

“VIII Congreso Argentino de Ingeniería Industrial” COINI 2015 –UTN FRC

Aplicación de un Software para diseño ergonómico de puestos de Mantenimiento Industrial

Rodriguez, G. Ezequiel ⁽¹⁾, Abet, Jorge E. ⁽²⁾, Carrizo, Blanca Rosa ⁽³⁾

*Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional Córdoba – Dpto. Ing. Industrial
Córdoba – CP: 5000 – ger_086@live.com.ar*

RESUMEN

El presente trabajo pretende analizar nuevas tecnologías y software disponible en el mercado para el análisis ergonómico de puestos de trabajo, que permitan garantizar que las tareas futuras que se realicen en una Organización se concreten de manera efectiva y segura para los trabajadores.

La Ergonomía es una disciplina tecnológica que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador.

Aquí reside la importancia de realizar un análisis ergonómico en etapas tempranas de diseño, de las instalaciones y su layout.

Cabe aclarar que, este estudio no solo es aplicable en puestos de trabajos industriales u administrativos, sino también en puestos o estaciones para tareas de mantenimiento industrial.

Por ello, la gestión temprana de mantenimiento preventivo de equipos es un concepto muy utilizado en diversas empresas de manufactura; dado que permite gestionar la implementación de nuevos equipos garantizando su correcto funcionamiento a menor costo; es decir optimiza la relación costo/beneficio.

Se analizará un caso de estudio, basado en un método de evaluación ergonómica (biomecánica, rula, LCE, JSI, entre otros) conforme características del trabajo a evaluar, y luego se seleccionará un paquete de software adecuado que optimice el proceso análisis y brinde resultados cuantitativos que fundamenten la toma de decisión.

Se pretende fortalecer el rol de la Ergonomía como una disciplina integral de las condiciones de trabajo que interactúa con otras disciplinas, como la producción, y que perfora el pulso de las empresas en sus aspectos de organización, de sentido social, de compromiso con la salud y con su entorno; destacando la prevención como herramienta de mejora de las condiciones de trabajo y de la productividad empresarial.

Palabras Claves: Ergonomía. Mantenimiento. Diseño de Puestos de Trabajo. Software. Tecnología.

Área: Gestión de Operaciones y Logística

Software Application for the ergonomic design of Industrial Maintenance workplaces

ABSTRACT

The current paper is meant to analyze new technologies and software available on the market for the ergonomic analysis of workplaces, which can guarantee that future tasks done in an Organization are completed effectively and in a secure way for the workers.

Ergonomics is a technological discipline that is in charge of designing workplaces, tools and tasks that coincide with the workers' physiological, anatomical and psychological features and abilities.

Here lies the importance of completing an ergonomic analysis at early stages of the design of facilities and their layout.

It is necessary to clarify that, this study not only is applicable to industrial or administrative workplaces, but also to positions or stations for industrial maintenance tasks.

For this, the early management of preventive maintenance of equipment is a widely used concept in diverse manufacturing companies since it allows to manage the implementation of new equipment guaranteeing its correct functioning at low cost; that is to say, it optimizes the cost / benefit relationship.

A case study will be analyzed based on a method of ergonomic evaluation (biomechanics, RULA, LCE, JSI, among others) regarding the characteristics of the work to evaluate, and then, a suitable software package will be selected that optimizes the process of analysis and provides quantitative results that back up the decision making process.

This paper tries to strengthen the role of Ergonomics as an integral discipline of the work conditions that interacts with other disciplines, such as the production, and that perforates the pulse of companies in their aspects of organization, of the social sense, of commitment with health and the environment; emphasizing the prevention as a tool of improvement of the work conditions and of the managerial productivity.

Keywords: Ergonomics. Maintenance. Design of Workplaces. Software. Technology.

Topic: Management of Operations and Logistics

1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es producto de la investigación sobre nuevas tecnologías y software disponibles en el mercado para el análisis ergonómico de puestos de trabajo; es decir sugerir un software para el análisis ergonómico y poder establecer en etapas de diseño un adecuado puesto de mantenimiento, para garantizar la salud de las personas que realizarán las actividades.

Es decir que, unimos dos disciplinas: Ergonomía y Mantenimiento.

Conceptualizamos "Ergonomía" como:

"Es el conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona". [1]

"Es el conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar". [1]

De ambas definiciones podemos concluir que: la ergonomía es el conjunto de conocimientos multidisciplinar aplicados en el entorno de las personas para optimizar las tareas con el menor impacto en su seguridad personal.

Algunos objetivos del estudio ergonómico son:

- Identificar, analizar y reducir los riesgos laborales.
- Adaptar el puesto de trabajo a las limitaciones físicas de las personas.
- Contribuir a la evolución de los sistemas de trabajo.
- Controlar la introducción de las nuevas tecnologías.
- Establecer prescripciones ergonómicas para la adquisición de nuevas instalaciones.

Podemos también, clasificar la Ergonomía en las siguientes ramas:

- Ergonomía de puestos / ergonomía de sistemas.
- Ergonomía de concepción o ergonomía de corrección.
- Ergonomía geométrica.
- Ergonomía ambiental.
- Ergonomía informática: hardware y software.

En forma análoga, conceptualizamos el "Mantenimiento" como:

"Es el conjunto de acciones necesarias para conservar ó restablecer un sistema en un estado que permita garantizar su funcionamiento a un coste mínimo". [2]

El Mantenimiento Industrial puede ser clasificado en dos grupos o niveles, según su naturaleza y objetivo:

El análisis ergonómico desde el diseño que se plantea en la presente investigación tiene relación directa con el mantenimiento del tipo preventivo.

El objetivo es anticiparse desde el mismo diseño de los puestos de trabajo o a la adquisición de una nueva máquina en el estudio de la ergonomía de las tareas de mantenimiento futuras.

Según estudios de fallas, existen seis (6) patrones de falla en la maquinaria actual. [3]

A continuación, se presentan los gráficos de la probabilidad de falla en función de la edad operacional:

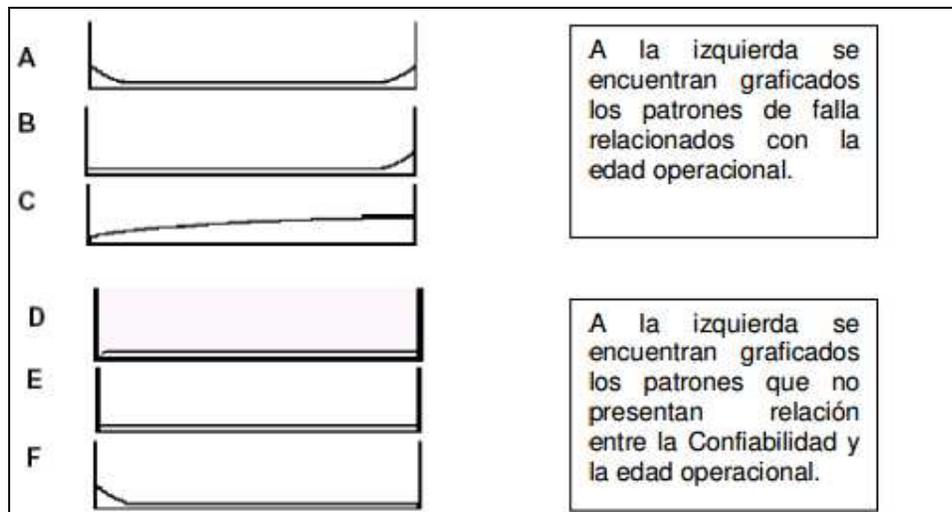


Figura 1: Patrones de Falla

En los casos A, B y C se observa que la probabilidad de falla aumenta con la edad operacional, éste comportamiento es consecuencia del desgaste.

Los patrones D, E, y F no presentan relación alguna entre la confiabilidad y la edad operacional, (más propios de componentes electrónicos y eléctricos).

Tal como se puede apreciar en los gráficos anteriores, en varios patrones de falla, se presenta una zona inicial de alta probabilidad de falla, denominada: "Mortalidad Infantil".

La denominada mortalidad infantil puede ser debida a: Fallas de Calidad; Fallas de Montaje; Errores de Diseño; Errores humanos en la Operación y Errores humanos en el Mantenimiento.

Varios autores coinciden en las siguientes incidencias de las principales causas de la mortalidad infantil:

- Calidad en el Diseño 5%
- Calidad en la Fabricación 10%
- Calidad en la Instalación 20%
- Calidad en la Operación 20%
- Calidad en el Mantenimiento 45%

Como podemos observar, la calidad en las actividades de mantenimiento son críticas para la efectividad de las reparaciones y controles.

Por esto, el correcto diseño ergonómico en los puestos de mantenimiento es clave, ya que una mala postura ó un mal diseño del puesto puede incurrir en un desempeño no efectivo por parte de las personas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Gestión Temprana de Equipos [4]

La gestión temprana de equipos es un concepto utilizado en diversas empresas de manufactura, el cual permite gestionar la implementación de nuevos equipos garantizando su correcto funcionamiento al menor costo.

Es una herramienta que permite analizar la adquisición u fabricación de un nuevo equipamiento desde su etapa de diseño.

2.1.1. Fases de la herramienta

El concepto principal de la gestión temprana de equipos, es el concepto de "carga frontal", el cual establece dividir en fases una implementación y anticiparse a los futuros problemas e inconvenientes que podría presentar el nuevo equipo.

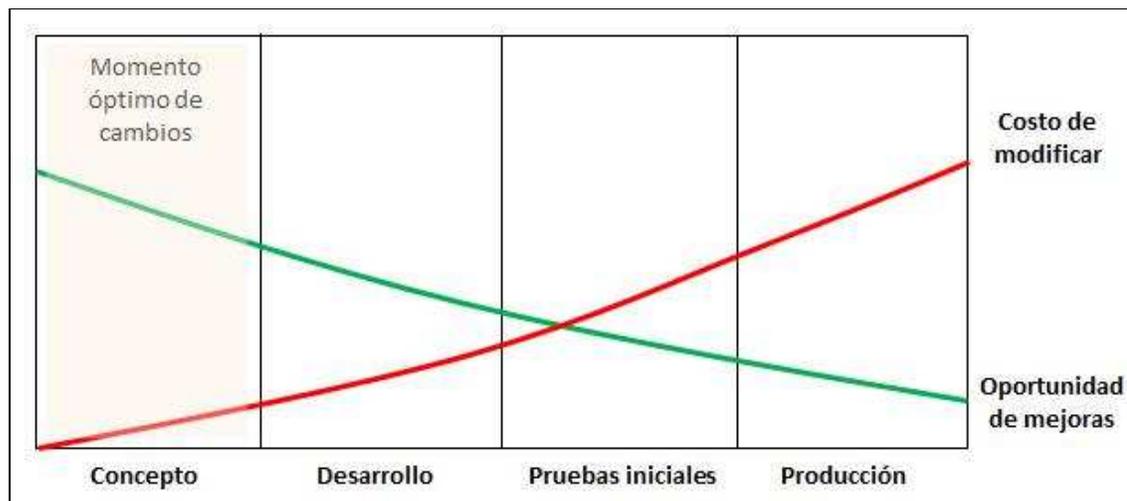


Figura 2. Relación entre costo de modificaciones y oportunidad de mejoras

Del cuadro, podemos concluir en que lo conveniente es realizar cambios o mejoras en las etapas de diseño. Tener en cuenta los aspectos ergonómicos desde el concepto y el diseño, ya sea una herramienta, un equipo ó un puesto de trabajo será más beneficioso y económicamente mejor.

Es común encontrarnos con la necesidad de realizar cambios o mejorar los puestos de mantenimiento cuando ya se ha realizados las fases constructivas.

Esta situación, representa los mayores impactos económicos.

2.1. Métodos de Análisis

En la actualidad existen diversos métodos de evaluación ergonómica, los cuales fueron desarrollados por especialistas según las características del trabajo a evaluar.

Algunos de los métodos más difundidos y su aplicación son:

a. Biomecánica.

Realiza evaluaciones biomecánicas de esfuerzos estáticos a partir de la postura adoptada, la carga y la frecuencia y duración de los esfuerzos. Permite conocer el riesgo de sobrecarga por articulación, la carga máxima recomendable, y la estabilidad de la postura.

b. LCE.

Es una lista de comprobación (Check-List) de principios ergonómicos básicos aplicados a 128 ítems que propone intervenciones ergonómicas sencillas y de bajo coste, permitiendo aplicar mejoras prácticas a condiciones de trabajo ya existentes.

c. JSI.

Evalúa los riesgos relacionados con las extremidades superiores (mano, muñeca, antebrazo y codo). A partir de datos semi-cuantitativos ofrece un resultado numérico que crece con el riesgo asociado a la tarea.

d. Método Rula.

Permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas y actividad estática del sistema músculo-esquelético.

e. NIOSH.

Consiste en una ecuación que permite identificar riesgos relacionados con las tareas en las que se realizan levantamientos manuales de carga, íntimamente relacionadas con las lesiones lumbares, sirviendo de apoyo en la búsqueda de soluciones de diseño del puesto de trabajo para reducir el estrés físico derivado de este tipo de tareas.

f. LEST.

Evalúa las condiciones de trabajo, tanto en su vertiente física, como en la relacionada con la carga mental y los aspectos psicosociales. Es un método de carácter general que contempla de manera global gran cantidad de variables que influyen sobre la calidad ergonómica del puesto de trabajo.

g. OWAS.

Es un método sencillo y útil destinado al análisis ergonómico de la carga postural. Basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea.

h. EPR: Evaluación Postural Rápida.

Le permite valorar, de manera global, la carga postural del trabajador a lo largo de la jornada. El método está pensado como un primer examen de las posturas del trabajador que indique la necesidad de un examen más exhaustivo.

i. G-INSHT.

Es un método para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Permite identificar las tareas o situaciones donde existe riesgo no tolerable, y por tanto deben ser mejoradas o rediseñadas, o bien requieren una valoración más detallada.

j. REBA.

Permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar desórdenes traumáticos acumulativos debido a la carga postural dinámica y estática.

k. FANGER.

Permite estimar la sensación térmica global de los presentes en un ambiente térmico determinado mediante el cálculo del Voto Medio Estimado (PMV) y el Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD).

l. SNOOK Y CIRIELLO.

Las tablas de Snook y Ciriello permiten determinar los pesos máximos aceptables para diferentes acciones como el levantamiento, el descenso, el empuje, el arrastre y el transporte de cargas.

Para determinar cuál método debe ser utilizado para analizar un puesto de trabajo ó mantenimiento, debemos conocer la mayor cantidad de detalles sobre la tarea que se realizará en dicho puesto.

En puestos de mantenimiento, debemos planificar y diseñar no sólo el puesto en sí mismo, sino también el entorno que lo rodea y la disposición de máquinas y herramientas.

Para análisis de puestos de mantenimiento se recomienda utilizar los siguientes métodos de análisis: Biomecánica, Rula, Snook / Ciriello.

2.2. Software Ergonómicos

Para simplificar las evaluaciones existen diversos software basados en los métodos anteriormente mencionados.

Debemos elegir un método de análisis, y luego identificar el software que se adecua a la elección.

A continuación se expone distintos software de uso gratuito disponibles en la web.

2.2.1. Ergolandia 5.0:

Software brasilero de la firma FBF Sistemas. Es un software que permite la descarga gratuita y trabaja bajo los estándares de distintos métodos de evaluación.

El software ofrece un paquete de 20 herramientas para análisis, además la posibilidad de filmar el trabajo y editar el video directamente desde el software para analizar las distintas etapas.

Página: <http://www.fbfsistemas.com/>

Paquete de herramientas:

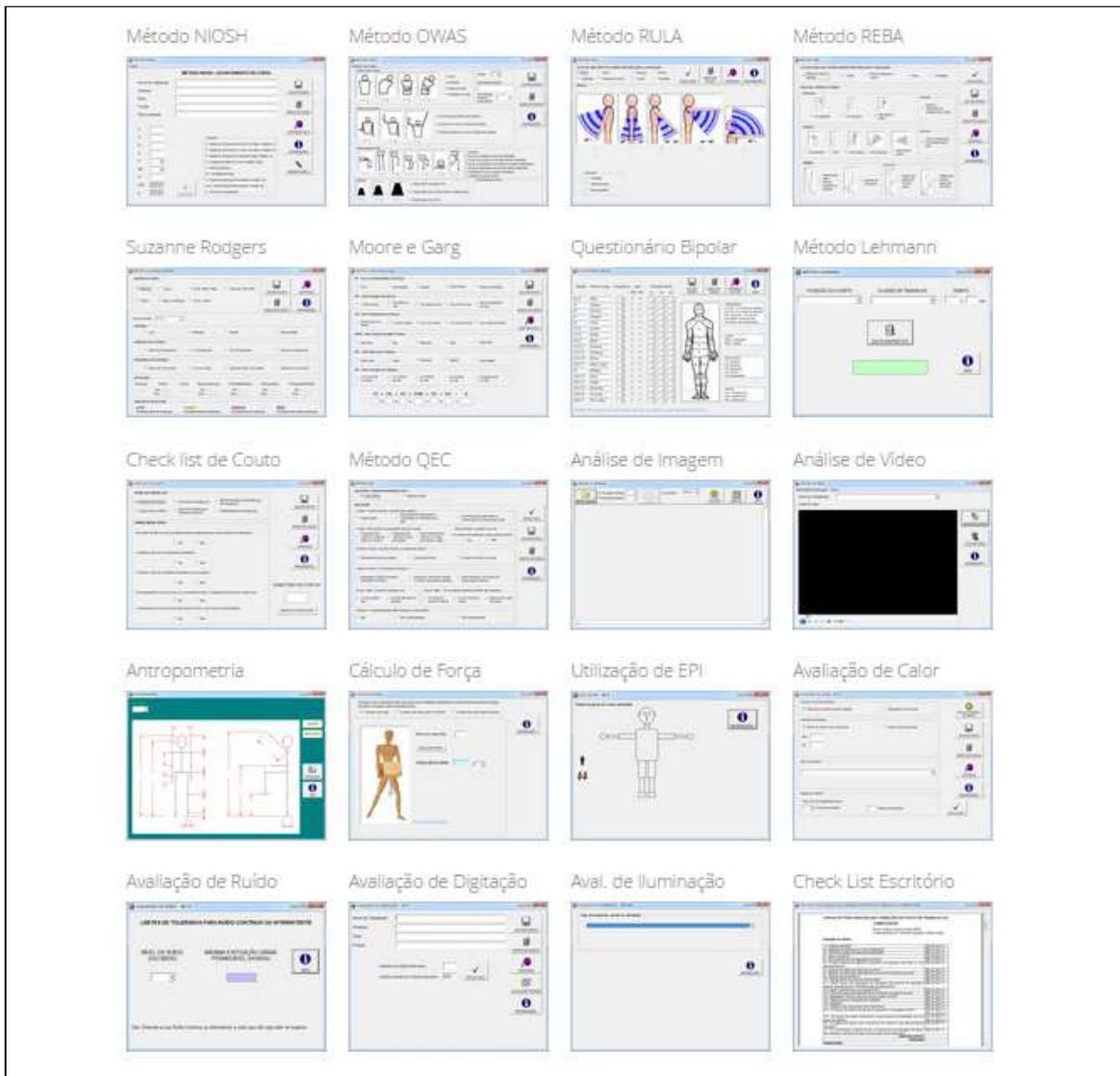


Figura 3. Pacote de ferramentas Ergolandia 5.0

2.2.2. Rula soft.

Este software de origen español ofrece un analisis rápido y sencillo del método Rula, es limitado en este sentido, sólo sirve para analizar esfuerzos en la parte superior del cuerpo. Existe disponible versiones libre para la descarga.

Página: <http://www.insht.es>

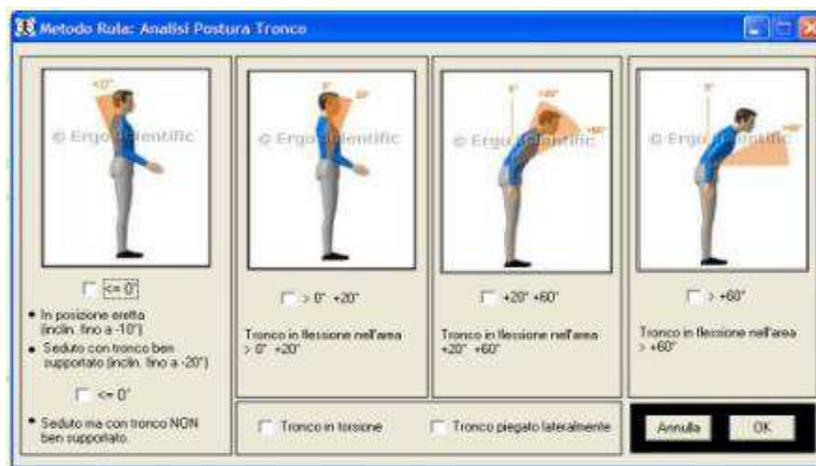


Figura 4. Menú principal Rula soft

2.2.3. Ergonautas.

Es una página especializada en ergonomía. Funciona con el aporte de profesionales en ergonomía. Ofrece mediante una sencilla registración el uso de su plataforma web para realizar análisis ergonómicos mediante el uso de software online.

Es una excelente herramienta para realizar cualquier tipo de análisis, ya que posee un software para cada método.

La principal ventaja es que podemos trabajar y realizar reportes sin necesidad de descargar ningún software, podemos realizar todo desde la web.

Página de acceso: www.ergonautas.upv.es/listado_metodos.htm

Listado de software online para realizar análisis:

	BIOMECÁNICA			BIOMECÁNICA realiza evaluaciones biomecánicas de esfuerzos estáticos coplanares a partir de la postura adoptada, la carga y la frecuencia y duración de los esfuerzos. Permite conocer el riesgo de sobrecarga por articulación, la carga máxima recomendable, y la estabilidad de la postura.
	LCE			LCE es una lista de comprobación (Check-List) de principios ergonómicos básicos aplicados a 128 ítems que propone intervenciones ergonómicas sencillas y de bajo coste, permitiendo aplicar mejoras prácticas a condiciones de trabajo ya existentes.
	JBI			JBI evalúa los riesgos relacionados con las extremidades superiores (mano, muñeca, antebrazo y codo). A partir de datos semi-cuantitativos ofrece un resultado numérico que crece con el riesgo asociado a la tarea.
	RULA			El método Rula permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo: posturas, repetitividad de movimientos, fuerzas aplicadas y actividad estática del sistema músculo-esquelético.
	NIO BH			La ecuación revisada de NIOSH permite identificar riesgos relacionados con las tareas en las que se realizan levantamientos manuales de carga, íntimamente relacionadas con las lesiones lumbares, sirviendo de apoyo en la búsqueda de soluciones de diseño del puesto de trabajo para reducir el estrés físico derivado de este tipo de tareas.
	LEST			El método LEST evalúa las condiciones de trabajo, tanto en su vertiente física, como en la relacionada con la carga mental y los aspectos psicosociales. Es un método de carácter general que contempla de manera global gran cantidad de variables que influyen sobre la calidad ergonómica del puesto de trabajo.
	OWAS			OWAS es un método sencillo y útil destinado al análisis ergonómico de la carga postural. Basa sus resultados en la observación de las diferentes posturas adoptadas por el trabajador durante el desarrollo de la tarea.
	EPR			EPR (evaluación postural rápida) le permite valorar, de manera global, la carga postural del trabajador o lo largo de la jornada. El método está pensado como un primer examen de las posturas del trabajador que indique la necesidad de un examen más exhaustivo.
	G-INSHT			G-INSHT es un método para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas desarrollado por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo de España. Permite identificar las tareas o situaciones donde existe riesgo no tolerable, y por tanto deben ser mejoradas o rediseñadas, o bien requieren una valoración más detallada.
	REBA			El método Reba permite evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar desórdenes traumáticos acumulativos debido a la carga postural dinámica y estática.
	FANGER			El método Fanger permite estimar la sensación térmica global de los presentes en un ambiente térmico determinado mediante el cálculo del Voto Medio Estimado (PMV) y el Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD).
	OCRA 1005-6			La norma UNE EN 1005-6 evalúa el riesgo por manipulación repetitiva de alta frecuencia. La aplicación de la norma permite determinar el nivel de riesgo por repetitividad de movimientos al que se expone un trabajador, establecer las medidas correctivas necesarias para situarlo en niveles aceptables y, de este modo, prevenir la aparición de lesiones músculo-esqueléticas.
	OCRA-CHK			La versión Check-List del método OCRA permite la evaluación rápida del riesgo asociado a movimientos repetitivos de los miembros superiores. El método valora factores como: los periodos de recuperación, la frecuencia, la fuerza, la postura y elementos adicionales de riesgo como vibraciones, contracciones, precisión y ritmo de trabajo. La herramienta basada en dicho método permite analizar el riesgo asociado a un puesto o a un conjunto de puestos, evaluando tanto el riesgo intrínseco del puesto/s como la exposición del trabajador al ocuparlo/s.
	SHOOK			Las tablas de Shook y Ciriello permiten determinar los pesos máximos aceptables para diferentes acciones como el levantamiento, el descenso, el empuje, el arrastre y el transporte de cargas.

Figura 5. Listado de softwares online ergonautas

3. CASO DE ESTUDIO

Para demostrar las características principales de los software de análisis ergonómicos, realizaremos un estudio práctico de ejemplo.

Utilizaremos el paquete de software online ergonautas, eligiendo los métodos Biomecánica y Rula.

6.1 Características principales del caso de estudio:

Trabajo:

Área:

Personas:

Tiempo de actividad:

Tiempo de jornada:

4. CONCLUSIONES

El presente informe es producto de la investigación sobre nuevas tecnologías y software disponibles en el mercado para el análisis ergonómico de puestos de trabajo. La ergonomía es una disciplina laboral que en tiempos actuales está teniendo cada vez mayor relevancia, no sólo en puestos de trabajos industriales u administrativos, sino también en puestos o estaciones para tareas de mantenimiento industrial.

El objetivo de la investigación es sugerir un software para el análisis ergonómico y poder establecer en etapas de diseño un adecuado puesto de mantenimiento, para garantizar la salud de las personas que realizarán las actividades.

La ergonomía es la disciplina tecnológica que se encarga del diseño de lugares de trabajo, herramientas y tareas que coinciden con las características fisiológicas, anatómicas, psicológicas y las capacidades del trabajador, pero la importancia de un análisis ergonómico es realizarlo desde las etapas de diseño.

Esto requiere analizar en etapas tempranas de las instalaciones o ante cambios de layout (disposición de puestos de trabajos).

El objetivo es anticiparse en el diseño mismo de un puesto de trabajo, analizando todos los aspectos ergonómicos a tener en cuenta, para garantizar que las tareas futuras se realicen de manera efectiva y segura para los trabajadores.

8. REFERENCIAS

- [1] Asociación Española de Ergonomía. www.ergonomos.es
- [2] El mantenimiento, fuente de beneficios - Jean-Paul Souris - Ediciones Díaz de Santos, 1992
- [3] Mantenimiento centrado en confiabilidad – Jhon Moubray – Aladon Ltd, 2000