.

Adicionalmente indican, que para realizar la prueba se requiere de un banco de 50 cm de altura (se utiliza el primer escalón de 25 cm), de un estetoscopio, tonos gravados y del trabajador con ropa ligera, a quien se le solicitan datos: edad, sexo, peso, frecuencia cardíaca (FC) y presión arterial en reposo.

Se calcula la frecuencia cardíaca Máxima (FC máx.) mediante la fórmula $220 - \text{edad}$ y se determina el 65% de la misma para establecer la frecuencia cardíaca de referencia, considerada como un umbral, porque a este nivel de Frecuencia cardíaca la estimación de la capacidad física a través de un Nomograma antes establecido es más rigurosa. Manero R. Manero J (1991, p. 31-32)

Continuando con la aplicación de la prueba indican, que la primera carga está determinada en la secuencia de subir y bajar el primer escalón 17 veces por minuto, la segunda carga consiste en subir y bajar el escalón 26 veces por minuto y la tercera carga subir bajar, 34 veces por minuto, con una duración de tres minutos cada una y con un descanso de un minuto entre cada carga. El paso de una carga a otra carga está relacionado siempre, con la frecuencia cardíaca de referencia.

También nos dicen que al terminar cada carga se tomará la frecuencia cardíaca por auscultación del precordio o por palpación del pulso radial o del pulso carotideo en los primeros 15 segundos de la recuperación. En el momento que una carga alcance una frecuencia cardíaca igual o exceda a la frecuencia cardíaca de referencia se detiene la prueba y con este dato y el peso en Kg. del

trabajador se controla el valor del (VO_2) max en la tabla correspondiente. Existen tres tablas pre establecidas, la tabla 1 corresponden a la primera carga 17 veces por minuto, la tabla 2 a la segunda carga 26 veces por minuto y la tabla 3 que corresponde a la tercera carga 34 veces por minuto. Dichas tablas se describen a continuación.

Finalmente a la VO_2 max se la rectifica de acuerdo al factor de corrección que le corresponde según la edad. El ritmo de las cargas se lo puede controlar con cintas pregrabadas, o con un cronómetro o con un reloj de segundero. Manero R. Manero J. (1991, p. 32)

Velásquez (2005, p. 103) indica que la capacidad de trabajo físico máxima de una persona, se establece a partir de su potencia aeróbica máxima, utilizando 5 Kcal, que equivale a un litro de oxígeno consumido. Por ejemplo si la (VO_2) max de una persona, obtenida en la prueba del escalón de Manero es de 4 LO_2 min, su capacidad de trabajo físico máxima será 20 Kcal/min.

Esto lo explica, porque el equivalente de 1 L de oxígeno consumido genera aproximadamente 20 kj,+/- 0.5 Kj / L que equivale a 5 Kcal. De esta manera se puede estimar la capacidad de trabajo físico máxima (CFT máx.) o gasto calórico máximo (GCM) que un individuo puede realizar durante un trabajo aeróbico expresada en Kcal/min.

- $\text{GCM} = \text{VO}_2 \text{ max} \times 5 \text{ Kcal} = \text{Kcal. /min.}$
- $\text{CFT} = \text{VO}_2 \text{ max} * 1000 / \text{PESO (Kg.) (ml/Kg./min.)}$

Clasificación de la Capacidad Física de trabajo (CFT): al expresar el VO_2 max (ml/Kg./min.) (Manero R .1986.p176)

- <35- baja
- 35-45 normal
- >45 alta

2.5. LÍMITE ENERGÉTICO EN 8 HORAS DE TRABAJO CONTINUO

Corresponde al 30% del gasto calórico máximo, se lo debe conocer porque es un indicador que permite darle al trabajador un tratamiento especial en cuanto al tiempo de trabajo por hora de actividad laboral, dependiendo de la zona donde se encuentre según el esquema, a modo de ejemplo, si el gasto calórico máximo del trabajador es 14 Kcal/min y el gasto energético que demanda el puesto de trabajo es 4.5 Kcal/min, debería trabajar 53 min por hora y descansar 7 min y así mantener un compromiso no superior al 30% de su CFT. (Manero R.1992, p. 246)

2.6. ZONAS DE DESEMPEÑO FISIOLÓGICO

Manero R. Manero J. (1992, p. 246) clasifica al desempeño fisiológico en tres zonas:

Zona de Seguridad: donde el trabajador compromete menos del 30% del GCM. Zona de alerta o precaución donde compromete entre 30 al 50% del GCM. Zona de peligrosidad, donde el compromiso del GCM es mayor al 50% y la permanencia en este lugar de trabajo es prohibida.

Manero R. adicionalmente, realiza un ajuste del tiempo de trabajo al 30% de la capacidad física comprometida, asumiendo que un compromiso del 30% de la capacidad física permite un condicionamiento físico significativo, coincidiendo con las cifras preventivas de la enfermedad cardíaca, que otros investigadores como Brunner y Koplan indican en cuanto al efecto protector del trabajo físico con relación a la aparición de la enfermedad coronaria.

También dice Manero R que al nivel del 30% de la capacidad física se encuentran los límites cardiovasculares para trabajo continuo que los refiere Bronua a 110 lat./min y él, a 116 lat./min. Fisiológicamente cualquier actividad que comprometa por debajo del 30% de la capacidad física estaría en zona que evitaría fatiga y deterioro funcional si el trabajo muscular es dinámico y el entorno laboral es adecuado.

Por otro lado dice Manero R (1991, p. 37) que es importante recordar que la mayoría de las actividades laborales están condicionadas por bajas exigencias físicas y poca movilidad por lo que necesario la introducción de entrenamientos con ejercicios aeróbicos para favorecer al estado de salud, pues contribuyen, entre otras cosas a la erradicación del sedentarismo.

Tabla 1: Prueba escalonada para estimar capacidad física* Primera carga.

(17 VECES/ MINUTO)

Frecuencia cardíaca submáxima (Lat./min)

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 (L/min) (VO ₂ máx.)															VO ₂ Submax. (L/min)
40-44	370	310	270	240	210	195	180	165	155	140	132	125	118	112	106	68
45-49	400	340	290	260	230	215	198	180	168	157	146	138	132	125	118	72
50-54	419	360	310	285	250	230	210	195	180	169	157	149	141	134	128	77
55-59	446	390	330	301	268	245	225	209	193	180	168	158	152	144	136	82
60-64	473	397	349	320	286	260	240	220	205	190	178	169	160	153	145	87
65-69	500	419	370	335	300	278	253	233	217	203	189	178	170	161	154	92
70-74	522	438	390	350	316	290	270	248	228	214	199	188	179	171	162	96
75-79	549	460	401	369	330	305	282	260	240	226	210	199	189	180	172	101
80-84	577	483	421	385	341	320	296	275	252	235	219	208	198	188	178	106
85-89	600	506	441	392	360	332	310	288	267	249	232	219	209	198	188	111
90-94	---	529	460	409	375	343	323	300	279	259	241	228	218	207	197	116
95-99	---	547	476	423	390	359	333	311	289	270	251	238	227	216	205	120
100-104	---	570	496	441	386	370	342	322	300	280	260	248	235	223	213	125
105-109	---	593	517	459	401	389	359	333	312	292	275	259	247	234	222	130
110-114	---	---	536	476	417	400	369	341	321	301	281	268	253	241	228	135

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

Fuente: Manero Rycol. (1991, p.

Tabla 2: Prueba escalonada para estimar capacidad física* segunda carga

(26 VECES/ MINUTO)

Frecuencia cardíaca submáxima (lat./min.)

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

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

Fuente: Manero Rycol. (1991, p. 34)

Tabla 3: Prueba escalonada para estimar capacidad física* Tercera carga

(34 VECES/ MINUTO)

Frecuencia cardiaca submáxima (lat./min.)

Hombre	120	124	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	
Mujer	128	132	136	140	144	148	152	156	160	164	168	172	176	180	184	
Peso (Kg.)	CONSUMO MÁXIMO DE OXIGENO (L/min) (VO2 max)															VO2 Submax (L/min)
40-44	365	340	322	301	285	272	258	246	233	224	216	208	199	191	184	144
45-49	388	359	337	319	301	289	274	260	248	237	228	219	210	202	197	153
50-54	411	378	351	333	318	303	289	275	261	250	240	230	222	210	203	162
55-59	436	400	370	350	331	320	306	290	277	265	254	243	234	225	218	172
60-64	459	417	405	378	358	342	324	305	293	281	271	261	250	240	231	181
65-69	482	448	425	397	376	359	340	324	307	295	285	274	262	252	243	109
70-74	504	470	445	416	394	376	356	340	322	305	298	287	275	264	254	199
75-79	530	493	464	437	414	395	374	357	338	325	313	302	289	277	267	209
80-84	552	515	487	456	431	412	390	372	353	339	327	315	301	289	278	218
85-89	575	536	507	474	449	429	407	388	367	353	340	328	314	301	290	227
90-94	598	557	528	493	467	446	423	403	382	367	354	341	326	313	301	236
95-99	---	581	550	514	487	465	441	420	398	383	369	355	340	326	314	246
100-104	---	600	570	533	505	482	457	436	413	396	382	368	352	338	326	255
105-109	---	---	590	552	522	499	473	451	427	411	396	381	365	350	337	264
110-114	---	---	---	571	540	516	489	466	442	425	410	394	377	362	349	273

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

Fuente: Manero Rycol. (1991, p. 34)

Tabla 4: Factor de corrección (VO2max)

Edades		Factor
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	-----	0,76
61-65	-----	0,71
66-70	-----	0,67
71-75	-----	0,62
76-80	-----	0,58

Fuente: Manero Rycol. (1991, p. 32)

Tabla 5: Zonas de desempeño fisiológico y el ajuste del tiempo de trabajo al 30% de la capacidad física comprometida

Gasto E Kcal./min.	Gasto calórico máximo (CF) Kcal./min.																							
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24							
2,4	60																							
2,7	39	60																						
3	28	44	60																					
3,3	22	35	48	60																				
3,6	18	29	39	50	60																			
3,9	15	24	33	42	51	60		T																
4,2	13	21	29	37	45	53	60		I															
4,5		19	26	32	40	46	53	60		E														
4,8			23	29	35	41	48	54	60		M													
5,1			20	26	32	38	43	49	55	60		P												
5,4			X	24	29	34	39	45	50	55	60		O											
5,7					27	32	36	41	46	51	55	60												
6					25	29	34	38	42	47	51	56	60											
6,3						27	32	36	39	44	48	52	56	60										
6,6						25	29	33	37	41	44	49	52	56	60									
6,9							28	31	35	38	42	44	49	53	56	60								
7,2							26	29	33	36	39	42	47	50	53	56	60							
7,5								28	31	34	37	40	44	47	50	53	57							
7,8									29	32	35	38	42	45	48	51	54							
8,1									28	31	34	36	39	43	45	48	51							
8,4										29	32	35	38	41	43	46	49							
8,7											31	33	36	39	41	44	47							
9											29	32	34	37	39	42	45							
9,3												31	33	36	38	40	43							
9,6													32	34	36	39	41							
9,9														30	33	35	39							
10,2															32	34	38							
10,5															30	33	37							
10,8																31	35							
11,1																30	34							
11,7																	30							
12,0																	32							

Fuente: Manero R. Manero J. (1992, Vol.3,nº4, p.247)

2.7. GASTO ENERGÉTICO O COSTO METABÓLICO DE LA ACTIVIDAD

El gasto energético o costo metabólico Es la cantidad de energía generada por el organismo durante el desarrollo de una actividad laboral, expresado en calorías. (NTP: 322, p.3)

“El metabolismo que transforma la energía Química de los alimentos en energía mecánica y en calor, mide el gasto energético muscular. Este gasto energético se expresa normalmente en unidades de energía y potencia: kilocalorías (Kcal), Joules (J) y Watios (W).” (NTP 323)

$$1 \text{ Kcal} = 4,184 \text{ KJ}$$

$$1 \text{ M} = 0,239 \text{ kcal}$$

$$1 \text{ Kcal/h} = 1,161 \text{ W}$$

$$1 \text{ W} = 0,861 \text{ Kcal/h}$$

$$1 \text{ Kcal/h} = 0,644 \text{ w/m}^2$$

$$1 \text{ W/m}^2 = 1,553/\text{hora} \text{ (para una superficie corporal estándar de } 1,8 \text{ m}^2)$$

2.7.1 Energía

La OMS (2002) la define como la capacidad para realizar un trabajo y se la mide en calorías.

La producción de energía es consecuencia de la combustión de los hidratos de carbono, de las grasas y de las proteínas con el oxígeno, donde las grasas y los hidratos de carbono son los que aportan al organismo mayor valor energético cuando se realiza un ejercicio físico intenso. Cuando las grasas y los hidratos de carbono se agotan, se utilizan las proteínas. (Gasto energético y capacidad de trabajo físico, 1999. pp. 149)

Como resultado de esa combustión se obtiene el trifosfato de adenosina (ATP) que se reserva en pequeñas cantidades en los músculos para iniciar una actividad que requiera un incremento de energía, mientras el organismo crea más ATP. A medida que las condiciones lo exigen el ATP, pierde radicales fosfatos, y se convierte en di fosfato de adenosina (ADP) y después en mono fosfato de adenosina (AMP)(Gasto energético y capacidad de trabajo físico, 1999. pp. 150)

El organismo posee reservas de fosfatos de Creatina que es una energía superior al ATP, la que junto con el ATP de reserva pueden hacer frente unos 30 segundos ante las necesidades hasta que se inicie la glucólisis (oxidación de la glucosa y del glucógeno). (Gasto energético y capacidad de trabajo físico, 1999. pp. 150)

Mientras el proceso respiratorio encargado de llevar el oxígeno a la sangre se reincorpora al proceso el organismo recurre a la glicólisis anaerobia donde el ATP se forma a partir de los

carbohidratos sin presencia de oxígeno. (Gasto energético y capacidad de trabajo físico, 1999. pp. 150)

Billat V (2002, p. 24-25) El aporte energético se obtiene de tres sistemas que actúan dependiendo de lo que el organismo necesita, son los llamados procesos de energía

- Sistema ATP PC.- fosfato de alta energía.
- Sistema de ácido láctico.- glicolisis anaeróbica.
- Sistema de Oxígeno.- oxidación o vía aeróbica

El ATP es la única fuente de energía para la contracción muscular

2.7.2 Metabolismo basal o gasto metabólico basal

El gasto metabólico basal es la energía necesaria para mantener las funciones vitales del organismo trabajando o en reposo. El consumo energético al que nos vamos a referir es el que se debe a la realización del trabajo es decir al metabolismo del trabajo y que se calcula considerando: la carga estática (posturas) y la carga dinámica (desplazamientos esfuerzos musculares, manutención de cargas). (NTP 177. p.2)

2.7.3 Métodos para evaluar el gasto energético de las actividades

Se utilizan diferentes métodos para evaluar el gasto energético o costo metabólico de la actividad, pueden ser por calorimetría directa o por calorimetría indirecta. Por calorimetría

directa, consiste en evaluar el calor que pierde el organismo realizando una actividad en el interior de un calorímetro. (Gasto energético y capacidad de trabajo físico, 1999. pp. 154)

La calorimetría indirecta se realiza por cualquiera de los siguientes métodos:

- Control de los alimentos que consume el trabajador en un periodo de tiempo, obliga a cuantificar estrictamente las actividades, los alimentos que consume, el peso del trabajador y conociendo el valor calórico de los alimentos se puede determinar cuántas calorías se han almacenado en su cuerpo y cuántas han intervenido en el trabajo y en otras actividades no laborales en ese periodo de tiempo. (Gasto energético y capacidad de trabajo físico, 1999. pp. 155)
- Métodos de Tablas estándares donde se compara la actividad a evaluarse contra iguales que ya han sido evaluadas por otros especialistas que han utilizado metodologías anteriores (Gasto energético y capacidad de trabajo físico, 1999. pp. 155)

La NTP N°323, p. 2, con respecto al método de tablas indica, que aceptar estos valores del consumo metabólico previamente estandarizados para el tipo de actividad, esfuerzo, movimientos y suponer que las acciones generadoras del gasto energético de nuestra población se ajusta a la que sirvió de base para la construcción de esas tablas pueden llevarnos a desviaciones muy importantes de la realidad, relacionados con la precisión de los métodos basados en parámetros fisiológicos.

El Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo de España a través de la NTP323 determina el consumo metabólico mediante la medición de parámetros fisiológicos basado en a) consumo de oxígeno y b) frecuencia cardíaca,

- a. La medición directa del metabolismo se basa en el consumo de oxígeno ya que existe una relación casi lineal entre dicho consumo y el nivel de metabolismo. El consumo de 1 litro de oxígeno corresponde a $4.85\text{Kcal} = 20.2$ kilo julios. A pesar de su gran precisión, este método suele utilizarse poco, ya que constituye una prueba de laboratorio.

- b. Así mismo se puede hacer una estimación del metabolismo por medición indirecta, mediante la frecuencia cardíaca. Este método se basa en la irrigación sanguínea que exige un trabajo físico. Es indicado en aquellos casos en que el trabajo es (principalmente) de componente estático, o en aquellos en que se utiliza un pequeño número de músculos.

Manero R. (1986, p.174) La estimación del gasto energético de la actividad mediante la medición del volumen minuto respiratorio es la variable que mayor correlación guarda con el gasto energético. Fórmulas: (H) $GE=0.08+0.183\text{VMR}$. (M) $GE=0.15+0.175\text{VMR}$. $r=0.94$.

2.7.3.1 Predicción por medio de la variable fisiológica frecuencia cardiaca. Evaluación durante el trabajo

Como ya se indicó la frecuencia cardíaca es el principal indicador indirecto del consumo máximo de oxígeno y por lo tanto de la carga de trabajo físico, para su evaluación se puede

utilizar un pulsómetro que mide la frecuencia cardíaca y sus diferentes formas de expresión en toda la jornada laboral obteniendo así la frecuencia cardíaca máxima, mínima y media además el consumo energético de la actividad expresado en kilocalorías. NTP 295

María Villar (INSHT 2003, P. 6) dice que a mayor intensidad de la actividad, más elevada será la frecuencia cardíaca y más tardará en recuperar los valores del reposo inicial.

Adicionalmente y basándose en este principio, dice que se han propuesto diversas clasificaciones de las actividades laborales en función de la frecuencia cardíaca media alcanzada durante la jornada de trabajo pero que estas clasificaciones varían mucho de unos autores a otros por lo que sirven de orientación pero no deberíamos emplearlas como criterios de referencias. Una de las clasificaciones más sencillas es:

Clasificación del trabajo	FC media de la actividad (Latidos / minuto)
• Penoso	>110
• Moderado	100 – 110
• Ligero	< 100

Además de la frecuencia cardíaca media existen otros indicadores que evalúan la carga física de trabajo como el índice de costo cardíaco absoluto (CCA) y el costo cardíaco relativo (CCR). Se puede clasificar la penosidad de un puesto de trabajo a partir de la medición individualizada de la frecuencia cardíaca y comparándola posteriormente con unos valores de referencia indicados por Chamoux y Frimat.(NTP.295, p.5)

Tabla 6: Criterios de Chamoux.-Estos criterios aplican para valorar globalmente al puesto de trabajo y para jornadas laborales de 8h consecutivas. (NTP.295, p.5)

A partir del CCA Coste absoluto del puesto de trabajo	A partir del CCR Coste relativo para el trabajador
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 bastante pesado
40-49 algo pesado	40-49 pesado
50-59 pesado	
60-69 intenso	

Fuente: NTP 295, (p. 5)

Criterios de Frimat

Frimat asigna coeficientes de penosidad del 1 al 6 a cada criterio cardíaco, la suma de estos coeficientes nos da una puntuación al puesto de trabajo y lo clasifica según su penosidad y según el requerimiento cardíaco. (NTP 295, p. 4)

Tabla 7: Tabla de los coeficientes de penosidad según los criterios de FRIMAT

COEFICIENTE DE PENOSIDAD					
	1	2	4	5	6
FCM	90-94	95-99	100-104	105-109	>110
ΔFC	20-24	25-29	30-34	35-39	>40
FCM Max.t	110-119	120-129	130-139	140-149	>150
CCA	10	15	20	25	30
CCR	10%	15%	20%	25%	30%

La determinación del puntaje se efectuará mediante la suma de los coeficientes correspondientes a los cinco parámetros medidos (FCM, ΔFC , FCM Max.t, CCA, CCR)

Valoración de las puntuaciones:

25 puntos: extremadamente duro	20 puntos: penoso	12 puntos: muy ligero
24 puntos: muy duro	18 puntos: soportable	<=10 puntos: carga física mínima
22 puntos: duro	14 puntos: ligero	

Fuente NTP 323, p. 10

2.7.3.2 Valores e índices derivados del estudio de la frecuencia cardíaca

El análisis de la frecuencia cardíaca nos permite estudiar la carga física desde dos puntos de vista bien diferenciados, aunque complementarios: (NTP: 295: p.2)

Cualitativo: podemos valorar la frecuencia cardíaca durante todas las horas de la jornada laboral, incluso determinar las actividades en las que la demanda cardíaca es más intensa.

Cuantitativo: los parámetros más importantes que debemos conocer son:

- Frecuencia cardíaca de reposo (FCR) es el más importante y de ella depende la mayoría de los indicadores de la carga física. se la debe medir en estado estacionario, puede ser antes de comenzar la actividad dentro del área de trabajo o fuera.
- Frecuencia cardíaca media (FCM)
- Costo cardíaco absoluto (CCA)
- $CCA = FCM - FCR$
- Costo cardíaco relativo (CCR)
- $CCR = CCA / (FMT - FCR)$
- Aceleración de la frecuencia cardíaca (DFC) $\Delta FC = FC M \max - FCM$

Este índice de CCR, nos da una idea de la adaptación del sujeto a su puesto de trabajo. Se utilizará como frecuencia máxima teórica el valor $FMT = (220 - \text{edad})$, con lo que se asume un error de un 5% con respecto a la real que se determina mediante una prueba de esfuerzo. ([NTP 295:2])

Como variable de referencia tenemos la siguiente clasificación.

Tabla 8: Clasificación de la Frecuencia Cardíaca Media y de la aceleración de la frecuencia cardíaca

Demanda cardíaca	FCM	ΔFC
Importante	>110	> 30
Soportable	100 a 110	20 a 30
Aceptable	< 100	< 20

Tabla N° 8.NTP 295-p 5

Predicción por medio de la variable fisiológica Índice del Costo Cardíaco Verdadero

Manero R. (1986.p.172) nos indica que la variación entre la frecuencia cardíaca en reposo y la alcanzada al realizar un trabajo se llama costo cardíaco y puede indicar según el tiempo invertido un grado mayor o menor de entrenamiento. El indicador de costo cardíaco verdadero (ICCV): es la relación existente entre el costo cardíaco y la posibilidad máxima estimada de desplazamiento cardiovascular. Para conocer el ICCV aplica esta fórmula.

Fórmula de cálculo (Fórmula de Rogelio Manero 1986)

$$ICCV = \frac{FCACT - FCREP}{FCMAX - FCREP} \times 1000$$

FCACT Frecuencia Cardíaca de la actividad: se refiere a la Frecuencia Cardíaca del trabajo, se la debe medir por lo menos en tres ocasiones cuando el trabajador está realizando su tarea.

FCREP Frecuencia Cardíaca de Reposo descrita anteriormente

FC Max Frecuencia Cardíaca Máxima se la calcula por la ecuación $220 - \text{edad}$. (Manero)

FCM: Frecuencia cardíaca media: es la frecuencia media de la actividad, su rango está entre el percentil 5 (FC mínima) y el 95 (FC Max.)

El ICCV mide el compromiso Cardiovascular durante el desempeño laboral y sirve para clasificar la actividad.

Tabla 9: Clasificación del índice de costo cardíaco verdadero

Clasificación ICCV	Mujer	Hombre
LIGERA	< DE 18	< 13
MODERADA	18 - 33	13 - 28
PESADA	34 - 49	29 - 44
MUY PESADA	> DE 49	>DE 44

Fuente: Manero. R (1986, p. 172)

El Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo de España a través de la NTP 177 en relación a los límites y normas del consumo de energía establece algunas normas generales que sirven de referencia para la clasificación de las actividades según su nivel de exigencia.

Esta norma también indica que debemos considerar que éstos límites están establecidos para un hombre adulto medio y sano y que pueden ser modificados por factores como: edad, sexo, constitución, entrenamiento, etc. y por otros factores como dónde y cómo realiza la tarea.

Respecto a los límites en relación al consumo de energía, se admite que para una actividad física profesional, repetida durante varios años, el metabolismo de trabajo no debería pasar de 2000 a 2500 Kcal/día, cuando se sobrepasa este valor el trabajo se considera pesado. ((Scherrer, 1967 y Grandjean, 1960),

Tabla 10: Límites y normas del consumo energético (NTP 177: p.3)

Nivel de la actividad	Metabolismo de trabajo. Kcal / jornada
Trabajo ligero	< 1600
Trabajo medio	1600 - 2000
Trabajo pesado	>2000

Fuente: (Scherrer, 1967 y Grandjean, 1969)

El Instituto Nacional de Seguridad e higiene en el trabajo de España a través de la NTP 295 también indica, entre otros métodos, el de estimar el gasto energético a partir de la frecuencia cardíaca. Nos dice que muchos autores describen que existe una relación lineal entre este

parámetro y el gasto energético y que la principal desventaja es la existencia de una mayor dispersión entre la potencia desarrollada y la frecuencia cardíaca observada entre un sujeto y otro. A su favor, la facilidad de control y las pocas molestias que supone para el explorado así como su estabilidad intra individual

Esta misma norma nos indica .que disponemos de dos instrumentos bien diferenciados para monitorizar la frecuencia cardíaca:

El pulsómetro o cardiófrecuencímetro. El “Holter” que consiste en la grabación de forma continuada y ambulatoriamente de la actividad cardíaca mediante una “grabadora” de bajo peso conectada a unos electrodos que se colocan en el tórax del explorado. Las señales emitidas por el corazón son registradas sobre una banda magnética que posteriormente será desmenuzada por un analizador.

La evaluación de la frecuencia cardíaca por medio del pulsómetro o del Holter tiene como ventaja que se la realiza en el lugar de trabajo y la aceptación del método por parte de los trabajadores pues llevan el equipo de manera discreta.

Juan Carlos Velásquez (2005, p, 124) dice que los “Pulsómetros convencionales, tienen incluidos sistemas de conversión de frecuencia cardíaca a kilocalorías, por lo tanto la pulsometría se convierte en una alternativa, sencilla práctica y económica para la estimación del gasto energético”

La frecuencia cardíaca es un método que nos permite estudiar las reacciones derivadas de:

- Las condiciones de trabajo:
- Carga física tanto dinámica como estática.
- Carga térmica de trabajo.
- Carga emocional de trabajo, reacciones a los ruidos, al estrés.
- Las propias del individuo: digestión, estado emocional, ritmo biológico propio, estado de salud, integridad cardíaca, condición física.(NTP:295, p. 2)

Tabla 11: Clasificación de la actividad y relación con la frecuencia cardíaca y el gasto energético de la actividad

Clasificación	FC	GEM Kcal/h
Sedentario	60-80	75-100
Ligero	70-90	100-150
Moderado	80-110	150-300
Pesado	100-130	300-450
Muy pesad	120-150	450-600

Fuente: Prof. .Eduardo Herrera C especialista en ergonomía (2011, p 6)

Tabla 12: Tabla esquemática de los distintos métodos para determinar el gasto energético de la actividad y la precisión de cada uno de ellos según la Norma ISO 8996

Nivel	Método	Precisión	Estudio del puesto de trabajo
I.	A. Clasificación en función del tipo de actividad	Informaciones imprecisas con riesgo de errores muy importantes	No necesario
	B. Clasificación en función de las profesiones		Información sobre el equipamiento técnico y la organización
II.	A. Estimación del metabolismo a partir de los componentes de la actividad.	Riesgo elevado de errores	Estudio necesario de los tiempos
	B. Utilización de tablas de estimación por actividad tipo		No necesario
	C. Utilización de la frecuencia cardiaca en condiciones determinadas	Precisión +15%	
III.	Medida	Riesgo de errores en los límites de precisión de la medida y del estudio de los tiempos. Precisión +5%	Estudio necesario de los tiempos

Fuente: ISO 8996(NTP 323, p .2)

2.7.3.2. Método LEST para cálculo de carga física estática

Es la herramienta de análisis de trabajo más conocida, se origina en Francia en la década de los 70, investigada por el Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo (LEST) en colaboración con el laboratorio de Fisiología del trabajo y ergonomía y el instituto de Medicina Legal de la Universidad de Marsella.

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo en la norma NTP: 175, p.1. dice que el método es aplicable a puestos de trabajo industriales y fijos, y que también se lo aplica para evaluar entorno físico, carga física, carga mental, aspectos psicosociales y tiempo de trabajo. Es difícil utilizarlo en puestos de trabajo donde las condiciones físicas y ambientales varían constantemente como en la construcción.

La norma NTP: 177, (p. 2), muestra las tablas con valores promedio según estimaciones de Guelaud, Spitzer, Hettinger y Scherrer que sirven para realizar los cálculos para determinar la carga física de una tarea donde se puede calcular el consumo de energía por medio de la observación de la actividad que realiza el trabajador, descomponiendo todas las acciones en movimientos elementales y luego realizar los cálculos correspondientes

A continuación se exponen las tablas del método LEST que se utilizan para la realización de los cálculos del consumo total de energía, referidas en la norma NTP 177 (p.2) sobre carga física de trabajo.

Tabla 13: Cálculo gasto metabólico. Carga estática (posturas)

Postura	Duración minutos	N° Horas jornada	Gasto (Kcal/min)	Gasto Kcal/día	Total
Sentado normal			0.06		
Curvado			0.09		
Brazos elevados			0.10		
Parado normal			0.16		
Brazos elevados			0.14		
Curvado			0.21		
Muy curvado			0.40		
Arrodillado normal			0.27		
Curvado			0.04		
Brazos elevados			0.09		
Acostado brazos elevados			0.06		
Agachado normal			0.26		
Brazos elevados			0.01		

(*) no incluye ni el metabolismo de base (1.1 Kcal/min) ni el reposo(**) Valores propuestos por Guelaudedalt (1975)

DESPLAZAMIENTO SIN CARGA

Horizontales	0.048 (Kcal/metro)
Verticales	0.73 (Kcal/metro)

(*) no incluye ni el metabolismo de base (1.1 Kcal/min) ni el reposo(**) Valores propuestos por Guelaudedalt (1975)

Tabla 14: Consumo según la importancia de la carga desplazada.

(Kcal/metro)

Carga	K llevar	K elevar	K bajar	K subir	K descender
0	0.047	0.32	0.08	0.073	0.20
2	0.049	0.35	0.09	0.074	0.21
5	0.051	0.38	0.11	0.075	0.22
7	0.052	0.41	0.14	0.077	0.24
10	0.054	0.49	0.18	0.080	0.27
12	0.056	0.53	0.21	0.83	0.30
15	0.059	0.60	0.26	0.86	0.33
18	0.062	0.66	0.32	0.90	0.37
20	0.065	0.75	0.36	0.93	0.40
22	0.068	0.83	0.40	0.96	0.42
25	0.072	0.94	0.46	1.00	0.46
27	0.076	1.04	0.52	1.02	0.48
30	0.080	1.19	0.59	1.07	0.32
32	0.083	1.32	0.67	1.11	0.55
35	0.090	1.52	0.75	1.15	0.59
37	0.094	1.68	0.82	1.18	0.62
40	0.100	1.90	0.94	1.24	0.67
45	0.111	2.37	1.20	1.33	0.76
50	0.122	2.97	1.55	1.42	0.86

(1) (2) (4): valores tomados de Spitzer y Hettinger, (3) y (5) estimaciones sobre datos de los mismos autores

Fórmula para transporte y alzamiento de carga

Se utiliza la fórmula propuesta por Spitzer y Hettinger (1966), modificada por F. Guelaud, Etalt. (1975). (NTP: 177, p.3)

$$E = n [L (K \text{ llevar} + K \text{ llevar-volver}) + H1 (K \text{ elevar} + K \text{ descender}) + H2 (K \text{ subir} + K \text{ descender})]$$

De donde:

E = consumo de energía en Kcal./ hora.

n = número de recorridos de ida y vuelta por hora (1 ida y 1 vuelta = 1 recorrido).

L = largo de un recorrido ida o vuelta en metros.

H1 = altura total en metros de subida o bajada de la carga en un recorrido.

H2 = desnivel vertical en metros a subir o a descender en un recorrido.

Nota: K llevar-K volver se toma en la primera columna.

K subir y K descender se relaciona cuando la persona con la carga sube o desciende una escalera.

En la fórmula reemplace K descender por K bajar

Tabla 15: Esfuerzos musculares

Para calcular esfuerzos musculares

Músculos	Intensidad esfuerzo	Duración minutos	Nº de horas jornada	Gasto (Kcal./min.)	Gasto Kcal./día
Manos	Débil			0.5	
	Medio			0.8	
	Pesado			1.0	
1 Brazo	Débil			0.9	
	Medio			1.4	
	Pesado			2.0	
2 Brazos	Débil			1.7	
	Medio			2.2	
	Pesado			2.9	
1 Pierna	Débil			0.7	
	Medio			1.1	
	Pesado			1.5	
Cuerpo	Débil			3.2	
	Medio			5.0	
	Pesado			7.2	

(*) Valores propuestos por Lehmann (1960)

Tabla 16: Clasificación para evaluar la carga de trabajo físico

Categoría	Gasto energético Kcal/h		CFT%	ICCV	
	Mujer	Hombre		Mujer	Hombre
Ligero	< 110	< 150	< 20	<23	<16
Moderado	110 - 180	150 - 250	20-32	23-25	16-27
Pesado	181 - 240	251 - 350	33-46	36-49	28-42
Muy pesado	>240	> 350	> 46	>49	>42

Fuente: Manero R. (1986, p. 176)

Fórmula para el cálculo consumo metabólico para actividades de paletización

$$E1 = N.L (K \text{ llevar} - \text{ir} + K \text{ llevar} - \text{volver})$$

$$(H3 - H1)^2$$

$$E2 = N \frac{(H2 - H1)^2}{2(H2 - H1)} X (K \text{ bajar} + K \text{ elevar})$$

$$2(H2 - H1)$$

$$(H2 - H3)^2$$

$$E3 = N \frac{(H2 - H1)^2}{2(H2 - H1)} X (K \text{ elevar} + K \text{ bajar})$$

$$2(H2 - H1)$$

Entonces $E = E1 + E2 + E3N$: número de veces que lo hace.

- L: distancia de traslado de la carga.
- E1: consumo metabólico para llevar la carga desde la banda hasta el palet y volver sin carga.
- E2: consumo metabólico cuando la persona toma la carga de la banda y la descarga sobre el palet que está desocupado.
- E3: Consumo metabólico cuando la persona toma la carga de la banda y la descarga sobre el palet que ya está a su máxima altura.
- H1: altura inferior del palet.
- H2: Altura superior del palet (cuando está lleno)
- H3: altura del piso al agarre de la carga sobre la banda transportadora

Tabla 17: Cálculo del consumo energético por los momentos de la jornada

- M1 tiempo de mayor gasto energético.
- M2 tiempo de menor gasto energético dentro de la jornada donde no se realizan actividades productivas.
- M3 tiempo reglamentado no productivo asignado para actividades propias del trabajador

Momentos	Duración en minutos	Gasto energético Kcal/min	Gasto energético total Kcal/min
M1	320		
M2	115		
M3	45		

Fuente: Manero R .1986 , p. 180

CAPITULO III.

HIPOTESIS

El gasto metabólico que exige el puesto de trabajo de paletizado de la Empresa La Fabril SA es mayor a la capacidad física aeróbica de los trabajadores que realizan esta tarea.

Los trabajadores del puesto de paletizado de la Empresa La Fabril SA realizan sus tareas utilizando su capacidad aeróbica máxima llegando a la fatiga física

Los trabajadores del puesto de paletizado de la Empresa La Fabril SA están fisiológicamente entrenados para realizar actividades que demandan altas cargas de trabajo físico.

3.1. ESTRUCTURA

1ª variable: Gasto metabólico o gasto energético.

2ª variable: Capacidad física para el trabajo

3.2. OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE

1° Variable: Gasto energético o gasto metabólico del puesto de trabajo

Indicador: Kcal/min en una jornada de trabajo

Método: Control de la frecuencia cardíaca en una jornada de trabajo

Instrumental: Pulsómetro y banda cardíaca marca Garmin

Rango: Dependiente de la frecuencia cardíaca indicada por el pulsómetro.

Medición: a cada persona

2° Variable: Capacidad física del trabajador

Indicador: Kcal/min. Capacidad física de los paletizadores en Kcal/min

Método: Prueba Escalonada de Manero para determinar el consumo máximo de Oxígeno.

Instrumental: Escalera de 1 grada de 25cm de altura, estetoscopio de Riester, cronómetro.

Rango: dependiente de cada trabajador.

Medición: a cada persona.

IV. METODOLOGIA

4.1. TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo, analítico, transversal en trabajadores que realizan la tarea de paletizado de la Empresa La Fabril SA.

4.2. METODOS DE EVALUACION

- Método específico: Método indirecto para evaluar la demanda metabólica que exige el puesto de trabajo de paletizado a través de la frecuencia cardíaca por medio de un pulsómetro y una banda cardíaca.
- Prueba escalonada para el cálculo de la capacidad física del trabajador mediante la estimación del consumo máximo de oxígeno.
- Cuestionarios de signos y síntomas para establecer la morbilidad sentida

4.3. TÉCNICAS UTILIZADAS

- Observación (videos, fotografías)
- Entrevista

- Encuestas
- Historias clínica.
- Pulsómetro Garmin y banda para ritmo cardiaco
- Cálculo de la demanda metabólica y de la Capacidad física

4.4. POBLACION OBJETO

32 trabajadores que realizan la tarea de paletizado en la Empresa La Fabril SA. de la ciudad de manta. Los trabajadores a estudiarse son de sexo masculino aparentemente saludables sin antecedentes de cardiopatías, enfermedades metabólicas. Diabetes, hipertensión ni otras.

4.5. CRITERIOS DE INCLUSION

Ser paletizadores de la Empresa La Fabril SA, masculinos, que laboren más de 6 meses en el puesto de trabajo en jornadas de 8h diarias y en tres turnos rotativos, deben ser saludables sin patologías respiratorias ni cardíacas.

4.6. CRITERIOS DE EXCLUSION

Se excluyen a trabajadores con enfermedad respiratoria, hipertensos, con índice de masa sobre 30%, epilépticos, diabéticos o con alguna discapacidad física o mental.

V. RESULTADOS

Estudiamos a 32 trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA todos aparentemente saludables que se ajustan a los criterios de inclusión antes indicados

En la tabla N° 18 describimos que el 91% de la población en estudio son menores de 40 años y el 9% son mayores de 40 años.

Tabla 18: Distribución por edad de los paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013

Edad	F	%
19-23	8	25%
24-28	11	35%
29-33	6	19%
34-38	4	12%
39-45	3	9%
TOTAL	32	100%

Fuente: investigación

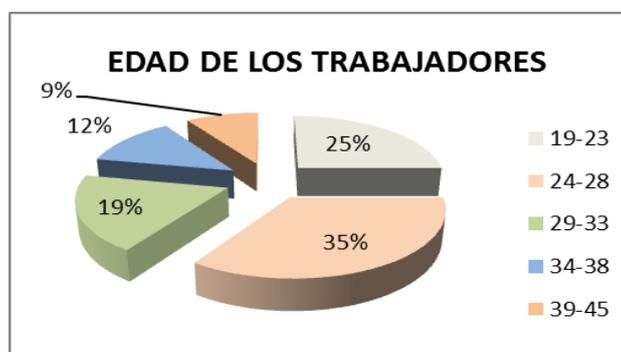


Gráfico 1: Edad de los trabajadores

En la tabla N° 19, se demuestra que el 91% de los trabajadores no tienen el hábito de fumar tabacos y el 9% si fuman. Para considerarlo como positivo no tomamos en cuenta el número de cigarrillos sino la acción de fumar

Tabla 19: Distribución por hábito de tabaquismo de los trabajadores paletizadores de la Empresa

La Fabril SA 2013

Hábito de fumar	F	%
SI	3	9%
NO	29	91%
TOTAL	32	100%

Fuente: Investigación

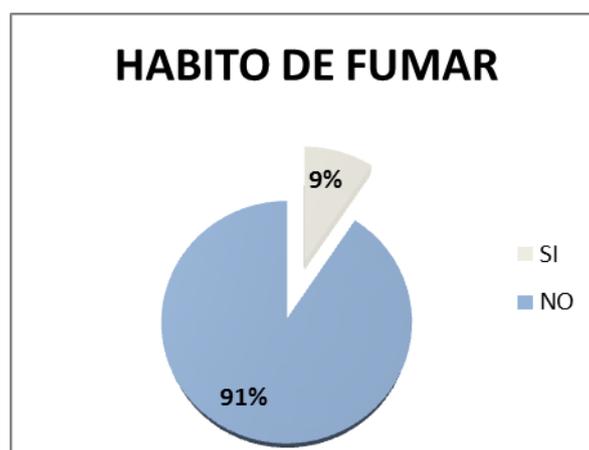


Gráfico 2: Hábito de fumar

En la tabla N° 20, podemos observar que solamente 4 trabajadores correspondiente al 12% tienen más de 4 años de antigüedad en el puesto de trabajo y los 28 restantes correspondientes al 88% tienen entre 6 meses y 4 años en el puesto de trabajo

Tabla 20: Distribución por el tiempo en el puesto de los paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013

Tiempo en el puesto	F	%
6 m -1 año	4	12%
1 año - 2 años	15	48%
2 años - 4 años	9	28%
4 años - 7 años	4	12%
TOTAL	32	100%

Fuente: Investigación

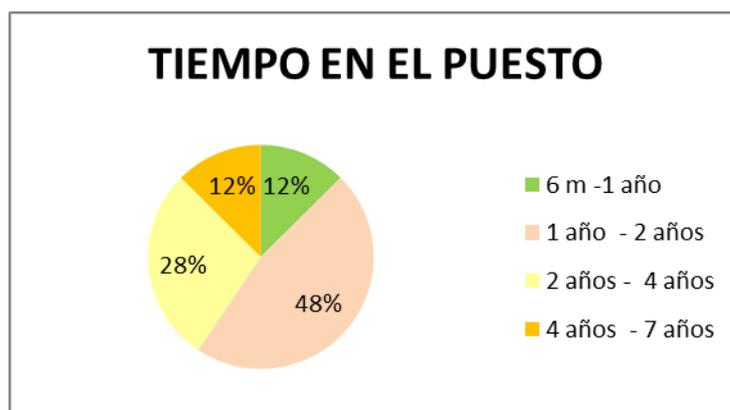


Gráfico 3: Tiempo en el puesto

La tabla N° 21, nos demuestra que el 64% de los trabajadores realizan deportes y el 35% no realizan, para esta distribución consideramos como positivo cuando practican cualquier tipo de ejercicios que lo realicen como mínimo 40 minutos tres veces por semana

Tabla 21: Distribución por hábito de realizar deportes, paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.

Hábitos deportivos	F	%
SI	20	64%
NO	12	35%
TOTAL	32	100%

Fuente: Investigación

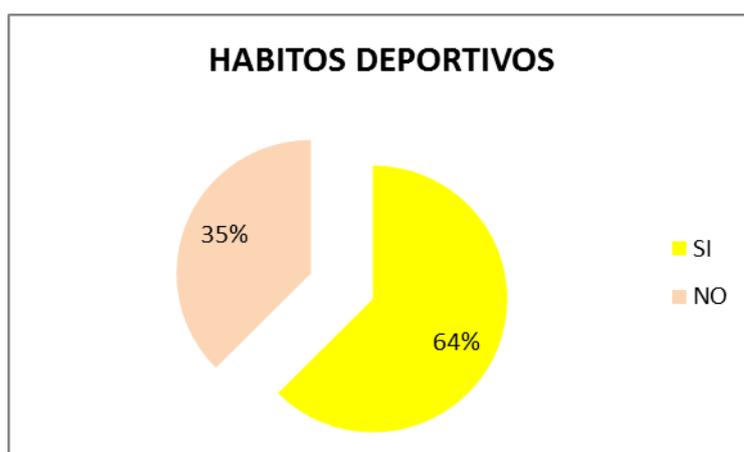


Gráfico 4: Hábito de fumar

La tabla N° 22, nos indica el peso de los trabajadores en estudio, donde según el índice de masa corporal (IM) el 64% se encuentran dentro del peso normal , el 32% presentan sobrepeso y el 3% tienen peso bajo .(OMS2012)

Tabla 22: Distribución según el peso (IM) de los, paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.

INDICE DE MASA	F	%
18%	1	3%
19% - 25%	20	64.68%
26% -30%	11	32%
TOTAL	32	100.00%

Fuente: Investigación

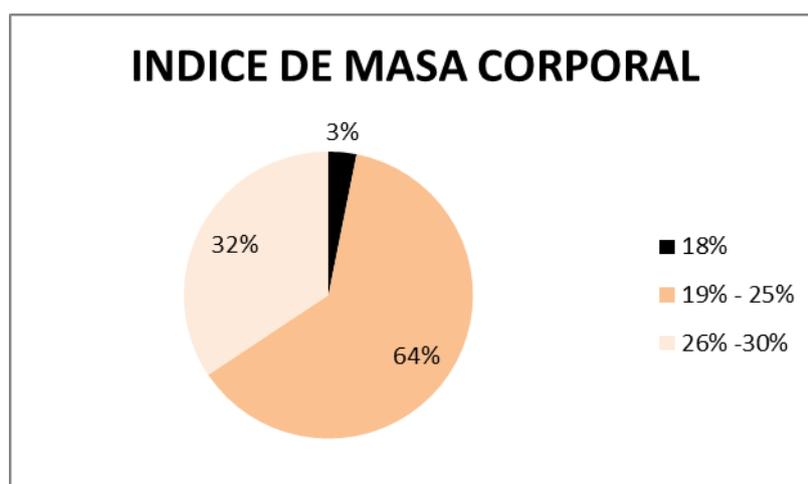


Gráfico 5: Índice de Masa

La tabla N° 23, nos muestra la carga física alcanzada por los trabajadores paletizadores de La empresa La Fabril SA. en la prueba escalonada, indicándonos que el 44% alcanzaron la carga 3, el 41% la carga 2 y el 15% alcanzó la carga 1. (Manero R. Manero J. 1991, p 31)

Tabla 23: Distribución por carga física alcanzada en la Prueba escalonada de los paletizadores

Carga física	F	%
Carga 1	5	15%
Carga 2	13	41%
Carga 3	14	44%
TOTAL	32	100%

Fuente: Investigación

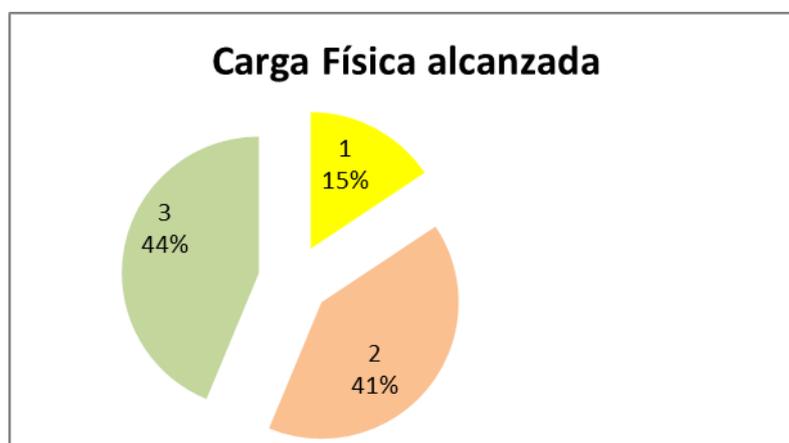


Gráfico 6: Carga física alcanzada en la prueba escalonada

La tabla N° 24, en relación al consumo máximo de oxígeno (Lts./min) nos indica que el 63 % de los trabajadores están en un rango de consumo entre 3 a 5.36 litros por minuto y el 37% en un rango de consumo 1.78 a 2.99 litros por minuto. (Manero R. Manero J. 1991, p.32)

Tabla 24: Distribución por consumo máximo de oxígeno, paletizadores de la Empresa La Fabril

SA 2013

VO2 Max.(Lts./min)	F	%
1.78 - 2.99	12	37%
3 - 4	6	19%
4.01 - 5.36	14	44%
TOTAL	32	100%

Fuente: investigación

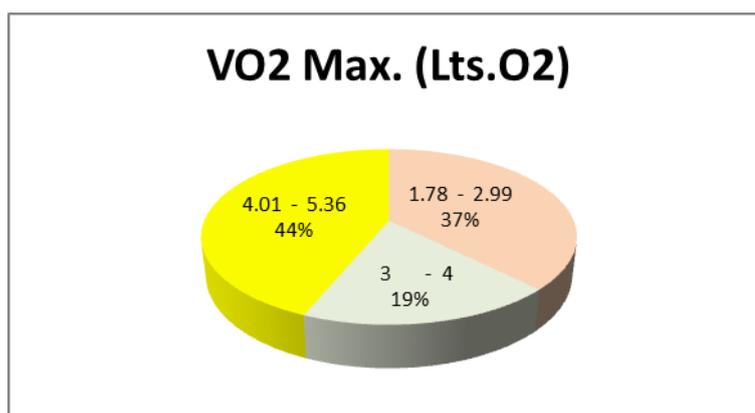


Gráfico 7 : Consumo máximo de Oxígeno

La tabla N° 25, nos muestra que el 81% de los trabajadores en estudio tienen una capacidad física de trabajo alta mayor a 45 ml/Kg/min, el 6% una capacidad física normal y el 13% una capacidad física de trabajo baja, menor a 35 ml/kg/min.(Manero R 1986, p. 176)

Tabla 25: Distribución por la Capacidad Física de trabajo de los paletizadores de La Fabril SA

2013

CFT (ml/Kg/min)	F	%
< 35 Baja	4	13%
35 – 45 Normal	2	6%
> 45 Alta	26	81%
TOTAL	32	100%

Fuente: investigación



Gráfico 8: Capacidad física de trabajo

La tabla N° 26, nos demuestra que el gasto energético que exige el puesto de trabajo de paletizado para cada uno de los trabajadores en estudio se encuentra entre 2.5 a 5 Kcal/min para el 97% de la población y para el 3% un gasto energético que oscila entre 5 a 7.5 Kcal/min

Tabla 26: Distribución por Gasto Energético que demanda el puesto de trabajo a los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA. Expresado en Kcal/min

Gasto energético (Kcal/min)	F	%
1.5	0	0%
1.6 a 2.5	0	0%
2.5 a 5	31	97%
5 a 7.5	1	3%
7.5 a 10	0	0%
TOTAL	32	99.88%

Fuente: investigación

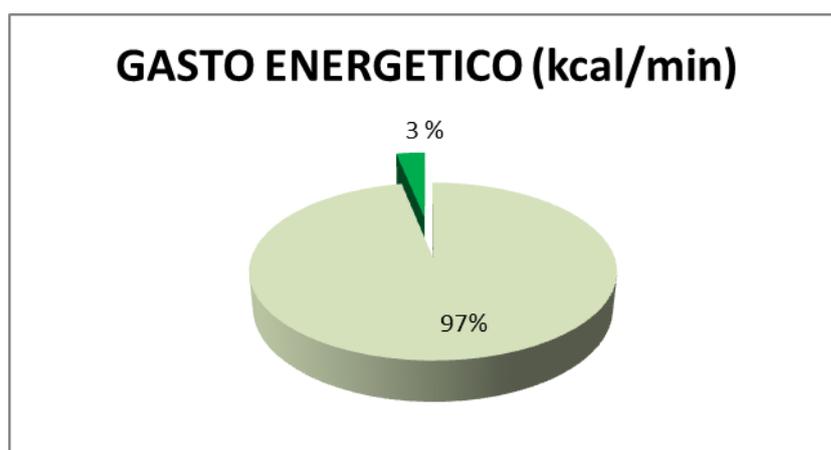


Gráfico 9: Gasto energético (Kcal/min)

La tabla N° 27, nos indica el compromiso energético en Kcal/hora que exige el puesto de trabajo de paletizado para cada uno de los trabajadores en estudio, encontrándose entre 150 a 250 Kcal/hora el 97% de la población es decir un gasto energético moderado y el 3% entre 251 a 300 Kcal/hora que corresponde a pesado. (Manero R.1986, p.176)

Tabla 27: Distribución por gasto energético que exige el puesto de trabajo de paletizado en la Empresa La Fabril SA. Expresado en Kcal / hora

Kcal / hora- Hombres	F	%
Ligero < 150		
Moderado 150 -250	30	94
Pesado 251 - 350	2	6
Muy pesado > 350		
TOTAL	32	100

Fuente: investigación

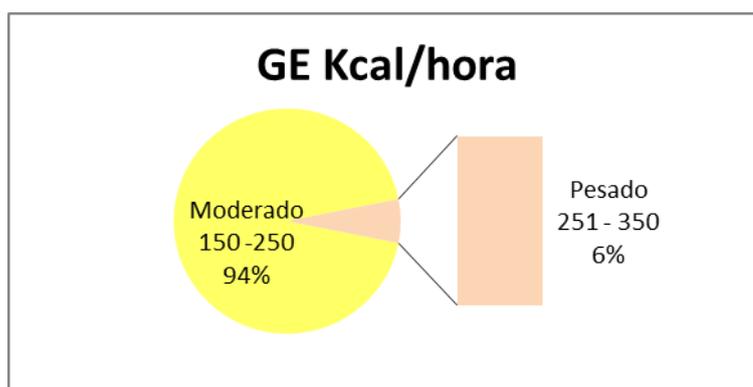


Gráfico 10: Gasto energético Kcal/hora

La tabla N° 28, nos demuestra que para el 19 % de la población en estudio el gasto energético que le demanda el puesto en la jornada de trabajo es menor a 1600 Kcal/8h (ligero), para el 75% entre 1600 a 2000 Kcal/8h (medio) y para el 6 % de la población el gasto energético de la jornada es mayor a 2000 Kcal/8h (pesado) (NTP 177:3)

Tabla 28: Distribución por gasto energético que les demanda el puesto de trabajo en la jornada de 8h a los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.

Gasto energético de la jornada (Kcal/8h)	F	%
<1600 ligero	6	19%
1600 - 2000 medio	24	75%
>2000 pesado	2	6%
TOTAL	32	100

Fuente: investigación

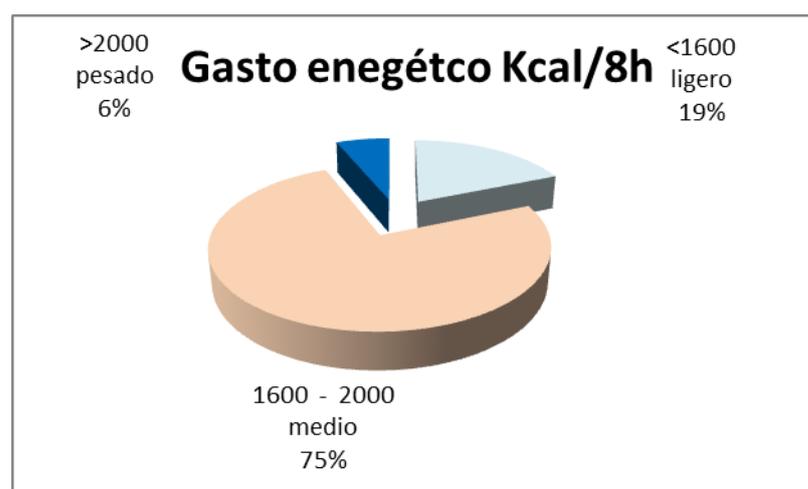


Gráfico 11: Gasto energético Kcal/8h

La tabla N° 29, nos muestra que el 37 % de los trabajadores tienen un gasto calórico máximo de 10 a 14 Kcal/min, el 19 % tienen un gasto calórico máximo entre 15 a 19 Kcal/min, el 22% tienen un gasto calórico máximo de 20 a 24 Kcal/min y el 22% tienen un gasto calórico entre 25 a 30 Kcal/min. (Manero R 1986, p. 176)

Tabla 29: Distribución por gasto calórico máximo (Kcal/min) de los trabajadores paletizadores de la Empresa la Fabril SA.

Gasto calórico máximo GCM(Kcal/min)	F	%
10 a 14	13	37%
15 a 19	5	19%
20 a 24	7	22%
25 a 30	7	22%
TOTAL	32	100%

Fuente: investigación

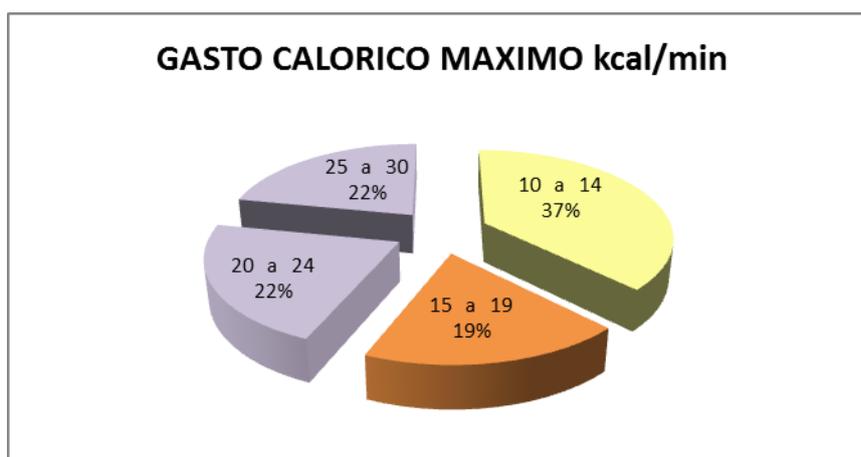


Gráfico 12: Gasto calórico máximo Kcal/min

La tabla N° 30, nos indica que el 91% de la población trabajadora se encuentra en zona segura de desempeño fisiológico, el 6% en zona de alerta y el 3% en zona de peligro. Se determinó La zona de desempeño fisiológico relacionando el Gasto calórico del trabajador con el Gasto energético (Kcal./ min) de la actividad. (Manero R. 1991, p. 34)

Tabla 30: Distribución según la Zona de Desempeño Fisiológica de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA. 2013

ZONA DE DESEMPEÑO	F	%
< de 30% Seguridad	29	91%
30% a 50% Alerta	2	6%
>50% Peligro	1	3%
TOTAL	32	100%

Fuente: Investigación



Gráfico 13: Zona de desempeño fisiológico

La tabla N° 31, nos indica que según el índice de costo cardíaco verdadero para el 41% de la población en estudio la tarea de paletizado es muy pesada, para el 40% es pesada y para el 19% es una tarea moderada. (Manero R, 1986, p.172)

Tabla 31: Distribución por el Índice de Costo Cardíaco Verdadero de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril 2013

ICCV	F	%
< 13 ligero	0	0%
13 - 28 moderado	6	19%
29 - 44 pesado	13	40%
> 44 muy pesado	13	41%
TOTAL	32	100%

Fuente: investigación

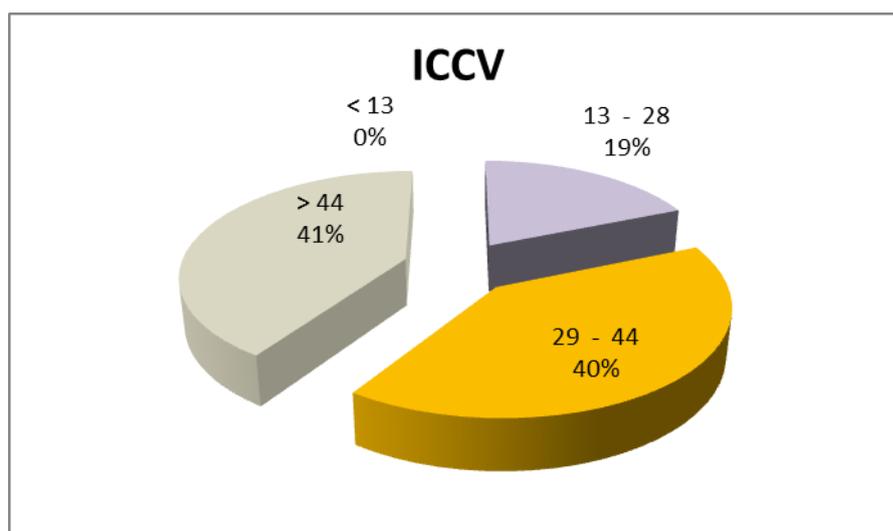


Gráfico 14: Índice de costo cardíaco verdadero

La tabla N° 32, nos indica que la frecuencia cardíaca media por minuto para el 72% de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA durante una jornada de 8h es menor a 100 Lat./min considerada como aceptable, el 25% presentó una frecuencia cardíaca media entre 100 y 110 considerada soportable y el 3% entre 100 a 125 Lat./min considerada como importante. (NTP: 295, p.5)

Tabla 32: Distribución según la frecuencia cardíaca media de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA. 2013

FCM	F	%
Importante >110	1	3%
Soportable 100-110	8	25%
aceptable < 100	23	72%
TOTAL	32	100%

Fuente: investigación

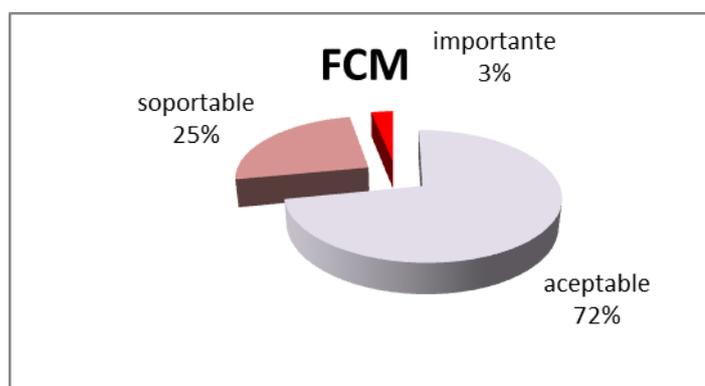


Gráfico 15: Frecuencia cardíaca media

La tabla N° 33, nos demuestra que de acuerdo al costo cardíaco absoluto evaluado según los índices de Chamoux que para el 6% de los trabajadores la carga de trabajo física es muy ligera, para el 35% es ligera, para el 34% es muy moderada y para el 25% la carga de trabajo física es moderada.(NTP: 295,p.5)

Tabla 33: Distribución de la carga física de trabajo según el índice de costo cardíaco absoluto de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013

CCA	F	%
Muy ligero 0 - 9	2	6%
Ligero 10 -19	11	35%
Muy moderado 20 - 29	11	34%
Moderado 30 - 39	8	25%
TOTAL	32	100%

Fuente: investigación

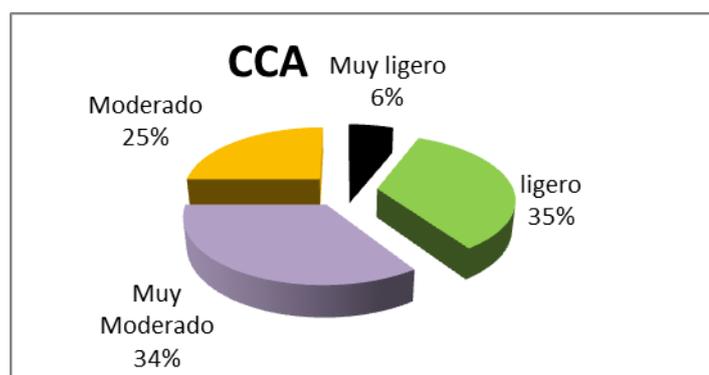


Gráfico 16: Costo cardíaco absoluto

La tabla N° 34, nos demuestra que la carga física de trabajo a través de la aceleración de la frecuencia cardíaca para el 22% de los trabajadores es aceptable, para el 41% es soportable y para el 37% es importante (NTP: 295,p.5)

Tabla 34: Distribución de la carga física de trabajo según el índice de aceleración de la frecuencia cardíaca de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013.

	ΔFC	F	%
Importante	> 30	12	37%
Soportable	20-30	13	41%
Aceptable	< 20	7	22%

Fuente: investigación

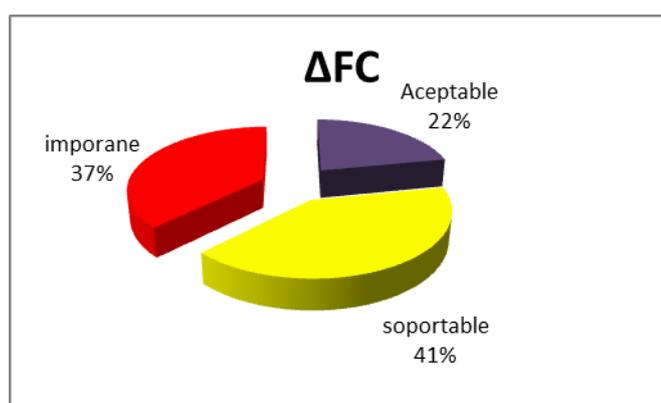


Gráfico17: Aceleración de la frecuencia cardíaca

Resultados del cuestionario Nórdico de signos y síntomas osteomusculares

Se realizó el cuestionario Nórdico de signos y síntomas a los trabajadores en estudio, basados en que es una herramienta para medir con cierta confianza y seguridad la prevalencia de lesiones músculos esqueléticos en diferentes segmentos corporales. (Anexo N° 5)

La actividad de paletizado demanda, de alta exigencia física, levantamiento manual de cargas, y de posturas incómodas. Se realizó el cuestionario para evaluar cuál es la morbilidad sentida por los trabajadores y se consideró la estructura propuesta por el cuestionario:

- Datos personales
- Instructivo para diligenciarlo
- Identificación de síntomas a partir de un gráfico
- Identificación de síntomas por segmentos presentes en los últimos doce meses
- Identificación de síntomas por segmentos presentes en los últimos doce meses, que le han impedido realizar su actividad habitual en la casa o en el trabajo
- Identificación de síntomas por segmentos presentes en los últimos siete días.

1°.- Pregunta. Ha tenido Ud. Durante cualquier tiempo en los últimos 12 meses, problemas (molestias, dolor o disconfort) por ejemplo (hormigueo, pérdida de la fuerza, ardor inflamación, rigidez, otras

La tabla N° 35, Corresponde a los resultados de la 1° pregunta del cuestionario Nórdico, nos indica que 14 (43%) trabajadores de la población en estudio han presentado problemas osteomusculares, de éstos el 31. % en la espalda baja zona lumbar, el 6% en la espalda alta zona dorsal, y el 6% en rodillas .De los 32 trabajadores encuestados 18 (56%) no manifiestan síntomas osteomusculares durante éstos últimos 12 meses.

Tabla 35: Distribución según la frecuencia de la zona del cuerpo donde presentan problemas osteomusculares los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA.

Zona afectada	F	%
Espalda alta-dorsal	2	6
Espalda baja-lumbar	10	31
Rodillas	2	6

Fuente: investigación



Gráfico18: Zona del cuerpo afectada

2.- Ha estado impedido en cualquier tiempo durante los pasados 12 meses para hacer sus rutinas habituales en el trabajo o en casa por este problema?

La tabla N° 36. Corresponde a los resultados de la 2° pregunta del cuestionario Nórdico, nos demuestra que de los 2 trabajadores con problemas de espalda alta ninguno presentó impedimento en sus rutinas habituales; de los 10 trabajadores con problemas de espalda baja 5 (16%) estuvieron impedidos de sus rutinas habituales, los 2(6%) trabajadores con problemas en rodillas estuvieron impedidos en sus rutinas habituales, todos en el periodo de los últimos 12 meses

Tabla 36: Distribución por frecuencia de haber estado impedido para realizar sus rutinas habituales en su trabajo o en la casa, los pasados 12 meses, los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA 2013 que presentaban problemas osteomusculares

Pregunta 2	F	%
Espalda alta- dorsal	0	0
Espalda baja. Lumbar	5	16%
Rodillas	2	6.25

Fuente: investigación

3.- Ud. Ha tenido problemas durante los últimos 7 días?.- a esta pregunta el 100% de los trabajadores respondieron que no han tenido problemas durante éstos últimos 7 días.

Tabla N° 37, Tabla que muestra las respuestas de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA. ante el cuestionario Nórdico de signos y síntomas osteomusculares

Para ser respondido por todos	Para ser respondido por quienes han tenido problema	
Ha tenido Usted, durante cualquier tiempo en los últimos 12 meses, problemas, (molestias dolor o discomfort) por ejemplo (hormigueo, pérdida de fuerza, ardor, inflamación, rigidez, otra)?	Ha estado impedido en cualquier tiempo durante los pasados 12 meses para hacer sus rutinas habituales en el trabajo o en la casa por este problema?	Ud. ha tenido problema durante los últimos 7 días?
Espalda alta (zona dorsal) Si = 2	No = 2	No
Espalda Baja (zona lumbar) Sí = 10	Sí = 5 No = 5	No
Rodillas Sí = 2	Sí = 2	No

Tabla 38: Variables fisiológicas evaluadas a los trabajadores paletizadores. Empresa La Fabril. 2013

N° HC	Edad	T. Puesto	Fuma	Deporte	Peso Kg	VO2 Max	CFT ml/kg/min	GCM Kcal/min	GEM Kcal/8h	GEM Kcal / h	GEM Kcal / min.	FCR lat./min	FCM lat./min	FC MT Trabajo .min	FC max. teórica	FC Referencia.	ICCV
3675	19	7 meses	no	si	53	4.11	77.54	20.55	1609	201	3.35	74	94	120	201	130	36.22
2026	37	1 a 6 m	no	no	64	2.89	45	14.45	1680	210	3.5	67	99	150	183	118	71.55
3536	27	7 meses	no	si	87	4.16	47.81	28.8	1750	218	3.64	93	98.50	121	193	125	28
940	23	5 años	no	si	73	5.04	69	25.2	1569	196	3.27	60	97.50	120	197	128	43.79
981	28	4 años	no	si	69	3.97	57.54	19.85	1627	198	3.3	60	91.75	112	192	124	39.39
3431	20	1 año	no	no	66	3.02	45.75	15	1746	218	3.6	80	98.50	136	200	130	46.66
560	34	3 a 6 m	no	si	65	2.98	45.84	14.9	1700	212	3.5	87	98.75	130	186	120	43
638	25	2 años	no	no	67,4	4.82	71.9	24.1	1647	205	3.43	73	100	140	195	126	54.9
677	26	6 años	no	no	76.5	5.30	69.28	26.50	1800	225	3.75	82	98	116	194	126	30
3183	28	2 años	no	no	85.5	3.51	41.29	17.55	1683	210	3.50	77	88.50	107	192	124	26
3351	25	2 años	si	no	75	5.30	70	26.50	1716	214	3.57	83	97.75	115	195	126.75	28.54
3507	22	1 a 4 m	no	si	63	4.27	67.77	21.35	1633	204	3.4	87	99.75	114	198	128.70	24
3804	25	1 a 6 m	no	si	78	5.30	67.95	26.50	1773	221	3.69	94	100	116	195	126.75	21.78
907	33	4 años	si	no	62	4.54	73.29	22	1529	190	3.18	80	100.25	133	187	121.55	49
3051	24	2 años	no	si	69	3.39	49.13	16.9	1600	200	3.3	60	97.75	135	196	127	47.86
668	45	3 a 6 m	no	si	75	3.69	49.24	18.45	1747	218	3.63	61	82	105	175	113	38.59
3267	23	3 años	no	si	65	4.25	65.38	21.25	1633	204	3.46	65	96	120	197	128	41.6
1036	25	1 a 6 m	no	si	79	5.04	70	25	1601	200	3.3	66	99	130	195	126	49
3511	32	1 a 9 m	no	si	67	4.77	71	23.85	1782	222	3.7	70	96.50	125	188	122	29
669	24	4 años	no	si	68	4.08	60	20.4	1599	200	3.3	74	95.75	113	196	127	31.96
3058	41	3 años	no	no	63	2.9	46	14.5	1824	228	3.8	75	98.75	135	179	116	58.25

74	30	7 años	no	si	86	5.36	62.32	26.8	1695	211	3.53	78	94.50	120	190	123	37.5
3417	21	2 años	si	si	68	2.72	40	13.6	1520	190	3.1	84	97.25	110	199	129	22
3508	23	1 a 5 m	no	no	57	2.75	48	13.75	1480	184	3.08	78	96.25	127	197	128	41
903	28	5 años	no	no	98	2.70	27.55	13.5	1645	205	3.42	84	100	130	192	124	42.59
3513	32	1 a 2 m	no	si	55	2.72	49.45	13.75	1834	229	3.82	75	100	145	188	122	61.94
3392	23	2 a 1 m	no	no	60	2.88	48	14	1660	207	3.45	80	100.25	130	197	128	42.74
3161	33	8 meses	no	si	53	1.78	33.58	8.9	1865	233	3.88	78	100.50	138	187	121	63.91
60	39	1 a 6 m	no	si	59	1.96	33	9.8	2028	253	4.22	88	100.75	125	181	117	37.76
3497	32	1 a 6 m	no	si	62	3.25	52	16.35	1706	213	3.55	70	96	125	188	122	45.61
3108	35	3 años	no	no	65	2.15	33.08	10.75	2573	321	5.36	88	124	158	185	120	72.16
1097	38	3 años	no	si	76	2.44	62.50	12.20	1522	190	3.17	70	100	140	182	118	62.50

N° HC: número de Historia Clínica. T° puesto: tiempo en el puesto. Peso Kg: peso en kilogramos. VO2 Max: consumo máximo de oxígeno. CFT: capacidad física de trabajo expresada en mililitro kilogramo minuto. GCM Kcal/min: gasto calórico máximo expresado en kilocalorías minuto. GEM Kcal/8h: gasto energético máximo en 8h de trabajo. GEM Kcal/h: gasto energético máximo expresado en kilocalorías 1 hora. GEM Kcal/min: gasto energético máximo expresado en kilocalorías minuto. FCR lat/min: frecuencia cardíaca en reposo, latidos por minuto. FCM lat/min: frecuencia cardíaca media, latidos por minutos. FCMT: frecuencia cardíaca máxima de trabajo minuto. FC máxima teórica: 220-edad. FC de referencia: 220-edad x 0.65. ICCV: índice de costo cardíaco verdadero.

Tabla 39: Coeficientes de penosidad de Frimat de los trabajadores paletizadores. La Fabril 2013. (NTP: 323, p. 10)

HC	FCM	Co	FCM max.t	Co	CCA= FCM - FCR	Co	Δ FC =FCM máx t - FCM	Co	CCR%	Co	Puntuación Frimat	Co
3275	94	1	120	2	20	3	26	2	15.75	2	Ligero	10
2026	99	1	150	6	32	6	51	6	27.59	5	Muy duro	24
3536	98.50	1	121	2	5.50	1	22.50	1	5.50	1	Carga física mínima	6
940	97.50	1	120	2	37.50	6	22.50	1	28.20	5	ligero	15
981	91.75	1	112	1	31.75	6	20.25	1	24.15	4	ligero	12
3431	98.50	1	136	4	18.50	2	37.50	5	15.42	2	ligero	14
560	98.75	1	130	4	11.75	1	31.25	4	11.87	1	Muy ligero	11
638	100	4	140	5	27	5	40	6	22.13	4	Muy duro	24
677	98	1	116	1	16	2	18	1	14.29	1	Carga física mínima	6
3183	88.50	1	107	1	11.50	1	18.50	1	10.00	1	Carga física mínima	5
3351	97.75	1	115	1	14.75	1	17.50	1	13.17	1	Carga física mínima	5
3507	99.75	1	114	1	12.25	1	14.25	1	11.49	1	Carga física mínima	5
3804	100	1	116	1	6	1	16	1	5.94	1	Carga física mínima	5
907	100.25	4	133	4	20.25	4	32.75	4	18.93	2	soportable	18
668	82	1	105	1	21	4	23	1	18.42	2	Carga física mínima	9
3277	96	1	120	2	31	6	34	4	23.48	4	soportable	17
1036	99	1	130	4	33	6	31	4	25.58	2	penoso	20
3511	96.50	1	125	2	26.50	5	28.50	2	22.46	4	ligero	14
669	95.75	1	113	1	21.75	4	17.25	1	17.83	2	Carga física mínima	9
3058	98.75	1	135	4	23.75	4	36.25	5	22.84	4	soportable	18

74	94.50	1	120	2	16.50	2	25.50	1	14.73	1	Carga física mínima	7
3417	97.25	1	110	1	13.25	1	12.75	1	11.52	1	Carga física mínima	5
3508	96.25	1	127	2	18.25	2	30.75	4	15.74	2	Muy ligero	11
903	100	4	130	4	16	2	30	4	14.81	1	ligero	15
3513	100	4	145	5	25	5	45	6	22.12	4	Muy duro	24
3392	100.25	4	130	4	20.25	4	29.75	2	17.31	2	soportable	16
3161	100.50	4	138	4	22.50	4	29.50	2	20.64	4	soportable	18
60	100.75	4	125	2	12.75	1	24.25	1	13.71	1	Carga física mínima	9
3497	96	1	125	2	26	5	29	2	22.03	4	ligero	14
3108	124	4	158	6	36	6	34	4	37.11	6	Extremadamente duro	26
1097	100	4	140	5	30	6	40	6	26.79	5	Extremadamente duro	26

HC: historia clínica. FCM: frecuencia cardíaca media. Co: coeficiente. FCM máx. t: frecuencia cardíaca máxima de trabajo. CCA: costo cardíaco absoluto. FCR: frecuencia cardíaca de reposo. Δ FC: aceleración de la frecuencia cardíaca

Tabla N° 40: Consumo energético de la actividad y relación con la FCM. Paletizadores la Fabril

2013

N° HC	Edad	FCM Lat./min	Kcal/8 horas	Kcal/min	Kcal/hora
3275	19	94	1609	3.35	201
2026	37	99	1680	3.5	210
3536	27	98.50	1750	3.64	218
940	23	97.50	1569	3.27	196
981	28	91.51	1627	3.3	198
3431	20	98.50	1746	3.6	218
560	34	98.75	1700	3.5	212
638	25	100	1647	3.43	205
677	26	98	1800	3.75	225
3183	28	88.50	1683	3.50	210
3351	25	97.75	1716	3.57	214
3507	22	99.75	1633	3.4	204
3804	25	100	1773	3.69	221
907	33	100.25	1529	3.18	190
3051	24	97.75	1600	3.3	200
668	45	82	1747	3.63	218
3267	23	96	1633	3.40	204
1036	25	99	1601	3.3	200
3511	32	96.50	1782	3.7	222
669	24	95.75	1599	3.3	200
3058	41	98.75	1824	3.8	228
74	30	94.50	1695	3.53	211
3417	21	97.25	1520	3.1	190
3508	23	96.25	1480	3.08	184
903	28	100	1645	3.42	205
3513	32	100	1834	3.82	229
3392	23	100.25	1660	3.45	207
3161	33	100.50	1865	3.88	233
60	39	100.75	2028	4.22	253
3497	32	96	1706	3.55	213
3108	35	124	2573	5.36	321
1097	38	100	1522	3.17	190

Tabla N° 41: Índices de Chamoux de los paletizadores, La Fabril 2013

N° HC	CCA=FCM-FCR	ΔFC=FCM maxt-FCM	FC M	CCR
3275	Moderada	Soportable	Aceptable	Ligero
2026	Pesado	Importante	Aceptable	Moderado
3536	Muy Ligero	Soportable	Aceptable	Muy Ligero
940	Pesado	Soportable	Aceptable	Moderado
981	Ligero	Soportable	Aceptable	Moderado
3431	Ligero	Importante	Aceptable	Ligero
560	Ligero	Importante	Aceptable	Ligero
638	Moderado	Importante	Soportable	Moderado
677	Ligero	Aceptable	Aceptable	Ligero
3183	Ligero	Aceptable	Aceptable	Ligero
3351	Ligero	Aceptable	Aceptable	Ligero
3507	Ligero	Aceptable	Aceptable	Ligero
3804	Ligero	Aceptable	Aceptable	Muy Ligero
907	Muy Ligero	Aceptable	Soportable	Ligero
3051	Moderado	Importante	Soportable	Moderado
668	Pesado	Importante	Aceptable	Ligero
3267	Moderado	Soportable	Aceptable	Moderado
1036	Pesado	Soportable	Aceptable	Moderado
3511	Pesado	Importante	Aceptable	Moderado
669	Moderado	Soportable	Aceptable	Ligero
3058	Moderado	Aceptable	Aceptable	Moderado
74	Moderado	Importante	Aceptable	Ligero
3417	Ligero	Soportable	Aceptable	Ligero
3508	Ligero	Aceptable	Aceptable	Ligero
903	Ligero	Importante	Aceptable	Ligero
3513	Ligero	Importante	Soportable	Moderado
3392	Moderado	Importante	Soportable	Ligero
3161	Moderado	Soportable	Soportable	Moderado
60	Moderado	Soportable	Soportable	Ligero
3497	Ligero	Soportable	Soportable	Moderado
3108	Moderado	Soportable	Aceptable	Bast. Pesado
1097	Pesado	Importante	Importante	Moderado

Fuente: investigación

Tabla N° 42, Relación entre el límite energético de 8 horas de trabajo continuo y el gasto energético o costo metabólico del puesto de paletizador. La Fabril SA. 2013 (Manero R. Manero

J. 1991, p.34)

N° HC	Limite energético de 8h de trabajo continuo, corresponde al 30% del GCM. Kcal/min		Gasto energético del puesto de paletizado Kcal/min
3275	20.55	6.17	3.35
2026	14.45	4.34	3.5
3536	28.8	6.24	3.64
940	25.2	7.56	3.27
981	19.85	5.95	3.3
3431	15	4.50	3,6
560	14,19	4.47	3,5
638	24,1	7.23	3,43
677	26.50	7.95	3,75
3183	17.55	5.26	3,5
3351	26.50	7.95	3,57
3507	21.35	6.40	3,4
3804	26.50	7.95	3.69
907	22	6.60	3.18
3051	16.9	5.08	3.3
668	18.45	5.53	3.63
3267	21.25	6.37	3.40
1036	25	7.50	3.3
3511	23.85	7.15	3.7
669	20.4	6.12	3.3
3058	14.5	4.35	3.8
74	26.8	8.04	3.53
3417	13.6	4.08	3.1
3508	13.75	4.12	3.08
903	13.5	4.05	3.42
3513	13.75	4.12	3.82
3392	14	4.20	3.45
3161	8.9	2.67	3.88
60	9.8	2.94	4.22
3497	16.35	4.87	3.55
3108	10.75	3.22	5.36
1097	12.20	3.66	3.17

Tabla N° 43, Zona de desempeño fisiológica de los trabajadores paletizadores.2013. (Manero R. Manero J. 1991, p. 34)

N° HC	Edad	GCMKcal/min	GEM Kcal/min	Zona de desempeño y ajuste del trabajo al 30% de la Capacidad física comprometida
3275	19	20.55	3.35	Z, segura < 30%
2026	37	14.45	3.5	Z, segura < 30%
3536	27	28.8	3.64	Z, segura < 30%
940	23	25.2	3.27	Z, segura < 30%
981	28	19.85	3.3	Z, segura < 30%
3431	20	15	3.6	Z, segura < 30%
560	34	14.9	3.5	Z, segura < 30%
638	25	24.1	3.43	Z, segura < 30%
677	26	26.50	3.75	Z, segura < 30%
3183	28	17.55	3.50	Z, segura < 30%
3351	25	26.50	3.57	Z, segura < 30%
3507	22	21.35	3.4	Z, segura < 30%
3804	25	26.50	3.69	Z, segura < 30%
907	33	22	3.18	Z, segura < 30%
3051	24	16.9	3.3	Z, segura < 30%
668	45	18.45	3.63	Z, segura < 30%
3277	23	21.25	3.40	Z, segura < 30%
1036	25	25	3.3	Z, segura < 30%
3511	32	23.85	3.7	Z, segura < 30%
669	24	20.4	3.3	Z, segura < 30%
3058	41	14.5	3.8	Z, segura < 30%
74	30	26.8	3.53	Z, segura < 30%
3417	21	13.6	3.1	Z, segura < 30%
3508	23	13.75	3.08	Z, segura < 30%
903	28	13.5	3.42	Z, segura < 30%
3513	32	13.75	3.82	Z, segura < 30%
3392	23	14	3.45	Z, segura < 30%
3161	33	8.9	3.88	Z. alerta 30 – 50 %
60	39	9.8	4.22	Z. alerta 30 – 50 %
3497	32	16.35	3.55	Z, segura < 30%
3108	35	10.75	5.36	Z ,peligro > a 50%
1097	38	12.20	3.17	Z, segura < 30%

VI. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Incluimos en nuestro estudio a 32 trabajadores todos de sexo masculinos que tienen más de 6 meses en el puesto de paletizado y que laboran 8h día en tres turnos rotativos, todos saludables, no entraron dentro del grupo de estudio, trabajadores con enfermedades respiratorias, cardiológicas, diabéticos, obesos, con discapacidad física ni mujeres.

Los trabajadores en estudio se encontraron en edades comprendidas entre 19 y 45 años con una edad promedio de 32 años, con respecto al tiempo de trabajo en el puesto 15 (48%) se encuentran en el rango de 1 a 2 años, 9 (28%) entre 2 a 4 años, 4 (12%) de 4 a 7 años y 4 (12%) entre 6 meses a 1 año.

Ante el cuestionamiento si realizan deportes, 20 (64%) responden que si realizan deportes como mínimo tres veces por semana y 12 (35%) no realizan deportes; sobre el hábito de fumar 29 (91%) no son fumadores, éstos dos indicadores los interrogamos porque pueden influir directamente en la fisiología cardíaca respiratorio de las personas y por ende en la capacidad física del trabajador.

En cuanto al índice de masa corporal 20 trabajadores correspondiendo al 64% tienen un peso ideal entre 18 y 25%, 11 trabajadores (32%) tienen sobrepeso entre 25 y 30% y, 1 trabajador correspondiendo al 3% tienen peso bajo. El índice de masa se lo obtuvo relacionando el peso en Kg con la talla en metros cuadrado

En lo que se refiere a la Capacidad Física de trabajo de los trabajadores, se observó que 26 (81%) presentan una alta capacidad física de trabajo mayor a 45 ml/Kg/min; 2 (6%) una capacidad física normal entre 35 y 45 ml/Kg/min y 4 (13%) una baja capacidad física de trabajo menor a 35 ml/Kg/min.(Manero R, 1986, p. 176)

Evaluamos el Gasto calórico máximo a partir de la VO₂ Max expresada en Kcal/min y obtuvimos que para 13(37%) trabajadores el GCM es de 10 a 14 Kcal/min, para 7 (22%) de 20 a 24 Kcal/min, para 7 (22%) de 25 a 30 Kcal/min y para 5 (19%) de 15 a 19Kcal/min. (Manero R. Manero J. 1991, p. 32)

En cuanto al Gasto energético o gasto metabólico que demanda el puesto de trabajo encontramos que es de 3.3 a 5 Kcal/min para 31 trabajadores correspondiendo al 97% y para 1 trabajador correspondiendo al (3%) el gasto energético se encuentra entre 5 a 7.5 Kcal/min.

Al evaluar el gasto energético del puesto de trabajo por jornada de 8h, encontramos que 6 (19%) trabajadores tienen un gasto energético ligero < que 1600 Kcal/8h, 24 (75%) entre 1600 a 2000 Kcal/8h considerado como medio, 2(6%) mayor a 2000 Kcal/8h considerado como pesado. (NTP: 177, p. 3)

Con la aplicación del monitor cardíaco y el pulsómetro que le colocamos individualmente a los trabajadores durante toda la jornada de 8h, pudimos obtener la frecuencia cardiaca promedio de cada trabajador a partir de 4 lecturas indicadas por el equipo, pudiendo observar que el 72% presentó una frecuencia cardiaca promedio por min menor a 100, estimada como aceptable, un 25% una frecuencia cardíaca promedio entre 100 a 110 Lat./min, considerada soportable y un 3% mayor a 110 Lat./min considerada importante. (NTP: 295, p. 5)

Los valores obtenidos del Gasto Calórico Máximo en Kcal/min (GCM) de cada trabajador y el Gasto Energético en Kcal/min (GEM) que demanda el puesto de paletizado para cada trabajador los relacionamos en la tabla de las zona de desempeño Fisiológico y observamos que el 91% de los trabajadores se encuentran en zona de seguridad menor al 30%, 6% en zona de alerta entre 30 y 50% y el 3% en zona de peligro mayor al 50%. El gasto energético de la actividad osciló entre 2.5 a 7.5 Kcal/min (Manero R. Manero J. 1991, p 34)

En relación al límite energético para 8h de trabajo continuo que corresponde al 30% del GCM Kcal/min, se obtuvo que el 91% de los trabajadores presentan un límite energético (LE) mayor al gasto energético que exige la actividad y el 9% tienen un LE menor al que exige la actividad. (Manero R. Manero J. 1991, p 34)

El cuestionario sobre signos y síntomas de morbilidad sentida, evidenciándose que el 43% de los trabajadores presentaron problemas osteomusculares en el periodo de éstos últimos 12 meses, en los cuales la región más afectada fue la espalda baja o zona lumbar en un 31%, en un 6% la región de la espalda alta o zona dorsal y en un 6% las rodillas. La causa lumbar ocasionó interrupción de las actividades cotidianas a un 16% de la población en los últimos 12 meses y el 6% por patología de rodillas.

Al evaluar el compromiso cardiovascular durante el desempeño laboral utilizando el índice de costo cardíaco verdadero (ICCV) calificamos a la actividad como pesada para el 40% de la población, muy pesada para el 41 % y moderada para el 19%, (Manero R. 1986, p. 172)

Con el coeficiente de penosidad de Frimat en esforzamiento puntual se obtuvo un costo de carga física mínima para el 34% de los trabajadores, de muy ligero para el 6%, de ligero para el

22%, soportable para el 16%, penoso para el 6%, muy duro para el 10% y extremadamente duro para el 6%. (NTP: 323, p. 10)

Al valorar la adaptación de los trabajadores al puesto de trabajo con el índice de costo cardíaca relativo (CCR) de Chamoux, para el 6% de la población resultó muy ligero, para el 47% ligero, para el 44% moderado y para el 3% bastante pesado.(NTP: 295, p. 5)

Valorando el puesto de trabajo en general con el índice de costo cardíaco absoluto (CCA) de Chamoux, resultó moderado para el 25%, muy moderado para el 34%, ligero para el 35% y muy ligero para el 6%...(NTP: 295, p. 5)

Al evaluar la carga física con el índice de aceleración de la frecuencia cardíaca (ΔFC) resultó importante para el 37.5% de los trabajadores, aceptable para el 22% y para el 41% soportable. (NTP: 295, p. 5)

6.1 RESULTADOS DE LAS HIPOTESIS

La Hipótesis 1 es negativa pues el gasto energético que demanda el puesto de trabajo de paletizado de la Empresa La Fabril SA. No es mayor a la Capacidad Física de los Trabajadores pues el 87% de éstos, tienen una normal y alta capacidad física de trabajo.

Esto se lo demuestra en la tabla de zona de desempeño fisiológico al relacionar el gasto energético máximo que demanda el puesto de trabajo con el gasto calórico máximo del trabajador, ambos expresados en Kcal/min, donde observamos que el 91% de los trabajadores paletizadores se encuentran en zona de seguridad, el 6% en zona alerta y el 3% en zona de riesgo fisiológico.

La Hipótesis 2, es también negativa puesto que el 91% de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA. presentan un límite energético mayor al gasto energético que les demanda la actividad, por lo tanto, por esta razón no pueden llegar a la fatiga física.

La hipótesis 3 es positiva, los trabajadores paletizadores están fisiológicamente entrenados para realizar su actividad laboral, puesto que a la frecuencia cardíaca promedio presentada durante la jornada de trabajo se la ha calificado, como soportable y aceptable para la mayoría de los estudiados.

VII.CONCLUSIONES

Concluimos diciendo que la Capacidad Física de los trabajadores paletizadores de la Empresa La Fabril SA.es alta y normal para el 87% de los estudiados. Fue evaluada con la prueba escalonada del Dr. R. Manero

El gasto energético que exige la actividad de paletizado fue considerado moderado para el 94% y fue evaluado considerando el total de 480 min de la jornada de cada trabajador, aplicando la norma NTP 177 y utilizando un pulsómetro y una banda cardíaca. Los resultados los comparamos con la clasificación del compromiso energético de Manero R. Manero J. (1986, p.176)

Al correlacionar el gasto energético máximo del puesto de trabajo con el gasto calórico máximo del trabajador, observamos que el 91% de los trabajadores paletizadores, no exceden el límite fisiológico establecido, es decir comprometen menos del 30% de su gasto calórico máximo, por lo que se encuentran en zona segura de la tabla de desempeño fisiológico, el 6% se encuentran en zona de alerta fisiológica entre el 30 y 50% y 1 trabajador correspondiendo al 3% están en zona de peligro es decir compromete más del 50% de su gasto calórico máximo.(Manero R. Manero J. 1991, p 34).

Valoramos la carga física de trabajo, utilizando un pulsómetro y una banda cardiaca, basándonos en la NTP 295. La evaluación fisiológica cardiovascular evidenció que las actividades de paletizado fueron de aceptable para el 72% de la población, para el 25% soportable y para el 3% importante, considerando como indicador a la frecuencia cardíaca promedio porque considera a toda la jornada laboral, por esta razón Frimat y Chamoux la toman en consideración en todos sus cálculos.

No tomamos como indicador al ICCV porque no atiende a un promedio de toda la jornada sino al momento de máximo esfuerzo donde generalmente la FC de la actividad es mayor que la Frecuencia cardíaca media.

Aparentemente las variables de realizar deportes, tiempo en el puesto y hábito de fumar no tienen incidencia en los resultados, pero las edades de los trabajadores que están en zona de peligro y zona de alerta están entre 33 años y 39 años, pudiendo interpretarse que a mayor edad menor capacidad física de trabajo o menor capacidad aeróbica.

RECOMENDACIONES

A pesar de que las hipótesis hayan resultado negativas se recomienda diseñar un programa que permita establecer que para un determinado trabajo exista un trabajador adecuado para ejecutarlo, para evitar que se comprometa la salud de los mismos

Proponemos Incluir la evaluación de la CFT a los exámenes Médicos pre-laborales y periódicos y hacer un protocolo para su seguimiento.

Dentro del perfil del puesto de trabajo, estipular la CFT que debería tener el que lo realiza.

Recomendamos que otros puestos de la empresa sean estudiados con éstos métodos que son prácticos y no costosos, para diseñar y organizar adecuadamente el trabajo y así mejorar nuestro campo de acción en la prevención de las enfermedades ocupacionales.

Otra de las recomendaciones es que se persista con esa buena práctica de realizar entre dos personas el levantamiento de carga cuando deben paletizar pesos que exceden lo estipulado por la norma sobre levantamiento de carga o disminuir el peso de la carga hasta los límites permitidos.

Hacer otras evaluaciones ergonómicas en el puesto de paletizado para prevenir enfermedades osteomusculares ya que pudimos evidenciar en los resultados del cuestionario Nórdico que un 43% de la población en estudio presenta problemas en espalda baja, en rodillas y en espalda alta

Es importante que la Empresa tenga dentro de sus planes, programas deportivos o práctica de ejercicios aeróbicos que mejoren o mantengan el rendimiento físico de los trabajadores.

Recomendamos que los trabajadores que realizan esta tarea no excedan sus jornadas de trabajo de 8h diarias es decir que no trabajen horas extras.

Si un trabajador se incapacita o tiene un accidente de trabajo que represente un período moderado de ausencia, se le debe evaluar la CFT al retornar a sus actividades.

Como recomendación importante al trabajador que durante el estudio se lo encontró en zona de peligro en la tabla de desempeño fisiológico se lo debió cambiar de manera urgente de puesto de trabajo por encontrarse en riesgo fisiológico por sobrecarga física y a los otros dos que estaban en zona de alerta se les indico que deben reajustar su tiempo de trabajo a 24 min y 29 min respectivamente por hora, sometiéndolos a periodos de recuperación de no ser así se sugiere cambio de puesto de trabajo

A éstos trabajadores que se encuentran con exigencia metabólica se les debe realizar anualmente una prueba tamiz de su CFT para controlar su evolución

A pesar de que la capacidad física de los trabajadores en la mayoría es alta y el gasto energético del puesto de trabajo es moderado, se deben realizar estudios con cálculos especiales, para determinar pausas cortas y frecuentes para todos los trabajadores determinando el tiempo de duración de estas pausas y cuando se las debe introducir.

Todas las recomendaciones son específicas para la Empresa en Estudio

BIBLIOGRAFIA

1- Astrand - Rodahl, Fisiología del Trabajo Físico, 3ª Edición 1992 Editorial Panamericana

2- Arthur W. Hand. Tratado de Histología. Sexta edición 1975. Cap.18 pp1-493

3- Barbany JR (2002) Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento. 2ª Edición Editorial: Paidotribo (2002). pp 1-192

<http://entrenamientoeducativo.blogspot.com/2012/03/fisiologia-del-ejercicio-fisico-y-el.html>

4- Betancourt Oscar. Para la enseñanza e investigación de la salud y seguridad en el trabajo. FUNSAAD-OPS. Quito. Ecuador.1990

5-BillatVéronique. 2002. Fisiología y Metodología del entrenamiento de la teoría a la práctica. Editorial Paidotribo. pp. 1-195

<http://www.monografias.com/trabajos-pdf3/fisiologia-ejercicio/fisiologia-ejercicio.pdf>

6- Edgar R. Monroy B. Fisiología Laboral. Ergonomía aplicada. .Método LEST para el cálculo de la demanda Metabólica

7- Herrera Eduardo (2011) .Carga física del trabajo. pp. 1-6 .Recomendado pdf.

<http://www.slideshare.net/osvaldoeltoch/carga-fisica-del-trabajo>

8-Escuela Colombiana de Ingeniería “Julio Garavito”. Gasto energético. Edición 2008-1. pp.5-6. Recomendado.pdf

Http://www.escuelaing.edu.co/uploads/laboratorios/5357_gasto Recomendado pdf.

9- Fisiología del ejercicio Físico y del entrenamiento.

http://books.google.com.ec/books/about/FISIOLOG%3%8DA_DEL_EJERCICIO_F%3%8D SICO_Y_DEL.html?id=kq0XqZoY8YoC&redir_esc=y

10- Fisiología del ejercicio físico. Clínica Centro Madrid. 2007 1-35

http://www.clinicacentro.com/sala-de-prensa/pdf/05fisiologia_del_ejercicio_fisico.pdf

11- Galindez Iñaki. Evaluación de la Carga Física. UNE.- EN 28996. Calor metabólico 1995, pp. 1-28. Recomendado pdf.

<http://www.ergokprevencion.org/Organizador/Doc/Calor%20metabolico%20K%20V01.pdf>

12-García F. Palomo J. Somoza M, Fisiología del ejercicio físico. Clínica Centro Madrid. 2007 1-35. Recomendado pdf

http://www.clinicacentro.com/sala-de-prensa/pdf/05fisiologia_del_ejercicio_fisico.pdf

13- Gasto Metabólico de Energía. Instituto tecnológico de Hermosillo pp1 a 21

www.semec.org.mx/archivos/5.3pdf

14- Gasto energético y capacidad de trabajo físico.1999. Edición UPC, 1999.pp 145-183.Referido de pdf

<http://www.franjafceia.comar/i/apuntes/20.pdf>

15- Guyton, Tratado de Fisiología Médica, 8ª Edición 1991 Editorial Interamericana Mc Graw Hill

16- Guyton. Tratado de Fisiología Médica 12 edición J E Hall Elsevier España, SA, 2011

17- Guillermo Firman, Fisiología Humana. Facultad de Medicina de la UNNE. Corrientes_ Argentina, Texto formato referido depdf

http://www.intermedicina.com/Avances/Interes_General/AIG05.html

18-GSI. Manual de Logística de paletización. Edición 2. Costa Rica. 2003. pp1-27

19- Harrison, Principios de Medicina Interna, 11ª Edición 1987 Editorial Interamericana Mc Graw Hill

20- López chicharro fisiología del ejercicio 3ª edición editorial médicas pana americana

<http://books.google.com.ec/books?id=LBSwgL->

[WTHEC&pg=PR16&lpg=PR16&dq=lopez+chicharro+fisiologia+del+ejercicio&source=bl&ots=FndzwRs5nr&sig=4uHVDu0__bpLdxHLZUGJ1n3vPYc&hl=es-419#v=onepage&q=lopez%20chicharro%20fisiologia%20del%20ejercicio&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=LBSwgL-WTHEC&pg=PR16&lpg=PR16&dq=lopez+chicharro+fisiologia+del+ejercicio&source=bl&ots=FndzwRs5nr&sig=4uHVDu0__bpLdxHLZUGJ1n3vPYc&hl=es-419#v=onepage&q=lopez%20chicharro%20fisiologia%20del%20ejercicio&f=false)

21-METODO EPR EVALUACION POSTURAL RAPIDA-ERGONOMIA Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES-WINDOWS INTERNET EXPLORE

<http://www.ergonautas.upv.es/metodos/epr/epr-ayuda.php>

22- Manero R, (1991) Dos alternativas para el estudio y promoción de la Capacidad física de los trabajadores, Mapfre Seguridad Vol. 44: 31-37

http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1020284

23-Manero R. Kristen. M. Entrenamiento físico en trabajadores con enfermedad respiratoria ocupacional .Mapfre Medicina2005. Vol.16:24 a 29

<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1221523>

24-Manero R. Manero J. Capacidad Física y Actividad Laboral. Physical and work.MAPFRE MEDICINA,1982 Vol.3, n° 4: p 242

<https://www.google.com.ec/#q=Capacidad+F%C3%ADsica+y+Actividad+Laboral.+Physical+and+work.+MAPFRE+MEDICINA%2C1982+Vol.3%2C+n%C2%B0+4:+p+242>

25-Manero R, Valera A, Salazar A. Compromisos fisiológicos biomecánicas de la mujer en tareas agrícolas manuales. Mapfre Medicina, 2010. Vol. 21, n°3: 184-191

26-Manero. R, Armisen. A Manero J. 1986. Métodos prácticos para estimar la capacidad física de trabajo. pp. 170-182. Referido de pdf

<http://hist.library.paho.org/Spanish/BOL/v100n2p170.pdf>

27-Manero, R; Barreras, I; González, M. Un estudio integral para una paletización excelente. Mapfre Medicina. 2000. Vol. 11. N° 2;

<http://sid.usal.es/articulos/discapacidad/7619/8-2-6/un-estudio-integral-para-una-paletizacion-exigente.aspx>

28- NTP 177. La Carga Física de trabajo: Definición y evaluación. Instituto Nacional de Seguridad e higiene del trabajo pp.1-3-9

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_177.pdf

29-NTP 295. Monitorización de la carga física mediante la monitorización de la frecuencia cardíaca. Instituto Nacional de seguridad e higiene del trabajo. Pp 1- 2

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/201a300/ntp_295.pdf

30-NTP 323. Gasto energético. Instituto Nacional de seguridad e higiene del trabajo pp. 1-11 Referido de pdf.

www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a300/ntp_323.pdf

31-NTP: 322. Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Valoración del riesgo estrés térmico: índice WBGT. Pp 1-6. Referido de pdf

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/301a400/ntp_322.pdf

32-NTP: 175. Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Evaluación de las condiciones de trabajo: el método LEST pp.1-6. Referido de pdf

http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_175.pdf

33- OIT. Ergonomía y Psicosociología módulo 10.1983 pp1-57

<http://white.oit.org.pe/spanish/260ameri/oitreg/activid/proyectos/actrav/edob/expeduca/pdf/0630331.pdf>

34- OIT. Enciclopedia de Salud y Seguridad. Sistema Músculo Esquelético, Vol. 4:1 a 40

<http://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/04/oit-enciclopedia-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo.pdf>

35- OIT. Enciclopedia de Salud y Seguridad. Sistema cardio vascular. Vol. 3:1 a 26

<http://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/04/oit-enciclopedia-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo.pdf>

36- OIT. Enciclopedia de Salud y Seguridad. Ergonomía. Vol. 29:1 a 110

<http://higieneyseguridadlaboralcv.files.wordpress.com/2012/04/oit-enciclopedia-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo.pdf>

37- OMS. 2002. Energía

<file:///C:/Users/USUARIO/Documents/OMS%20ENERGIA%20IMC/energ%C3%ADa.htm>

38-OMS. 2012. Obesidad y sobrepeso. Referido de pdf

<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/>

39-Vallejo J. Ergonomía Ocupacional S.C. Capacidad Física para el trabajo 2008 .Vol. N°| 32 pp1-9 pdf.

<http://www.ergocupacional.com/4910/70522.html>

40-Velásquez V. Juan Carlos. Carga Física de trabajo y bases fisiológicas y metodológicas para su estudio. Universidad libre Seccional Pereira 2005- pp. 1--138

<http://es.scribd.com/doc/120358124/Carga-Fisica-de-Trabajo>

41- Villar M F.. Centro Nacional de nuevas tecnologías - Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo – Carga Física de trabajo. pp. 1-21. Recomendado pdf.

<http://www.insht.es/MusculoEsqueleticos/Contenidos/Formacion%20divulgacion/material%20didactico/Cargafisica.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

PRUEBA DEL BANCO DEL DR MANERO PARA DETERMINAR LA CAPACIDAD AEROBICA DE LOS PALETIZADORES LA FABRIL 2013

Para realizar esta prueba se utilizó un banquillo de madera con un escalón de 25cm de alto, un estetoscopio, cintas pre gravadas con ritmos cronometrados que corresponden a las cargas subir bajar y se consideró la edad, el peso, la talla y la frecuencia cardíaca de reposo del trabajador. Se le explicó en qué consistía la prueba.



Gráfico 19: Escalón de Manero

Se determinó la frecuencia cardíaca de referencia $220 - \text{edad} \times 0,65 =$

Ejemplo: trabajador de 19 años de edad. $220 - 19 \times 0,65 = 130$

Frecuencia cardíaca de referencia = 130 latidos por min.

Se le indica al trabajador que debe subir y bajar del banco a un ritmo determinado dependiendo de la carga que se le aplicare



Gráfico 20: Trabajador, pulsómetro y banda cardíaca

Primera carga: el trabajador subirá y bajará durante tres minutos a una frecuencia de 17 veces por minuto se tomará la frecuencia cardíaca dentro de los primeros 15 segundos y descansará un minuto, se registrará este valor. Si la frecuencia fuera superior a la frecuencia cardíaca de referencia se termina la prueba y se compara en la tabla correspondiente a la primera carga para determinar la capacidad aeróbica donde se relaciona el peso en kilogramos del trabajador con la frecuencia cardíaca alcanzada.

Segunda carga: si la frecuencia cardíaca no rebasa la frecuencia cardíaca de referencia pasa a la segunda fase y se da la segunda carga donde el trabajador subirá y bajará el escalón por 3 min. a una frecuencia de 26 veces por minuto y descansará 1 minuto, se controla el pulso cardíaco y si rebasa la frecuencia cardíaca de referencia se termina la prueba de lo contrario pasa a la tercera carga. Se revisa la tabla2 y se relaciona la frecuencia cardíaca con el peso correspondiente en kilogramos.

Tercera Carga: si el trabajador pasa a la tercera fase subirá y bajará el banco durante 3 minutos a una frecuencia de 34 veces por minuto se chequea la frecuencia cardíaca en los primeros 15 segundos , se la registra y se revisa la tercera tabla igualmente relacionando el peso en kilogramos con la frecuencia cardíaca.

Ejemplo: trabajador con N° de HC 3675 masculino de 19 años con 53Kg de peso

FC de Referencia: $220 - 19 \times 0.65 = 130$

Primera carga: 103

Segunda carga: 108

Tercera Carga: 113

Se revisa en la tabla 3 y se relaciona sexo masculino, 53 kg. de peso y la máxima frecuencia cardíaca alcanzada 113 que en este caso corresponde a una VO₂ de 4.11 LO₂ min. Y si aplicamos el factor de corrección según la edad sería $4.11 \times 1 = 4.11$ LO₂ min

Siempre será necesario aplicar un factor de corrección según la edad

FACTOR DE CORRECCIÓN (VO2MAX)

Edades		Factor
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	-----	0,76
61-65	-----	0,71
66-70	-----	0,67
71-75	-----	0,62
76-80	-----	0,58

Fuente: Manero Rycol. (1991, p. 32)

Para evaluar la CFT del trabajador ejemplo utilizamos la fórmula del Dr. R Manero

$$\text{CFT} = \text{VO2Max} \times 1000 / \text{Kg. de peso.}$$

$$\text{CFT} = 4.11\text{LO}_2 \times 1000 / 53\text{Kg} = 77.55 \text{ ml/Kg/min}$$

Gasto calórico máximo (GCM) es también conocida como capacidad de trabajo físico máxima (CTF max) porque es la máxima cantidad de trabajo físico de una persona que puede determinarse a partir de su potencia aeróbica máxima (Velásquez 2005, p. 103)

Es la expresión del VO2 Max. Expresado en Kcal/min usando el equivalente energético del O2.
1litro de O2=5Kcal

Continuando con nuestro ejemplo el GCM = 4.11LO2 x 5= 20.55 Kcal/min

El Límite energético de las 8 horas de trabajo corresponde al 30% del GCM.

$$LE = 20.55 \text{ Kcal/min} \times 30\% = 6.17$$

ANEXO 2

EVALUACION DEL GASTO ENERGETICO DEL PUESTO DE PALETIZADO A TRAVES DA LA FRECUENCIA CARDIACA DE LOS TRABAJADORES EN ESTUDIO. LA FABRIL 2013

Para evaluar el gasto energético o costo metabólico que exige el puesto de paletizado de la Empresa La Fabril SA. evaluamos a cada trabajador durante la actividad, consideramos la norma NTP 177. Utilizamos un pulsómetro y una banda cardíaca basándonos en la NTP 295 Consideramos los 480 minutos de la jornada de 8h. Los resultados los correlacionamos con los referenciados en la tabla de clasificación para evaluar la carga de trabajo físico propuesta por el Dr. Rogelio Manero (1986, 176)

Determinamos la FCM de cada trabajador tomada de cuatro lecturas indicadas por un monitor cardíaco y un pulsómetro que se lo aplicamos alrededor del tórax y en la muñeca respectivamente, al iniciar su jornada de trabajo a las 7 de la mañana y se lo retiramos a las 15h que termina la jornada de 8h.

Previo a la colocación del equipo confirmamos su estado de salud, les tomamos la presión arterial y la frecuencia cardíaca en reposo manteniéndolos sentados durante 10 minutos, introducimos en el pulsómetro los datos personales del trabajador a estudiar: edad, sexo, peso, talla, también les explicamos sobre la importancia del estudio y la seriedad sobre el uso del equipo con el fin de que no lo manipulen, de igual manera estuvimos observando al trabajador durante la jornada de trabajo.

ANEXO N° 3

CUESTIONARIO REALIZADO A CADA UNO DE LOS TRABAJADOR PALETIZADOR EN ESTUDIO. LA FABRIL 2013

Nombre HC # 3675

Fecha: Abril/ 18 /2013 Actividad: Paletizado

Edad: 19 años

Tiempo en la empresa: 7meses Tiempo en el puesto: 7meses

Antecedentes patológicos personales: ha sufrido de alguna enfermedad importante

si----- no----x----

Si responde si diga cuál.

Realiza cualquier deporte mínimo tres veces por semana por 40 min o más

si-----x----- no-----

Ud. fuma cigarrillos? si----- no----x----- (no importa el número de cigarrillos sino la acción de fumar)

ANEXO N° 4

DATOS EVALUADOS EN EL ESTUDIO A CADA TRABAJADOR

EMPRESA: LA FABRIL SA FECHA: abril 18/13 N° HC: 3675

EDAD: 19 años PA: 130/80 PESO: 53kg. TALLA: 1.60

Frecuencia cardíaca de reposo	74 lat/min
Frecuencia cardíaca de referencia	$220 - \text{edad} \times 0.65 = 130$

Prueba escalonada del Dr. R Manero	
Primera carga	FC: 103 lat /min
Segunda carga	FC: 108 lat/min
Tercera carga	FC : 113 Lat/min

VO ₂ Máx =	4.11 LO ₂ min
VO ₂ corregida	$4.11 \times 1 = 4.11 \text{ LO}_2 \text{ min}$

Capacidad Física de Trabajo (CFT)	
VO ₂ Máx X 1000 / peso en Kg	$4.11 \text{ LO}_2 \text{ min} \times 1000 / 53 \text{ Kg} = 77.55 \text{ ml/Kg/min}$
Alta	Alta
Normal	
Baja	

Gasto calórico Máximo Kcal/min (GCM)	
VO" Máx X 5 =	$4.11 \text{ LO}_2 \times 5 = 20.55 \text{ Kcal/min}$

Límites energéticos	
GCM X 30%	6.16
GCM X 50%	10.27

Pulso de trabajo 1	85 lat./min
Pulso de trabajo 2	97 lat/min
Pulso de trabajo 3	120 lat/min
Frecuencia cardíaca media	94 lat/ min

ICCV	36.22 pesado
------	--------------

Gasto energético de la actividad(GEM)	
GEM Kcal/8h (480 min)	1609 Kcal/8h
GEM Kcal/1h	201 Kcal / 1hora
GEM Kcal/min	3.35 Kcal / min

ANEXO No. 5

CUESTIONARIO NÓRDICO DE SIGNOS Y SÍNTOMAS OSTEOMUSCULARES

INTRODUCCIÓN

El cuestionario nórdico de signos y síntomas musculo esqueléticos, es un instrumento mundialmente utilizado para medir con cierta confianza y seguridad la prevalencia de lesiones musculo esqueléticas en diferentes segmentos corporales, entre grupos de trabajadores o de población general. 1

Se ha considerado su aplicación, como herramienta que va ser utilizada por el personal de EMASEO, para la vigilancia epidemiológica de la problemática musculo esquelética de la población laboral.1.

Estructura del Cuestionario:

El cuestionario de síntomas musculo esqueléticos contiene las siguientes partes:

- ✓ Datos personales
- ✓ Instructivo para diligenciarlo
- ✓ Identificación de síntomas por segmento a partir de un gráfico; cuello, hombros, codos, muñecas/manos, espalda alta, espalda baja, caderas/muslos, rodillas y tobillos/pies.
- ✓ Identificación de síntomas por segmento presentes en los últimos doce meses (molestias, dolor, disconfort).
- ✓ Identificación de síntomas por segmento presentes en los últimos doce meses, que le han impedido realizar su actividad habitual en la casa o en el trabajo.
- ✓ Identificación de síntomas por segmento presentes en los últimos siete días.

1 Kuorinka, I., et al., "Standardized Nordic Questionnaires for the Analysis of Musculoskeletal Symptoms", en Applied Ergonomics, vol.18, No.3, 1987, pp.233-237.

1. DATOS PERSONALES

Código: _____

Nombre y apellidos _____ Género: Masculino Femenino

Localidad _____ Fecha de diligenciamiento _____

Documento identificación No. _____ Edad en años cumplidos

Cargo actual: _____ Gerencia (pertenece): _____

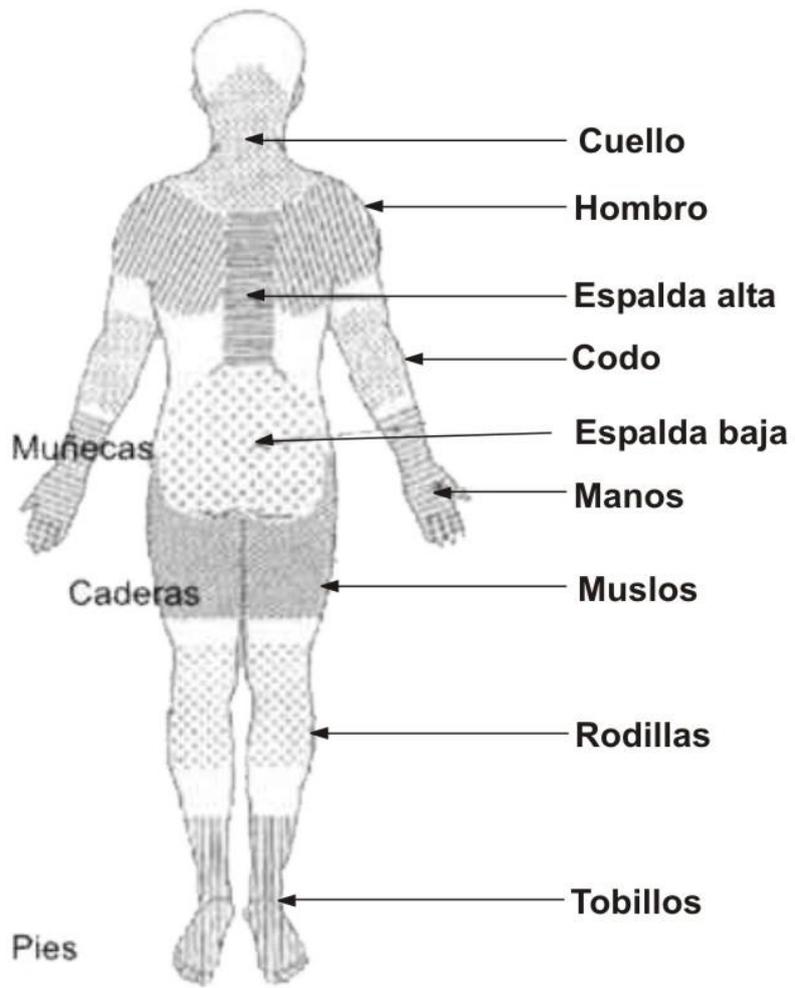
2.0 INSTRUCTIVO PARA DILIGENCIARLO

Cómo responder el cuestionario

En este dibujo usted puede ver la posición aproximada de las partes del cuerpo referidos en el cuestionario.

Los límites no son exactamente definidos y en algunas partes se sobreponen. Usted debe decidir por sí mismo en cuál parte tiene o ha tenido su problema (si lo ha tenido).

Por favor responda poniendo una “X” (equis) en el respectivo recuadro para cada pregunta. Note que el cuestionario puede ser respondido aún si usted no ha tenido nunca problemas en ninguna parte de su cuerpo.



Para ser respondido por todos	Para ser respondido únicamente por quienes han tenido problemas	
<p>Ha tenido Usted, durante cualquier tiempo en los últimos doce meses, problemas (molestias, dolor o disconfort) por ejemplo (hormigueo, pérdida de fuerza, ardor, inflamación, rigidez, otra):</p>	<p>Ha estado impedido en cualquier tiempo durante los pasados 12 meses para hacer sus rutinas habituales en el trabajo o en casa por este problema?</p>	<p>Usted ha usted tenido problemas durante los últimos 7 días?</p>
<p style="text-align: center;">Cuello</p> <p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>SI <input type="checkbox"/></p>	<p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>SI <input type="checkbox"/></p>	<p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>SI <input type="checkbox"/></p>
<p style="text-align: center;">Hombros</p> <p>1 No <input type="checkbox"/></p> <p>2 Si, en el hombro derecho <input type="checkbox"/></p> <p>3 Si, en el hombro izquierdo <input type="checkbox"/></p> <p>4 Si, en ambos hombros <input type="checkbox"/></p>	<p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>SI <input type="checkbox"/></p>	<p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>SI <input type="checkbox"/></p>
<p style="text-align: center;">Codos</p> <p>1 No <input type="checkbox"/></p> <p>2 Si, en el codo derecho <input type="checkbox"/></p> <p>3 Si, en el codo izquierdo <input type="checkbox"/></p> <p>3 Si, en ambos codos <input type="checkbox"/></p>	<p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>SI <input type="checkbox"/></p>	<p>NO <input type="checkbox"/></p> <p>SI <input type="checkbox"/></p>

Muñeca			
1	No <input type="checkbox"/>		
2	Si, en la muñeca/ mano derecha <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
3	Si, en la muñeca/ mano izquierda <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>
4	Si, en ambas muñecas/ manos <input type="checkbox"/>		
Espalda Alta (zona dorsal)			
	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>
Espalda Baja (zona lumbar)			
	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>
Una o ambas caderas/muslos			
	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>
Una o ambas rodillas			
	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>
Uno o ambos tobillos / pies			
	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>	SI <input type="checkbox"/>

ANEXO N° 6

Los datos de las siguientes tablas sirvieron de referencia para relacionar los resultados del presente estudio

Clasificación para evaluar la carga de trabajo físico

Categoría	Gasto energético Kcal/h		CFT%	ICCV	
	Mujer	Hombre		Mujer	Hombre
Ligero	< 110	< 150	< 20	<23	<16
Moderado	110 - 180	150 - 250	20-32	23-25	16-27
Pesado	181 - 240	251 - 350	33-46	36-49	28-42
Muy pesado	>240	> 350	> 46	>49	>42

Fuente: Manero R. (1986, p. 176)

Límites y normas del consumo energético (NTP 177: p.3)

Nivel de la actividad	Metabolismo de trabajo. Kcal / jornada
Trabajo ligero	< 1600
Trabajo medio	1600 - 2000
Trabajo pesado	>2000

Fuente: (Scherrer,1967 y Grandjean,1969)

ANEXO N° 7

El profesor Eduardo Herrera muestra una tabla donde clasifica a la actividad y la relaciona con la frecuencia cardíaca y el gasto energético de la actividad.

Clasificación de la actividad.

Clasificación	FC	GEM Kcal/h
Sedentario	60-80	75-100
Ligero	70-90	100-150
Moderado	80-110	150-300
Pesado	100-130	300-450
Muy pesado	120-150	450-600

Fuente: Prof. .Eduardo Herrera C especialista en ergonomía (2011, p 6)

ANEXO N° 8

Tabla de datos referenciales sobre los valores del metabolismo. La característica de ligero, moderado o pesado es relativa a cada persona

Valores metabólicos ligero, medio o pesado

Metabolismo	Sexo	Wattios	Kcal/hora
Ligero	Hombre	175	150
	Mujer	140	120
Medio	Hombre	300	250
	Mujer	215	190
Pesado	Hombre	400	350
	Mujer	280	240

Fuente UNE EN: 28996 p. 11

Tipo y carga de trabajo. Decreto 2393. Art.54

Tipo de trabajo	Carga de trabajo		
	Liviana inferior a 200 Kcal/hora	Moderada de 200 a 350 Kcal/hora	Pesada igual o mayor 350 Kcal/h

Fuente: Decreto 2393

ANEXO N° 9

La siguiente tabla nos contribuye a referenciar el gasto metabólico o gasto energético de la actividad en 1h.

Determina un valor de M (consumo metabólico) según la posición y movimiento del cuerpo, el tipo de trabajo y el metabolismo basal. Este último se considera de 1 Kcal/min como media para la población laboral y debe añadirse siempre. (NTP: 322, p.3)

Valores límites de referencia para el índice de BGT (ISO 7243)

Consumo metabólico Kcal/hora	WBGT límite °C			
	Persona aclimatada		Persona no aclimatada	
	v=0	v≠0	v=0	v≠0
≤ 100	33	33	32	32
100 ÷ 200	30	30	29	29
200 ÷ 310	28	28	26	26
310 ÷ 400	25	26	22	23
> 400	23	25	18	20

La NTP: 322, p. 3 también indica que el consumo metabólico se expresa en unidades de potencia o potencia por unidad de superficie corporal. La relación entre ellas es la siguiente:

$$1 \text{ Kcal/hora} = 1.6 \text{ Watos} = 0.64 \text{ Watos/m}^2 \text{ (para una superficie corporal media de } 1.8 \text{ m}^2\text{)}$$

ANEXO N° 10

La Asociación Americana de Higiene Industrial, determina una relación directa entre la Frecuencia Cardíaca y el consumo de oxígeno donde un latido cardíaco tiene un equivalente en gasto energético y consumo de oxígeno.

Relación entre la frecuencia cardíaca el gasto energético y consumo de oxígeno

FC(x min)	GE (Kcal / min)	V O2 (litros /min)
60 - 70	1.5	.3
71 - 75	1.6 – 2.5	.31 - 5
76 - 100	2.5 – 5.0	51 – 1.0
101 - 125	5.1 – 7.5	1.1 – 1.5
126 - 150	7.6 – 10.0	1.6 – 2.0
151 - 180	10.1 – 12.5	2.1 – 2.5
Más de 180	Más de 12.5	Más de 2.5

Tabla. FC: / GE / C.O. AAHI

Tabla 10. Grado de carga física de acuerdo al nivel de gasto energético

Grado de carga	GE(Kcal/min)	GE/ jornada (8H)	FCM	VO2(Lts./min)
Descanso	1.5	< 720	60 - 70	.3
Muy ligero	1.6 - 2.5	768 - 1200	65 - 75	.32 -. 5
Ligero	2.5 - 5	1200 - 2400	75 - 100	.5 - 1.0
Moderado	5 - 7.5	2400 - 3600	100 - 125	1 - 1.5
Pesado	7.5 - 10.0	3600 - 4800	125 - 150	1.5 - 2.0
Muy pesado	10 - 12.5	4800 - 6000	150 - 180	2 - 2.5
Extremadamente	> 12.5	> 6000	> 180	> 2.5

Fuente: American industrial higiene Association