



FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

INSTITUTO SUPERIOR POLITÉCNICO “JOSÉ ANTONIO ECHEVERRÍA”

Sistema para el diseño de regímenes de trabajo y descanso atendiendo al gasto energético.

Tesis optando por el título de Master en Ciencias
en Tecnología de Apoyo a la Toma de Decisiones.

Autora:

Ing. Olivia Rodríguez Abril
orabril@uci.cu

Tutores:

Dr. Silvio J. Viña Brito.
silviovi@ind.cujae.edu.cu

Dra. Aida G Rodríguez Hernández
aida@ind.cujae.edu.cu

La Habana, 2013

Dedicatoria

*A los tres pilares que sostienen mi vida:
Haydée (mami), Marta (Aya, mi abuela) y Carlos (Lu, mi esposo).*

Agradecimientos

Agradezco:

A Dios, por la fortaleza.

A mi mamá, por ser un ejemplo de perseverancia e incitarme al triunfo.

A mi abuela, por su constante fe en mi capacidad.

A mi esposo, por su amor y apoyo incondicional.

A mis tutores Aida y Silvio, por el cariño y todos los conocimientos transmitidos.

A Juan Manuel por su gran ayuda.

A mi decano y a los profesores de la facultad por sus aportes.

A los profesores de la maestría por sus enseñanzas.

A los compañeros de la maestría, en especial a Daciél y Lilitiana, por los buenos momentos.

A Lisdy por su granito de arena.

A todos los que me brindaron su ayuda.....gracias!

Resumen

El progreso satisfactorio de una nación requiere que se trabaje con alta eficiencia, manteniendo a la vez a los trabajadores en regímenes de trabajo apropiados para preservar su salud y bienestar físico. Las investigaciones científicas ofrecen criterios probados para lograr diseñar regímenes de trabajo y descanso con esas características, pero las complejidades conceptuales, técnicas y de cálculo de los métodos existentes dificultan y prácticamente impiden su aplicación masiva, por lo cual durante años han sido relegados al laboratorio, o a muy escasas implementaciones. Para resolver esa contradicción, se ha elaborado un sistema informático de ayuda al diseño de la jornada laboral cuando se ejecutan tareas de trabajo físico de distintas intensidades, estableciendo la duración y el ordenamiento de los períodos de trabajo y de descanso adecuados al trabajador. El sistema informático está caracterizado por la sencillez de su interface, que no requiere de conocimientos especializados de física, fisiología o computación para el manejo de los datos de entrada ni para la interpretación de los resultados, y facilita la obtención de la máxima productividad, manteniendo al trabajador dentro de los límites de gasto energético permisibles según sus características personales.

Abstract

The satisfactory progress of a nation requires that works be done with high efficiency, keeping workers under appropriate work regimens in order to preserve their health and physical wellbeing. Scientific researches offer proven criteria to obtain regimens of work and rest designed with those characteristics, but the methods for attain them are so complex in concepts, techniques and calculus that their massive application is, more than difficult, impracticable, and for that reason, those methods have been relegated to the laboratory, and to very scarce implementations. To solve this contradiction, authors have elaborated the informatics system, a help to the design of the labour journey in case there must be executed physical tasks with different intensities, establishing their durations and the orders of the periods of work and rest suitable to the workers' capacities. The system is characterized by the simplicity of its interface, which doesn't require specialised knowledge of physics, physiology or computation in order to manage the data entry neither the interpretation of the results, and by the facilities for getting the maximum productivity, maintaining the workers within their respective permissible limits of energetic cost.

Índice

Introducción.....	1
Capítulo 1: Estado del arte	4
1.1 Introducción	4
1.2 Ergonomía	4
1.3 Capacidad de trabajo físico.....	5
1.4 Gasto energético.....	6
1.4.1 Estimación del Gasto Energético a partir de tablas de valores estándares: ISO 8996: 2004	6
1.5 Trabajo y descanso.....	7
1.6 Antecedentes	8
1.6.1 Propuesta de Murrell.....	8
1.6.2 Límite de GE según Lehman.....	8
1.6.3 Sanders y McCormick	9
1.6.4 Método para calcular el Límite del Gasto Energético Acumulado.....	9
1.6.5 Método REGI	12
1.6.6 Trabajo con sólo parte del cuerpo.....	12
1.7 Aplicaciones actuales de los métodos relacionados con el trabajo físico	13
1.7.1 Physiological and perceptual responses of SANDF personnel to varying combinations of marching speed and backpack load (2001).....	13
1.7.2 Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. (2002)	13
1.7.3 Relationship between energy intake and expenditure during harvesting tasks (2008)	14
1.7.4 Work capacity assessment of Nigerian bricklayers (2012).....	14
1.7.5 Diagnóstico del régimen de trabajo y descanso en el grupo de trabajo ‘Trofin-Vital’ (2012).....	14
1.7.6 Aportes de Juan Carlos Velázquez (2013)	15
1.8 Usabilidad	15
1.9 Metodología y herramientas utilizadas	18

Índice

1.9.1	Metodología de desarrollo de software.....	18
1.9.2	Lenguaje de programación.....	19
1.9.3	Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)	20
1.9.4	Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD)	20
1.10	Cualidades deseables en una herramienta ergonómica	21
1.10.1	Confiabilidad	21
1.10.2	Validez	22
1.10.3	Usabilidad	22
1.11	Conclusiones parciales	22
Capítulo 2: Diseño de la solución		24
2.1	Introducción	24
2.2	Etapas para establecer el régimen de trabajo y descanso atendiendo al gasto energético.....	24
2.3	Especificación de los requerimientos de software	26
2.4	Fase de exploración y planificación	28
2.4.1	Historias de Usuario	29
2.4.2	Estimación de esfuerzo por historias de usuario.....	37
2.4.3	Plan de iteraciones.....	37
2.4.4	Plan de duración de las iteraciones	38
2.4.5	Plan de entregas	38
2.5	Fase de diseño	39
2.5.1	Tarjetas CRC	39
2.6	Fase de implementación	40
2.7	Conclusiones parciales	46
Capítulo 3: Comprobación.....		47
3.1	Introducción	47
3.2	Fase de pruebas	47

Índice

3.2.1	Pruebas de aceptación	47
3.3	Pruebas de confiabilidad, validez y usabilidad.	52
3.3.1	Pruebas de confiabilidad	52
3.3.2	Pruebas de validez.....	53
3.3.3	Pruebas de usabilidad.....	53
3.4	Conclusiones parciales	55
	Conclusiones.....	56
	Recomendaciones.....	57
	Referencias Bibliográficas	58

Introducción

El trabajo es un aspecto fundamental de la vida de las personas y constituye un pilar para la estabilidad de las familias y las sociedades. Toda persona aspira a tener un trabajo que le proporcione un nivel de vida aceptable tanto para ella como para su familia; un trabajo en el que sean considerados sus derechos y opiniones. (Somavia, 2003) En todos los sectores del trabajo la protección a los trabajadores es una cuestión económica y ética, y el descuido en ello puede causar menor productividad, mayores costos y más accidentes. (Ermida, 2010)

Según el Capítulo IX “Régimen de Trabajo y Descanso” reflejado en el Anteproyecto de Ley de Código de Trabajo, los jefes de las organizaciones superiores son los encargados de tomar decisiones en cuanto a los puestos, procesos y actividades de trabajo, válidos para garantizar la seguridad, la salud y el bienestar del trabajador, así como contribuir a la calidad y eficacia de su labor (Ministros, 2013). Desafortunadamente los individuos que con mayor frecuencia determinan con sus decisiones las condiciones en que deben trabajar los seres humanos: ingenieros y arquitectos, tienen generalmente un insuficiente conocimiento del hombre. (Alonso y otros., 2006) ¿Qué pasa cuando no se tiene un vasto conocimiento sobre la decisión a tomar?

El desbalance entre las exigencias de una tarea y las capacidades físicas o intelectuales de los seres humanos encargados de ejecutarla trae consigo una afectación a la productividad, la calidad o a la salud del trabajador, y a veces las combinaciones de varios de esos efectos. Cuando la tarea exige por encima de las capacidades, se produce estrés y fatiga, que ponen en riesgo la calidad del resultado y la salud del trabajador, y cuando la tarea exige menos no sólo se afecta la productividad, sino que se produce aburrimiento y pérdida de atención, que también ponen en riesgo a la calidad, contribuyen al sedentarismo y aumenta también el riesgo para la salud.

De todo lo anterior resulta la importancia de lograr una solución ergonómica óptima, donde el diseño del trabajo combine armónicamente el esfuerzo físico y el intelectual según las capacidades del trabajador. El trabajo ideal es aquel en el cual no es necesario añadir pausas de descanso, además de las de alimentación y otras necesidades, de modo que se aproveche plenamente la jornada laboral, que se contribuya a un estado físico y mental saludable y que aprovechen las reales

Introducción

habilidades del trabajador para lograr un resultado de calidad. (Lehmann, 1960)
(Astrand y Rodahl, 1970)

Como contribución a la solución de este problema con relación a las exigencias físicas de la tarea, en 1980 Silvio Viña propuso un método basado en una función que proporciona un límite del gasto energético, el cual relaciona la capacidad de trabajo físico del sujeto y el tiempo de trabajo para tener en cuenta el efecto acumulado durante la jornada laboral, y considera la posibilidad de hacer cambios de tarea durante la jornada. El método, tal como fue publicado (Viña y Gregori, 1987), facilita el análisis de soluciones alternativas.

Posteriormente Gregori y Mondelo desarrollaron experimentos que comprobaron la utilidad del método, propusieron un ajuste a los parámetros de la función, y construyeron la herramienta REGI para facilitar los cálculos. (Mondelo y *otros.*, 1999)

Recientemente ha sido desarrollada por Viña y Rodríguez la ecuación para el cálculo del límite del gasto energético acumulado hasta la *i*-ésima actividad, cuando se trabaja en múltiples tareas. (Viña y *otros.*, 2012)

Actualmente el método propuesto por Viña no es usado frecuentemente, ya que requiere de una alta especialización por parte de los especialistas destinados a diseñar la secuencia y duración de cada una de las actividades para lograr maximizar la productividad y bienestar físico del trabajador, dentro de las restricciones requeridas por el proceso tecnológico. El método posee una alta complejidad y para lograr su aplicación sin errores, se requiere de mucho tiempo para comprenderlo, evaluar y comparar las alternativas, salvo que se contara con una herramienta informática que facilitara desde el planteamiento del caso de estudio hasta la toma de decisiones.

A partir de esta problemática se plantea como **problema a resolver**: la alta complejidad del método que dificulta (impide) su incorporación a la práctica cotidiana de la profesión, limitándolo a aplicaciones académicas o experimentales.

Se define como **objeto de estudio**: El diseño del trabajo atendiendo al gasto energético y la capacidad de trabajo físico; y las propiedades de las técnicas de apoyo a las decisiones capaces de contribuir a facilitar su aplicación práctica.

Para dar cumplimiento a la presente investigación se plantea como **objetivo general**: Desarrollar una herramienta informática que permita la programación del trabajo y descanso atendiendo al gasto energético cuando se ejecutan tareas de distintas

intensidades, facilite la aplicación práctica del método y contribuya a la toma de decisiones.

Del objetivo general se derivan los siguientes **objetivos específicos**:

- Caracterizar el estado del arte sobre trabajo y descanso.
- Estudiar y seleccionar la metodología y herramientas a utilizar en el diseño e implementación del sistema informático.
- Diseñar el sistema propuesto.
- Desarrollar un sistema informático que contribuya a la toma de decisiones.
- Realizar pruebas de aceptación al sistema informático desarrollado.

Para guiar la investigación se plantea la siguiente **hipótesis**: Es posible implementar una herramienta informática que permita la programación del trabajo y el descanso atendiendo al gasto energético del trabajador, de manera que se maximice la productividad y se preserve el bienestar físico del trabajador, facilitando su aplicación práctica por parte de los especialistas que utilicen el método.

Como resultado de este trabajo se **pretende obtener** una solución informática de uso cotidiano para el diseño del trabajo y descanso, que no necesite alta especialización. Se proporcionará una herramienta que permita diseñar la secuencia y duración de actividades y pausas, atendiendo a las características físicas de los trabajadores, previendo las dificultades que se pueden encontrar en el diseño y apoyar al diseñador de forma fácil y segura. No constituye sólo una herramienta de cálculo sino una herramienta de guía del diseño y apoyo a la toma de decisiones.

El documento de la tesis se encuentra estructurado en 3 capítulos:

En el **Capítulo I. Estado del arte**, se realiza una revisión de la literatura relacionada con el diseño del trabajo y descanso atendiendo al gasto energético y la capacidad de trabajo físico, así como los conceptos asociados a las cualidades que debe tener una herramienta ergonómica. Se hace referencia a las herramientas y la metodología a seguir, para llevar a cabo la propuesta de solución.

En el **Capítulo II. Diseño de la solución**, se describe la solución propuesta como un sistema de apoyo a la toma de decisiones. Se enumeran las funcionalidades que debe tener el sistema informático, a partir del análisis de método.

En el **Capítulo III. Comprobación**, se realizan las pruebas de aceptación para validar el correcto funcionamiento del sistema informático, y se proponen las pruebas de confiabilidad, validez y usabilidad para evaluar la herramienta ergonómica.

Capítulo 1: Estado del arte

"No puede olvidarse, sin embargo, que el fin último del desarrollo del más complejo e interesante artefacto mecánico o electrónico, es el bienestar del hombre en general, y en primer lugar del trabajador que lo hace funcionar, lo repara, o al menos lo vigila". (Viña, 1987)

1.1 Introducción

Se realiza un estudio de los antecedentes del método para calcular el Límite de Gasto Energético y las investigaciones realizadas sobre el tema en los últimos años, encontradas en la bibliografía consultada. Se analizan las cualidades de confiabilidad, validez y usabilidad que debe poseer la herramienta, así como la metodología y herramientas informáticas que pueden facilitar su implementación.

1.2 Ergonomía

En el año 1959 se adopta la palabra Ergonomía, derivada del griego Ergon: trabajo y nomos: leyes naturales, una palabra simple, que se puede traducir a cualquier idioma y, lo más importante, que no otorga preponderancia a ninguna especialidad en particular, lo que resalta su carácter multidisciplinario. (Murrel, 1965)

Muchos autores han planteado su definición sobre el término de Ergonomía a lo largo de la historia: (Murrel, 1965), (Mc.Cormick, 1976);(IEA, 2000), (Alonso y otros., 2006).

Silvio Viña define la Ergonomía como: "Ciencia aplicada que estudia el sistema integrado por el trabajador, los medios de producción y el ambiente laboral, para que el trabajo sea más eficiente y adecuado a las capacidades psicofisiológicas del trabajador, promoviendo su salud y logrando su satisfacción y bienestar". (Viña y Gregori, 1987) (Nc, 2007)

Debido a que el campo de la Ergonomía se ha ampliado a todas las actividades humanas, ha sido necesario usar un término redundante: Ergonomía ocupacional. En el año 2000 la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés) propuso tres grandes dominios de especialización con el fin de establecer alguna identificación clara de las áreas reconocidas: (Scott y otros., 2010)

- Ergonomía física.
- Ergonomía cognitiva.
- Ergonomía organizacional.

Capítulo 1: Estado del arte

La Ergonomía física se ocupa de características Anatómicas, Antropométricas, Fisiológicas y Biomecánicas, y está relacionada con los temas que incluyen posturas de trabajo, manipulación de materiales, movimientos repetitivos, trabajo pesado, los trastornos músculo esqueléticos relacionados con el trabajo, el diseño del lugar de trabajo, el ruido, las condiciones térmicas y de vibración, seguridad y salud, entre otros.

1.3 Capacidad de trabajo físico

La capacidad de trabajo físico (CTF) de un individuo es la potencia aeróbica máxima, o sea, el máximo caudal de oxígeno que es capaz de inspirar, combinar con la sangre en los pulmones y transportar por medio de la sangre a las células que se contraen. Esto es para cuando en la actividad laboral se empleen grandes grupos musculares de las extremidades, puesto que en la práctica puede ser menor si las contracciones musculares la realizan un pequeño grupo de músculos. (Viña y Gregori, 1987)

A medida que aumenta la intensidad de trabajo físico, aumenta el consumo de oxígeno de una persona. Este incremento del consumo es de forma proporcional hasta cierto nivel donde no corresponden aumentos del consumo de oxígeno frente a incrementos de la intensidad del trabajo, ya que en ese nivel se ha alcanzado la máxima capacidad de transporte de oxígeno de los sistemas: respiratorio y cardiovascular. (Viña, 1996)

Para determinar el CTF se han desarrollado diferentes métodos para determinar el consumo máximo de oxígeno, basados en pruebas submáximas, partiendo de la medición del ritmo cardíaco, según diferentes cargas de trabajo impuestas. En el Manual de Prácticas de Laboratorio. Ergonomía, Viña propone el método de regresión lineal, las expresiones empíricas y el método de la prueba escalonada. (Viña, 1996) Considerándose el método de la prueba escalonada como uno de los más utilizados ya que no requiere de equipamiento complejo.

“La estimación de la capacidad de trabajo físico de un individuo permite establecer límites de la intensidad del trabajo que no se deben exceder para evitar la fatiga”. (Viña, 1996)

Existen varios criterios sobre establecer los límites al trabajo, pero la mayoría recomiendan no sobrepasar el 30% de VO_2 máx., donde se utilizan grandes grupos musculares. (Viña y Gregori, 1987) (Alonso y otros., 2006)

1.4 Gasto energético

Durante la realización de trabajos pesados, el gasto energético, en comparación con el CTF es el principal factor limitante de la actuación diaria (Viña y Gregori, 1987) Para medir el gasto energético se utiliza generalmente el método de calorimetría indirecta, que consiste en medir el consumo de oxígeno y calcular el gasto energético. En el manual de prácticas de laboratorio de Ergonomía se profundiza en los métodos para el cálculo del gasto energético (Viña, 1996).

Otra forma de calcular el gasto energético es a través de tablas de valores estándares, asumiendo que la población se ajusta a la estudiada para confeccionar las tablas. Se aceptan los valores predeterminados para distintos tipos de actividad, esfuerzo, movimiento, etc. y para las acciones generadoras de un gasto energético.

1.4.1 Estimación del Gasto Energético a partir de tablas de valores estándares: ISO 8996: 2004

La ISO 8996: 2004 (Iso, 2004) constituye una norma internacional que especifica diferentes métodos para la determinación de la tasa metabólica en relación con la ergonomía del ambiente climático de trabajo. También puede emplearse para otras aplicaciones como el cálculo del gasto energético asociado a trabajos específicos, el gasto total de una actividad, etc.

Las estimaciones, tablas y otros datos incluidos en la norma se refieren a un individuo "típico":

Hombre de 30 años de edad, 70 kg de masa y 1,75 m de altura (área de la superficie del cuerpo de 1,8 m²);

Mujer de 30 años de edad, 60 kg de masa y 1,70 m de altura (área de la superficie del cuerpo de 1,6 m²).

A continuación se relacionan los diferentes enfoques para la determinación de la tasa metabólica tratados en la ISO 8996: 2004.

La tabla A.1 del anexo A muestra la tasa metabólica para diferentes ocupaciones.

La tabla A.2 del anexo A muestra las tasa metabólica por categorías, según el tipo de actividad, define cinco clases de tasa metabólica: en reposo, baja, moderada, alta y muy alta.

Capítulo 1: Estado del arte

La tabla B.1 del anexo B proporciona el valor medio y el rango de tasas metabólicas para un individuo normal, sentado, en función de la parte del cuerpo empleada y de la carga de trabajo.

La tabla B.2 del anexo B proporciona las correcciones que se deben considerar cuando la postura es diferente de sentada.

La tabla B.3 del anexo B proporciona valores de la tasa metabólica para actividades típicas.

Con la aplicación de la norma se pueden analizar los distintos tipos de trabajo ya que establece el gasto energético que tiene un individuo típico al realizar diferentes tareas. La selección del método y de los valores adecuados requiere conocimiento especializado y experiencia en la actividad que se desea planificar, se necesita trabajar con ellos frecuentemente, ya que al dejar de utilizar la norma se necesita volver a estudiar los contenidos. Es un trabajo para ergónomos especializados, no para trabajarla cotidianamente en un taller.

1.5 Trabajo y descanso

Se aspira a una planificación del trabajo donde se combine armónicamente el esfuerzo físico e intelectual, pero esta planificación ideal no se alcanza en la mayoría de las ocupaciones y es necesario intercalar pausas de descansos entre los períodos de trabajo.

Para la organización de regímenes de trabajo y descanso se deben tener en cuenta varios aspectos como las condiciones ambientales, la naturaleza del trabajo, sus exigencias físicas y mentales, las diferencias individuales de los trabajadores, entre otras.

Las diferencias individuales incluyen las diferencias en el CTF, sexo, edad, constitución física, grado de experiencia y entrenamiento, aclimatación y otras características individuales de los trabajadores, que pueden determinar regímenes de trabajo y descanso diferenciados. (Viña y Gregori, 1987)

A continuación se mencionan las diferentes clasificaciones de pausas definidas por (Grandjean, 1971):

Pausas espontáneas.

Pausas encubiertas.

Pausas condicionadas por el trabajo.

Pausas Prescritas.

Cuando se planifican los descansos, en cualquiera de estas variantes según se decida, se favorece la productividad del trabajo y se reciben los beneficios del descanso.

Se recomiendan períodos cortos de trabajo intercalados con pausas de descanso. Lo más complejo es establecer los períodos de trabajo y la duración de estos. (Viña y Gregori, 1987)

1.6 Antecedentes

Existen varias propuestas de procedimientos, siendo la más conocida la propuesta de Murrell.

1.6.1 Propuesta de Murrell

Para calcular el tiempo de descanso Murrell propone una ecuación basada en la idea del que el trabajador se fatiga debido al exceso del nivel de gasto energético aceptado como norma y corresponde darle un descanso de recuperación. (Murrell, 1965)

$$a = \frac{T(b - s)}{b - 1,5}$$

Donde:

a : Tiempo de descanso, min.

T: Duración de la jornada de trabajo, min.

b : Gasto energético promedio, kcal/min.

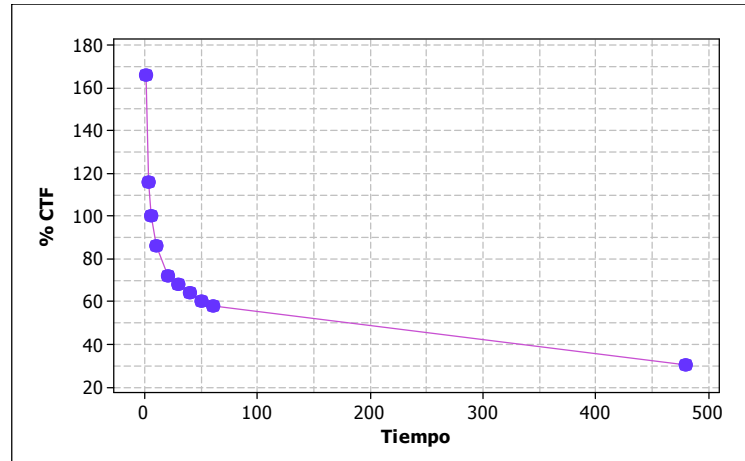
s : Gasto energético aceptado, Kcal/min.

1,5: Gasto energético *típico* en descanso.

1.6.2 Límite de GE según Lehman

Lehman propone un método teniendo la duración de la jornada de trabajo. Plantea el gasto energético permisible del hombre típico dependiendo de la duración del trabajo. (Lehmann, 1960)

<u>Tiempo (min)</u>	<u>% CTF</u>
1	166
3	116
5	100
10	86
20	72
30	68
40	64
50	60
60	58
480	30



CTF: Capacidad de Trabajo Físico (l de O₂/min)

1.6.3 Sanders y McCormick

En la ecuación propuesta, Sander y MacCormick utilizan otros códigos pero en esencia es igual a la ecuación definida por Murrell. (Mc.Cormick, 1976)

$$R = \frac{T(W - S)}{K - 1,5}$$

Los métodos vistos no tienen en cuenta el efecto acumulado y consideran las actividades aisladas o hacen consideraciones pseudoestadísticas (promedios). Los trabajos, en su mayoría se componen de varias actividades con duración y gasto energético diferentes, con un efecto acumulativo a lo largo de la jornada de trabajo.

1.6.4 Método para calcular el Límite del Gasto Energético Acumulado

Silvio Viña toma en cuenta las limitaciones de los métodos existentes hasta el momento y propone un método para calcular el Límite del Gasto Energético Acumulado. Fundamenta el método en la idea de que el Gasto Energético puede expresarse según la duración de la jornada y el CTF del trabajador. La expresión se basa en los valores permisibles definidos por Lehman, con valores ligeramente inferiores para el tiempo menor que 10 minutos, como se muestra:

$$LGE = CTF * (1,1 - 0,3 * \log(t))$$

t: tiempo transcurrido desde el comienzo de la actividad, en minutos.

CTF: Capacidad de trabajo físico (l de O₂/min)

Capítulo 1: Estado del arte

El método permite visualizar de una forma clara y expresiva las posibilidades de realizar las tareas por parte del trabajador, no sólo en la fase inicial, sino continuamente, a través del seguimiento detallado de la situación, ofreciendo una imagen del decrecimiento de las capacidades físicas del individuo a medida que irá realizando su trabajo, según los tiempos empleados, los esfuerzos, y el límite individual permitido; límite establecido por la relación entre su CTF, el ambiente y el tiempo de duración, y que se ha denominado Límite de Gasto Energético (LGE).

El tiempo de trabajo de la jornada, la duración y los gastos energéticos de todas las actividades dentro de la jornada, la disminución paulatina del CTF del trabajador debido a la fatiga y la acción del ambiente, permiten fijar, no sólo el tiempo máximo de duración de una actividad, sino también el momento en que debe cesar para descansar o cambiar de actividad, y la duración del descanso, en los momentos realmente necesarios.

El límite es menor mientras mayor es el tiempo que dura una actividad, de manera que durante la jornada de trabajo se produce una acumulación creciente de energía consumida, crecimiento que se va haciendo menor con el tiempo y que adopta la forma de un arco que se va curvando a medida que se prolonga la jornada debido "al peso acumulado de la energía consumida". Este arco se denomina Límite de Gasto Energético Acumulado (LGEa) y marca el "techo o umbral" del gasto energético que no se recomienda traspasar para esa persona. (Mondelo y *otros.*, 1999)

El Límite de Gasto Energético Acumulado a lo largo de la jornada de trabajo se calcula según la expresión:

$$\text{LGEa} = t * \text{CTF} * (1, 1 - 0, 3 * \log_{10}(t))$$

En el gráfico que aparece en la figura 1 se puede observar el LGEa, por encima del cual no es aceptable más gasto energético. Donde:

LGE(A): Límite de Gasto Energético Acumulado.

GEP(A): Gasto energético permisible promedio acumulado.

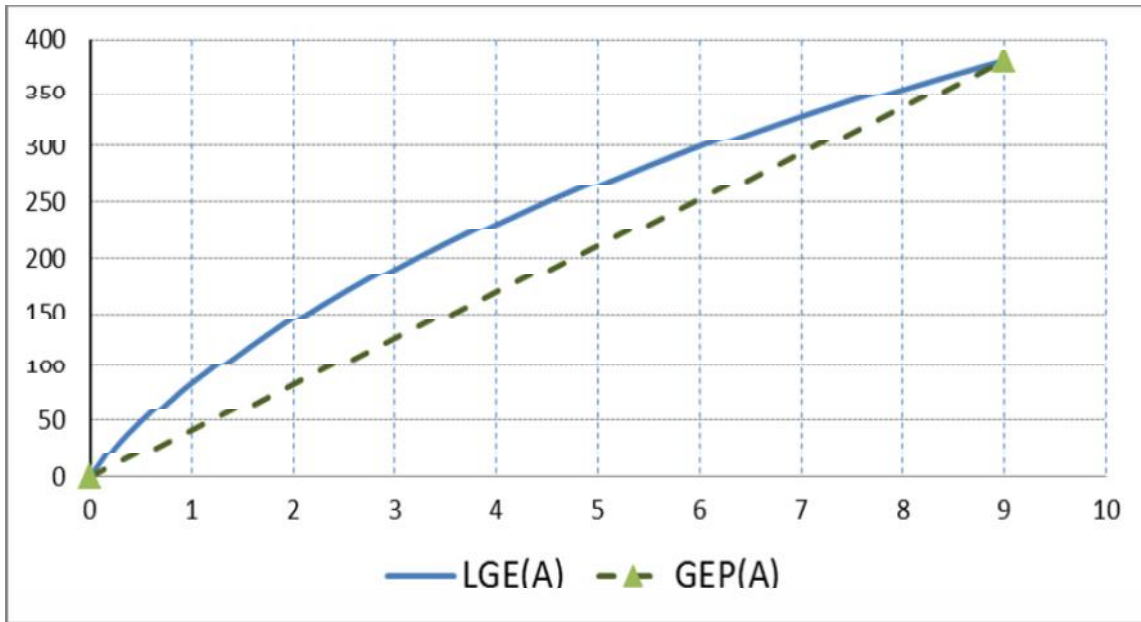


Figura 1. "Límite de Gasto Energético".

La expresión definida por Viña para calcular el **LGEa** cuando se realizan actividades de distinta intensidad es la siguiente:

$$LGEa_i = \text{Min} \{ [T * CTF * (1, 1 - 0, 3 * \log_{10} (T))]; [GT_1 + t * CTF * (1, 1 - 0, 3 * \log_{10} (t))] \}$$

GT1: Gasto Total al final de la actividad 1.

T: tiempo transcurrido desde el comienzo de la jornada laboral.

t: tiempo transcurrido desde el comienzo de la actividad 2.

CTF: Capacidad de trabajo físico (l/min de O₂).

En la figura 2 se puede observar cómo se traslada el origen hasta el inicio de la próxima actividad y se vuelve a calcular el LGE. Donde:

LGE(A): Límite de Gasto Energético Acumulado.

GEP(A): Gasto energético permisible promedio acumulado.

Gasto Total: Gasto total correspondiente a la actividad 1.

LGE(A)[2]: Límite del Gasto Energético Acumulado para la actividad 2.

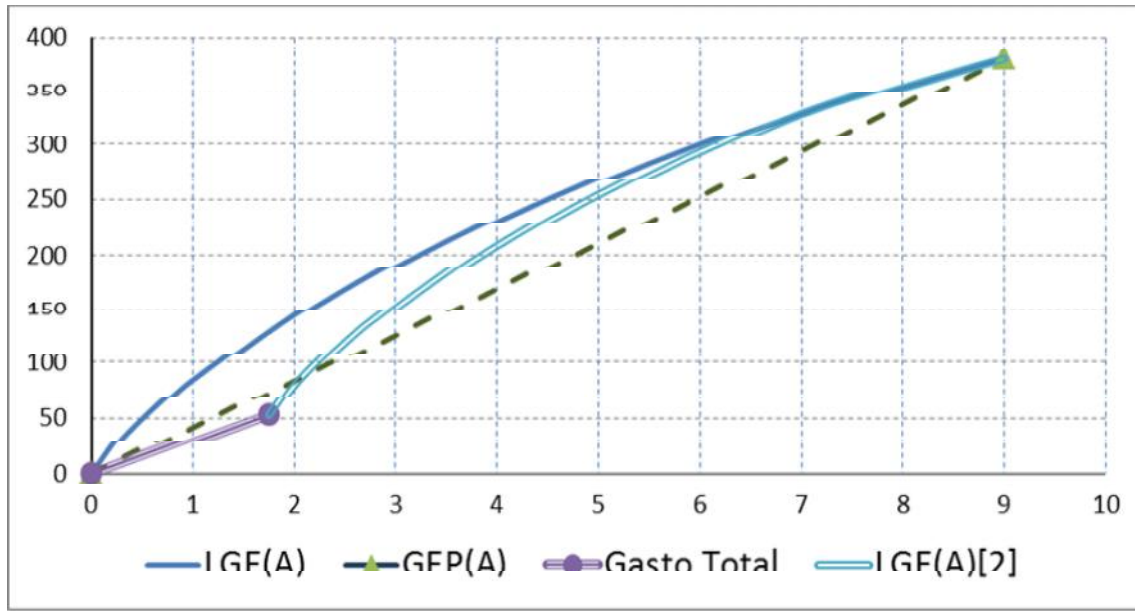


Figura 2. “Límite de Gasto Energético Acumulado”.

El método propuesto por Viña tiene ventajas sobre los métodos analizados ya que resuelve las limitaciones mencionadas, no utiliza el promedio, sino el efecto acumulado. Modifica el límite de acumulación al cambiar de tarea, considerando el efecto del trabajo anterior, considera múltiples tareas y facilita el análisis de soluciones alternativas. (Viña y Gregori, 1987)

1.6.5 Método REGI

Posterior al desarrollo del método elaborado por Viña para calcular el límite del gasto energético acumulado, Mondelo y Gregori, en la Universidad Politécnica de Cataluña, propusieron el método REGI, donde el CTF se mide en las condiciones del puesto de trabajo, considerándose como Capacidad de Trabajo Físico Modificada (CTFM) la barrera del gasto energético. Agregaron además conceptos como los de la barrera de tensión térmica, controlada con la expresión de Murrell que se basa en la relación entre el calor acumulado por el organismo durante un tiempo hasta que su temperatura interna se incrementa Δt_i y la ganancia neta de calor. Para la utilización del método crearon una herramienta informática. (Mondelo y otros., 1999)

1.6.6 Trabajo con sólo parte del cuerpo

Continuando los trabajos con el objetivo de tener en cuenta los trabajos donde se usa sólo parte del cuerpo, recientemente ha sido desarrollada por Viña, Rodríguez y Velásquez una modificación para esa situación, a la ecuación para el cálculo del

LGE(A) hasta la i -ésima actividad, en múltiples tareas, afectándola por un factor de corrección (K_i) basado en la teoría y la experimentación. (Viña y otros., 2012)

1.7 Aplicaciones actuales de los métodos relacionados con el trabajo físico

Muchos son los trabajos sobre trabajo y descanso en la bibliografía actual; la mayoría de los cuales son trabajos experimentales en diferentes poblaciones para llegar a conclusiones en situaciones específicas, fundamentados en los conocimientos básicos de fisiología del trabajo. A continuación se analizan algunos de ellos:

1.7.1 Physiological and perceptual responses of SANDF personnel to varying combinations of marching speed and backpack load (2001)

Se realizó una investigación que consistió en establecer combinaciones entre la velocidad y la carga de la mochila de marcha con el fin de satisfacer requisitos del sector militar. Comprenden la muestra 30 soldados de infantería de la Fuerza de Defensa Nacional de Sudáfrica (SANDF) y los procedimientos experimentales se llevaron a cabo en un entorno de laboratorio utilizando una cinta de correr. Se crearon 16 condiciones que incluyeron combinaciones de cuatro velocidades (3,5; 4,5; 5,5 y 6,5 km.h-1) y cuatro cargas de mochila (20, 35, 50 y 65 kg). Cada sujeto completó ocho de las 16 condiciones, cada uno con una marcha de seis minutos en la cinta. Los resultados de este estudio demostraron claramente que la interacción entre la velocidad y la carga debe ajustarse al determinar las combinaciones "ideales" para las exigencias militares. Si se necesita alta velocidad, entonces la carga debe reducirse, y si se necesitan transportar cargas pesadas, la velocidad debe ser reducida. (Christie, 2001)

1.7.2 Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. (2002)

El objetivo del estudio fue establecer una relación entre el tiempo máximo de trabajo aceptable (TMTA) y la carga de trabajo físico para trabajadores taiwaneses. En un laboratorio se realizaron pruebas a 12 jóvenes, en una bicicleta, con seis cargas diferentes de trabajo, en relación a la capacidad máxima de trabajo personal. Los resultados mostraron que el (TMTA) se correlaciona negativamente con el porcentaje de VO_2 máx. Se obtuvieron tres modelos de regresión exponencial y su $R^2 > 0,80$. Los modelos sugieren que los trabajos en jornadas extendidas (> 10 h) deberían asignar una intensidad de trabajo inferior a la de una jornada de 8 h. También es lógico que el

límite de carga de trabajo para un turno de trabajo de 4 h se podría establecer en torno al 10% superior del VO_2 máx al límite sugerido para una jornada de 8 h. (Wu y Wang, 2002)

1.7.3 Relationship between energy intake and expenditure during harvesting tasks (2008)

Se realizó un estudio con el objetivo de comparar las demandas de energía de las tareas manuales de recolección, con el gasto de energía asociada de los trabajadores. Se escogieron 58 trabajadores forestales (29 trabajadores que usaban motosierras y 29 apiladores) en Sudáfrica. Los datos indicaron que las tareas requieren demandas de moderada a fuertes, en los trabajadores, lo cual resulta un desequilibrio importante entre la demanda energética de las tareas y la nutrición de los trabajadores. (Christie, 2006)

1.7.4 Work capacity assessment of Nigerian bricklayers (2012)

El objetivo principal del estudio realizado es evaluar el CTF a partir del análisis del gasto de energía durante el trabajo. Se tomó una muestra de 89 albañiles de Nigeria. Se analizó la correlación y regresión entre el VO_2 y la frecuencia cardíaca utilizando el SPSS como software estadístico. Finalmente se concluyó que existe una necesidad de rediseñar el contenido del trabajo de los albañiles con el fin de reducir la tensión excesiva en los trabajadores, y que a su vez, aumentará la productividad. (Ismailaa y otros., 2012)

1.7.5 Diagnóstico del régimen de trabajo y descanso en el grupo de trabajo 'Trofin-Vital' (2012)

Se aplicó un cuestionario sobre regímenes de trabajo y descanso en el grupo de Trofin-Vital del Centro de Inmunología y Biopreparados de Holguín. Dicho cuestionario permitió diagnosticar que el régimen no resulta el idóneo para este grupo de trabajo, debido a la dialéctica de la actividad productiva, sin las condiciones suficientes de infraestructura que garanticen un ambiente laboral confortable. Los resultados obtenidos en la investigación servirán de base para el diseño de una estrategia para el cambio del régimen de trabajo y descanso en la muestra de estudio. (Ponce y otros., 2012)

1.7.6 Aportes de Juan Carlos Velázquez (2013)

Juan Carlos Velázquez ha realizado varios estudios sobre el tema, tal es el caso de la investigación realizada en una escuela de baile de la ciudad de Cali, donde estimó la carga máxima de trabajo físico que puede soportar un aprendiz de una escuela de ritmos populares para la realización de su trabajo, en forma segura. La media de edad de la población estudiada fue $20 \pm 3,2$ años. Se realizaron mediciones del consumo de oxígeno y pulso-ergometría los cuales se analizaron estadísticamente. Los resultados mostraron que la carga física es muy alta y el tiempo de práctica muy extenso en comparación con la capacidad física de los bailarines, lo cual genera alto riesgo de fatiga músculo esquelético, sobrecarga biomecánica y riesgo de lesiones y desórdenes músculo esquelético. (Arana y otros., 2013). Su trabajo se ha extendido a otros sectores como la industria papelera y el sector azucarero. Además ha propuesto un modelo para la evaluación de la carga física mediante la frecuencia cardiaca (Velázquez y Ortiz, 2013)

La principal limitación de las investigaciones estudiadas es que siguen considerando las actividades de trabajo independientes una de otra y no tienen en cuenta el efecto acumulado sobre el individuo por diferentes tareas, por lo que no proponen cómo seleccionar una secuencia por la que se pueda trabajar. Es decir, son trabajos que llegan a conclusiones sobre el gasto energético de la población estudiada, (Konz, 2012) pero no proponen una solución en cuanto al diseño del régimen de trabajo y descanso. Por eso en el presente trabajo se acomete la construcción de una herramienta para que el especialista pueda tener una visión integral de la situación a la que se enfrenta, de manera que esté en mejores condiciones para tomar decisiones.

1.8 Usabilidad

La usabilidad tiene raíces interconectadas con factores y disciplinas como: gráfica computarizada, interfaces humanas, procesos cognitivos, ingeniería industrial, entre otros. (Oca, 2004)

La usabilidad es un tema que está cobrando una importancia cada vez mayor en el desarrollo de software. En la actualidad, la usabilidad está destacándose como atributo fundamental para el éxito de un producto de software, ya que están dirigidos a un público más amplio y a usuarios menos expertos en el manejo de sistemas informáticos.

Capítulo 1: Estado del arte

Se define en el estándar ISO 9241, como: "el grado en el que un determinado producto puede utilizarse por los usuarios a los que está dirigido, para que logren sus objetivos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso específico" (ISO 9241-11, 1998) y en el estándar ISO 9126 se define como: " la capacidad de un software de comprenderse, aprenderse, utilizarse y ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso". (ISO 9126, 2005)

En la última definición se asocia la usabilidad de un sistema a usuarios, necesidades y condiciones específicas. Por tanto, la usabilidad del sistema no es un atributo inherente al software, no puede especificarse independientemente del entorno de uso y de los usuarios concretos que vayan a utilizar el sistema. No puede definirse como un atributo simple de un sistema, pues implicará diferentes aspectos dependiendo del tipo de sistema a construir.

Para darle cumplimiento al objetivo de la tesis, facilitar la comunicación del usuario con el software no es suficiente. Se aspira a que constituya una ayuda efectiva a la aplicación del método de Viña, a través del soporte a la comprensión de la secuencia, del contenido mismo de los pasos a ejecutar, así como hacer inmediata la interpretación de los resultados. Por tanto, la acepción utilizada en la presente tesis será la planeada por la ISO 9241, que es más amplia, y por producto se entenderá no sólo el software, sino también el método mismo. En este sentido amplio serán interpretados los siguientes atributos de usabilidad.

Atributos de Usabilidad

La usabilidad es una cualidad abstracta y por ello no puede ser medida directamente, sino que se descompone habitualmente en los siguientes cinco atributos básicos:

- **Facilidad de aprendizaje:** Para usuarios noveles debe ser fácil aprender la funcionalidad básica del sistema informático, deben ser capaces además de realizar correctamente la tarea que desea realizar.
- **Eficiencia:** El número de transacciones por unidad de tiempo que el usuario puede realizar usando el sistema informático. Lo que se busca es la máxima velocidad de realización de tareas del usuario.
- **Recuerdo en el tiempo:** Para usuarios intermitentes (que no utilizan el sistema informático regularmente) es vital ser capaces de usar el sistema informático sin tener que aprender cómo funciona partiendo de cero cada vez que se vuelva a utilizar.

Capítulo 1: Estado del arte

- **Tasa de errores:** Se refiere al número de errores cometidos por el usuario mientras realiza una determinada tarea. Un buen nivel de usabilidad implica una tasa de errores baja.
- **Satisfacción:** Muestra la impresión subjetiva que el usuario obtiene del sistema informático.

Algunos de estos atributos no contribuyen a la usabilidad del sistema en la misma dirección, pudiendo ocurrir que el aumento de uno de ellos tenga como efecto la disminución de otro.

En el desarrollo de software se identifica a menudo la usabilidad con las características de los elementos de una interfaz gráfica de usuario basada en ventanas, como puede ser su color, su disposición o el diseño gráfico de los íconos y animaciones. Sin embargo, la usabilidad no sólo tiene que ver con la interfaz gráfica de usuario, está ligada principalmente a la interacción del mismo, al modo en que se realizan las operaciones con el sistema informático.

Es cierto que la interfaz gráfica es una parte importante del sistema informático, y un buen diseño de la misma puede hacer que un sistema informático aumente su nivel de usabilidad, pero un sistema informático con un diseño de la interacción pobre no puede mejorar su nivel de usabilidad cambiando solamente la interfaz gráfica. En cuanto a usabilidad, la parte más crítica es la lógica del sistema informático (el concepto en base al cual funciona).

Por tanto, la interacción debe diseñarse junto con la lógica de negocio, asegurando que la lógica del sistema informático es usable. No es posible diseñar la lógica de negocio independientemente de la interacción y luego unirlos.

Por otra parte, la usabilidad se ocupa también del sistema de ayuda, de la documentación de usuario, y del procedimiento de instalación.

Es un tema crítico para la aceptación de un sistema informático: si el sistema no es percibido como una herramienta que ayuda al usuario a realizar sus tareas, se dificulta la aceptación del sistema informático. Si las tareas del usuario no son respaldadas convenientemente por el sistema informático, entonces no se está respondiendo adecuadamente a las necesidades del usuario, y el equipo de desarrollo se está alejando del objetivo principal de la construcción de un sistema informático (Nielsen y Budiu, 2012)

1.9 Metodología y herramientas utilizadas

Para la realización de una aplicación de software se debe definir la metodología a utilizar así como las herramientas que serán de mayor utilidad para su implementación. A continuación se explica la selección realizada para llevar a cabo la documentación e implementación de la aplicación desarrollada.

Actualmente Cuba se encuentra en el proceso de migración a software libre (SWL), considerándose como la alternativa para lograr la soberanía tecnológica, pues permite mayor independencia de tecnologías foráneas y brinda mayor seguridad nacional respecto al software privativo. Es válido destacar que una de las premisas de la Revolución es la socialización del conocimiento, la cual está implícita en los objetivos de la filosofía del SWL. Muchas empresas ya han emigrado al SWL, y por todo ello se hace imprescindible contar un sistema multiplataforma para ser utilizado en las empresas sin importar el sistema operativo con que cuente. (Rodríguez, Olivia y otros., 2013)

1.9.1 Metodología de desarrollo de software

La correcta selección de la metodología de desarrollo de software es vital para el proceso de desarrollo de software, debido a que ayuda a construir un producto informático con calidad, en el tiempo y costo esperado. (Pressman, 2002)

Extreme Programming (XP)

Para la realización del sistema informático propuesto se decidió utilizar la metodología de desarrollo Extreme Programming (XP). Es una metodología basada en valores de simplicidad, comunicación y retroalimentación. Funciona mediante la unión de todo el equipo y la aplicación de prácticas simples. (Canós y otros., 2003)

Se decidió utilizar XP debido a que se adapta en gran medida tanto al tipo de proyecto a desarrollar como a las condiciones de trabajo. A continuación se exponen varias de las razones que llevaron al uso de la metodología.

El proyecto es pequeño. XP está concebida para ser utilizada dentro de proyectos pequeños. No existe un contrato previo especificando tiempo, recursos y alcance.

Los requisitos del sistema cambian frecuentemente. Uno de los principios básicos de XP es que el cambio frecuente de los requerimientos es algo normal en el proceso

de desarrollo, se adapta perfectamente a los proyectos cuyos requerimientos cambian a menudo.

El cliente forma parte del equipo de desarrollo. Mediante la aplicación de XP se puede lograr una retroalimentación mayor y lograr un producto que satisfaga sus necesidades.

El **riesgo de desarrollo** es elevado debido al corto tiempo de entrega planteado y a los continuos cambios de requerimientos. XP está diseñada a mitigar los riesgos en proyectos con dichas características.

Poca disponibilidad de personal. Uno de los principios básicos de XP es la programación en equipos pequeños, con pocos roles, pudiendo los miembros del equipo intercambiar responsabilidades en un momento determinado.

1.9.2 Lenguaje de programación

Un lenguaje de programación es la notación para la descripción precisa de algoritmos o programas informáticos. Constituye el conjunto de instrucciones que permiten al programador pensar de forma clara sobre la complejidad del problema a resolver, de manera que pueda ordenarlas con eficacia para la creación de un programa ejecutable por la computadora.

Lenguaje Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90. El lenguaje en sí toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria.

El lenguaje Java posee características fundamentales, a continuación se enuncian algunas de ellas: (Deitel y Deitel, 2004)

Lenguaje de propósito general.

Lenguaje multiplataforma: Los programas Java se ejecutan sin variación (sin recompilar) en cualquier plataforma soportada (Windows, UNIX, Mac)

Lenguaje interpretado: El intérprete a código máquina (dependiente de la plataforma) se llama Java Virtual Machine (JVM). El compilador produce un código intermedio independiente del sistema denominado bytecode (independientes de la máquina).

Capítulo 1: Estado del arte

Lenguaje gratuito: Creado por SUN Microsystems, que distribuye gratuitamente el producto base, denominado JDK (Java Development Toolkit) o actualmente J2SE (Java 2 Standard Edition).

El código fuente de la interfaz de programación de aplicaciones (API, por sus siglas en inglés) es disponible.

1.9.3 Entorno de Desarrollo Integrado (IDE)

Un IDE es un programa de aplicación. Consiste en un editor de código, compilador, depurador y constructor de interfaz gráfica. Pueden ser aplicaciones por sí solas o pueden ser parte de aplicaciones existentes.

Los IDEs proveen un marco de trabajo amigable para la mayoría de los lenguajes de programación tales como C++, Python, Java, C#, Delphi, Visual Basic y PHP. En algunos lenguajes, un IDE puede funcionar como un sistema en tiempo de ejecución, donde se permite utilizar el lenguaje de programación en forma interactiva, sin necesidad de trabajo orientado a archivos de texto.

Netbeans v 6.9

Netbeans es un proyecto de código abierto de gran éxito, con una gran comunidad en constante crecimiento. La plataforma Netbeans permite que las aplicaciones sean desarrolladas a partir de un conjunto de componentes de software llamados módulos por lo que pueden ser extendidas fácilmente por otros desarrolladores de software. Es una aplicación diseñada para el desarrollo de aplicaciones portables entre las distintas plataformas. Hace uso de la tecnología Java y dispone de soporte para crear interfaces gráficas de forma visual, desarrollo de aplicaciones web, control de versiones y creación de aplicaciones compatibles con teléfonos móviles. Es una herramienta para que los programadores puedan escribir, compilar, depurar y ejecutar programas. Está escrita en Java y puede servir para cualquier otro lenguaje de programación. (*NetBeans IDE*, 2013)

1.9.4 Sistemas Gestores de Base de Datos (SGBD)

Todo software de gestión necesita tener acceso a su amplio volumen de información de una forma óptima y segura. Los sistemas gestores de bases de datos son los programas encargados de realizar esta y muchas otras funciones.

MySQL v 5.5.16

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional, su diseño multihilo le permite soportar una gran carga de forma muy eficiente. Es considerado uno de los gestores más usado en el mundo del software libre, debido a su gran rapidez y facilidad de uso. Esta gran aceptación es debida, en parte, a que existen infinidad de librerías y otras herramientas que permiten su uso a través de gran cantidad de lenguajes de programación, además de su fácil instalación y configuración. (MySQL, 2013)

Características de MySQL:

- **Costo:** Es gratuito para la mayor parte de los usos y su servicio de asistencia resulta económico.
- **Velocidad:** Es mucho más rápido que la mayoría de los sistemas de gestión de bases de datos.
- **Funcionalidad:** Dispone de muchas de las funciones que exigen los desarrolladores profesionales.
- **Portabilidad:** Se ejecuta en la inmensa mayoría de sistemas operativos y, la mayor parte de los casos, los datos se pueden transferir de un sistema a otro sin dificultad.
- **Facilidad de uso:** Resulta fácil de utilizar y de administrar. Las herramientas de MySQL son potentes y flexibles, sin sacrificar su capacidad de uso.

1.10 Cualidades deseables en una herramienta ergonómica

Una herramienta ergonómica debe poseer un conjunto de cualidades, de las cuales son relevantes en el presente trabajo: la confiabilidad, la validez y la usabilidad.

En su tesis doctoral Yordán Rodríguez aborda el tema relacionado con la confiabilidad, validez y usabilidad a evaluar en una herramienta de medición (Rodríguez, Yordán, 2011) y el sistema informático a realizar abarca a un conjunto de mediciones articuladas en un procedimiento: el método de Viña. Las fuentes de variabilidad que pueden afectar el método están relacionadas con la medición de las variables de entrada. No es objetivo cuestionar el método, sino crear, con el software, una facilidad para su uso.

1.10.1 Confiabilidad

La confiabilidad es una de las principales características que debe ser considerada en el momento de seleccionar una herramienta de medición. (Sampieri y otros., 2006) Es la propiedad de una herramienta de replicar medidas del mismo factor de un estudio y

Capítulo 1: Estado del arte

obtener resultados precisos. (Rodríguez, Yordán, 2011). La precisión es una medida de cuán cercanas son entre sí las mediciones que se hagan a una mismo objeto. Generalmente existen dos tipos de confiabilidad: inter observador e intra observador, las que en metrología se conocen como reproducibilidad/ repetibilidad).

1.10.2 Validez

La validez es la capacidad de un instrumento de medición para cuantificar de forma significativa y adecuada el rasgo para cuya medición ha sido diseñado. (Takala y otros., 2010) Varios son los tipos de validez a medir: (Rodríguez, Yordán, 2011)

Validez Predictiva: Si el criterio se fija en el futuro y muestra la habilidad para discriminar exposiciones adversar y no adversas.

Validez de expertos: Regularmente se establece mediante la evaluación del instrumento ante especialistas altamente calificados.

Validez de contenido: La herramienta ergonómica debe ser consistente o derivada de conocimientos fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos.

Validez de criterio: establece la validez de un instrumento al compararlo con algún criterio externo que pretende medir lo mismo.

Validez concurrente: Si el criterio se fija en el presente de manera paralela, se habla de validez concurrente.

1.10.3 Usabilidad

La definición adoptada por (Rodríguez, Yordán, 2011) en sus tesis es la relacionada con la norma (*ISO 9241-11*, 1998), la misma que se adopta en el presente trabajo cuando se trata el tema de la usabilidad en epígrafes anteriores.

1.11 Conclusiones parciales

1. El método de Viña prácticamente no ha sido objeto de publicaciones de amplia visibilidad internacional, y aún en nuestros días, los más reconocidos especialistas del mundo basan sus recomendaciones en conjuntos de guías para el diseño de los períodos de trabajo y descanso.
2. Con el uso lenguaje de programación Java, el IDE de desarrollo NetBeans y el gestor de base de datos MySQL se siguen las políticas del país y se logra una

Capítulo 1: Estado del arte

notable disminución del costo del sistema informático, ya que se basan en la filosofía de software libre.

3. Las herramientas ergonómicas deben tener cualidades de confiabilidad, validez y usabilidad.

Capítulo 2: Diseño de la solución

2.1 Introducción

Se describe el sistema informático propuesto como un sistema de apoyo a la toma de decisiones, analizando los pasos a seguir al usar el método sin la existencia de una herramienta informática. Se especifican los requisitos funcionales y no funcionales que se tienen en cuenta para el diseño e implementación. Se describen las historias de usuario y las clases que conforman el diseño.

2.2 Etapas para establecer el régimen de trabajo y descanso atendiendo al gasto energético

El trabajo de análisis y planificación de la secuencia de actividades y pausas de trabajadores físicos se descompuso en 11 etapas:

1. Análisis de la lógica del trabajo, las actividades que lo comprenden, así como la complejidad de las mismas.
2. Obtención de datos básicos del trabajador: nombre, sexo, centro laboral y oficio (ocupación laboral); así como los datos físicos: edad, peso (kg), estatura (M), metabolismo (w/m^2). Además se registra la fecha en que se recopilaron los datos. Si no se tienen los datos completos de un trabajador se pueden utilizar los datos de un hombre típico.

– Los oficios (ocupación laboral) son los definidas por la norma (Iso, 2004).

– A partir de los datos obtenidos se calcula la superficie corporal:

$$SC = 0,202 PC^{0,425} * H^{0,725} \text{ (Dubois y Dubois, 1916)}$$

Donde:

SC = superficie corporal

PC = peso corporal (Kg)

H = estatura (M)

El metabolismo inicialmente se registra en w/m^2 , y se calcula, para una dieta típica, el O_2 necesario en L/ min. El resultado de experimentos realizados en laboratorios (Alonso y otros., 2006; Viña y Gregori, 1987) se puede usar como valor predeterminado.

3. Organización y ejecución de experimentos para determinar la capacidad de trabajo físico del trabajador.

Capítulo 2: Diseño de la solución

Para obtener el CTF se realiza la prueba del escalón, preferiblemente en el puesto de trabajo. Se tienen en cuenta tres cargas y se mide la frecuencia cardiaca

4. Cálculos para obtener el CTF (L/min) a partir de los resultados del experimento.

Se utilizan las tablas de la norma (Iso, 2004) y el valor obtenido se multiplica por el factor de corrección.

5. Cálculo de la curva inicial de Límite de Gasto Energético Acumulado del trabajador (LGE(A)₀) en función del tiempo transcurrido desde el inicio de la jornada laboral.

6. Análisis de tareas: contenido de las actividades que componen la tarea del trabajador.

7. Determinación de la secuencia y duración de cada actividad.

8. Determinación del gasto energético por minuto que representa para el trabajador cada actividad (GE_i; i= 1,...,n).

– La actividad puede ser relacionada con el oficio del trabajador y el metabolismo puede ser bajo, moderado o alto, según la intensidad de la misma.

– Por tipo de actividad:

Estática, definiendo si es manual, con un brazo, con ambos brazos o con el tronco.

En movimiento: estableciendo el tipo de movimiento, la velocidad y la carga.

Específica: se selecciona de un conjunto definido de actividades específicas.

– Para planificar un descanso se multiplica el metabolismo basal por 1,5 (si el trabajador no está en ayunas) y el valor obtenido es el gasto energético

9. Calcular la curva de cargas acumuladas, según la secuencia y duración de las tareas (GE_a).

10. Cálculo de las curvas de Límite de Gasto Energético Acumulado a partir de cada inicio de tarea (LGE(A)_{a_i>0}).

11. Análisis gráfico, interpretación. Propuesta de modificaciones, si se requiere.

Se realiza un análisis al finalizar la programación del régimen de trabajo y descanso, se observa todo el proceso y se llega a la conclusión de si es factible: el trabajador puede ser productivo durante las ocho horas o no es factible. Si no es factible se puede modificar la secuencia de las actividades, el valor del CTF del trabajador planificándole entrenamientos, así como las tareas que se le asignan.

Capítulo 2: Diseño de la solución

En la figura 3 se muestra el proceso para establecer la secuencia de trabajo y descanso.

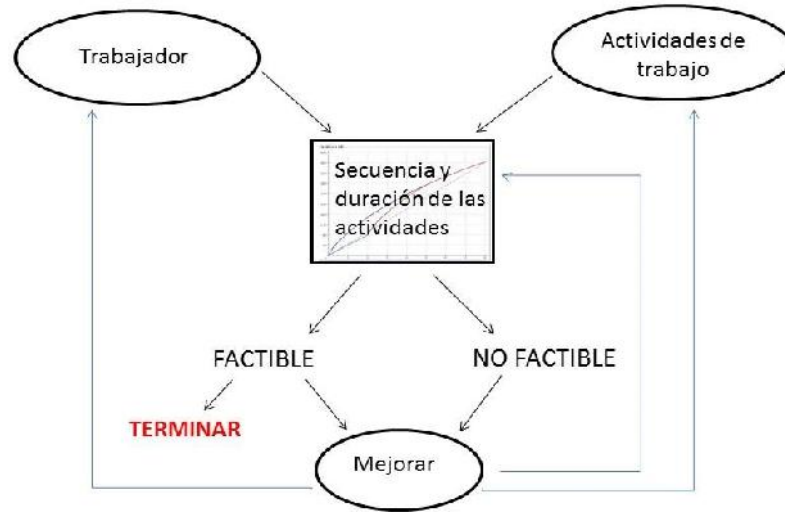


Figura 3. Proceso para establecer regímenes de trabajo y descanso

2.3 Especificación de los requerimientos de software

Requisitos funcionales y no funcionales

Los requisitos funcionales son capacidades o condiciones que el sistema informático debe cumplir. No alteran la funcionalidad del producto, por lo que se mantienen invariables sin importarles las propiedades o cualidades con que se relacionen. Los requisitos no funcionales, en cambio, son propiedades o cualidades que el producto debe tener. Forman una parte significativa de la especificación. Son importantes para que los clientes y usuarios puedan valorar las características no funcionales del producto. (Pressman, 2002)

Lista de Reserva del Producto

Número	Descripción	Prioridad
1	– Adicionar trabajador.	Alta
2	– Modificar datos del trabajador.	Baja
3	– Eliminar trabajador.	Baja
4	– Mostrar datos del trabajador.	Media
5	– Adicionar actividad.	Alta
6	– Modificar actividad.	Media
7	– Eliminar actividad.	Baja
8	– Mostrar actividad.	Media

Capítulo 2: Diseño de la solución

9	– Mostrar gráfico del LGE.	Alta
10	– Modificar CTF.	Baja
RNF (Requisitos no funcionales)		
Usabilidad		
11	– Los usuarios deben tener un conocimiento básico sobre informática para poder trabajar con el software.	
12	– El sistema debe contar con información actualizada, de fácil acceso, con un buen diseño visual.	
13	– El sistema tendrá siempre una ayuda disponible para cualquier tipo de usuario, lo que permitirá un avance considerable en la explotación de la aplicación en todas sus funcionalidades.	
Soporte		
14	– En caso de ser necesario, el sistema debe brindar la posibilidad de incorporarle nuevas funcionalidades.	
15	– Elaborar un manual de usuario.	
Restricciones de diseño		
16	– Metodología de desarrollo: XP.	
17	– Lenguaje de programación: Java.	
18	– Sistema gestor de base de datos: MySQL.	
19	– Plataforma de desarrollo: Netbeans.	
Interfaz		
20	– El sistema debe brindar una cómoda e intuitiva interfaz, que posibilite una rápida adaptación a los usuarios sin experiencia.	
21	– Debe tener una interfaz sencilla y organizada. Los colores, tipo de letra y tamaño deben ser agradables a la vista del usuario.	
Interfaces Hardware		
22	– El servidor: CPU Pentium 4 con 2,0 GHZ, memoria RAM de 1 GB, 50 GB HDD.	
23	– Para el desarrollo: PC Intel Pentium 4 o superior, CPU 3GHZ o superior, 1 GB RAM o superior, 50 GB HDD o superior.	
24	– Para explotación del cliente: PC Pentium 4 o superior, CPU 1,0 GHZ o superior, 512 RAM recomendada o superior.	
Requisitos de Licencia		
25	– Las herramientas seleccionadas para el desarrollo del sistema deben estar respaldadas por licencias libres, bajo condiciones de software libre.	

Tabla 1. “Lista de Reserva del Producto”.

2.4 Fase de exploración y planificación

Se define el alcance del proyecto, donde el cliente plantea sus necesidades a través de las historias de usuario. Además, se estima la prioridad y el esfuerzo necesario para desarrollar cada historia de usuario (HU) y se realiza el cronograma de iteraciones.

Interfaz Principal

Para un mejor entendimiento de la herramienta a desarrollar, se explica cómo quedaría conformada la interfaz principal del sistema informático. En las figuras 4 y 5 se puede observar su diseño.

En la parte izquierda de la ventana principal se muestran todos los trabajadores existentes en la base de datos con el conjunto de actividades realizadas durante la jornada laboral.

En la parte superior se muestra un conjunto de íconos: Adicionar, Modificar, Eliminar y Preferencias, los cuales tienen sus funcionalidades y sus íconos internos.

Al ser añadido los datos de un trabajador o al seleccionar un trabajador ya existente, se muestra en la parte central de la ventana principal una tabla con valores como: Tiempo (T), LGE (Act0), LGE (Act1), LGE (Act2) hasta la i-ésima actividad, que se representan en un gráfico, a medida que se van agregando las actividades.

En la parte inferior, a continuación de la tabla, se muestran los datos del trabajador seleccionado.

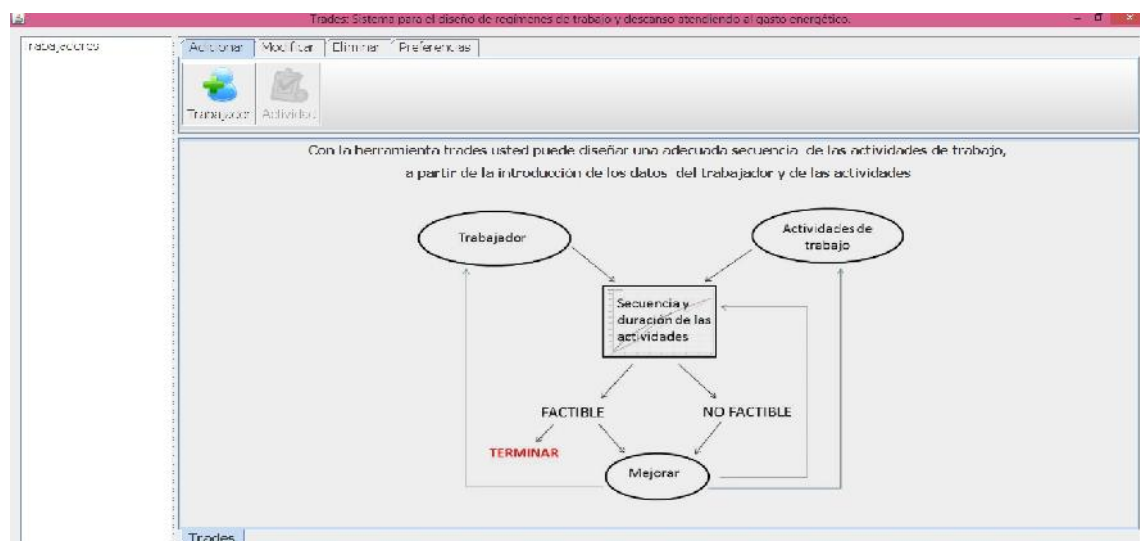


Figura 4. Interfaz principal del sistema

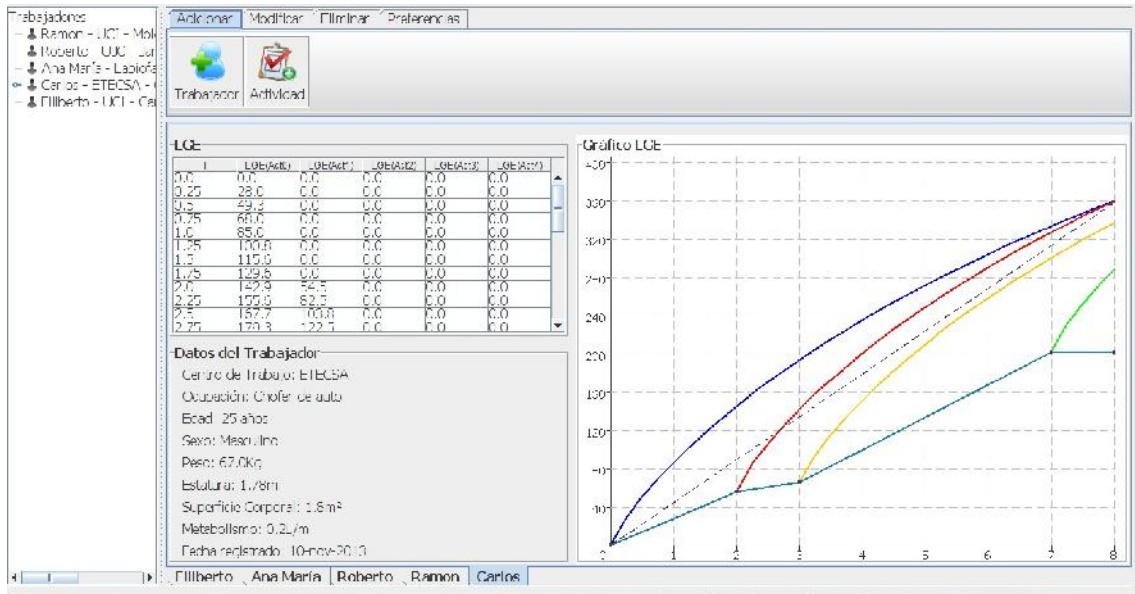


Figura 5. Interfaz del sistema cuando se diseñan regímenes de trabajo y descanso.

2.4.1 Historias de Usuario

Las historias de usuario son utilizadas en XP para especificar los requisitos del Software. El contenido debe ser concreto y sencillo, pero deben tener el detalle mínimo como para que los programadores puedan realizar una estimación poco riesgosa del tiempo que llevará su desarrollo.

Historia de Usuario	
Número: 1	Nombre Historia de Usuario: Adicionar trabajador.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Alta	Riesgo en Desarrollo: Bajo
Puntos Estimados: 2 semanas	Iteración Asignada: 1
<p>Descripción: Se adiciona un trabajador que no existe previamente. Se llenan los datos del trabajador, esta acción puede realizarse a partir de los datos de otro trabajador ya existente o sin tener en cuenta ningún precedente.</p> <p>Para adicionar un trabajador son necesarios los siguientes datos: nombre, sexo, ocupación laboral, lugar de trabajo, edad, estatura, peso, metabolismo y CTF. Inicialmente aparecen los datos de un individuo típico.</p>	
<p>Observaciones: El trabajador se crea en la base de datos y se muestran sus datos en la interfaz.</p>	

Prototipo de interfaz:

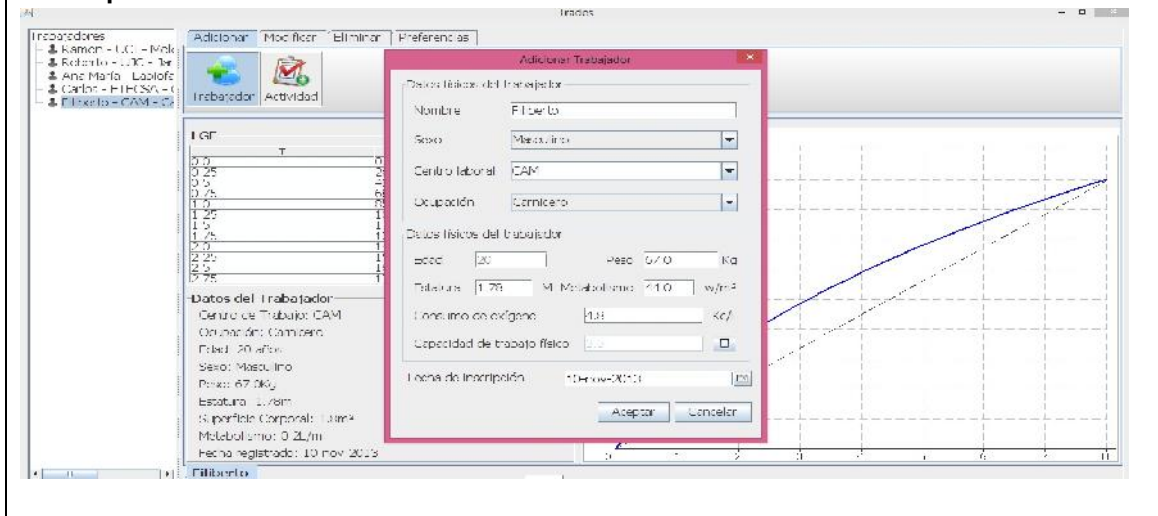


Tabla 2. HU “Adicionar trabajador”.

Historia de Usuario	
Número:2	Nombre Historia de Usuario: Modificar datos del trabajador.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Baja	Riesgo en Desarrollo: Bajo
Puntos Estimados: 1 semana	Iteración Asignada: 3
Descripción: Se escoge el trabajador, se selecciona el ícono Modificar y luego el ícono Trabajador. Se modifican los datos del trabajador ya existente y posteriormente se actualizan los datos.	
Observaciones: El trabajador debe estar creado previamente en la base de datos. Una vez modificado se deben actualizar los datos del trabajador en la interfaz.	
Prototipo de interfaz:	

Capítulo 2: Diseño de la solución

Tabla 3. HU “Modificar datos del trabajador”.

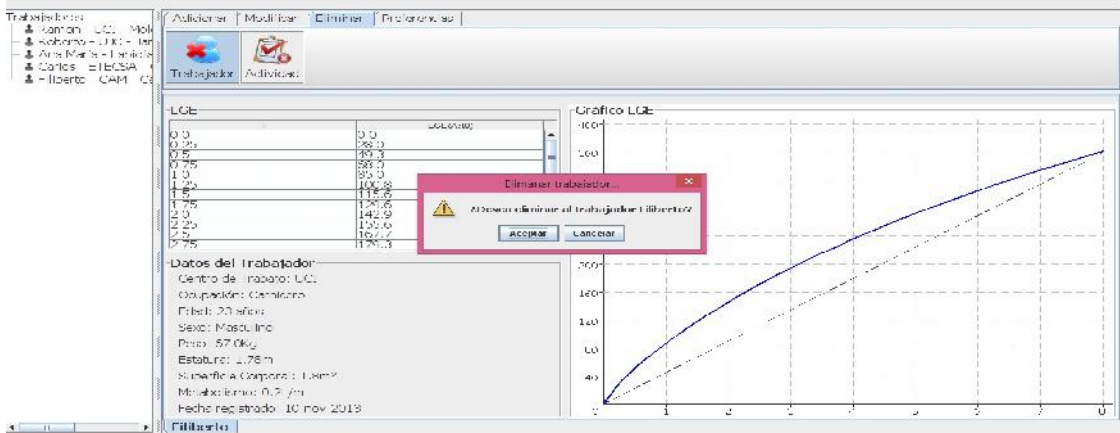
Historia de Usuario	
Número: 3	Nombre Historia de Usuario: Eliminar trabajador.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Baja	Riesgo en Desarrollo: Bajo
Puntos Estimados: 1 semana	Iteración Asignada: 3
Descripción: Se escoge el trabajador, se selecciona el ícono Eliminar y luego el ícono Trabajador. Se confirma la eliminación del trabajador dando clic en el botón aceptar.	
Observaciones: El trabajador debe estar creado previamente en la base de datos.	
Prototipo de interfaz:	
 <p>The screenshot shows a software interface with a menu bar (Agregar, Modificar, Eliminar, Priorizar, etc.), a toolbar with icons for adding, modifying, and deleting workers, and a list of workers. A dialog box titled 'Eliminar trabajador...' is open, asking for confirmation to delete worker 'Iliberto'. The dialog has 'Aceptar' and 'Cancelar' buttons. In the background, there is a table of worker data and a graph titled 'Grafico LGE'.</p>	

Tabla 4. HU “Eliminar trabajador”.

Historia de Usuario	
Número: 4	Nombre Historia de Usuario: Mostrar datos del trabajador.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Media	Riesgo en Desarrollo: Bajo
Puntos Estimados: 1 semana	Iteración Asignada: 2
Descripción: Se escoge el trabajador, se muestran los datos correspondientes al trabajador y sus actividades.	
Observaciones: El trabajador debe estar creado previamente en la base de datos.	
Prototipo de interfaz:	

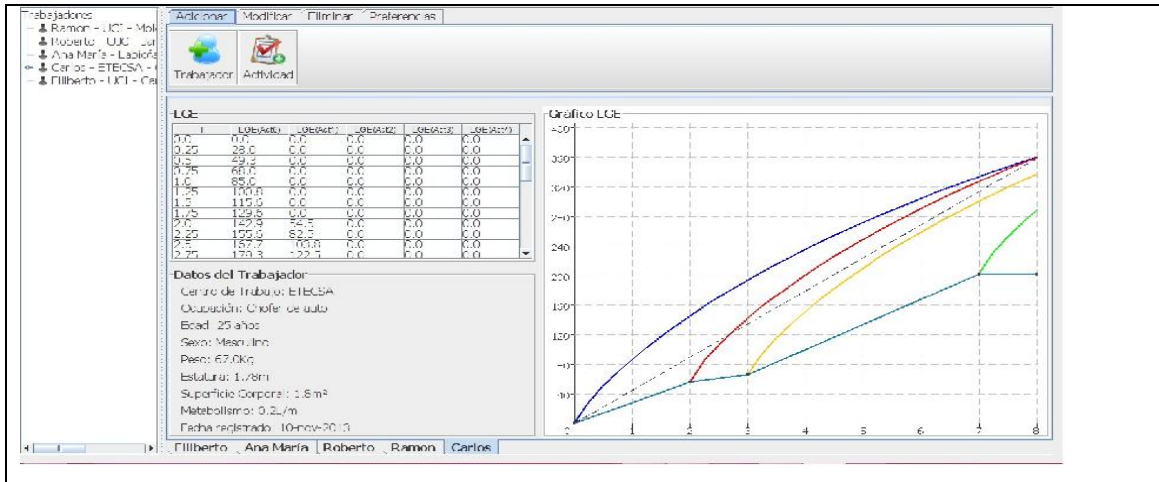


Tabla 5. HU “Mostrar datos del trabajador”.

Historia de Usuario	
Número:5	Nombre Historia de Usuario: Adicionar actividad.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Alta	Riesgo en Desarrollo: Bajo
Puntos Estimados: 2 semanas	Iteración Asignada: 1
<p>Descripción: Se escoge el trabajador, se selecciona el ícono Adicionar y luego el ícono Actividad. Para adicionar una actividad son necesarios los siguientes datos: Nombre y duración de la actividad. Además se debe escoger el gasto energético de la actividad, según el tipo de actividad a realizar por el trabajador. Para programar el descanso se escoge la opción: Descansando.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Si el gasto energético seleccionado es: Relacionada con el oficio del trabajador, se puede escoger el gasto energético del oficio, según la intensidad del mismo. 2. Si el gasto energético seleccionado es: Por tipo de actividad, se puede escoger entre: <ul style="list-style-type: none"> – Actividad estática (Tipo y Posición). – Actividad en movimiento (Movimiento, Velocidad y Carga). – Actividad Especifica (Se selecciona la actividad correspondiente). 3. Si el gasto energético seleccionado es: Por similitud con el oficio de otro trabajador, se pueden tomar los datos de un trabajador creado previamente, filtrándolo por nombre o por ocupación. 4. Si el gasto energético seleccionado es: Por similitud con otro oficio, se puede escoger el gasto energético de otro oficio. 5. Si el gasto energético seleccionado es: Valor específico, se puede definir el gasto en w/m^2, ya calculado previamente. 	
Observaciones: La actividad debe ser creada en la base de datos. Una vez adicionada la	

actividad se debe recalculer el Límite de Gasto Energético.

Prototipo de interfaz:

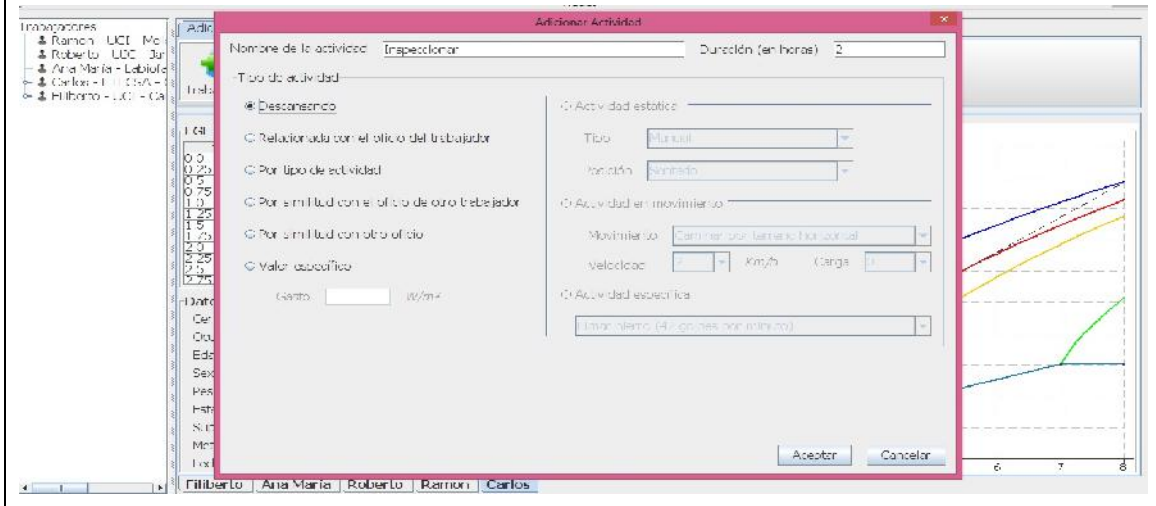


Tabla 6. HU “Adicionar actividad”.

Historia de Usuario	
Número: 6	Nombre Historia de Usuario: Modificar actividad.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Media	Riesgo en Desarrollo: Bajo
Puntos Estimados: 1 semana	Iteración Asignada: 2
<p>Descripción: Se escoge el trabajador y la actividad a modificar. Para modificar una actividad se puede hacer de dos formas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En el gráfico representado en el panel derecho, se escoge la actividad a modificar que aparece representada con una recta de color azul y se selecciona la opción Modificar, se cambian los datos y se confirma la modificación dando clic en el botón aceptar. 2. En la barra de íconos en la parte superior se selecciona la opción Modificar y luego la opción Actividad. Se escoge la actividad a modificar y se confirma la modificación dando clic en el botón aceptar. 	
<p>Observaciones: La actividad debe estar creada en la base de datos. Una vez modificada la actividad se debe recalculer el LGE(A) del resto de las actividades.</p>	
Prototipo de interfaz:	

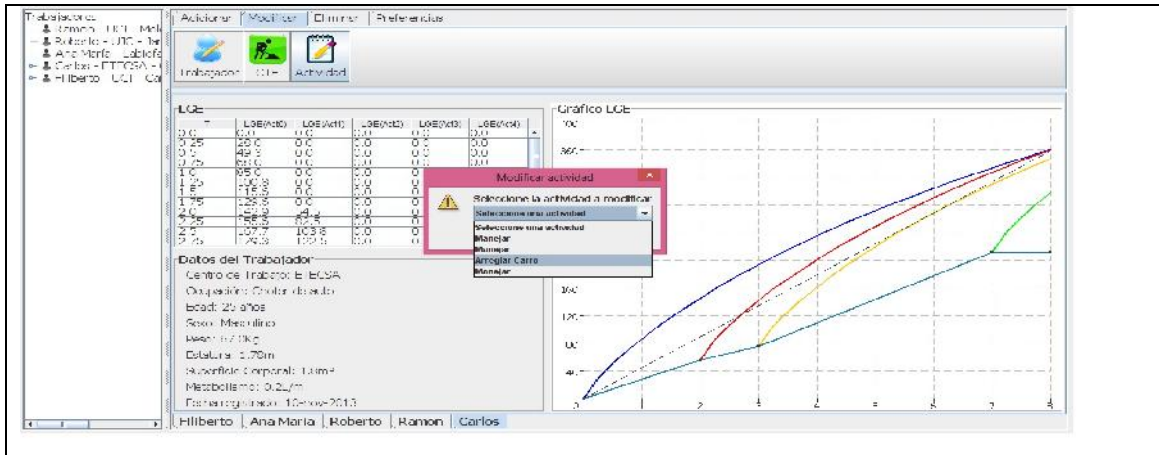


Tabla 7. HU “Modificar actividad”.

Historia de Usuario	
Número:7	Nombre Historia de Usuario: Eliminar actividad.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Baja	Riesgo en Desarrollo: Bajo
Puntos Estimados: 1 semana	Iteración Asignada: 3
<p>Descripción: Se escoge el trabajador y la actividad a eliminar. Para eliminar una actividad se puede hacer de dos formas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. En el gráfico representado en el panel derecho se escoge la actividad a eliminar, representada con una recta de color azul y se selecciona la opción Eliminar, luego se confirma la eliminación dando clic en el botón aceptar. 2. En la barra de íconos en la parte superior se selecciona la opción Eliminar y luego la opción Actividad. Se escoge la actividad a eliminar y se confirma la eliminación dando clic en el botón aceptar. 	
<p>Observaciones: La actividad debe estar creada en la base de datos. Una vez eliminada la actividad se debe recalcular el LGE(A) del resto de las actividades.</p>	
<p>Prototipo de interfaz:</p>	

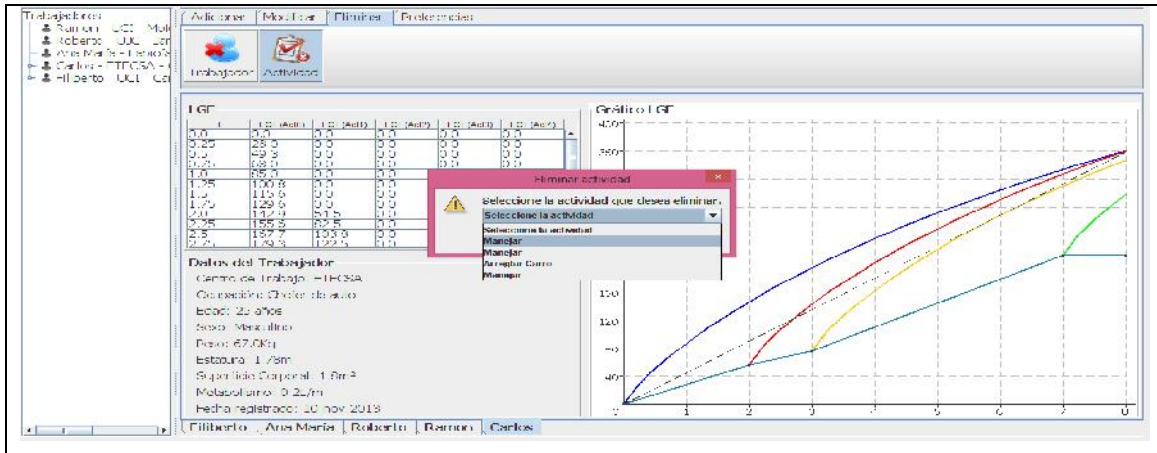


Tabla 8. HU “Eliminar actividad”.

Historia de Usuario	
Número:8	Nombre Historia de Usuario: Mostrar actividad.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Media	Riesgo en Desarrollo: Bajo
Puntos Estimados: 1 semana	Iteración Asignada: 2
Descripción: Se muestra la actividad de un trabajador y sus correspondientes datos. Se selecciona el trabajador y la actividad a mostrar.	
Observaciones: La actividad debe estar creada en la base de datos.	
Prototipo de interfaz:	

Tabla 9. HU “Mostrar actividad”.

Historia de Usuario	
Número:9	Nombre Historia de Usuario: Modificar CTF.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Baja	Riesgo en Desarrollo: Bajo

Capítulo 2: Diseño de la solución

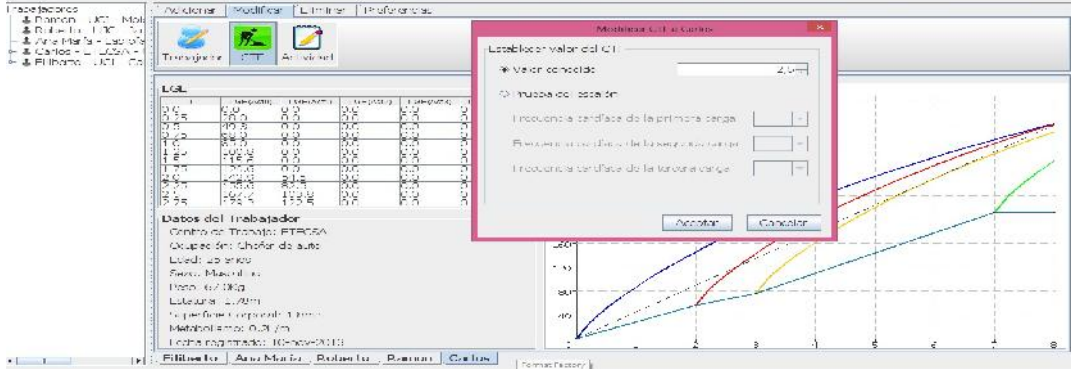
Puntos Estimados: 1 semana	Iteración Asignada: 3
Descripción: Se modifica el CTF de un trabajador. Se selecciona el trabajador y se le modifica el valor del CTF. Para modificar el CTF puede ser mediante la prueba del escalón o estableciendo un valor conocido previamente. Se brinda la opción de modificar el CTF cuando se crea un trabajador.	
Observaciones: Se guardan los datos del trabajador en la base de datos y se recalculan los límites de gasto energético.	
Prototipo de interfaz:	
	

Tabla 10. HU “Modificar CTF”.

Historia de Usuario	
Número: 10	Nombre Historia de Usuario: Mostrar gráfico del LGE.
Usuario: Olivia Rodríguez Abril	
Prioridad en Negocio : Alta	Riesgo en Desarrollo: Medio
Puntos Estimados: 2 semanas	Iteración Asignada: 1
Descripción: Se grafican las actividades del trabajador, así como la correspondiente curva de LGE (A), una vez que se hayan entrado los datos del trabajador y de la actividad.	
Observaciones: La datos de las actividades y del trabajador deben ser cargados de la base de datos.	
Prototipo de interfaz:	

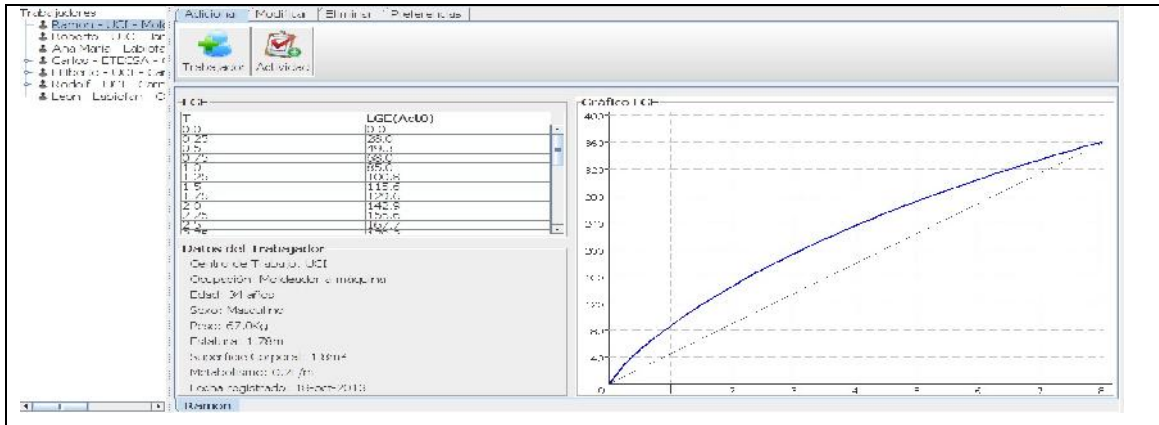


Tabla 11. HU “Mostrar gráfico del LGE”.

2.4.2 Estimación de esfuerzo por historias de usuario

Al estimar el esfuerzo que se necesita para realizar las historias de usuario, se mide la velocidad con que se desarrollará el software y el progreso existente en la implementación del mismo. A continuación se muestra la estimación del esfuerzo requerido para cada HU:

Historia de Usuario	Puntos de Estimación(Semanas)
Adicionar trabajador.	2
Modificar datos del trabajador.	1
Eliminar trabajador.	1
Mostrar datos del trabajador.	1
Adicionar actividad.	2
Modificar actividad.	1
Eliminar actividad.	1
Mostrar actividad.	1
Mostrar gráfico del LGE.	2
Modificar CTF.	1

Tabla 12. “Estimación de esfuerzos por HU”.

2.4.3 Plan de iteraciones

Después de identificar y detallar las historias de usuario, se procede a la elaboración del plan de iteraciones, donde se definen las historias de usuario que serán implementadas en cada iteración. Se definen tres iteraciones.

Capítulo 2: Diseño de la solución

Iteración 1: realiza las historias de usuario de mayor importancia para el cliente, obteniendo la primera versión funcional de la aplicación, que sirve para captar nuevos requerimientos y para realizar las pruebas pertinentes.

Iteración 2: se implementan las historias de usuario con prioridad media en el negocio y se corrigen los errores y no conformidades de la anterior iteración. Igualmente, se prueba cada funcionalidad implementada.

Iteración 3: se desarrollan las historias de usuarios restantes y se prueba el software en su totalidad.

2.4.4 Plan de duración de las iteraciones

Muestra el orden en que serán implementadas las historias de usuario en cada una de las iteraciones y la estimación del tiempo al realizar cada iteración.

Iteración	Historias de Usuario	Duración total (semanas)
1	-Adicionar trabajador	6
	-Adicionar actividad	
	-Mostrar gráfico del LGE	
2	-Mostrar datos del trabajador	3
	-Modificar actividad	
	-Mostrar actividad	
3	-Modificar datos del trabajador.	4
	-Eliminar trabajador.	
	-Eliminar actividad.	
	-Modificar CTF.	

Tabla 13. "Plan de duración de las iteraciones".

2.4.5 Plan de entregas

El plan de entregas define las historias de usuario que conformarán una entrega.

Historia de Usuario	1ra Iteración	2da Iteración	3ra Iteración
	Mayo- 2da semana	Junio- 1ra semana	Junio- 4ta semana
-Adicionar trabajador.	V1.0		
-Adicionar actividad.	V1.1		
-Mostrar gráfico del LGE.	V1.2		
-Mostrar datos del trabajador.		V1.3	
-Modificar actividad.		V1.4	
-Mostrar actividad.		V1.5	

Capítulo 2: Diseño de la solución

- Modificar datos del trabajador.			V1.6
- Eliminar trabajador.			V1.7
- Eliminar actividad.			V1.8
- Modificar CTF.			V1.9

Tabla 14. "Plan de entregas".

2.5 Fase de diseño

Se realiza el diseño del sistema informático mediante las tarjetas CRC (Contenido, Responsabilidad, Colaboración).

2.5.1 Tarjetas CRC

Son fichas en la que se escriben las responsabilidades (atributos y funcionalidades) de la clase y los objetos (clases que involucra) con los que colabora para llevar a cabo esas responsabilidades.

Tarjeta CRC	
Clase: Trabajador	
Responsabilidad Colaboración	
<ul style="list-style-type: none"> - CTF. - Nombre. - Centro de trabajo. - Ocupación. - Edad. - Sexo. - Peso. - Estatura. - Metabolismo. - Fecha registro. - Fecha evaluado. - Actividades. - Adicionar actividad. - Eliminar actividad. - Modificar actividad. 	<p>Actividad</p>

Tabla 15. "Tarjeta CRC Trabajador".

Tarjeta CRC
Clase: Actividad
Responsabilidad Colaboración

Capítulo 2: Diseño de la solución

<ul style="list-style-type: none"> - Trabajador. - Duración. - Inicio. - Gasto. - Calcular actividad. 	Trabajador
--	------------

Tabla 16. "Tarjeta CRC Actividad".

Tarjeta CRC	
Clase: Actividad0	
Responsabilidad Colaboración	
<ul style="list-style-type: none"> - GEP. - Calcular GEP. 	Actividad

Tabla 17. "Tarjeta CRC Actividad0".

Tarjeta CRC	
Clase: ActividadN	
Responsabilidad Colaboración	
<ul style="list-style-type: none"> - Actividad anterior - Calcular LGE 	Actividad

Tabla 18. "Tarjeta CRC ActividadN".

2.6 Fase de implementación

Se realizan las tareas de ingeniería necesarias para materializar cada HU y se chequea el plan de iteraciones.

Iteración 1

No. de HU	Historias de Usuario.	Tiempo de Implementación (semanas)	
		Estimación	Real
1	- Adicionar trabajador.	2	2
2	- Adicionar actividad.	2	2
3	- Mostrar gráfico del LGE.	2	2

Tabla 19. "Tiempo de implementación por HU de la iteración1".

Historias de Usuario	Tareas por HU
1. Adicionar trabajador.	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar interfaces para adicionar un trabajador. - Salvar los datos del trabajador en la base de datos.
2. Adicionar actividad.	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar interfaces para adicionar una actividad.

Capítulo 2: Diseño de la solución

	- Salvar los datos de la actividad en la base de datos.
3. Mostrar gráfico del LGE.	- Calcular el LGE correspondiente a cada actividad. - Actualizar el gráfico del LGE.

Tabla 20. "Tareas por HU en la iteración1".

No. de tarea: 1	No. de HU: 1
Nombre de la tarea: Mostrar interfaces para adicionar un trabajador.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 1.5
Fecha inicio: 01/04/2013	Fecha fin: 10/04/2013
Descripción: Se deben mostrar las interfaces correspondientes a la acción de adicionar trabajador, brindando la posibilidad de llenar los datos del trabajador a partir de los datos de otro trabajador o sin ningún precedente.	

Tabla 21. "Tarea 1 de la HU1".

No. de tarea: 2	No. de HU: 1
Nombre de la tarea: Salvar los datos del trabajador en la base de datos.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.5
Fecha inicio: 11/04/2013	Fecha fin: 14/04/2013
Descripción: Se deben guardar los datos del trabajador en la base de datos para su posterior uso.	

Tabla 22. "Tarea 2 de la HU1".

No. de tarea: 1	No. de HU: 5
Nombre de la tarea: Mostrar interfaces para adicionar una actividad.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 1.5
Fecha inicio: 15/04/2013	Fecha fin: 24/04/2013
Descripción: Se deben mostrar las interfaces correspondientes a la acción de adicionar una actividad, brindando la posibilidad de llenar los datos de la actividad, así como las diferentes vías de crearla.	

Tabla 23. "Tarea 1 de la HU5".

No. de tarea: 2	No. de HU: 5
Nombre de la tarea: Salvar los datos de la actividad en la base de datos.	

Capítulo 2: Diseño de la solución

Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.5
Fecha inicio: 25/04/2013	Fecha fin: 28/04/2013
Descripción: Se deben guardar los datos de la actividad en la base de datos.	

Tabla 24. "Tarea 2 de la HU5".

No. de tarea: 1		No. de HU: 9	
Nombre de la tarea: Calcular el LGE correspondiente a cada actividad.			
Tipo de tarea: Desarrollo.		Puntos estimados: 1.5	
Fecha inicio: 29/04/2013		Fecha fin: 08/05/2013	
Descripción: Se debe calcular el Límite de Gasto Energético para cada actividad, para luego ser usados en el gráfico.			

Tabla 25. "Tarea 1 de la HU9".

No. de tarea: 2		No. de HU: 9	
Nombre de la tarea: Actualizar el gráfico del LGE.			
Tipo de tarea: Desarrollo.		Puntos estimados: 0.5	
Fecha inicio: 09/05/2013		Fecha fin: 12/05/2013	
Descripción: Se debe dibujar el gráfico del LGE, basándose en los cálculos del gasto energético de cada actividad.			

Tabla 26. "Tarea 2 de la HU9".

Iteración 2

No. de HU	Historias de Usuario	Tiempo de Implementación (semanas)	
		Estimación	Real
1	Mostrar datos del trabajador	1	1
2	Modificar actividad	1	1
3	Mostrar actividad	1	1

Tabla 27. "Tiempo de implementación por HU de la iteración2".

Historias de Usuario	Tareas por HU
1. Mostrar datos del trabajador	<ul style="list-style-type: none"> - Obtener datos del trabajador de la base de datos. - Mostrar las interfaces para mostrar un trabajador.
2. Modificar actividad	<ul style="list-style-type: none"> - Mostrar las interfaces para modificar una actividad. - Guardar los datos de la actividad en la base de datos.

Capítulo 2: Diseño de la solución

3. Mostrar actividad	<ul style="list-style-type: none"> - Obtener datos de la actividad de la base de datos. - Mostrar los datos de la actividad.
----------------------	--

Tabla 28. "Tareas por HU en la iteración2".

No. de tarea: 1	No. de HU: 4
Nombre de la tarea: Obtener datos del trabajador de la base de datos.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.4
Fecha inicio: 13/05/2013	Fecha fin: 15/05/2013
Descripción: Se deben obtener los datos del trabajador seleccionado de la base de datos.	

Tabla 29. "Tarea 1 de la HU4".

No. de tarea: 2	No. de HU: 4
Nombre de la tarea: Mostrar las interfaces para mostrar un trabajador.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.6
Fecha inicio: 16/05/2013	Fecha fin: 19/05/2013
Descripción: Se deben mostrar las interfaces correspondientes a la acción de mostrar datos del trabajador.	

Tabla 30. "Tarea 2 de la HU4".

No. de tarea: 1	No. de HU: 6
Nombre de la tarea: Mostrar las interfaces para modificar una actividad.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.6
Fecha inicio: 20/05/2013	Fecha fin: 23/05/2013
Descripción: Se deben mostrar las interfaces correspondientes a la acción de modificar una actividad, brindando la posibilidad de llenar los datos de la misma.	

Tabla 31. "Tarea 1 de la HU6".

No. de tarea: 2	No. de HU: 6
Nombre de la tarea: Guardar los datos de la actividad en la base de datos.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.4
Fecha inicio: 24/05/2013	Fecha fin: 26/05/2013
Descripción: Se deben guardar los datos de la actividad modificada en la base de datos y actualizar el gráfico del LGE.	

Tabla 32. "Tarea 2 de la HU6".

Capítulo 2: Diseño de la solución

No. de tarea: 1		No. de HU: 8	
Nombre de la tarea: Obtener datos de la actividad de la base de datos.			
Tipo de tarea: Desarrollo.		Puntos estimados: 0.4	
Fecha inicio: 27/05/2013		Fecha fin: 29/05/2013	
Descripción: Se deben obtener los datos de la actividad seleccionada en la base de datos para ser mostrados.			

Tabla 33. "Tarea 1 de la HU8".

No. de tarea: 2		No. de HU: 8	
Nombre de la tarea: Mostrar los datos de la actividad.			
Tipo de tarea: Desarrollo.		Puntos estimados: 0.6	
Fecha inicio: 30/05/2013		Fecha fin: 02/06/2013	
Descripción: Se deben mostrar las interfaces correspondientes a la acción de mostrar una actividad.			

Tabla 34. "Tarea 2 de la HU8".

Iteración 3

No. de HU	Historias de Usuario	Tiempo de Implementación (semanas)	
		Estimación	Real
1	– Modificar datos del trabajador	1	1
2	– Eliminar trabajador	1	1
3	– Eliminar actividad	1	1
4	– Modificar CTF	1	1

Tabla 35. "Tiempo de implementación por HU de la iteración3".

Historias de Usuario	Tareas por HU
1. Modificar datos del trabajador	– Presentar vista de modificar trabajador. – Modificar el trabajador en la base de datos.
2. Eliminar trabajador	– Eliminar el trabajador en la base de datos.
3. Eliminar actividad	– Eliminar la actividad del trabajador en la base de datos. – Actualizar el resto de las actividades del trabajador.
4. Modificar CTF	– Presentar vista de modificación de CTF. – Actualizar actividades del trabajador.

Tabla 36. "Tareas por HU en la iteración3".

Capítulo 2: Diseño de la solución

No. de tarea: 1	No. de HU: 2
Nombre de la tarea: Presentar vista de modificar trabajador	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.6
Fecha inicio: 03/06/2013	Fecha fin: 06/06/2013
Descripción: Se deben mostrar las interfaces correspondientes a la acción de modificar un trabajador, brindando la posibilidad de llenar los datos del mismo.	

Tabla 37. "Tarea 1 de la HU2".

No. de tarea: 2	No. de HU: 2
Nombre de la tarea: Modificar el trabajador en la base de datos.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.4
Fecha inicio: 07/06/2013	Fecha fin: 09/06/2013
Descripción: Se deben guardar los datos modificados del trabajador en la base de datos, actualizando luego el gráfico del LGE de sus actividades.	

Tabla 38. "Tarea 2 de la HU2".

No. de tarea: 1	No. de HU: 3
Nombre de la tarea: Eliminar el trabajador en la base de datos.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 1
Fecha inicio: 10/06/2013	Fecha fin: 16/06/2013
Descripción: Se debe eliminar el trabajador de la base de datos, actualizando luego la lista de trabajadores.	

Tabla 39. "Tarea 1 de la HU3".

No. de tarea: 1	No. de HU: 7
Nombre de la tarea: Eliminar la actividad del trabajador en la base de datos.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.5
Fecha inicio: 17/06/2013	Fecha fin: 20/06/2013
Descripción: Se debe eliminar la actividad de la base de datos.	

Tabla 40. "Tarea 1 de la HU7".

No. de tarea: 2	No. de HU: 7

Capítulo 2: Diseño de la solución

Nombre de la tarea: Actualizar el resto de las actividades del trabajador.	
Tipo de tarea: Desarrollo.	Puntos estimados: 0.5
Fecha inicio: 21/06/2013	Fecha fin: 23/06/2013
Descripción: Se deben actualizar el resto de las actividades del trabajador y el gráfico del LGE de dichas actividades.	

Tabla 41. "Tarea 2 de la HU7".

No. de tarea: 1		No. de HU: 10	
Nombre de la tarea: Presentar vista de modificación de CTF.			
Tipo de tarea: Desarrollo.		Puntos estimados: 0.5	
Fecha inicio: 24/06/2013		Fecha fin: 27/06/2013	
Descripción: Se deben mostrar las interfaces correspondientes a la acción de modificar el CTF, brindando la posibilidad de calcularlo por la prueba del escalón o insertar un valor ya calculado previamente.			

Tabla 42. "Tarea 1 de la HU10".

No. de tarea: 2		No. de HU: 10	
Nombre de la tarea: Actualizar actividades del trabajador.			
Tipo de tarea: Desarrollo.		Puntos estimados: 0.5	
Fecha inicio: 28/06/2013		Fecha fin: 30/06/2013	
Descripción: Se debe recalcular el LGE de las actividades del trabajador, así como modificar los datos del trabajador en la base de datos.			

Tabla 43. "Tarea 2 de la HU10".

2.7 Conclusiones parciales

1. Se hizo un estudio de los diversos pasos a seguir para establecer un régimen de trabajo y descanso, lo cual sirvió para diseñar una herramienta que ayudara a la comprensión del método y facilitara la toma de decisiones.
2. Se desarrolló la herramienta informática siguiendo la metodología XP obteniendo los artefactos en cada fase establecida, lo que ayuda a poseer una documentación de la aplicación.

Capítulo 3: Comprobación

3.1 Introducción

Se realizan las pruebas de aceptación para validar el correcto funcionamiento del sistema informático. Se propone cómo evaluar la confiabilidad, validez y usabilidad.

3.2 Fase de pruebas

XP propone la realización de las pruebas de aceptación, utilizadas para probar que la aplicación contiene las funcionalidades deseadas por el cliente.

3.2.1 Pruebas de aceptación

Son pruebas de caja negra que se crean a partir de las historias de usuario y significan el grado de satisfacción del cliente con el producto desarrollado. Se realizará un caso de prueba por cada HU.

Caso de prueba de aceptación	
Código: H1_P1	HU: 1
Nombre: Adicionar trabajador.	
Descripción: Se adiciona un trabajador que no existe previamente, se llenan los datos del trabajador, a partir de los datos de otro trabajador ya existente o sin tener en cuenta ningún precedente. Para adicionar un trabajador son necesarios los siguientes datos: nombre, sexo, ocupación laboral, centro de trabajo, edad, estatura, peso, metabolismo y CTF.	
Condiciones de Ejecución: 1. Se selecciona la pestaña "Adicionar". 2. Se selecciona el botón "Trabajador".	
Entrada/Pasos de Ejecución: 1. Se selecciona "Sí" se desea crear el trabajador a partir de los datos de otro. – Si se presiona "Sí" se muestra el diálogo de Búsqueda de Trabajador. – Se selecciona el trabajador. – Se presiona el botón "Aceptar". 2. Se muestra el cuadro para "Adicionar Trabajador". 3. Se llenan los datos. 4. Se presiona el botón "Aceptar".	
Resultado Esperado: Se crea el trabajador basándose en los datos entrados.	
Resultado Obtenido: Se creó el trabajador.	
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.	

Tabla 44. "Prueba de aceptación Adicionar trabajador".

Capítulo 3: Comprobación

Caso de prueba de aceptación	
Código: H2_P2	HU: 2
Nombre: Modificar datos del trabajador.	
Descripción: Se modifican los datos de un trabajador ya existente. Se escoge el trabajador al que se le modificarán los datos y posteriormente se actualizan los datos.	
Condiciones de Ejecución:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se selecciona el trabajador a modificar. 2. Se selecciona la pestaña "Modificar". 3. Se selecciona el botón "Trabajador". 	
Entrada/Pasos de Ejecución:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se muestra el diálogo para modificar trabajador. 2. Se modifican los datos del trabajador. 3. Se presiona el botón "Aceptar". 	
Resultado Esperado: Se modifican los datos del trabajador.	
Resultado Obtenido: Se modificaron correctamente los datos del trabajador.	
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.	

Tabla 45. "Prueba de aceptación Modificar datos del trabajador".

Caso de prueba de aceptación	
Código: H3_P3	HU: 3
Nombre: Eliminar trabajador.	
Descripción: Se elimina un trabajador. Se escoge el trabajador a eliminar y se confirma la eliminación.	
Condiciones de Ejecución:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se selecciona el trabajador a eliminar. 2. Se selecciona la pestaña "Eliminar". 3. Se selecciona el botón "Aceptar". 	
Entrada/Pasos de Ejecución:	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se confirma la eliminación del trabajador. 	
Resultado Esperado: Se elimina correctamente el trabajador.	
Resultado Obtenido: Se eliminó correctamente el trabajador.	
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.	

Tabla 46. "Prueba de aceptación Eliminar trabajador".

Caso de prueba de aceptación

Capítulo 3: Comprobación

Código: H4_P4	HU: 4
Nombre: Mostrar datos del trabajador.	
Descripción: Se muestran los datos de trabajador y sus actividades. Se escoge el trabajador, se muestran los datos y las actividades correspondientes al trabajador.	
Condiciones de Ejecución: 1. Se selecciona el trabajador deseado en el panel de la parte izquierda.	
Entrada/Pasos de Ejecución: 1. Se abre una pestaña con los datos del trabajador.	
Resultado Esperado: Se muestran los datos del trabajador en la parte inferior izquierda de la pestaña.	
Resultado Obtenido: Se mostraron los datos del trabajador.	
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.	

Tabla 47. “Prueba de aceptación Mostrar datos del trabajador”.

Caso de prueba de aceptación	
Código: H5_P5	HU: 5
Nombre: Adicionar actividad.	
Descripción: Se adiciona una actividad al trabajador. Para adicionar una actividad son necesarios los siguientes datos: duración de la actividad y los valores de metabolismo según el oficio, tipo de trabajo, similitud con otro oficio u otro trabajador, o si está descansando.	
Condiciones de Ejecución: 1. Se selecciona el trabajador. 2. Se selecciona la pestaña “Adicionar”. 3. Se selecciona el botón “Actividad”.	
Entrada/Pasos de Ejecución: 1. Se muestra el diálogo de adicionar trabajador. 2. Se llenan los datos de la actividad. 3. Se presiona el botón “Aceptar”.	
Resultado Esperado: Se crea la actividad y se actualiza el gráfico del LGE.	
Resultado Obtenido: Se creó la actividad y se actualizó el gráfico del LGE.	
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.	

Tabla 48. “Prueba de aceptación Adicionar actividad”.

Caso de prueba de aceptación	
Código: H6_P6	HU: 6

Capítulo 3: Comprobación

Nombre: Modificar actividad.
Descripción: Se modifica la actividad de un trabajador. Se selecciona el trabajador y la actividad a modificar.
Condiciones de Ejecución: 1. Se selecciona el trabajador. 2. Se pasa el puntero por encima de la actividad deseada. 3. Se pulsa el botón "Modificar actividad".
Entrada/Pasos de Ejecución: 1. Se muestra el diálogo para modificar actividad. 2. Se entran los datos de la actividad. 3. Se pulsa en el botón "Aceptar".
Resultado Esperado: Se modifican los datos de la actividad y se actualiza el gráfico del LGE.
Resultado Obtenido: Se modificaron los datos de la actividad y se actualizó el gráfico del LGE.
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.

Tabla 49. "Prueba de aceptación Modificar actividad".

Caso de prueba de aceptación	
Código: H7_P7	HU: 7
Nombre: Eliminar actividad.	
Descripción: Se elimina una actividad del trabajador. Se selecciona el trabajador y la actividad a eliminar.	
Condiciones de Ejecución: 1. Se selecciona el trabajador. 2. Se pasa el puntero por encima de la actividad deseada. 3. Se pulsa el botón "Eliminar actividad".	
Entrada/Pasos de Ejecución: 1. Se confirma la eliminación de la actividad.	
Resultado Esperado: Se elimina la actividad y se actualiza el gráfico del LGE de la actividad.	
Resultado Obtenido: Se eliminó la actividad y se actualizó el gráfico del LGE de la actividad.	
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.	

Tabla 50. "Prueba de aceptación Eliminar actividad".

Caso de prueba de aceptación	
Código: H8_P8	HU: 8
Nombre: Mostrar actividad.	

Capítulo 3: Comprobación

Descripción: Se muestra la actividad de un trabajador y sus correspondientes datos. Se selecciona el trabajador y la actividad a mostrar.
Condiciones de Ejecución: 1. Se selecciona el trabajador. 2. Se pasa el puntero por encima de la actividad deseada.
Entrada/Pasos de Ejecución: 1. Se muestra un panel emergente con los datos de la actividad.
Resultado Esperado: Se muestran los datos de la actividad seleccionada.
Resultado Obtenido: Se mostraron los datos de la actividad seleccionada.
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.

Tabla 51. “Prueba de aceptación Mostrar actividad”.

Caso de prueba de aceptación	
Código: H9_P9	HU: 9
Nombre: Modificar CTF.	
Descripción: Se modifica el CTF de un trabajador. Se selecciona el trabajador y se le modifica el valor del CTF. Para modificar el CTF puede ser mediante la prueba del escalón o estableciendo un valor conocido previamente. Se brinda la opción de modificar el CTF cuando se crea un trabajador.	
Condiciones de Ejecución: 1. Se selecciona el trabajador deseado. 2. Se selecciona la pestaña “Modificar”. 3. Se selecciona el botón “CTF”.	
Entrada/Pasos de Ejecución: 1. Se muestra el diálogo para modificar CTF. 2. Se entran los datos. 3. Se pulsa en el botón “Aceptar”.	
Resultado Esperado: Se modifica el CTF del trabajador y se actualiza el gráfico del LGE.	
Resultado Obtenido: Se modificó el CTF del trabajador y se actualizó el gráfico del LGE.	
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.	

Tabla 52. “Prueba de aceptación Modificar CTF”.

Caso de prueba de aceptación	
Código: H10_P10	HU: 10
Nombre: Mostrar gráfico del LGE.	

Capítulo 3: Comprobación

Descripción: Se grafican las actividades del trabajador, así como la correspondiente curva del LGE, una vez que se hayan entrado los datos del trabajador y de la actividad.
Condiciones de Ejecución: 1. Se selecciona un trabajador que aparece en el panel izquierdo.
Entrada/Pasos de Ejecución: 1. Se abre una pestaña que muestra el gráfico del LGE del trabajador.
Resultado Esperado: Se muestra el gráfico del LGE.
Resultado Obtenido: Se mostró el gráfico del LGE.
Evaluación de la Prueba: Satisfactoria.

Tabla 53. "Prueba de aceptación Mostrar gráfico del LGE".

3.3 Pruebas de confiabilidad, validez y usabilidad.

3.3.1 Pruebas de confiabilidad

A continuación se enumeran las principales fuentes de imprecisión que se pudieran cometer con el uso del método.

1. Medición del ritmo cardiaco: El valor del error depende del método utilizado. El empleo de un pulsómetro hace mínimo el error. Si se emplea un cronómetro y la palpación, el error es mayor.
2. Velocidad al subir y bajar los escalones en la prueba del escalón para calcular CTF: Se debe tener un metrónomo que indique al trabajador la frecuencia de los pasos en el escalón.
3. Semejanza con el hombre típico: Al añadir los datos de un trabajador se tienen los datos: estatura, peso, edad y pueden compararse con los datos del hombre típico.
4. Cálculo de la superficie corporal: Internamente se calcula el valor de la superficie corporal, a partir de los datos: peso y estatura, del trabajador.
5. La dieta: El consumo de O₂ al realizar una actividad depende de los alimentos consumidos y se supone una dieta típica.
6. La imprecisión propia de las tablas: Se trabaja con los datos de la norma y se muestran los valores del gasto unitario según el tipo de actividad.

7. Calidad de la identificación de la tabla más apropiada: Se muestran todas las tablas de la norma con el metabolismo correspondiente a cada actividad.
8. Similitud entre la situación calculada en la tabla y la actividad a realizar por el trabajador: Se deberían mostrar videos y fotos para un mejor entendimiento de la tarea.

En cuanto a la confiabilidad intra observador se puede decir que es de gran ayuda que se pueda visualizar la secuencia de trabajo y descanso establecida para un individuo y si se vuelve a planificar la misma secuencia, el evaluador puede consultarla nuevamente.

3.3.2 Pruebas de validez

La validez concurrente se evalúa estableciendo criterios ergonómicos para evaluar los beneficios de planear el trabajo teniendo en cuenta los resultados del sistema informático. Se hacen experimentos pareados, usando el sistema informático y usando el método convencional en circunstancias similares, en un taller considerablemente grande.

La evaluación de la validez de contenido: no se tiene en cuenta, ya que el procedimiento ergonómico está respaldado por los métodos plasmados en la literatura. No es objetivo de la investigación verificar los hallazgos realizados.

La validez de expertos no se evalúa ya que en este campo no se dispone de expertos que hayan utilizado, con frecuencia y en forma operativa, el método para establecer una secuencia de trabajo y descanso debido a la dificultad de los cálculos.

3.3.3 Pruebas de usabilidad

En la figura 4 se muestra la herramienta creada para evaluar la usabilidad, muy similar a la que propuso (Rodríguez, Yordán, 2011) Compuesta por 10 preguntas que evalúan aspectos como: poco tiempo de entrenamiento, fácil aprendizaje, entre otros. Su principal ventaja es la facilidad de obtener las mediciones, ya que no se necesita de entrenamiento ni consume mucho tiempo realizarla a cabalidad.

Capítulo 3: Comprobación

	Total desacuerdo			Total acuerdo	
	1	2	3	4	5
1. El sistema informático es fácil de usar.					
2. Diseñar regímenes de trabajo y descanso con el sistema informático demora mucho tiempo.					
3. El sistema informático permite diseñar diversos regímenes de trabajo y descanso.					
4. Para usar el sistema informático es necesaria la ayuda de personal especializado.					
5. La mayoría de las personas aprenderán a usar el sistema informático rápidamente.					
6. Necesito aprender muchas cosas para usar el sistema informático					
7. Me siento seguro al usar el sistema informático.					
8. Encuentro al sistema informático complicado de usar.					
9. El diseño del sistema informático facilita el uso del método.					
10. Los términos usados en el sistema informático tienden a confundir.					

Figura 4. Herramienta para medir usabilidad.

El evaluador circula la respuesta que considere. A las respuestas de las preguntas impares (1, 3, 5, 7, 9) se le resta el valor 1 y se le resta el valor 5 a las respuestas de las preguntas pares (2, 4, 6, 8, 10).

Se la elaboran además seis preguntas para tener un conocimiento más amplio sobre el criterio de los evaluadores acerca del sistema informático creado.

Preguntas

1. ¿Qué aspectos del sistema informático considera más complicados?
2. ¿Qué aspectos del sistema informático considera menos complicados?
3. ¿Qué términos del sistema informático tienden a confundir?
4. ¿Qué aspectos del sistema informático cambiaría?
5. ¿Qué aspectos considera pudieran ser incorporados al sistema informático?
6. Emita otro criterio que desee.

3.4 Conclusiones parciales

1. Las pruebas de aceptación realizadas arrojaron resultados satisfactorios, contribuyendo a obtener un producto de mayor calidad.
2. Se propone una guía de los aspectos a tener en cuenta en cuanto a la confiabilidad y la validez.
3. Se propone una herramienta para evaluar la usabilidad.

Conclusiones

1. En el análisis realizado de la bibliografía consultada se detecta que el método propuesto por Silvio Viña no se utiliza en la actualidad y las investigaciones no tienen en cuenta el efecto acumulado ni sugieren una secuencia de actividades.
2. La confiabilidad, validez y usabilidad son cualidades necesarias que una herramienta ergonómica debe tener.
3. Se obtiene un sistema multiplataforma y su arquitectura le permite extender el sistema informático en posteriores fases de desarrollo para incorporarle nuevos modelos y funcionalidades.
4. El sistema informático permitirá la aplicación del método para diseñar el régimen de trabajo y descanso y será un apoyo a la toma de decisiones para los que lo utilicen.

Recomendaciones

1. Utilización de la herramienta informática como complemento para la aplicación del método para establecer la secuencia del trabajo y descanso, en la docencia y en el taller.
2. Incluir fotos y videos que ilustren las actividades y sirvan de ejemplo para establecer la secuencia del trabajo y el descanso.
3. Realizar las pruebas propuestas de confiabilidad, validez y usabilidad.
4. Incluir otras funcionalidades a la herramienta informática que permitan mejorar la existente.
5. Seguir perfeccionando la ayuda a la toma de decisiones.

Referencias Bibliográficas

Alonso, A.; Ciscal, W., y otros. *Ergonomía*. La Habana: 2006.

Arana, T.; Valencia, J. C. V., y otros. Determinación de la capacidad y la carga física de trabajo en bailarines de una escuela de baile de la ciudad de Cali. *Ciencia & Salud*, 2013, vol. 1, n° 4, p. 11-16. Disponible en: <http://revistas.usc.edu.co/index.php/CienciaySalud/article/view/250>.

Astrand, P. O. y Rodahl, K. *Textbook of work physiology*. New York: McGraw-Hill 1970. ISBN 07-002405-7.

Canós, J. H.; Letelier, P., y otros. Metodologías Ágiles en el Desarrollo de Software. 2003, n° Disponible en: issid.sic.upv.es/archives/f-1069167248521/actas.pdf.

Christie, C. J.-A. *A field investigation of physical workloads imposed on Harvesters in south african forestry*. Department of Human Kinetics and Ergonomics. Rhodes, 2006.

Christie, C. J.-A. *Physiological and perceptual responses of sandf personnel to varying combinations of marching speed and backpack load*. Department of Human Kinetics and Ergonomics. Rhodes, 2001.

Deitel, H. M. y Deitel, P. J. *Como Programar en Java*. Prentice Hall ed. 2004. ISBN 9702605180.

Dubois, D. y Dubois, E. A formula to estimate surface area if height and weight are known. *Archives of Internal Medicine*, 1916, vol. 17, n° p. 863.

Ermida, O. Responsabilidad social de la empresa: ¿Ética, marketing o Derecho? *Derecho PUCP*, 2010, n° 64,

Grandjean, E. *Fitting the Task of the Man an Ergonomic Approach*. Taylor Frances ed. Londres: 1971.

IEA. Disponible en: <http://www.iea.cc>.

Ismailaa, S. O.; Oriolowob, K. T., y otros. Work capacity assessment of Nigerian bricklayers. *Management Science Letters*, 2012, vol. 2, n° p. 263–272. Disponible en: <http://www.GrowingScience.com/msl>.

ISO 9126. 2005,

ISO 9241-11. 1998,

Iso. *ISO 8996:2004 Ergonomics of the thermal environment* Suiza: 2004,

Konz, S. *Ergonomics Guidelines and Problem Solving*. Anil Mital ÅsaKilbom

Shrawan Kumar ed. Elsevier, 2012. *Work/rest: Part I - Guidelines for the practitioner. Part II - The scientific basis (knowledge base) for the guide.* .

Lehmann, G. *Fisiología práctica del trabajo*. Madrid: Aguilar, 1960.

Referencias Bibliográficas

- Mc.Cormick, E. J. *Human factors in Engineering and Design*. MacGraw-Hill ed. 1976.
- Ministros, C. D. *Anteproyecto de Ley Código de Trabajo*. 2013,
- Mondelo, P. R.; Gregori, E., y otros. *Ergonomía 3 Diseño de puestos de trabajo*. Catalunya: Mutua Universal ed. Barcelona: UPC, 1999. ISBN 84-8301-194-8, 84-8301-317-7.
- Murrel, K. *Human performance in industry*. Nueva York, Estados Unidos: Reinhold Publishing Corporation., 1965.
- MySQL. Disponible en: <http://www.mysql.com/>.
- Nc. *NC 3000*. La Habana: Oficina Nacional de Normalización (NC), 2007,
- NetBeans IDE*. Disponible en: <http://netbeans.org/>.
- Nielsen, J. y Budiu, R. *Mobile Usability*. New Riders Press, 2012. ISBN 0-321-88448-5.
- Oca, A. M. D. Arquitectura de información y usabilidad: nociones básicas para los profesionales de la información. *Acimed*, 2004, vol. 12, nº 6, Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol12_6_04/aci04604.htm. ISSN 1561-2880.
- Ponce, Z. T.; Valdés, D. C., y otros. Diagnóstico del régimen de trabajo y descanso en el grupo de trabajo 'Trofin-Vital' *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 2012, vol. 13, nº 3, p. 30-35. Disponible en: http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol13_3_12/rst05312.htm.
- Pressman, R. *Software engineering. A Practitioner's Approach*. McGraw-Hill ed. Madrid: 2002.
- Rodríguez, O.; Viña, S. J., y otros. TraDes, Solución informática para preservar la salud y el bienestar físico del trabajador. En *Informática 2013. La Habana. 2013*.
- Rodríguez, Y. *ERIN: método práctico para evaluar la exposición a factores de riesgo de desórdenes músculo- esqueléticos*. Facultad de Ingeniería Industrial. Departamento de Ingeniería Industrial. Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría. Cujae, 2011.
- Sampieri, R. H.; Fernández, C., y otros. *Metodología de la investigación*. México DF: 2006.
- Scott, P.; Kogi, K., y otros. *Ergonomics Guidelines for occupational health practice in industrially developing countries*. International Ergonomics Association (IEA)
- International Commission on Occupational Health (ICOH), 2010.
- Somavia, J. La seguridad en cifras. Sugerencias para una cultura general en materia de seguridad en el trabajo. En *Organización Internacional del trabajo. Ginebra. 2003*. p. 1-39.

Referencias Bibliográficas

Takala, E.; Pehkonen, I., y otros. Systematic evaluation of observational methods assessing biomechanical exposures at work. *Scan J Work Environ Health*, 2010, vol. 36, nº 1, p. 3-24.

Velásquez, J. C. y Ortiz, L. Modelo para la evaluación de la carga física mediante la frecuencia cardíaca. En *XIII Congreso latinoamericano de Salud Ocupacional. Buenos Aires. 2013.*

Viña, S. *Manual de prácticas de laboratorio de Ergonomía*. Editado por: Ispaje. La Habana: 1996.

Viña, S. y Gregori, E. *Ergonomía*. La Habana: Pueblo y Educación, 1987.

Viña, S.; Rodríguez, A., y otros. Ecuación del límite del gasto energético. Trabajo con los brazos y las piernas. En *VII Simposio de Ingeniería Industrial y Afines. La Habana: ISPJAE. 2012.*

Wu, H.-C. y Wang, M.-J. J. Relationship between maximum acceptable work time and physical workload. . *Ergonomics*, 2002, vol. 45, nº 4, p. 280-289. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmen/12028725>.