

**DEFINICIÓN DE PRÁCTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS  
ERGONÓMICOS ASOCIADOS A LOS PUESTOS DE TRABAJO,  
SOPORTADAS EN UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA**



**CAROLINA INÉS VANEGAS GONZÁLEZ**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2005**

**DEFINICIÓN DE PRÁCTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS  
ERGONÓMICOS ASOCIADOS A LOS PUESTOS DE TRABAJO,  
SOPORTADAS EN UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA**

**CAROLINA INÉS VANEGAS GONZÁLEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título  
de Ingeniera Industrial**

**Director:**

**PIEDAD ARENAS DÍAZ**

**Directora de Escuela de Estudios Industriales y Empresariales**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO – MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2005**

*A Dios.*

*A mis padres, por su amor y por apoyarme  
en todos los momentos de mi vida.*

*A mi hermano, por su comprensión.*

*A Javier, por su gran amor.*

*Carolina*

## **AGRADECIMIENTOS**

El autor expresa sus agradecimientos a:

Piedad Arenas Díaz, Docente de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, por su valiosa orientación en la realización de este proyecto.

Edwin Garavito, Docente de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, por apoyar y promover el desarrollo de este trabajo.

La Universidad Industrial de Santander y la Escuela de Estudios IndustrialesEmpresariales, por la formación profesional recibida.

Todas aquellas personas que de una u otra forma hicieron posible la realización de este trabajo, especialmente a Claudia Liliana Silva, Martha Chávez, Kenhet Sánchez, Diego Pinzón y William Matiz.

## RESUMEN

**TITULO:** DEFINICIÓN DE PRÁCTICAS PARA LA EVALUACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS ASOCIADOS A LOS PUESTOS DE TRABAJO, SOPORTADAS EN UNA APLICACIÓN INFORMÁTICA \*

**AUTOR:** VANEGAS GONZÁLEZ, Carolina Inés \*\*

**PALABRAS CLAVES:** Aplicación Web, Aplicación Informática, Diseño pedagógico, Métodos de valoración ergonómica, Riesgos ergonómicos.

### DESCRIPCIÓN:

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander ha mostrado gran interés en que el tema de valoración de riesgos ergonómicos sea difundido entre sus estudiantes. Por esto se ha llevado a cabo el desarrollo del presente proyecto, el cual pretende apoyar el proceso de enseñanza – aprendizaje, aportando los elementos necesarios para que a través de clases en las que se de una combinación equilibrada entre teoría y práctica, e incluyendo el uso de tecnología, los estudiantes de Ingeniería Industrial desarrollen conceptos referentes al tema en mención.

Teniendo en cuenta que existe un gran número de métodos de valoración ergonómica, se hizo necesario realizar un proceso de evaluación de alternativas a través del cual se decidió trabajar cuatro prácticas asociadas a los métodos RULA (Rapid Upper Limb Assessment), OWAS (Ovako Working Posture Analysing System), NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health ) y JSI (Job Strain Index). Una vez establecidos los métodos y la cantidad de prácticas a definir, se procedió a realizar el diseño pedagógico y estructural de las mismas, para finalmente llevar a cabo su desarrollo formal.

Durante el desarrollo formal de las prácticas se obtuvo el material pedagógico conformado por una aplicación Web, en la que a través de un ambiente amigable e interactivo se presentan los contenidos tanto estructurales como procedimentales correspondiente a las prácticas definidas y por la aplicación informática ValErgo, que permite procesar, almacenar y consultar información, así como generar reportes referentes a cada práctica realizada.

Este proyecto es una herramienta que haciendo uso de métodos de valoración ergonómica ampliamente difundidos y reconocidos, permite a sus estudiantes analizar las condiciones bajo las cuales se realizan actividades laborales, pertinentes a cada uno de los métodos contemplados, y determinar si dichas condiciones pueden tener repercusiones para la salud del trabajador.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Piedad Arenas Díaz.

## SUMARY

**TITLE:** PRACTICE DEFINITION FOCUSED IN THE ERGONOMIC RISK EVALUATION ASSOCIATED AT WORKSTATIONS, SUPPORTED BY AN INFORMATIC APPLICATION \*

**AUTHOR:** VANEGAS GONZÁLEZ, Carolina Inés \*\*

**KEY WORDS:** Web application, Informatics application, Pedagogic design, ergonomic valuation methods, ergonomic risk.

### DESCRIPTION:

The Universidad Industrial de Santander's Studios Industrials and enterprises school has show a great interest in transmitting the ergonomic risk valuation theme to its students. For that, its being developed the present project, which pretends to support the teaching – learning process, contributing with the necessary elements to give classes where a equilibrated combination between practice and theory and including students will develop concepts concerning at the theme in study.

Thinking about the great number of ergonomic valuation methods, it was needed to realize an evaluation process of alternatives, through what as decided to work on four practices associated to the Rapid Upper Limb Assessment), OWAS (Ovako Working Posture Analysing System (RULA), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) y Job Strain Index (JSI) methods. Once settled the methods and as a result the amount of structural design bringing his formal development.

While the practices formal development it was gotten the pedagogic material conformed by a Web application, which through friendly an interactive environment presents the structural and procedure contents, corresponding to the definition practices and for the informatics application ValErgo, which all to process, to save and to consult the information as well as to generate reports referring to each realized practice.

This project counts with a tool that making use of the ergonomic valuation methods widely diffused and recognized allow to its students to analyze the conditions of the laboral activities corresponding at each one of the viewed methods and determinate if those conditions could have further effects for the worker health.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Studios Industrials and enterprises school. Director Piedad Arenas Díaz.

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>0</b>
<b>1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>3</b>
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2 ALCANCE – LIMITACIONES	3
1.3 JUSTIFICACIÓN	4
1.4 OBJETIVOS	5
1.4.1 <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	5
<b>2. DESARROLLO METODOLÓGICO</b>	<b>7</b>
<b>3. MARCO TEÓRICO</b>	<b>10</b>
3.1. EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	10
3.1.1 <i>Estrategias de enseñanza – aprendizaje</i>	14
3.1.2 <i>Tecnología para la educación</i>	17
3.1.3 <i>Las TIC y su impacto en la educación</i>	18
3.2 ERGONOMÍA	20
3.2.1 <i>Disciplinas relacionadas con la ergonomía</i>	22
3.2.2 <i>Clasificación</i>	24
3.2.3 <i>La Ergonomía en los puestos de trabajo</i>	26
3.2.4 <i>Riesgos ergonómicos asociados al puesto de trabajo</i>	28
3.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA	33
3.3.1 <i>Métodos objetivos de evaluación ergonómica</i>	34
3.3.2 <i>Métodos subjetivos de evaluación ergonómica</i>	36
3.3.3 <i>Métodos mixtos de evaluación ergonómica</i>	37
<b>4. SELECCIÓN DE MÉTODOS DE VALORACIÓN ERGONÓMICA</b>	<b>40</b>
4.1 DEFINICIÓN DE FACTORES DE DECISIÓN	41
4.2 PONDERACIÓN DE FACTORES	44
4.3 ESCALA DE PUNTOS	45
4.4 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS	46
<b>5. DISEÑO PEDAGÓGICO DE LAS PRÁCTICAS DE VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS</b>	<b>51</b>
5.1 USUARIOS	52
5.2 OBJETIVOS DE APRENDIZAJE	53
5.3 SELECCIÓN DE CONTENIDOS	53
5.4 DIRECTRICES A SEGUIR	54
5.4.1 <i>Docente como guía del aprendizaje:</i>	54
5.4.2 <i>Aprendizaje activo:</i>	54

5.4.3	<i>Uso de tecnologías de información y comunicación:</i>	55
5.4.4	<i>Interactividad:</i>	55
5.4.5	<i>Motivación:</i>	55
5.4.6	<i>Exploración y descubrimiento:</i>	56
5.4.7	<i>Variedad de actividades:</i>	56
5.4.8	<i>Integración de medios:</i>	57
<b>6.</b>	<b>DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS PRÁCTICAS DE VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS</b>	<b>58</b>
6.1	ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS	58
6.1.1	<i>Mensaje:</i>	59
6.1.2	<i>Canal:</i>	61
6.2	APLICACIÓN INFORMÁTICA	62
6.2.1	<i>Metodología de desarrollo:</i>	62
6.2.2	<i>Lenguaje de programación:</i>	62
6.2.3	<i>Base de datos:</i>	63
<b>7.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS</b>	<b>64</b>
7.1	PRUEBAS	64
7.2	USO E INSTALACIÓN	68
7.2.1	<i>Aplicación Web:</i>	68
7.2.2	<i>Aplicación informática ValErgo:</i>	69
7.3	ESTRUCTURA DE NAVEGACIÓN	72
7.3.1	<i>Aplicación Web:</i>	72
7.3.2	<i>Aplicación informática ValErgo:</i>	72
7.4	INTERFAZ DE USUARIO	74
7.4.1	<i>Aplicación Web:</i>	74
7.4.2	<i>Aplicación informática ValErgo:</i>	76
7.5	CONTENIDOS	79
7.5.1	<i>Métodos:</i>	80
7.5.2	<i>Prácticas:</i>	80
7.5.3	<i>Terminología:</i>	80
	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>82</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>87</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>90</b>

## LISTA DE CUADROS

	<b>Pág.</b>
<b>Cuadro 1.</b> Clasificación de posturas	31
<b>Cuadro 2.</b> Grados del factor interpretación de resultados	43
<b>Cuadro 3.</b> Grados del factor conocimientos requeridos	43
<b>Cuadro 4.</b> Grados del factor cobertura de variables de evaluación	43
<b>Cuadro 5.</b> Grados del factor validez académica	44
<b>Cuadro 6.</b> Grados del factor uso comercial	44
<b>Cuadro 7.</b> Grados del factor aplicación informática	44
<b>Cuadro 8.</b> Puntuación de factores de decisión	45
<b>Cuadro 9.</b> Ponderación de factores de decisión	46
<b>Cuadro 10.</b> Puntuación del factor interpretación de resultados	46
<b>Cuadro 11.</b> Puntuación del factor conocimientos requeridos	46
<b>Cuadro 12.</b> Puntuación del factor cobertura de variables de evaluación	47
<b>Cuadro 13.</b> Puntuación del factor validez académica	47
<b>Cuadro 14.</b> Puntuación del factor uso comercial	47
<b>Cuadro 15.</b> Puntuación del factor aplicación informática	47
<b>Cuadro 16.</b> Evaluación de alternativas	48
<b>Cuadro 17.</b> Descripción de pruebas	66
<b>Cuadro 18.</b> Logros obtenidos durante el desarrollo del proyecto	86

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1.</b> Proceso de comunicación educativa	14
<b>Figura 2.</b> Sistema Hombre – Máquina	22
<b>Figura 3.</b> Elementos de interacción del puesto de trabajo	28
<b>Figura 4.</b> Planos de referencia del cuerpo	30
<b>Figura 5.</b> Navegación en una aplicación Web	62
<b>Figura 6.</b> Metodología del ciclo de vida tradicional para un desarrollo de sistemas	64
<b>Figura 7.</b> Ventana Administrador de orígenes de datos	71
<b>Figura 8.</b> Ventana Crear nuevo origen de datos	71
<b>Figura 9.</b> Ventana Configuración ODBC Microsoft Access	72
<b>Figura 10.</b> Ventana Seleccionar base de datos	72
<b>Figura 11.</b> Inicio del programa	73
<b>Figura 12.</b> Estructura de navegación – Aplicación Web	74
<b>Figura 13.</b> Estructura de navegación – Aplicación Informática	74
<b>Figura 14.</b> Página principal de la aplicación Web	75
<b>Figura 15.</b> Página de segundo nivel de la aplicación Web	77
<b>Figura 16.</b> Menú desplegable del método RULA	78
<b>Figura 17.</b> Ventana de registro de información general	78
<b>Figura 18.</b> Ventana de registro de observaciones	79
<b>Figura 19.</b> Ventana de resultados	80

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A.** CONTENIDO PRÁCTICA NIOSH

**ANEXO B.** CONTENIDO PRÁCTICA RULA

**ANEXO C.** CONTENIDO PRÁCTICA OWAS

**ANEXO D.** CONTENIDO PRÁCTICA JSI

## **GLOSARIO**

**APLICACIÓN INFORMÁTICA:** programa informático diseñado con el fin de facilitar al usuario la realización de un determinado tipo de trabajo.

**BASE DE DATOS:** colección de datos organizada para permitir el almacenamiento y acceso a la información de una forma eficiente y oportuna.

**PUESTO DE TRABAJO:** es lugar que ocupa un trabajador cuando desempeña una tarea.

**RIESGO ERGONÓMICO:** hace referencia a la posibilidad de sufrir un evento inesperado, tal como una lesión, accidente o enfermedad en el trabajo, a causa de factores de tipo ergonómico tales como posturas inadecuadas, aplicación excesiva de fuerza, duración de la tarea y exposición a vibraciones, entre otros.

## INTRODUCCIÓN

Al diseñar o rediseñar un puesto de trabajo es ideal hacerlo buscando que éste se adapte a las características, limitaciones y necesidades del trabajador, sin embargo es común encontrar situaciones en las que el operario debe realizar sus tareas bajo condiciones inadecuadas, lo cual en un principio se traduce en incomodidades o pequeñas molestias para el trabajador, pero con el pasar del tiempo afectan gradualmente su estado de salud. Por esto es imprescindible determinar cuáles son las condiciones de trabajo, de qué forma y con qué intensidad afectan la salud del trabajador. Con este propósito la aplicación de métodos de valoración de riesgos ergonómicos en el lugar de trabajo día tras día adquiere mayor importancia, ya que reporta grandes beneficios, asociados particularmente a la disminución de lesiones, accidentes y en general de actos inseguros.

La Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander se ha mostrado interesada en que el tema de valoración de riesgos ergonómicos sea difundido entre sus estudiantes, y con este fin se ha llevado a cabo el desarrollo del presente proyecto, el cual pretende apoyar el proceso de enseñanza – aprendizaje, aportando los elementos necesarios para que a través de clases en las que se de una combinación equilibrada entre teoría y práctica, e incluyendo el uso de tecnología, los estudiantes de Ingeniería Industrial desarrollen conceptos referentes al tema en mención.

Es importante establecer que se pretende trabajar bajo un modelo pedagógico en el que el docente deja de ser quien posee e imparte el

conocimiento para convertirse en un facilitador dentro del proceso de aprendizaje, y donde el educando debe adoptar un papel activo a través de la construcción de su propio conocimiento.

Las actividades realizadas en función del proyecto, inicialmente estuvieron encaminadas a delimitar los contenidos tanto conceptuales como procedimentales para presentar a los alumnos, así como los medios de difusión de los mismos. Teniendo en cuenta que hoy en día existen nuevas formas de comunicación se consideró importante hacer uso de las tecnologías de información como apoyo dentro del proceso educativo, dejando claro que su aplicación se da en el contexto de una clase presencial, en donde más que “sustituir” los métodos actuales se busca complementarlos y enriquecerlos en todo momento.

Con el propósito de mejorar las condiciones en las que se realiza la labor docente se utilizó la tecnología a partir de dos perspectivas: la primera a través de una aplicación Web que facilita la presentación de contenidos y en la cual se plantea tanto la descripción de los métodos de valoración ergonómica como las instrucciones de desarrollo de cada una de las prácticas planteadas, y la segunda a través del desarrollo de la aplicación informática denominada ValErgo, por medio de la cual se busca que los estudiantes tengan contacto con una herramienta que aunque ha sido desarrollada con fines pedagógicos presenta similitud con herramientas existentes actualmente en el mercado para realizar valoración de riesgos ergonómicos.

El contenido de este informe se presenta al lector de acuerdo con las fases contempladas para la definición de las prácticas de valoración de riesgos ergonómicos asociados a los puestos de trabajo, en él se describe de manera global aspectos relacionados con ergonomía, así como con el

proceso de enseñanza – aprendizaje, se presenta el esquema de selección de los métodos sobre los cuales se centró la definición de las prácticas, el diseño pedagógico y estructural de las mismas y finalmente se proporcionan al lector una descripción de los resultados obtenidos.

# **1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO**

## **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el laboratorio de Diseño de Plantas de la Escuela de estudios industriales y empresariales de la UIS, actualmente se realizan prácticas relacionadas con la simulación de modelos dinámicos de procesos de manufactura, a través de la herramienta de simulación Promodel, siendo ésta una experiencia enriquecedora dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con el fin de continuar aprovechando las ventajas de este tipo de clases, y a su vez enriquecer el contenido de los laboratorios se hace necesario llevar a la práctica temas que hoy en día son tratados únicamente durante las clases teóricas, por esto se ha seleccionado la ergonomía y específicamente el tema de evaluación de riesgos ergonómicos, por ser un tema cuya adecuación es pertinente para ser desarrollado a través de las prácticas de laboratorio.

## **1.2 ALCANCE – LIMITACIONES**

El alcance de este proyecto es realizar el diseño, implementación y documentación de prácticas para la evaluación de riesgos ergonómicos asociados al análisis y/o diseño de puestos de trabajo. Dichas prácticas se llevarán a cabo en el laboratorio de la asignatura de Diseño de Plantas y para su definición es necesario realizar un análisis de los métodos de valoración ergonómica existentes, que permita establecer sobre cuál método se centrará la definición de cada práctica.

Así mismo, y con el fin de apoyar el proceso de enseñanza-aprendizaje, se desarrollará una herramienta informática que permita procesar de una forma sencilla, la información asociada a cada método y proporcionar resultados para su posterior análisis por parte de los estudiantes. El desarrollo de la herramienta informática involucra además la definición de manuales que describan su funcionamiento y sirvan de soporte a los usuarios con respecto a su uso.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Cuando la tecnología es utilizada de forma adecuada tiene el potencial de mejorar significativamente los procesos de enseñanza y aprendizaje, permite reducir las limitaciones que presentan los métodos y sistemas de enseñanza tradicionales, transformando la transmisión del conocimiento en construcción del conocimiento, a través de una participación activa del estudiante dada por un aumento en la actividad práctica del mismo.

Al analizar las prácticas docentes llevadas a cabo en la Escuela de estudios industriales de la UIS y específicamente en la materia de Diseño de Plantas se evidencia la necesidad de dar continuidad a todos los procesos que ayudan a romper los esquemas tradicionales y mejoran la educación en todos sus niveles. Una forma de soportar estos procesos es a través de la incursión de la tecnología en el aula de clase, por eso es importante realizar todos los esfuerzos que permitan su uso como una evolución de las prácticas docentes, donde se logre disminuir de forma gradual la mecanización de la labor pedagógica y así mismo se permita al estudiante salir de la rutina y aumentar su creatividad.

Además, aunque hoy en día la percepción general es que el acceso y uso de la tecnología se da sin restricciones de ninguna clase, esto no siempre sucede así, por lo cual es importante sensibilizar tanto a docentes como a estudiantes ante el uso de la misma y una forma de hacerlo es a través de su incursión en el aula de clase.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Aplicar la Tecnología para la Educación, como una estrategia en el proceso de enseñanza y aprendizaje para la evaluación de riesgos ergonómicos en el curso de Diseño de Plantas.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Definir e implementar las prácticas para la evaluación de riesgos ergonómicos en el análisis y/o diseño de puestos de trabajo, para el laboratorio de Diseño de Plantas.
- Diseñar e implementar una herramienta informática que apoye el proceso de aprendizaje del análisis de condiciones de puestos de trabajo, a través de métodos de valoración ergonómica.
- Realizar las pruebas pertinentes a cada una de las prácticas definidas con el fin de detectar fallas de funcionamiento y recolectar ideas que permitan diseñar un plan de mejora.

- Desarrollar la documentación que permita brindar soporte a las necesidades de información de los usuarios de la herramienta, con respecto al uso de la misma y que permita su incorporación formal al plan de estudios.

## **2. DESARROLLO METODOLÓGICO**

Para realizar el presente proyecto, inicialmente se realizó una exploración enfocada esencialmente en dos temas: el proceso de enseñanza-aprendizaje y la ergonomía, en el primero se hizo énfasis el uso de tecnología para la educación y en el segundo en los métodos existentes para la evaluación de riesgos ergonómicos. Como resultado de esta investigación se definió el marco teórico del proyecto, el cual es presentado al lector en el capítulo 3 de este documento.

De acuerdo con la investigación realizada, fue posible establecer que existe un amplio número de métodos para la valoración de riesgos ergonómicos, por esto la siguiente fase se orientó a seleccionar aquellos en los cuales se centraría la definición de las prácticas.

Con el propósito de llevar a cabo una selección objetiva, se realizó un análisis de las diferentes alternativas, a través de un proceso en el cual inicialmente se definieron los factores de decisión considerados relevantes, posteriormente se estableció la importancia relativa de los mismos a través de una ponderación estimada por jerarquización con dos evaluadores. Una vez establecida la ponderación de cada factor se definió una escala de puntos que permitió evaluar las diferentes alternativas y realizar así la selección de las mismas. En el capítulo 4 se ilustran detalladamente los resultados del proceso de selección realizado, proceso en el cual se definió trabajar cuatro prácticas asociadas a los métodos Rapid Upper Limb

Assessment (RULA), Ovako Working Posture Analysing System (OWAS), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) y Job Strain Index (JSI).

Conocer los métodos y por ende la cantidad de prácticas a definir, permitió dar paso a la fase en la cual se realizó el diseño pedagógico de las mismas, tal como se puede observar en el capítulo 5 de este documento. Esta etapa tuvo como propósito determinar los objetivos de aprendizaje pretendidos de acuerdo con los estudiantes a los cuales va dirigido, en ella se tomaron decisiones referentes a los contenidos a presentar y se establecieron los lineamientos a contemplar durante la definición formal de las prácticas.

Una vez realizado el diseño pedagógico de las prácticas, se elaboró su diseño estructural. En él se buscó tener claridad con respecto a la organización y forma de presentación de los contenidos, así como de los medios para dar a conocer los mismos. Con el fin de aprovechar el carácter no lineal y las demás ventajas que proporcionan los ambientes Web, se optó por desarrollar una aplicación de este tipo para presentar los contenidos. Además, teniendo en cuenta que las prácticas están soportadas en una aplicación informática, se estableció su metodología de desarrollo, lenguaje de programación y motor de base de datos para almacenar la información. En el capítulo 6 de este documento se proporciona al lector el diseño estructural realizado.

Teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en los diseños pedagógico y estructural, se procedió a realizar la definición formal de las prácticas, para lo cual se hizo necesario efectuar actividades asociadas tanto al desarrollo de la aplicación Web, como al desarrollo de la aplicación informática ValErgo. En el primer caso se realizó un diseño de interfaces acordes tanto al tema como a la estructura definida en la fase anterior (diseño estructural), con

respecto a los contenidos se optó por presentar las ventanas de texto acompañadas, en la medida de lo posible, de gráficos alusivos al tema presentado, así como de explicaciones breves de términos considerados como desconocidos, además se establecieron los enlaces necesarios para vincular los contenidos y hacer del recorrido de la aplicación algo amigable e intuitivo.

En cuanto a la aplicación informática ValErgo, cuyo propósito es procesar la información propia de cada método, su desarrollo se dio de acuerdo con la metodología del ciclo de vida tradicional para un desarrollo de sistemas. Dentro de las actividades efectuadas se puede destacar el análisis realizado para definir los requerimientos de información, el diseño de la base de datos, el diseño de interfaces, la codificación del programa y la generación instaladores.

Los resultados obtenidos tanto para la aplicación Web como para la aplicación informática ValErgo se presentan en el capítulo 7.

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. EL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

La actividad fundamental del alumno es el aprendizaje y la del maestro es la enseñanza. Esta es la razón por la cual, este proceso se caracteriza y denomina de enseñanza-aprendizaje. La enseñanza y el aprendizaje son dos caras de un proceso único, en el sentido estricto no hay enseñanza sin aprendizaje y viceversa; ambos se realizan en un ambiente activo, sin actividad no hay enseñanza, ni aprendizaje.

La **enseñanza** se da a través de la presentación y difusión de información (hechos, conceptos, procedimientos, valores) comunicada en forma directa o apoyada en el uso de diversos medios.

El **aprendizaje** es un proceso intencional y activo mediante el cual se asimila información (hechos, conceptos, procedimientos, valores) que posteriormente se puede aplicar en contextos diferentes a aquellos en los cuales fue adquirida. El aprendizaje permite la construcción de nuevas representaciones mentales, siendo importante aclarar que no solo consiste en adquirir nuevos conocimientos, también se aprende al consolidar, reestructurar y eliminar los conocimientos que se tienen, el resultado es siempre una modificación de los esquemas de conocimiento y estructura

cognitiva de quien aprende. De acuerdo con Marquès<sup>1</sup>, para que se pueda dar el aprendizaje es necesario tener en cuenta los siguientes factores:

**Poder aprender:** para aprender nuevas cosas hay que estar en condiciones de hacerlo, se debe disponer de las capacidades cognitivas necesarias para ello y de los conocimientos previos imprescindibles para construir sobre ellos los nuevos aprendizajes. También es necesario poder acceder a la información necesaria.

**Querer aprender:** la motivación es lo que induce a una persona a llevar a la práctica una acción. En el contexto educativo es lo que estimula la voluntad de aprender, no es una técnica o método de enseñanza particular, sino un factor cognitivo que debe estar presente en todo acto de aprendizaje.

Los factores que determinan la motivación se dan a través de la interacción entre el alumno y el profesor, donde el papel del este último es inducir motivos en el comportamiento y aprendizaje de sus alumnos para que éstos los apliquen voluntariamente a las actividades que realizan en clase. En cuanto al alumno la motivación fluye en las rutas que establece, perspectivas asumidas, expectativas de logro, la autovaloración de su desempeño y atribuciones que hace de su propio éxito o fracaso.

**Saber aprender:** está basado en la experiencia, los nuevos aprendizajes se van construyendo a partir de los aprendizajes anteriores y requieren ciertos hábitos y la utilización de instrumentos, técnicas de estudio y estrategias de aprendizaje.

En la enseñanza predomina el carácter colectivo, mientras que el aprendizaje es un hecho individual, es decir una persona puede enseñar algo a muchas

---

<sup>1</sup> <http://dewey.uab.es/pmarques/actodid.htm>

otras al mismo tiempo, pero esto no quiere decir que todas y cada una de ellas invariablemente aprenderán lo que se les enseña.

La actividad del proceso educativo se lleva a cabo por los sujetos: alumnos y maestros, con toda su carga de subjetividad. El proceso lo dirige el docente para favorecer el aprendizaje de los diferentes saberes: conocimiento, habilidades y valores. El acto de enseñar tiene que coincidir con el acto de producir aprendizaje, donde el alumno se transforme en el contexto del proceso de aprendizaje, ya que aprender es cambiar formas de pensar, sentir, actuar, aprender es transformarse. Para la enseñanza el aprendizaje es lo más importante, en tanto todas las situaciones de enseñanza acaban convirtiéndose en situaciones de aprendizaje para el alumno.

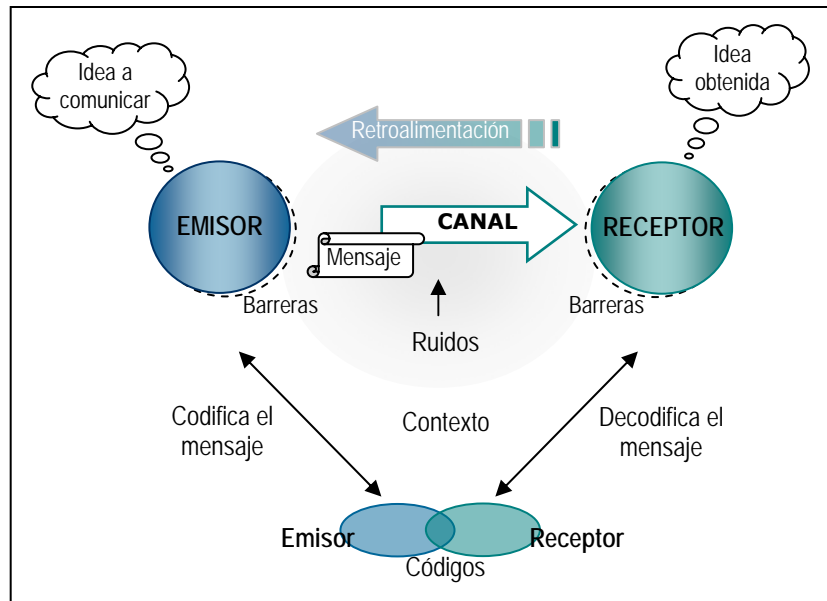
El proceso de enseñanza – aprendizaje implica que tanto el profesor como el alumno enseñan y aprenden, es por esto que no se puede enmarcar al profesor como el único emisor de información y al alumno como el receptor de la misma. La comunicación que fluye entre profesor y alumno es un componente básico dentro del proceso de enseñanza – aprendizaje y su carácter bidireccional hace que tanto profesor como alumno desempeñen el rol de emisor y receptor en determinadas circunstancias. Martín Quesada<sup>2</sup>, establece que el proceso de comunicación educativa presentado en la Figura 1 incluye los siguientes elementos:

- ♦ **El emisor:** es quien inicia el proceso de comunicación, ofreciendo estímulos como información hablada o escrita a otras personas.
- ♦ **El receptor:** es quien recibe la información y decodifica el mensaje.
- ♦ **Mensaje:** constituido por el contenido educativo, la materia o conjunto de conocimientos que se pretende difundir.

---

<sup>2</sup> <http://serpiente.dgsca.unam.mx/rompan/23/rf2318.html>

**Figura 1. Proceso de comunicación educativa**



Fuente: Didáctica. Los procesos de enseñanza y aprendizaje. La motivación. Marquès Graells, Pere. 2001

- ♦ **Canal:** es el instrumento utilizado por el emisor para comunicar el mensaje.
- ♦ **Ruido:** interferencia que se da en el proceso de comunicación y que provoca diferencias entre el mensaje transmitido y el mensaje recibido.
- ♦ **Respuesta:** actividad que el mensaje propicia en el receptor y que tiene a su vez una función de retroalimentación.
- ♦ **Contexto:** son las circunstancias en que tiene lugar el proceso de la comunicación y pueden interferir en él: factores físicos, preparación, experiencia, condiciones emocionales, etc.

De acuerdo con Álvarez<sup>3</sup>, dentro de los componentes no personales del proceso enseñanza-aprendizaje, hay tres que son determinantes:

<sup>3</sup> <http://www.monografias.com/trabajos15/metodos-informatica/metodos-informatica.shtml>

<b>PROFESOR</b>		<b>ALUMNO</b>
¿Para qué enseño? →	OBJETIVO	← ¿Para qué aprendo?
¿Qué enseño? →	CONTENIDO	← ¿Qué aprendo?
¿Cómo enseño? →	MÉTODO	← ¿Cómo aprendo?

El principal objetivo del profesor es que sus alumnos progresen integralmente en su desarrollo personal, y en función de sus capacidades y demás circunstancias individuales, logren los aprendizajes previstos durante su interacción. El objetivo del estudiante es a su vez, lograr determinados aprendizajes, a partir de las indicaciones del profesor y de su iniciativa propia, haciendo uso de los recursos formativos que tenga a su alcance.

Para que sea posible lograr el objetivo se debe introducir entre la información que el profesor presenta y el conocimiento que el alumno construye, un tercer elemento, que le impone al proceso docente educativo la dinámica: tradicionalmente denominado el Método. Hoy se habla de estrategias de enseñanza que utiliza el docente y para el alumno se define como estrategias de aprendizaje.

### **3.1.1 Estrategias de enseñanza – aprendizaje**

Las estrategias, en el ámbito educativo, son el conjunto de actividades, técnicas y medios que se planifican de acuerdo con las necesidades de la población a la cual van dirigidas, los objetivos que persiguen y la naturaleza de las áreas y cursos, todo esto con la finalidad de hacer más efectivo el proceso de enseñanza-aprendizaje. La educación toma carácter de proceso gracias a las estrategias, estas le imprimen a la enseñanza-aprendizaje su naturaleza activa, cambiante.

## **Estrategias de enseñanza**

Las estrategias de enseñanza son procedimientos que los docentes utilizan de forma flexible y estratégica, para promover la mayor cantidad y calidad de aprendizajes significativos en los alumnos. Debe hacerse uso consciente, intencional y adaptativo de ellas, con el fin de soportar la actividad constructiva de los alumnos.

Castillo<sup>4</sup>, establece algunas de las estrategias que el docente puede aplicar con la intención de facilitar el aprendizaje significativo de los alumnos, las cuales teniendo en cuenta el momento de uso y presentación son:

**Las preinstruccionales:** son aquellas que preparan y alertan al estudiante en relación a qué y cómo va a aprender. Entre ellas está la definición de objetivos, que establecen condiciones, tipo de actividad a realizar y forma de aprendizaje, es importante además promover el enlace entre los conocimientos previos y la información que se va a aprender.

**Las coinstruccionales:** apoyan los contenidos curriculares durante el proceso de la enseñanza, contemplando funciones como: detección de la información principal, conceptualización de contenidos y motivación.

**Las posinstruccionales:** se presentan después del contenido que se ha de aprender, con el fin de que el estudiante se pueda tener una visión sintética e integradora que le permita valorar su propio aprendizaje.

---

<sup>4</sup> <http://www.educar.org/msf/Estrategias.htm>

## **Estrategias de aprendizaje**

Las estrategias de aprendizaje son procedimientos de toma de decisiones conscientes e intencionales, en los cuales el estudiante selecciona y recupera, de forma organizada, los conocimientos que necesita para cumplir determinada tarea u objetivo, de acuerdo a las características de la situación educativa que desarrolla.

Para que el alumno realice la selección de la estrategia de aprendizaje más adecuada es importante que lo haga en función de criterios como<sup>5</sup>:

**Los contenidos de aprendizaje (tipo y cantidad):** la estrategia utilizada puede variar en función de lo que se tiene que aprender, (datos, hechos, conceptos, procedimientos etc.), así como de la cantidad de información que debe ser aprendida.

**Los conocimientos previos que tenga sobre el contenido de aprendizaje:** es importante establecer los aspectos que se conocen e ignoran sobre el tema de estudio e identificar qué se puede hacer para obtener la información que se desconoce.

**Las condiciones de aprendizaje:** es importante adecuar las actividades al tiempo disponible. Influyen también las motivaciones personales, interés y desinterés sobre el tema que se está tratando. También es importante contemplar los recursos utilizados en función del trabajo y la incidencia que tiene el contexto físico donde se desarrollan las actividades de aprendizaje.

**El tipo de evaluación al que va a ser sometido:** teniendo en cuenta que en la mayoría de los procesos educativos existe una etapa de evaluación, es

---

<sup>5</sup> <http://www.edu.aytolacoruna.es/educa/aprender/estrategias.htm>

importante que el estudiante conozca el tipo de examen al que se va a enfrentar.

### 3.1.2 Tecnología para la educación

El auge cada vez mayor de las Tecnología de información y comunicación ha tenido un fuerte impacto en al actividad humana, y de manera especial en la educación, siendo común hoy en día hablar de la Tecnología para la educación como una estrategia dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Antes de analizar el impacto que tienen las TIC en la educación es conveniente aclarar su terminología, según las definiciones presentadas por Marquès<sup>6</sup>.

**Tecnología:** aplicación de los conocimientos científicos para facilitar la realización de las actividades humanas. Supone la creación de productos, instrumentos y métodos al servicio de las personas.

**Información:** datos que tienen significado para determinados colectivos. La información resulta fundamental para las personas, ya que a partir del proceso cognitivo de la información que se obtiene continuamente con los sentidos, se van tomando las decisiones que dan lugar a las acciones.

**Comunicación:** transmisión de mensajes entre personas. Como seres sociales las personas, además de recibir información de los demás, necesitan comunicarse para saber más de ellos, expresar pensamientos, sentimientos, deseos y coordinar los comportamientos de los grupos en los cuales convive.

---

<sup>6</sup> <http://www.dewey.uab.es/pmarques/tic.htm>

**Tecnología de la información y la comunicación (TIC):** hace referencia al conjunto de avances tecnológicos que proporcionan, la informática, las telecomunicaciones y las tecnologías audiovisuales, que comprenden los desarrollos relacionados con los computadores, Internet, la telefonía, las aplicaciones multimedia y la realidad virtual. Estas tecnologías básicamente proporcionan información, herramientas para su proceso y canales de comunicación, conformando un sistema integrado por:

- ♦ *Las telecomunicaciones:* representadas en la transmisión de palabras, sonidos, imágenes o datos a través de medios que incluyen el teléfono (por cable óptico o normal), la radio, la televisión, las microondas y los satélites.
- ♦ *La informática:* caracterizada por notables avances en hardware y software que hacen posible la producción, transmisión, manipulación y almacenamiento de información. Se pueden distinguir la multimedia, las redes locales (Intranet) y globales (Internet), los bancos interactivos de información y los servicios de mensajería electrónica, entre otros.
- ♦ *La tecnología audiovisual:* que ha perfeccionado el uso de medios donde se relacionan imagen y sonido, como películas, vídeos, audios, transparencias, CD- I (Disco compacto interactivo), entre otros.

### **3.1.3 Las TIC y su impacto en la educación**

La integración de las Tecnologías de información y comunicación (TIC) en el proceso de enseñanza-aprendizaje crea ambientes innovadores de aprendizaje permitiendo el desarrollo de modelos y metodologías didácticas, de prototipos y materiales didácticos y la formación de comunidades

académicas. Aunque las TIC pueden utilizarse como programas tutoriales y de ejercitación al servicio de la memoria, o como inmensa fuente de información (las páginas web de Internet) o como potente instrumento de productividad (los procesadores de textos y las demás aplicaciones generales), su mayor potencial educativo está en su capacidad para funcionar como instrumento cognitivo, facilitando el aprendizaje individual y colaborativo al servicio de la construcción del conocimiento y del pensamiento creativo. Las TIC no deben ser solamente un instrumento para el profesor, deben serlo también para el alumno, siendo sus principales funciones en los entornos educativos actuales, las siguientes:

- ♦ Ser un instrumento cognitivo que apoye los procesos mentales de los estudiantes.
- ♦ Servir de canal de comunicación que facilita el intercambio de ideas y materiales y el aprendizaje colaborativo.
- ♦ Facilitar el procesamiento y análisis de la información, a través del uso de herramientas de carácter general, como son las hojas de cálculo, y herramientas de carácter específico generadas con fines particulares, por medio de lenguajes de programación y/o bases de datos.
- ♦ Ser un medio de expresión que permite entre otras cosas, escribir, dibujar, realizar presentaciones multimedia y desarrollar páginas web.
- ♦ Proporcionar una fuente abierta de información, donde a través de Internet y los buscadores existentes es posible localizar la información que se necesita.

- ♦ Servir de soporte para nuevos escenarios formativos, especialmente a través de los entornos virtuales de aprendizaje (EVA), donde se hace posible traer el mundo al salón de clase y a su vez llevar al aula al ámbito global.

Para enfrentar los desafíos que plantea la sociedad de la información, caracterizada por el uso generalizado de las TIC, la actividad docente debe adoptar un nuevo enfoque de enseñanza. El papel de los formadores debe ir más allá de la transmisión de conocimientos, ayudando a los estudiantes a “aprender a aprender” de manera autónoma en una cultura dinámica donde todos los días se suscitan cambios, promoviendo su desarrollo cognitivo y personal a través del desarrollo de actividades que le permitan aprovechar la inmensa información disponible y faciliten el acceso a los recursos que ofrecen las TIC. Es importante tener en cuenta las características de formación del alumno y exigirle un procesamiento activo e interdisciplinario de la información para que construya su propio conocimiento y no se limite a realizar una simple recepción pasiva de información. Se trata de un modelo basado en el aprendizaje a través de la investigación y la construcción del conocimiento en forma cooperativa, en el cual los alumnos puedan acceder a la información, explorar el conocimiento y profundizar en el aprendizaje de los contenidos que deben adquirir.

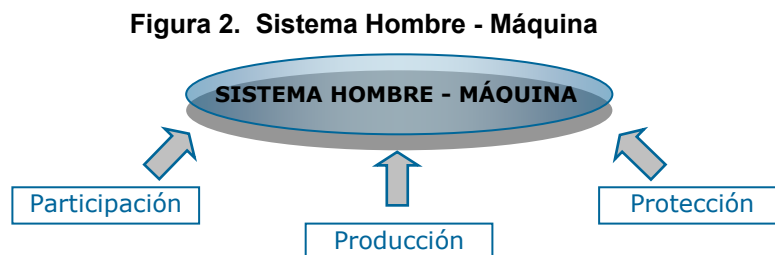
### **3.2 ERGONOMÍA**

La Ergonomía sitúa su nacimiento oficial como disciplina académica en el año 1949 cuando el psicólogo británico Hywel Murrell utiliza este término para designar un conjunto de estudios emprendidos entre 1920 y 1948, los cuales se referían principalmente a aspectos de anatomía, fisiología y psicología experimental y cuyo fin era relacionar al hombre una situación de trabajo.

Aunque no existe una definición oficial de Ergonomía, etimológicamente la palabra se deriva de las palabras griegas "ergos", que significa trabajo, y "nomos", que significa leyes, por lo que es posible definirla como "estudio de las leyes naturales que regulan el trabajo"<sup>7</sup>.

La ergonomía se puede considerar como una tecnología de carácter multidisciplinario que reúne y organiza conocimientos de diversas procedencias para estudiar la conducta y actividades de las personas, analizando aquellas características que afectan el diseño de productos o procesos de producción. En todas sus aplicaciones, la finalidad de la ergonomía es adecuar los productos, tareas, herramientas, puestos de trabajo y entornos, a las necesidades, características, limitaciones y capacidades de los usuarios, buscando optimizar su eficacia, comodidad, seguridad, bienestar y satisfacción.

Para ello, la Ergonomía busca la optimización integral de los "Sistemas hombres-máquinas"<sup>8</sup>, los cuales estarán siempre compuestos por uno o más seres humanos cumpliendo una tarea cualquiera con ayuda de una o más "máquinas" (entendiéndose con este término genérico todo tipo de herramientas, máquinas industriales propiamente dichas, vehículos, computadoras, electrodomésticos, etc.). Al hablar de optimización integral se hace referencia a la obtención de una estructura sistémica, que satisfaga de forma conveniente y simultánea a los siguientes tres criterios fundamentales:



<sup>7</sup> <http://www.ist.cl/ergonomia.asp>

<sup>8</sup> <http://www.monografias.com/trabajos7/ergo/ergo.shtml>

- ♦ **Participación:** de los seres humanos en cuanto a creatividad tecnológica, gestión, remuneración, confort y roles psicosociales.
- ♦ **Producción:** en todo lo que hace a la eficacia y eficiencia productivas del Sistema Hombre - Máquina.
- ♦ **Protección:** de los Subsistemas Hombre (seguridad industria e higiene laboral), de los Subsistemas Máquina (siniestros, fallas, averías, etc.) y del entorno (seguridad colectiva, ecología, etc.)

### 3.2.1 Disciplinas relacionadas con la ergonomía

Debido a su carácter multidisciplinario la Ergonomía se sirve de los conocimientos suministrados por otras áreas científicas, dentro de las cuales es posible destacar<sup>9</sup>:

**Anatomía:** rama de las ciencias naturales relativa a la organización estructural de los seres vivos. Tiene en cuenta la forma, estructura y relación de los distintos órganos del cuerpo humano y del organismo en su conjunto.

**Antropometría:** describe las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano y estudia sus dimensiones considerando las distintas estructuras anatómicas. En Ergonomía los datos antropométricos son utilizados para diseñar los espacios de trabajo, herramientas, equipo de seguridad y protección personal, considerando las diferencias entre las características, capacidades y límites físicos del cuerpo humano.

**Biomecánica:** aplica los principios y métodos de la Ingeniería Mecánica al estudio de las estructuras vivas. Se ha aplicado al hombre para analizar los distintos elementos que intervienen en el desarrollo de los movimientos, con

---

<sup>9</sup> <http://www.zaraempleo.org/reportajes/ergonomia/ergonomia1.html>

el fin de obtener un rendimiento máximo, resolver algún tipo de discapacidad o diseñar tareas y actividades para que la mayoría de las personas puedan realizarlas sin riesgo de sufrir daños o lesiones.

**Fisiología:** estudia los procesos físicos y químicos que tienen lugar en los organismos vivos durante la realización de sus funciones vitales. Su aplicación se centra principalmente en el análisis del consumo metabólico durante el trabajo, así como al análisis de las respuestas del organismo a la actividad física y a diferentes tensiones que ocurren durante el trabajo.

**Psicología:** estudia la conducta y experiencia del comportamiento humano, analizando como el hombre siente, piensa, aprende y conoce para adaptarse al medio que lo rodea. Además de explicar el comportamiento humano busca en algunas ocasiones predecir sus acciones futuras, con el fin de poder intervenir en ellas.

**Ingeniería:** se ocupa del diseño de las máquinas y equipos de trabajo, de la definición de los procesos productivos y métodos de trabajo, así como de las instalaciones y acondicionamiento del medio ambiente físico.

Existen otras disciplinas que también realizan aportes al objeto de estudio de la Ergonomía, dentro de las cuales es posible citar la Seguridad Industrial, a la cual se acude con el fin de prevenir accidentes de tipo mecánico, eléctrico e incendios, entre otros. La Higiene Industrial para el reconocimiento, evaluación y control de los factores ambientales que afectan el puesto de trabajo y que pueden causar deterioro de la salud, bienestar y comodidad del trabajador. La Ingeniería Industrial, especialmente en lo referente al estudio de tiempos y movimientos.

### 3.2.2 Clasificación

Es posible hablar de una clasificación general de la ergonomía a través de dos grandes ramas: la primera se refiere a la ergonomía industrial, la cual profundiza en aspectos físicos del trabajo y capacidades humanas tales como fuerza, postura y repeticiones. La segunda rama hace referencia a los factores humanos y está orientada a los aspectos psicológicos del trabajo como la carga mental y la toma de decisiones. A su vez existen áreas especializadas dentro del ámbito de la Ergonomía que permiten establecer una clasificación más detallada la misma, así<sup>10</sup>:

**Ergonomía Biométrica:** estudia aspectos relacionados con la carga física, confort postural y operatividad, para lo cual toma como base conceptos y datos obtenidos de mediciones antropométricas y evaluaciones biomecánicas.

**Ergonomía Ambiental:** estudia las relaciones existentes entre el hombre y las condiciones físicas que lo rodean, las cuales condicionan su salud y comodidad, e intervienen en su desempeño al realizar diversas actividades. Tiene en cuenta factores térmicos, luminoso-visuales, auditivos y dinámicos (vibraciones).

**Ergonomía Cognitiva:** estudia la forma como el hombre adquiere conocimiento y actúa frente a su sistema de trabajo, analizando la forma como una persona recibe señales, estímulos e información del ambiente y de otras personas, la habilidad que tiene para procesarlas y decidir que acciones son las apropiadas para llevar a cabo, con base en la información obtenida, en los conocimientos adquiridos y la experiencia previa. Tiene gran

---

<sup>10</sup> FERRER, Francisco. MINAYA, Gilberto. NIÑO, José. RUIZ, Manuel. Manual de Ergonomía. Fundación MAPFRE. Editorial MAPFRE S. A., 1994.

aplicación en el diseño y evaluación del software, tableros de control y material didáctico.

**Ergonomía Preventiva:** tiene en cuenta aspectos referentes a la seguridad e higiene en el trabajo, dentro de sus principales actividades se encuentra el estudio y análisis de las condiciones de salud y confort laboral. Además la Ergonomía preventiva toma especial importancia en la fase de concepción del puesto de trabajo, en donde es necesario definir los factores relacionados con el control de riesgos.

**Ergonomía de Concepción:** sus actividades se realizan durante el diseño de equipos, sistemas y entornos de trabajo, para lo cual es necesario tener en cuenta las diferencias que pueden existir entre los usuarios, en cuanto a su tamaño, distancias de alcance, fuerza y capacidad visual, para que la mayoría de ellos puedan realizar su trabajo en forma segura y eficiente.

**Ergonomía Específica:** comprende diseños que se realizan para grupos cuyos miembros no pueden ser tratados en forma “general” ya que presentan características y condiciones particulares, como es el caso de personas que presentan alguna discapacidad física o de la población infantil y escolar.

**Ergonomía Correctiva:** se aplica cuando el puesto de trabajo ya está ocupado por el trabajador, o una determinada herramienta ya está en uso. Busca disminuir los errores que se puedan cometer debido a un mal diseño, a un flujo de información inadecuada, al uso de instrumentos y materiales que dificulten la concentración o a una ordenación del proceso que conlleve a la monotonía. Además trata de reducir los riesgos a los cuales está sometido el trabajador y, por lo tanto, está asociado con la disminución de accidentes y enfermedades que puedan ser causados por el trabajo.

Además de la clasificación expuesta anteriormente, Montmollin<sup>11</sup> propone una clasificación de la Ergonomía de acuerdo a su enfoque hacia el producto o hacia la producción:

**Ergonomía del producto:** estudia la aplicación de principios de utilidad y satisfacción de necesidades a través del diseño de productos para un usuario que al utilizarlos tendrá una eficiencia máxima y un mínimos de esfuerzo, controlando a la vez errores y riesgos.

**Ergonomía de la producción:** hace referencia al proceso productivo, al diseño del método y del puesto de trabajo e implica planear los instrumentos, las máquinas, las tareas y las posiciones del cuerpo que aseguran la optimización de la producción y preservan la salud del trabajador.

### 3.2.3 La Ergonomía en los puestos de trabajo

El puesto de trabajo es el lugar que ocupa un trabajador cuando desempeña una tarea, puede estar ocupado todo el tiempo, o ser uno de los múltiples lugares donde se efectúa una etapa del trabajo<sup>12</sup>. Comprende las máquinas, herramientas, mobiliario, indicadores visuales, auditivos y táctiles, así como diversos controles continuos y discretos. El puesto de trabajo presenta una constante interacción con los siguientes elementos:

**El trabajador:** quien realiza la tarea y presenta atributos propios de altura, ancho, fuerza, rangos de movimiento, intelecto, educación, expectativas y otras características físicas y mentales.

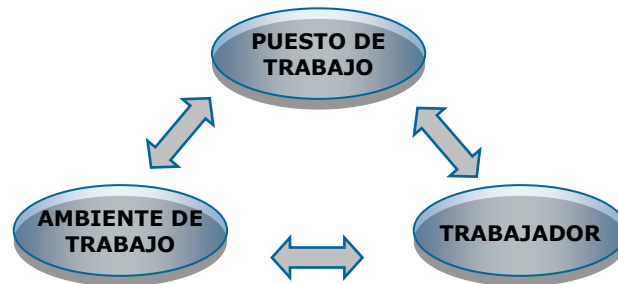
---

<sup>11</sup> MONTMOLLIN, Maurice. Introducción a al ergonomía. Editorial Limusa S.A., 1998.

<sup>12</sup> <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml>

**El ambiente de trabajo:** comprende condiciones físicas referentes al ambiente térmico, nivel de ruido, nivel de iluminación, vibraciones y otras cualidades atmosféricas.

**Figura 3. Elementos de interacción del puesto de trabajo**



Un puesto de trabajo puede ser exclusivo para un operario o ser utilizado por varias personas, por esto es importante tener en cuenta que no todas las personas son iguales física ni psíquicamente. Durante su diseño se deben contemplar, entre otros, los siguientes aspectos:

- ♦ Es necesario tener en cuenta el trabajador y las tareas que va a desempeñar.
- ♦ Es importante considerar factores ergonómicos como la altura de la cabeza, la altura de los hombros, el alcance de los brazos, la altura de los codos, la altura de la mano, la longitud de las piernas, el tamaño de las manos, el tamaño del cuerpo y la fuerza requerida para realizar el trabajo.
- ♦ Se debe buscar que el trabajador pueda mantener una postura corporal correcta y cómoda, con el propósito de reducir el riesgo de lesiones originadas en el desarrollo del trabajo.

- ♦ Se deben proporcionar las condiciones ambientales adecuadas que permitan incrementar la satisfacción, desempeño y seguridad de quien labora.

### **3.2.4 Riesgos ergonómicos asociados al puesto de trabajo**

La Ergonomía busca adaptar las condiciones de trabajo a las limitaciones, capacidades y gustos del hombre, sin embargo existe una brecha entre dichas condiciones y las características del hombre, ocasionando la presencia de riesgos en las diferentes tareas que se llevan a cabo. Entre los riesgos existentes se pueden mencionar los ocasionados por características físicas y ambientales no adecuadas.

#### **Características físicas**

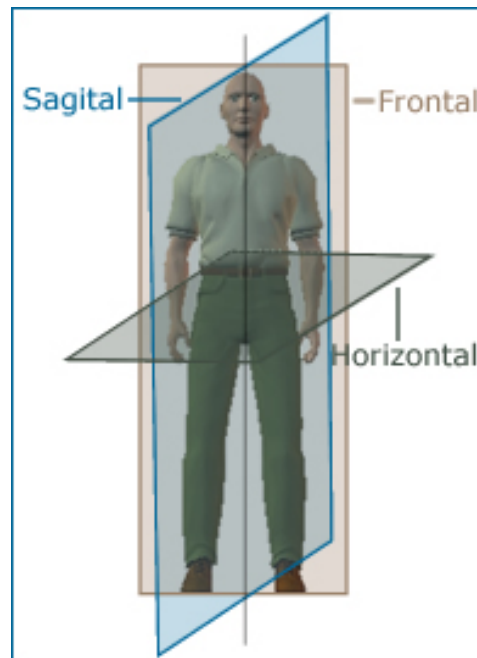
**Posturas inadecuadas:** la postura se define como la posición del cuerpo o de sus extremidades cuando la persona se encuentra de pie, sentado, acostado o durante el desempeño de cualquier actividad. Se hace énfasis en la postura del tronco, incluyendo la columna cervical y las extremidades superiores e inferiores.

Con el propósito de establecer puntos de referencia que indiquen la postura de una persona con relación a los movimientos de su cuerpo, se describen la postura de referencia y los siguientes planos, de acuerdo con la definición establecida por Estrada<sup>13</sup>:

---

<sup>13</sup> ESTRADA, Jairo. Ergonomía. Editorial Universidad de Antioquia, 2001. p. 197-198

Figura 4. Planos de referencia del cuerpo



- ♦ **Postura de referencia:** posición recta para una persona de pie, con los brazos hacia los lados y con las palmas de las manos hacia delante.
- ♦ **Plano medio sagital:** plano vertical que pasa por el esternón y la columna vertebral, perpendicular a los hombros.
- ♦ **Plano frontal:** plano vertical que pasa por los hombros, perpendicular al plano sagital.
- ♦ **Plano horizontal o transverso:** plano perpendicular tanto al sagital como al frontal.

En el cuadro 1 se muestra la clasificación que se da a la postura durante el desarrollo del trabajo:

**Cuadro 1. Clasificación de posturas**

POSTURA	DESCRIPCIÓN
Mantenida	Hace referencia a la adopción de una misma posición en el espacio, por períodos de dos o más horas, conservando la comodidad.
Prolongada	Cuando se adopta una misma postura durante el 75% o más de la jornada laboral, aunque se den cambios esporádicos de posición.
Anti-gravitacional	Se refiere a la posición del cuerpo o sus miembros (superiores o inferiores) en contra de la gravedad y en ausencia de algún soporte, tal es el caso de la elevación de los brazos sin soporte por tiempo superiores a un minuto, estar sentado sin espaldar o estar de pie con el tronco flexionado.
Forzosa	Cuando se adoptan posturas en las cuales el tronco, las extremidades y/o articulaciones están alejados de su posición de descanso o confort, tales como: flexiones, inclinaciones y rotaciones extremas de tronco, elevación de brazos por encima del nivel de hombros y flexiones y desviaciones extremas de la s muñecas.

**Aplicación excesiva de fuerza:** La fuerza se define como la capacidad de soportar un peso o contrarrestar una resistencia. En el contexto laboral se asocia con la capacidad corporal del individuo para desarrollar actividades relacionadas con la manipulación (levantamiento y transporte) de cargas, objetos y herramientas pesadas.

En el trabajo la fuerza puede ser de tipo explosivo, en cuyo caso se presenta una máxima contracción de los músculos por una mínima unidad de tiempo, siendo común en tareas donde se manipulan cargas pesadas en tiempos definidos, por ejemplo en la alimentación de tolvas. También se encuentra la fuerza máxima que puede desarrollar un músculo en una sola contracción voluntaria, la cual es habitual en tareas donde es necesario sostener o levantar ocasionalmente objetos muy pesados, por ejemplo el montaje de un motor. Por último se presenta la resistencia a la fuerza, que consiste en la capacidad que tiene un músculo de sostener una carga el mayor tiempo posible, es común en tareas de alimentación con cargas promedio, por ejemplo en la alimentación de la bodega de un avión con maletas de equipaje.

**Movimientos repetitivos:** se relaciona con los movimientos corporales en función de variables como la frecuencia, repetitividad, velocidad y aceleración, las cuales son determinadas por el método de trabajo. Durante la ejecución de movimientos repetitivos se genera rozamiento de los tendones, los cuales pueden degenerarse y ocasionar problemas osteomusculares.

Consumo energético: constituye una forma de evaluación del nivel de carga física que contiene una tarea, sabiendo que entre mayor sea la demanda de energía, mayor será el riesgo para el trabajador. La satisfacción de los requerimientos energéticos de una tarea tiene su soporte en los sistemas respiratorio y cardiovascular del cuerpo humano, por lo cual la observación de sus respuestas durante el trabajo permite encontrar el nivel de estrés fisiológico al que puede estar sometido un trabajador.

## **Características ambientales**

**Iluminación:** se define como el flujo luminoso recibido por unidad de superficie, se debe garantizar que ésta se de en niveles adecuados, preferiblemente inferiores a los 100 luxes. El acondicionamiento del lugar y puesto de trabajo, así como de las características de las fuentes de luz deben coordinarse de tal forma que se eviten los deslumbramientos y reflejos.

**Ruido:** es el sonido inarticulado no deseado. La exposición al ruido puede distraer la atención del operador obligándole a esforzarse más para desempeñar correctamente su trabajo, de igual forma puede ocasionar daños en el oído tales como zumbidos temporales o permanentes y disminución de la percepción auditiva. Es aconsejable que el nivel de ruido no sobrepase los 65 dB si no se requiere de gran concentración y los 55 dB cuando se requiere gran concentración.

**Vibración:** cuando la vibración se transmite en un área localizada del cuerpo se denomina segmentaria y puede ocasionar insuficiencia vascular de la mano y los dedos, también existe una fuerte relación entre este tipo de vibración y el síndrome del túnel del carpo. La vibración es total cuando se transmite en todo el cuerpo, ya sea de pie o sentado, en cuyo caso puede provocar dolores de espalda baja.

**Acondicionamiento térmico:** este factor influye en el rendimiento del trabajador, por eso es importante evitar que esté sometido a grandes variaciones de temperatura, reducir su permanencia en los sitios donde exista excesivo calor o frío, así como indicar y exigir la protección adecuada en cada caso.

### **3.3 MÉTODOS DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA**

Los métodos de evaluación ergonómica se han desarrollado con base a las necesidades y condiciones específicas de determinadas actividades, buscando posteriormente su aplicabilidad, corrección y validación en otras actividades diferentes a las contempladas en su desarrollo original.

El uso de métodos de valoración ergonómica presenta grandes ventajas, por ser en su mayoría de aplicación sencilla, rápida y no interferir con la actividad desarrollada por el trabajador. Al evaluar las condiciones de trabajo es necesario elegir y definir los factores que se consideran representativos dentro de la actividad desempeñada, para posteriormente seleccionar la herramienta más apropiada que evalúe los aspectos relevantes de los factores elegidos, sin embargo no existe un método predeterminado que sirva para realizar cualquier análisis, ya que algunos abarcan en forma general más aspectos que otros, que posiblemente sean más específicos. La selección de un método de evaluación depende de los factores que predominen y presenten mayor riesgo para quien realiza la tarea, así como de la profundidad del análisis requerido, tiempo y condiciones de análisis disponible.

Es importante tener presente que el resultado que proporciona la evaluación ergonómica solo representa una aproximación para determinar el nivel de riesgo al que está expuesto el trabajador, pero en ningún caso es una medida absoluta, es una referencia para evaluar los factores críticos que deben ser corregidos para disminuir el nivel de riesgo. En general, los métodos de evaluación ergonómica se pueden clasificar de acuerdo a la

forma en que miden y evalúan las condiciones de trabajo en tres grupos: objetivos, subjetivos y mixtos<sup>14</sup>.

### **3.3.1 Métodos objetivos de evaluación ergonómica**

Los métodos objetivos se basan en la observación realizada por una persona ajena al puesto de trabajo, la cual evalúa factores observables y fácilmente medibles, tales como la carga física, evaluación postural y factores ambientales. Estos métodos presentan limitaciones al medir aspectos de tipo cualitativo tales como la carga mental o factores psicológicos y sociales, por lo cual es necesario realizar una elección acertada de los criterios que sean representativos de cada factor y usarlos correctamente.

Generalmente, son métodos que consisten en una guía de observación, para la recolección y evaluación de diferentes aspectos de las condiciones de trabajo, con el fin de obtener un diagnóstico global de las mismas. El resultado de esta evaluación sirve de base para la determinación de aspectos específicos que reflejen la necesidad de análisis más detallados y profundos.

El diagnóstico final que se realiza con estos métodos es independiente de las apreciaciones o interpretaciones personales del evaluador y del trabajador, ya que se da a través de la comparación con valores de referencia establecidos previamente y que el método suministra por medio de tablas.

Entre los métodos de evaluación objetiva se pueden destacar:

---

<sup>14</sup> FERRER, Francisco. MINAYA, Gilberto. NIÑO, José. RUIZ, Manuel. Manual de Ergonomía. Fundación MAPFRE. Editorial MAPFRE S. A., 1994. p. 12

**RULA** (Rapid Upper Limb Assessment). Desarrollado en Inglaterra por la Universidad de Nottingham, para la evaluación de cargas y posturas en actividades que se desarrollan con movimientos repetitivos de las extremidades superiores.

**LEST** (Laboratory of Economy and Sociology of the work). Desarrollado por el Laboratorio de Economía y Sociología del Trabajo de Francia, con criterios de valoración bastante objetivos y cuantificables para factores ambientales, posturales y de desplazamiento. Sin embargo este método podría ser considerado de tipo mixto, ya que se complementa con la evaluación de forma subjetiva de algunos aspectos psicosociales.

**RNUR** (Régie Nationale des Usines Renault). Denominado método de los perfiles de los puestos, busca optimizar el puesto de trabajo priorizando los aspectos más inadecuados, permite comparar diversas soluciones para elegir una de ellas.

**OWAS** (Ovako Working-posture Analysis System). Desarrollado en Finlandia, para analizar la postura y la carga en tareas de la industria del acero, posteriormente ha sido aplicado a otras industrias y actividades, por lo cual se ha ido corrigiendo, adaptando y mejorando.

**REBA** (Rapid Entire Body Assessment). Desarrollado en Nottingham para estimar el riesgo de padecer desórdenes corporales relacionados con el trabajo.

**JSI** (Job Strain Index). Se emplea para evaluar los riesgos relacionados con las extremidades superiores, se enfoca en el análisis del antebrazo, la muñeca y el codo.

**OCRA** (Occupational Repetitive Action). Permite evidenciar y cuantificar la presencia de riesgos en los movimientos repetitivos de las extremidades. El procedimiento permite conocer qué puestos de trabajo presentan, por sus características estructurales y organizativas, un riesgo "ausente", "leve", "medio" y "elevado" de traumatismos músculo-esqueléticos.

**NIOSH** (National Institute for Occupational Safety and Health). Busca identificar los riesgos de lumbalgias asociados a la carga física a la que está sometido un trabajador y recomendar un límite de peso adecuado para desarrollar la tarea.

**SUSANNE RODGERS**. Se basa en la fatiga de los músculos del cuerpo al realizar una tarea específica. Clasifica el cuerpo en seis grupo principales, para tener en cuenta el nivel, tiempo y frecuencia de esfuerzo realizado y detectar el riesgo y opciones de cambio.

### **3.3.2 Métodos subjetivos de evaluación ergonómica**

Los métodos subjetivos utilizan criterios basados en la apreciación de las personas evaluadas, y la medición de las condiciones no es independiente de la percepción de la persona evaluada o del evaluador. Generalmente se usan para evaluaciones de carga mental, motivación y otros factores subjetivos, los cuales no es posible cuantificarlos de forma independiente de las personas.

En este tipo de evaluaciones, los métodos e instrumentos desarrollados en el área de psicología, tales como cuestionarios, encuestas y entrevistas, son de gran utilidad para evaluar las consecuencias positivas y negativas que puede tener para el individuo y la organización una determinada situación de

trabajo, también son útiles para obtener información de los estados internos del trabajador que permitan establecer la relación entre factores de trabajo y vivencias de cada individuo. Para realizar estas evaluaciones es importante contar con una muestra significativa y representativa de la población entrevistada.

La naturaleza de los factores evaluados por los métodos subjetivos plantea dificultades en el establecimiento de una escala para los factores de carga mental y psicosociales, ya que no existen normas para afirmar que a partir de un determinado nivel de atención o de esfuerzo de memorización existe un riesgo débil, medio o importante de fatiga mental. También se presentan dificultades al evaluar la carga mental en tareas que no son repetitivas o sin un ciclo bien determinado, como por ejemplo tareas de vigilancia y control, en las que se requiere una atención visual casi específica y donde se puede presentar el riesgo de monotonía, el cual puede ser difícil de apreciar y a su vez se puede confundir fácilmente con una sobrecarga mental.

Entre los métodos de evaluación subjetiva se pueden destacar:

**ANACT** (Agence Nationale pour L'Amelioration des Conditions de Travail). Este método inicialmente realiza un conocimiento y análisis global de toda la empresa, para posteriormente realizar el análisis de un puesto en concreto. Se basa principalmente en la opinión que tienen los trabajadores evaluados sobre sus condiciones de trabajo.

### **3.3.3 Métodos mixtos de evaluación ergonómica**

Como su nombre lo indica, los métodos mixtos combinan aspectos de las otras dos clases de métodos, a través de una valoración objetiva del puesto

de trabajo por parte del evaluador, y otra valoración subjetiva por parte del operario del puesto. Al comparar los resultados de ambas valoraciones se puede obtener una idea del grado de convergencia o divergencia existente entre las dos, lo cual sirve para tener una visión clara de donde es necesario analizar con mayor profundidad, o donde existen opiniones contradictorias con el grupo.

Por lo general, la profundidad del análisis de estos métodos no es demasiada, ya que su objetivo es conocer el grado de aceptabilidad de la tarea en general, e indicar los factores que presentan problemas o deficiencias y que deben ser analizados con mayor profundidad a través de otros métodos específicos. El resultado de este tipo de evaluación también permite establecer las prioridades en los objetivos de mejora alcanzables, además de facilitar la comprensión las condiciones actuales y deseables.

**MAPFRE.** Desarrollado por el Instituto Tecnológico de Seguridad MAPFRE. Busca realizar una valoración ergonómica simplificada, en la que, a partir de un análisis general de las condiciones del puesto, se puedan abordar análisis más profundos y específicos de los aspectos considerados como negativos. Inicia con una fase descriptiva, en una segunda fase realiza la evaluación del puesto y la tarea, para finalizar con el análisis y propuestas para aplicar medidas correctivas.

**OSHA Ergonomic Survey.** (Occupational Safety and Health Administration). Evalúa aspectos psicosociales, físicos y ambientales del puesto de trabajo. Además analiza el programa ergonómico de la empresa así como el entrenamiento y educación en ergonomía que tiene el personal de la misma.

**FAGOR.** Se inició por parte del servicio médico de una empresa y se orienta hacia el conocimiento del ambiente laboral para detectar cambios en la salud de los trabajadores.

#### 4. SELECCIÓN DE MÉTODOS DE VALORACIÓN ERGONÓMICA

Existen diversos métodos para realizar la valoración de riesgos ergonómicos asociados a los puestos de trabajo, los cuales varían tanto en su procedimiento como en su alcance. Con el propósito de realizar la selección de aquellos métodos sobre los que se centrará la definición de las prácticas de laboratorio, inicialmente se realizó una identificación general de los más reconocidos para considerarlos como alternativas de selección, éstos se mencionan a continuación:

*LEST*: Laboratoire de Economie et Sociologie du Travail

*RULA*: Rapid Upper Limb Assessment

*RNUR*: Régie Nationale des Usines Renault

*FAGOR*: Método de evaluación de las condiciones de trabajo

*JSI*: Job Strain Index

*REBA*: Rapid Entire Body Assessment

*OCRA*: Occupational Repetitive Action

*OWAS*: Ovako Working Posture Analysing System

*ANACT*: Agence nationale pour l'amélioration des conditions de travail

*MAPFRE*: Instituto Tecnológico de Seguridad MAPFRE

*NIOSH*: National Institute for Occupational Safety and Health

*RODGERS*: Dra. Suzanne Rodgers

Entre los métodos RULA y REBA existen semejanzas en aspectos relacionados con su aplicación, así como en la clasificación postural que definen y los segmentos corporales contemplados por cada uno de ellos. Al cotejar ambos métodos, se encontró que el REBA por ser más reciente (2000) aún se encuentra en un período de validación, mientras que el RULA, el cual data de 1993 ha sido ampliamente utilizado y contrastado, por este

motivo en el proceso de selección que se describe posteriormente, solo se tiene en cuenta el método RULA.

Para llevar a cabo la selección se realizó el análisis de las alternativas mencionadas anteriormente, a través de un proceso que comprende los siguientes aspectos:

1. Definición de factores de decisión.
2. Ponderación de cada factor, teniendo en cuenta su importancia relativa.
3. Escala de puntos.
4. Evaluación de alternativas.
5. Selección de métodos.

#### **4.1 DEFINICIÓN DE FACTORES DE DECISIÓN**

Los factores de decisión se eligieron y definieron teniendo en cuenta que los métodos a seleccionar serán utilizados en un contexto académico, donde se busca introducir a los estudiantes de Ingeniería en el tema de ergonomía, a través del desarrollo de prácticas de laboratorio que les permitan conocer y aplicar métodos de valoración ergonómica ampliamente difundidos, todo esto haciendo uso de una aplicación informática que se desarrollará con el fin de procesar información y proporcionar resultados de una forma sencilla, apoyando el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los factores elegidos, así como los grados asociados a cada uno de ellos se describen a continuación:

- ♦ **Interpretación de resultados:** hace referencia a qué tantas posibilidades tiene el evaluador de interpretar los datos obtenidos, para realizar un diagnóstico de la situación analizada.

**Cuadro 2. Grados del factor interpretación de resultados**

<b>Grados</b>	<b>Descripción</b>
1	Los resultados obtenidos permiten realizar un diagnóstico de la situación analizada, teniendo en cuenta las interpretaciones y forma de pensar de quien utiliza el método.
2	Los resultados obtenidos determinan un diagnóstico de la situación analizada, teniendo en cuenta la comparación de valores obtenidos con valores de referencia suministrados por el método.

- ♦ **Conocimientos requeridos:** entendido como los conocimientos previos que debe tener el usuario para llevar a cabo la aplicación del método.

**Cuadro 3. Grados del factor conocimientos requeridos**

<b>Grados</b>	<b>Descripción</b>
1	La aplicación del método puede ser realizada por una persona que posea conocimientos básicos generales, sobre los conceptos e instrumentos de medición asociados al método.
2	La aplicación del método requiere de una persona que tenga formación en ergonomía y que posea conocimientos específicos sobre los conceptos e instrumentos de medición asociados al método.

- ♦ **Cobertura de variables de evaluación:** hace referencia a la consideración de las diferentes variables de evaluación del método.

**Cuadro 4. Grados del factor cobertura de variables de evaluación**

<b>Grados</b>	<b>Descripción</b>
1	El método hace énfasis en el análisis de variables asociadas a la carga física a la cual está sometido el trabajador y/o a las posturas que adopta durante el desarrollo de su labor.
2	El método contempla en forma general, además de las variables asociadas a la carga física, aquellas que están asociadas a la carga psíquica y mental a las cuales está sometido el trabajador.

- ♦ **Validez académica:** hace referencia al soporte y validez conceptual que tiene el método académicamente.

**Cuadro 5. Grados del factor validez académica**

<b>Grados</b>	<b>Descripción</b>
1	Existe evidencia de que el método ha sido soportado y validado conceptualmente, con fines académicos.
2	No se encontró evidencia de que el método ha sido soportado y validado conceptualmente, con fines académicos.

- ♦ **Uso comercial:** se entiende como la existencia de aplicaciones comerciales desarrolladas para realizar valoración de riesgos ergonómicos a través de un método específico.

**Cuadro 6. Grados del factor uso comercial**

<b>Grados</b>	<b>Descripción</b>
1	Existe certeza de que el método ha sido desarrollado para fines comerciales.
2	No existe certeza de que el método ha sido desarrollado para fines comerciales.

- ♦ **Aplicación informática:** se refiere a qué tanto se puede implementar el método a través de una herramienta informática que permita la generación rápida de resultados.

**Cuadro 7. Grados del factor aplicación informática**

<b>Grados</b>	<b>Descripción</b>
1	El método presenta características <b>cuantitativas</b> , que permiten la generación total de un resultado final, a través de una herramienta informática.
2	El método presenta características <b>cualitativas</b> que no permiten la generación total de un resultado final, a través de una herramienta informática.

## 4.2 PONDERACIÓN DE FACTORES

Dentro de los factores de decisión definidos anteriormente, existen unos que tienen mayor relevancia que otros, por esto para la realización de la selección de los métodos es determinante establecer la importancia relativa que tiene cada uno de ellos en la decisión a tomar. Con este fin se realizó la Ponderación estimada por jerarquización con dos evaluadores, para lo cual inicialmente cada evaluador numeró de 1 a 6 los factores, siendo 1 el más representativo y 6 el que menos importancia tiene en el momento de tomar la decisión, posteriormente se asignó la puntuación a cada factor dando 100 puntos al factor con mayor prioridad, tal como se observa en el siguiente cuadro:

**Cuadro 8. Puntuación de factores de decisión**

Factor de decisión	Evaluador 1		Evaluador 2	
	Prioridad	Puntos	Prioridad	Puntos
Interpretación de resultados	2	90	5	50
Conocimientos requeridos	4	70	2	90
Cobertura de variables de evaluación	5	60	4	70
Validez académica	3	80	1	100
Uso comercial	6	30	6	30
Aplicación informática	1	100	3	80

Una vez definidos los puntos de cada factor fue necesario realizar la ponderación de cada uno de ellos, para lo cual se sumaron los puntos asignados por los dos evaluadores obteniendo un total de 850 puntos, al dividir la suma de los puntos de cada factor en el total de 850 puntos y multiplicar por 100, se obtienen los porcentajes correspondientes a la ponderación de cada factor, así:

**Cuadro 9. Ponderación de factores de decisión**

Factor de decisión	Eval 1	Eval 2	$\Sigma$	Ponderación
	Puntos	Puntos		
Interpretación de resultados	90	50	140	16%
Conocimientos requeridos	70	90	160	19%
Cobertura de variables de evaluación	60	70	130	15%
Validez académica	80	100	180	21%
Uso comercial	30	30	60	7%
Aplicación informática	100	80	180	21%
<b>Total</b>	<b>430</b>	<b>420</b>	<b>850</b>	<b>100%</b>

### 4.3 ESCALA DE PUNTOS

Después de realizar la ponderación de los factores, el siguiente paso es realizar la asignación de puntos a cada uno de los grados descritos para cada factor, teniendo en cuenta que se asigna el mayor número de puntos al grado más representativo para el estudio, así:

**Cuadro 10. Puntuación del factor interpretación de resultados**

A. Interpretación de resultados	
Grados	Puntos
1	84
2	56
Total	140

**Cuadro 11. Puntuación del factor conocimientos requeridos**

B. Conocimientos requeridos	
Grados	Puntos
1	96
2	64
Total	160

**Cuadro 12. Puntuación del factor cobertura de variables de evaluación**

<b>C. Cobertura de variables de evaluación</b>	
<b>Grados</b>	<b>Puntos</b>
1	78
2	52
Total	130

**Cuadro 13. Puntuación del factor validez académica**

<b>D. Validez académica</b>	
<b>Grados</b>	<b>Puntos</b>
1	108
2	72
Total	180

**Cuadro 14. Puntuación del factor uso comercial**

<b>E. Uso comercial</b>	
<b>Grados</b>	<b>Puntos</b>
1	36
2	24
Total	60

**Cuadro 15. Puntuación del factor aplicación informática**

<b>F. Aplicación informática</b>	
<b>Grados</b>	<b>Puntos</b>
1	108
2	72
Total	180

#### **4.4 EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS**

Una vez establecida la ponderación de cada factor y asignados los puntos a cada uno de los grados del mismo, se procede a realizar la evaluación de las diferentes alternativas.

Se debe hacer un análisis de cada método que permita establecer para cada uno de los factores el grado en que se ubica el mismo y así asignarle la puntuación definida para dicho grado. Al multiplicar la ponderación de cada factor por los puntos asignados en cada método y realizar la sumatoria de los mismos, se obtiene un puntaje total que permite escoger de entre todas las alternativas aquellas que tengan mayor puntaje, así:

$$\max_j \left\{ \sum_{i=1}^n C_{ij} * P_i \right\} \rightarrow \max_j \left\{ \sum_{i=1}^6 C_{ij} * P_i \right\}$$

donde:

Pi = ponderación del factor i

Cij = puntos asignados al grado del factor i, analizando la alternativa j

**Cuadro 16. Evaluación de alternativas**

Factor	A	B	C	D	E	F	Puntaje Total
Método	16%	19%	15%	21%	7%	21%	
LEST	84	64	52	108	36	72	73,72
RULA	56	96	78	108	36	108	86,78
RNUR	84	64	52	108	24	108	80,44
FAGOR	84	64	52	72	24	72	65,32
JSI	84	96	78	108	36	72	83,7
OCRA	84	96	78	72	36	72	76,14
OWAS	56	96	78	108	36	108	86,78
ANACT	84	96	52	72	24	72	71,4
MAPFRE	84	64	52	108	24	72	72,88
NIOSH	56	96	78	108	36	108	86,78
RODGERS	84	96	78	72	24	108	82,86
PLIBEL	84	64	52	72	24	72	65,32

Como se explicó anteriormente en el numeral 4.2 de este capítulo, referente a la ponderación de factores, aquellos que presentan mayor importancia son la *validez académica* y la *aplicación informática*. Con respecto al primero, los métodos RULA, JSI, OWAS y NIOSH obtuvieron una valoración de 108

puntos, por tratarse de métodos que han sido utilizados con fines académicos, entre otras, por las siguientes instituciones:

- ♦ Cornell University (CUErgo) <sup>15</sup>
- ♦ Tampere University Technology (WinOwas) <sup>16</sup>
- ♦ Centro de Ergonomía y Prevención de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPCtools) <sup>17</sup>
- ♦ Departamento de proyectos de ingeniería de la Universidad Politécnica de Valencia (e-DPI) <sup>18</sup>

Estas instituciones además de dar a conocer los fundamentos de los métodos, han desarrollado aplicaciones informáticas para procesar la información referente a los mismos, aspecto que favorece el desarrollo de este proyecto, ya que al existir un precedente se puede establecer con certeza que es viable el desarrollo de una aplicación informática propia de la Universidad Industrial de Santander. Asociado a lo expresado anteriormente, para la asignación de los puntajes referentes al factor de *aplicación informática* se tuvo en cuenta las características cualitativas y cuantitativas del método, lo cual permitió asignar una puntuación de 108 a los métodos RULA, OWAS y NIOSH, por ser de carácter netamente cuantitativo, por su parte el método JSI obtuvo un puntaje de 72 en este factor, ya que es un método que ofrece un resultado numérico a partir de datos semi-cuantitativos.

Con respecto al factor de *conocimientos requeridos*, el cual sigue en orden de importancia, los cuatro métodos - RULA, JSI, OWAS y NIOSH - obtuvieron una valoración de 96 puntos, debido a que su aplicación es

---

<sup>15</sup> <http://ergo.human.cornell.edu/cutools.html>

<sup>16</sup> <http://turva.me.tut.fi/owas/>

<sup>17</sup> <http://www.upctools.com/>

<sup>18</sup> <http://www.dpi.upv.es/edpi/>

sencilla, no requiere de personal experto en el tema y se basan principalmente en observaciones y mediciones.

El siguiente factor de acuerdo con la ponderación realizada es la *interpretación de resultados*, en este caso se asignaron 56 puntos a los métodos RULA, OWAS y NIOSH, ya que en ellos el evaluador realiza el diagnóstico final por comparación con valores de referencia previamente establecidos y suministrados por el método a través de tablas. Por su parte el método JSI obtuvo en este factor una puntuación de 84, debido a que en este caso el diagnóstico se realiza teniendo en cuenta las percepciones del analista.

Teniendo en cuenta que los métodos RULA, JSI, OWAS y NIOSH no contemplan la carga psíquica y mental a la cual está sometido el trabajador, pero si consideran variables asociadas a la carga física y posturas adoptadas por el mismo, todos obtuvieron una puntuación de 78 en el factor de *cobertura de variables de evaluación*.

El factor con menor ponderación es el *uso comercial*, en este caso los cuatro métodos obtuvieron una valoración de 36 puntos, ya que existen aplicaciones desarrolladas con fines comerciales que los contemplan, además hay aplicaciones que aunque inicialmente fueron concebidas con fines académica hoy en día son comercializadas. Dentro de las aplicaciones que se pueden adquirir en el mercado es posible destacar:

- ♦ UPCtools - Universidad Politècnica de Catalunya.
- ♦ e-DPI - Universidad Politècnica de Valencia.
- ♦ Ergomet<sup>19</sup> - INERMAP, Instituto de Ergonomia MAPFRE, S.A.

---

<sup>19</sup> <http://www.inermap.com/software/ergomet.htm>

- Ergomaster<sup>20</sup> - NexGen Ergonomics
- ErgoIntelligence<sup>21</sup> - NexGen Ergonomics

De acuerdo con la puntuación de factores explicada anteriormente, los métodos RULA, OWAS y NIOSH obtienen un puntaje total de 86,78, el cual es el máximo dentro de la evaluación de alternativas realizada (ver Caudro 2). El siguiente puntaje es de 83,7 y lo obtuvo el método JSI.

De esta forma la definición de prácticas de laboratorio se centrará en los métodos Rapid Upper Limb Assessment (RULA), Ovako Working Posture Analysing System (OWAS), National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) y Job Strain Index (JSI).

---

<sup>20</sup> <http://www.nexgenergo.com/ergonomics/ergomast.html>

<sup>21</sup> <http://www.nexgenergo.com/ergonomics/ergointeluea.html>

## **5. DISEÑO PEDAGÓGICO DE LAS PRÁCTICAS DE VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS**

Un elemento que caracteriza la sociedad de hoy es el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), siendo común hablar de la *sociedad de la información* o *sociedad del conocimiento*.

Actualmente se vive una incorporación de las TIC en la mayoría de ámbitos del conocimiento y quehacer humano, lo cual ha generado cambios en las organizaciones, así como en las actividades que éstas realizan. La educación por su parte no ha escapado a esta tendencia y ha venido experimentado cambios a nivel tecnológico, sin embargo el uso de las TIC en las instituciones educativas en ocasiones se da de manera espontánea, es decir su uso se da más por el prestigio educativo que tienen asociado, que por el provecho que se pueda obtener de ellas.

De acuerdo con lo anterior es importante tener en cuenta que la incorporación de las TIC en los procesos de enseñanza – aprendizaje deben estar acompañados de un análisis y reflexión acerca del papel que éstas deben desempeñar en dicho proceso, ya que como lo expresa Andrade Sosa: *“No basta hacer con la informática lo que se venía haciendo sin ella, se requiere asumir la nueva realidad caracterizada por la presencia de la tecnología y hacer con su ayuda, lo que es posible y se debe hacer en esta*

*realidad*<sup>22</sup>

Al considerar el uso de las TIC en la definición de prácticas para la valoración de riesgos ergonómicos, es necesario tener presente que se deben suscitar cambios, dentro de los cuales se puede destacar la generación de un ambiente de aprendizaje basado en un proceso de construcción y no en un proceso de asimilación o memorización. Se debe tener en cuenta que los conocimientos y habilidades que el alumno ha de aprender son susceptibles de adquirirse tanto en el ámbito teórico como en el práctico, y de forma funcional poniendo ambos en relación. Generalmente, una buena forma para que los alumnos asimilen los conceptos presentados en las clases teóricas es a través del desarrollo de clases prácticas, por esto para aprender, el estudiante además de comprender los contenidos debe realizar actividades que estimulen su capacidad de análisis y reflexión, actividades que le permitan sentirse un participante activo en el proceso de aprendizaje.

Con el propósito de hacer de las prácticas de valoración de riesgos ergonómicos un instrumento que agregue valor al proceso de enseñanza – aprendizaje, se considera imprescindible tener claridad de aquellos elementos de orden pedagógico sobre los cuales se van a sentar las bases de su posterior desarrollo. A continuación se presenta una breve descripción de los mismos:

## **5.1 USUARIOS**

Las personas para las cuales se realiza el diseño de las prácticas, son los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales que se encuentren cursando la materia de

---

<sup>22</sup> ANDRADE SOSA, Hugo Hernando. La Informática y el cambio en la educación. Una propuesta ilustrada con ambientes de modelado y simulación: Proyecto MAC. p. 5

Diseño de Plantas, así como los docentes de la misma. Al utilizar el término usuario se hace referencia a estudiantes y/o profesores.

## **5.2 OBJETIVOS DE APRENDIZAJE**

Al realizar el diseño de las prácticas de valoración de riesgos ergonómicos es importante tener en cuenta que éstas se desarrollan como complemento de las clases teóricas, donde el estudiante previamente ha recibido información y desarrollado conceptos sobre ergonomía. Los objetivos que se pretenden alcanzar son:

- ♦ Tener una aproximación al tema de valoración de riesgos ergonómicos a través del conocimiento y aplicación de cuatro métodos ampliamente difundidos en la actualidad.
- ♦ Desarrollar la capacidad de exploración y análisis de los estudiantes, a través del planteamiento de actividades prácticas, consistentes en la aplicación directa de los métodos en puestos de trabajo previamente seleccionados y acordes a cada método.
- ♦ Familiarizarse con el uso de una aplicación informática semejante a las utilizadas actualmente en las empresas para realizar valoraciones de tipo ergonómico.

## **5.3 SELECCIÓN DE CONTENIDOS**

Teniendo en cuenta que el tema general a tratar es la valoración de riesgos ergonómicos, se considera prudente realizar una introducción que permita al

estudiante tener una visión global del mismo, para posteriormente conocer los cuatro métodos a desarrollar en las prácticas. Asociada a la descripción de los métodos se debe realizar una explicación de aquellos términos que son de uso poco común, ya que de esta forma se facilita la comprensión de los textos presentados.

Dentro de los contenidos se contempla además la presentación de ejemplos que ilustren la aplicación de los métodos, instrucciones para realizar las prácticas e indicaciones para utilizar el software asociado a ellas.

Todos estos contenidos se deben estructurar y vincular cuidadosamente para lograr que los temas presentados lleguen a los usuarios de una manera clara y fiable.

## **5.4 DIRECTRICES A SEGUIR**

**5.4.1 Docente como guía del aprendizaje:** durante el desarrollo de las prácticas de valoración de riesgos ergonómicos se pretende que el docente además de su rol como transmisor de conocimiento, desempeñe un papel de guía o facilitador del aprendizaje. El docente se debe encargar de generar las condiciones para facilitar un aprendizaje exitoso, prestando atención a la motivación y dando orientación a los alumnos con respecto a dudas e inquietudes. El profesor debe mediar el encuentro de sus alumnos con el conocimiento en el sentido de guiar y orientar la actividad constructiva de los mismos.

**5.4.2 Aprendizaje activo:** el aprendizaje se debe concebir como un proceso de exploración y descubrimiento progresivo, en el que alumno adopta un papel activo. El estudiante no se puede limitar a escuchar, debe

dejar de ser un receptor de información para convertirse en la persona que construye su conocimiento a través de los recursos propios de la materia, así como de la búsqueda activa de información y la interacción con sus compañeros.

**5.4.3 Uso de tecnologías de información y comunicación:** las tecnologías de información y comunicación han proporcionado a la educación herramientas innovadoras, capaces de suscitar modificaciones prácticas y operacionales en el proceso de enseñanza – aprendizaje, sin embargo dichas tecnologías no pueden por sí mismas reemplazar la pedagogía, sino estar a su servicio. Por esto se debe tener claridad en que la tecnología es un medio y no un fin, ya que el éxito del proceso de enseñanza – aprendizaje radica en el diseño pedagógico que se realiza del mismo y no en la herramienta tecnológica que se utilice.

**5.4.4 Interactividad:** otra característica a considerar en el diseño es la interactividad, a través de la cual se busca facilitar el intercambio de información entre el aprendiz y el computador. El estudiante debe recibir una respuesta a sus acciones, para él debe ser posible obtener la información que requiere para el desarrollo de sus actividades. Es importante contemplar el uso de bases de datos que permitan el acceso a la información, realizando operaciones de ingreso, modificación y eliminación de datos. Producto de la información almacenada el computador y específicamente su software asociado debe contemplar elementos de salida de información tales como resultados de consultas, informes en pantalla y reportes impresos.

**5.4.5 Motivación:** la motivación es uno de los grandes motores en el aprendizaje, ya que estimula el interés y la voluntad de aprender, por esto se considera importante manejar adecuadamente los elementos que pueden

resultar motivadores para los alumnos, dentro de los cuales es posible destacar:

La relación entre el docente y el alumno.

La forma de presentar y estructurar los contenidos.

La diversidad y organización de actividades.

Los recursos disponibles para realizar las actividades propuestas.

La participación que se da al estudiante.

La relación equilibrada entre teoría y práctica.

El uso de tecnologías de información y comunicación.

Uso de elementos multimedia

**5.4.6 Exploración y descubrimiento:** es importante considerar el aprendizaje como un proceso de exploración y descubrimiento en el que además de realizar una provisión de los contenidos propios del tema, se proporcionen las condiciones necesarias para que el estudiante realice una exploración de los conceptos expresados en esos contenidos. Esto se facilita a través de experiencias reales, que en el caso de las prácticas valoración de riesgos ergonómicos se pueden orientar a la aplicación de los métodos de forma directa en un puesto de trabajo.

**5.4.7 Variedad de actividades:** otro elemento importante en el diseño pedagógico son las actividades que se han de incluir, las cuales deben ser variadas y estar orientadas al desarrollo y adquisición de un determinado tipo de destreza. Algunas de las actividades que se pretende incluir pueden ser definidas como:

- ♦ **Pasivas:** orientadas a la recepción de información por parte el estudiante.
- ♦ **Dirigidas:** en las que se indica al estudiante una serie de instrucciones a seguir.

- ♦ **Activas:** las que requieren la participación del estudiante para llevar a cabo una tarea.
- ♦ **Creativas:** fomentan la participación del aprendiz, solicitándole nueva información.
- ♦ **Aclaratorias:** las que poseen un carácter explicativo con respecto a un tema planteado.

**5.4.8 Integración de medios:** una forma común de presentar información es a través de medios impresos, los cuales se caracterizan por mostrar contenidos de forma secuencial, sin embargo con el propósito de dinamizar la forma en que se presenta la información, se considera importante además aprovechar las posibilidades que ofrece la tecnología en la actualidad, dando prioridad a aquellos medios que a través del uso de elementos multimedia tales como texto, imagen, sonido, movimiento y asociaciones predefinidas, conocidas como hipervínculos, permiten al usuario moverse por la información de un modo más intuitivo e interactivo.

## **6. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS PRÁCTICAS DE VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS**

Una vez realizado el diseño pedagógico y antes de proceder con desarrollo formal de las prácticas para la evaluación de riesgos ergonómicos asociados a los puestos de trabajo se debe considerar la estructura de cada práctica, contemplando tanto los contenidos, como la forma y herramientas para la presentación de los mismos. Además, teniendo en cuenta que las prácticas están soportadas en una aplicación informática, se hace necesario establecer el proceso y herramientas a través de los cuales se ha de desarrollar el software.

### **6.1 ESTRUCTURA DE LAS PRÁCTICAS**

Al hablar de estructura de las prácticas de laboratorio se hace referencia a la definición, distribución y orden en el cual se van a presentar los contenidos, con el fin de garantizar que éstos lleguen con el mínimo nivel de ruido a los estudiantes, es decir que se transmitan de la manera más clara posible. Para esto es importante considerar dos elementos del proceso de comunicación educativa, como son el mensaje y el canal. El mensaje es constituido por el contenido educativo, materia o conjunto de conocimientos que se pretende difundir y el canal es definido como el instrumento utilizado por el emisor para transmitir el mensaje.

**6.1.1 Mensaje:** aunque los temas a tratar son propios de cada práctica, se pretende presentar los contenidos de las mismas a través de una estructura común que plantee una secuencia adecuada para su desarrollo. Con este fin se han establecido los siguientes elementos como componentes de la estructura de las prácticas de laboratorio:

- ♦ **Descripción del método:** hace referencia a la descripción y explicación de un conjunto de elementos teóricos asociados al tema de estudio planteado. Es el primer aspecto a definir, ya que con él se busca ubicar al estudiante en el contexto del tema a tratar, proporcionándole la información teórica necesaria para llevar a cabo el desarrollo de cada práctica. Para esto es necesario documentar la teoría correspondiente a los métodos de valoración ergonómica asociados a cada una de las prácticas, así como la terminología utilizada por los mismos.
- ♦ **Ejemplo de aplicación:** utilizado para ilustrar lo que se ha expuesto teóricamente. Es importante que el estudiante se familiarice con la aplicación manual de cada método, por ello se considera pertinente plantear un ejemplo que le oriente al respecto y además le permita comprobar los conocimientos adquiridos en la descripción del mismo.

Además del ejemplo de aplicación, también es conveniente mencionar en qué tipo de tareas es posible utilizar un respectivo método, esto con el propósito de que el estudiante pueda realizar adecuadamente la selección de la tarea a analizar durante cada práctica.

- ♦ **Objetivo:** establece lo que se pretende lograr, es decir el propósito hacia el cual se deben dirigir las acciones. Con la definición del objetivo de cada práctica se busca que el estudiante pueda identificar claramente lo que se persigue con el desarrollo de cada una de ellas.

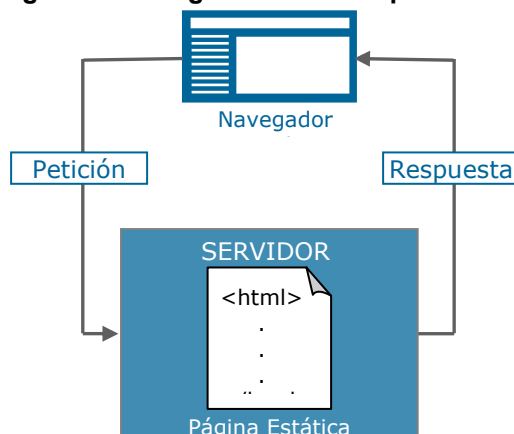
- ♦ **Instrucciones de desarrollo:** entendidas como una secuencia de indicaciones o pasos que se deben llevar a cabo para realizar una actividad. Una vez el estudiante conoce el objetivo de la práctica es conveniente indicarle el procedimiento adecuado para la consecución del mismo, a través de una descripción detallada de todos los pasos que se deben seguir para desarrollar la práctica.
- ♦ **Hoja de datos:** es un formato organizado para el registro manual de los datos asociados a cada método. Teniendo en cuenta que el estudiante realiza la toma de datos fuera del aula de clase y posteriormente los procesa en la aplicación informática, es oportuno diseñar una hoja de trabajo que le permita realizar el registro manual de la información de una manera ordenada y estructurada de acuerdo a la forma en que es solicitada por el software, agilizando así su posterior registro en el mismo.
- ♦ **Aplicación informática:** programa informático diseñado con el fin de facilitar al usuario la realización de un determinado tipo de trabajo. Cuando el estudiante conoce la aplicación manual del método de valoración ergonómica, es conveniente proporcionarle una aplicación informática que le facilite el procesamiento de la información y a su vez le permita familiarizarse con el uso de herramientas que posteriormente puede encontrar en las empresas.

El ítem de aplicación informática se define dentro de la estructura de las prácticas ya que es común a todas ellas, sin embargo posteriormente se va a profundizar sobre la metodología y lenguaje sobre el cual se va a diseñar y desarrollar.

**6.1.2 Canal:** además del contenido educativo que se intenta difundir, es importante establecer el canal o medio para hacerlo. En el caso de las prácticas de laboratorio se considera adecuado hacerlo a través de los siguientes medios:

- ♦ **Aplicación Web:** es un buen canal de comunicación ya que a través de él se permite a los estudiantes localizar la información de forma rápida y sencilla, es decir el sitio Web puede almacenar gran cantidad de contenidos, sin embargo éstos pueden ser recorridos en forma rápida gracias a la estructura que manejan estas aplicaciones, donde al seleccionar un hipervínculo el navegador se transporta a otra página (figura 5). El conjunto de textos e imágenes que se muestran al estudiante están realizados en un lenguaje conocido como Hyper Text Markup Lenguaje (HTML).
- ♦ **Archivo plano:** además de las ventajas que presenta el uso de la aplicación web, también es importante que el estudiante tenga la posibilidad de grabar e imprimir la totalidad de la información relacionada con cada práctica de una forma rápida, por esto se da la posibilidad de descargar un documento en formato pdf que contiene toda la información referente a la misma.

**Figura 5. Navegación en una aplicación Web**



## 6.2 APLICACIÓN INFORMÁTICA

Hoy en día existen en el mercado aplicaciones informáticas para realizar análisis ergonómicos de acuerdo a diferentes métodos, sin embargo su adquisición implicaría incrementar los costos del proyecto. Por esto se ha decidido llevar a cabo el desarrollo de la aplicación que soporte las prácticas, ya que esto además de presentar ventajas económicas permite que la aplicación sea creada de acuerdo a necesidades específicas, sin tener que adaptarse a un paquete de software existente y además la hace flexible para cambios futuros. A continuación se describen la metodología, el lenguaje de programación y la base de datos utilizados para realizar la aplicación.

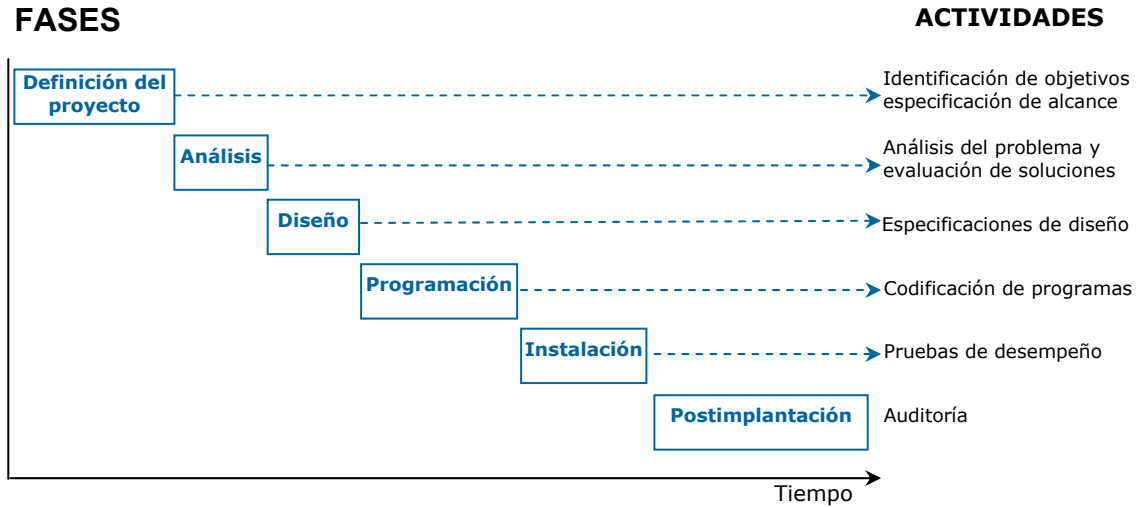
**6.2.1 Metodología de desarrollo:** son muchas las metodologías de desarrollo de software que existen actualmente. En este proyecto, el desarrollo de software se basa en la metodología del ciclo de vida tradicional<sup>23</sup>, la cual plantea que un sistema de información comprende seis fases: definición del proyecto, análisis, diseño, programación, instalación y postimplantación, las cuales se ilustran en la figura 6. Cada fase consta de actividades que deben ser realizadas antes de que la siguiente fase pueda iniciarse.

**6.2.2 Lenguaje de programación:** es una herramienta de software que permite llevar a cabo el desarrollo de aplicaciones de uso específico. El desarrollo de la aplicación informática de este proyecto se fundamenta en el lenguaje de programación Visual Basic 6, a través de él se crea la interfaz de usuario para el manejo de la información y se generan los ejecutables que permiten la instalación local de la aplicación.

---

<sup>23</sup> LAUDON, kenneth. LAUDON, Jane. Administración de los sistemas de información. 1996

Figura 6. Metodología del ciclo de vida tradicional para un desarrollo de sistemas



**6.2.3 Base de datos:** es una colección de datos organizada para permitir el almacenamiento y acceso a la información de una forma eficiente y oportuna. La base de datos de la aplicación se crea con el fin de que los estudiantes puedan almacenar, y posteriormente modificar la información referente a los puestos de trabajo analizados en cada una de las prácticas planteadas.

Por ser de fácil consecución y presentar gran compatibilidad para trabajar con Visual Basic, en este proyecto la herramienta definida para manejar la base de datos es Microsoft Access.

## **7. DESCRIPCIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS**

Los logros que se puedan obtener con la realización de las prácticas de valoración de riesgos ergonómicos asociados a los puestos de trabajo, dependen además del buen uso que se de por parte de profesores y estudiantes, de una serie de características que atienden a diversos aspectos pedagógicos, técnicos y funcionales que fueron definidos previamente en los capítulos referentes al diseño pedagógico y estructural de las prácticas.

Las pruebas realizadas y los resultados obtenidos durante el desarrollo formal de las prácticas se describen a través de los siguientes elementos:

### **7.1 PRUEBAS**

Para obtener el material que se describe en este capítulo, durante el transcurso de su desarrollo se realizaron revisiones conjuntas entre la directora del proyecto y la autora del mismo, de igual forma se llevaron a cabo los ajustes necesarios para alcanzar un material con las características requeridas para ser sometido a pruebas por parte de diferentes usuarios. En el cuadro 17 se describen los principales aspectos de las pruebas realizadas.

**Cuadro 17. Descripción de pruebas**

<b>Lugar:</b> Sala de cómputo de Ingeniería Industrial	
<b>Fecha y Hora:</b> agosto 12 de 2005. 10:00 a.m. – 12:00 m.	
<p><b>Objetivo:</b> Realizar una revisión técnica y funcional del material desarrollado para de ésta forma detectar fallas de funcionamiento, así como posibilidades de mejora del mismo.</p>	
<p><b>Participantes:</b> Con el propósito de contar con diferentes enfoques para la revisión del material desarrollado, los perfiles de los participantes de las pruebas fueron:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Docente de diseño de plantas</li> <li>- Estudiante de ingeniería industrial</li> <li>- Fisioterapeuta con experiencia en salud ocupacional</li> </ul>	
<p><b>Observaciones:</b> A continuación se describen las observaciones realizadas por los participantes de las pruebas, así como el tratamiento dado a cada una de ellas.</p>	
Observación	Acción a seguir
<p>En la aplicación informática ValErgo, al ingresar a la opción Soporte del menú Ayuda, en cualquiera de los cuatro métodos, se presenta el mensaje de Internet “No se puede mostrar la página”, impidiendo visualizar la información referente al uso de la aplicación.</p>	<p>Este error se generó debido a que al empaquetar los archivos de instalación hubo un mal direccionamiento de los referentes a la ayuda.</p> <p>Para corregirlo se generaron nuevamente los instaladores de ValErgo, teniendo la precaución de verificar la ruta definida para los archivos (*.html, *.jpg y *.gif) correspondientes a la Ayuda.</p>

**Cuadro 17. Descripción de pruebas** (continuación)

<b>Observación</b>	<b>Acción a seguir</b>
<p>En la aplicación informática ValErgo, al intentar generar el reporte referente al método RULA aparece el mensaje de error <i>“Report width is larger than the paper width”</i>, impidiendo observar el informe que presenta los resultados del análisis.</p>	<p>Desde el entorno de diseño de reportes de Visual Basic, se modificó el ancho del reporte, lo cual permite corregir este error.</p>
<p>En el método NIOSH, de la aplicación informática ValErgo, al perder el foco del campo <i>Duración de la Tarea</i> sin haber ingresado ningún dato, se presenta el mensaje de error <i>“Type mismatch”</i>, obligando a abandonar el programa.</p>	<p>Este error de programación se originó debido a que al perder el foco del campo <i>Duración de la Tarea</i> se estaba realizando una validación de un dato numérico y dicho dato estaba vacío. Se corrigió la desigualdad en el tipo de datos, realizando la validación únicamente cuando el campo fuera diferente de vacío y además fuera un dato numérico.</p>
<p>Surgieron dudas con respecto al ingreso de los valores de las variables del método NIOSH, ya que la aplicación informática ValErgo los solicita presentando su abreviatura, por ejemplo en el caso de la Distancia horizontal, solicita al usuario el valor de H. Se hizo alusión a la ayuda visual que presenta el método RULA y se sugirió acompañar el método NIOSH de gráficos ilustrativos que orienten sobre el significado de cada variable.</p>	<p>Durante el desarrollo de las pruebas se mostró a los usuarios que al pasar el mouse sobre la abreviatura de cada variable, éstas presentan su nombre completo.</p> <p>En la aplicación informática ValErgo se incluyeron dos figuras en las cuales se explica gráficamente, a qué hacen referencia las variables H (Distancia horizontal), V (Distancia Vertical), D (Desplazamiento Vertical) y A (Ángulo de asimetría).</p>

**Cuadro 17. Descripción de pruebas** (continuación)

<b>Observación</b>	<b>Acción a seguir</b>
<p>La distribución de la información en la aplicación Web se consideró clara, sin embargo en la sección de Terminología se sugirió que así como se puede acceder a la explicación de cada término desde el listado general, también sea posible realizar la acción inversa, es decir que una vez revisado un término se pueda volver al listado general.</p>	<p>Para esto se incluyó en la explicación de cada término un símbolo (↩) que permite retornar al listado general.</p>
<p>El método NIOSH considera una constante de carga equivalente a 23 Kg., sin embargo este valor puede variar de acuerdo con las características de la población analizada. Se sugirió no considerarlo como un valor fijo dentro de la aplicación informática ValErgo, sino como una cantidad que el usuario pueda ingresar de acuerdo con el estudio que realice.</p>	<p>La aplicación informática ValErgo se modificó, agregando un campo llamado Constante de carga, el cual tiene asignado por defecto un valor de 23 Kg. y da al usuario la posibilidad de modificarlo cuando así lo requiera.</p> <p>Se consideró importante realizar ésta modificación, ya que las normas colombianas para Transporte y levantamiento de carga establecen que el peso máximo que puede transportar en hombros una mujer es de 20 Kg. y un hombre de 50 Kg. y que la carga máxima para levantar desde piso o plataforma para mujeres es de 12,5 Kg. y para hombres de 25 Kg<sup>24</sup>.</p>
<p>Los nombres de la Universidad Industrial de Santander y la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales solo son presentados en la página de inicio de la aplicación Web. Se considera importante fortalecer la identidad de la UIS en el material desarrollado.</p>	<p>En la aplicación Web, se incluyó en la parte inferior de todas las páginas, una nota con los nombres y logos, tanto de la Universidad Industrial de Santander como de la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.</p>

<sup>24</sup> ESTRADA, Jairo. Ergonomía. Editorial Universidad de Antioquia, 2001. p. 163

**Cuadro 17. Descripción de pruebas** (continuación)

Observación	Acción a seguir
	La aplicación informática ValErgo también se modificó, agregando en la Ventana que contiene el menú de cada método una imagen con las mismas características de la nota incluida en la aplicación Web. Además en la opción <i>Acerca de</i> del menú <i>Ayuda</i> , se incluyó información referente a la Universidad, así como de los fines por los cuales se llevó a cabo el desarrollo de ValErgo.
En la aplicación informática ValErgo se sugirió contemplar el desarrollo de una funcionalidad, que permita realizar la lectura de imágenes digitales y así mismo calcular los ángulos de las posturas contemplada en el método RULA.	El desarrollo de esta funcionalidad se considera útil, sin embargo teniendo en cuenta que existen programas tipo CAD (Diseño Apoyado por Computador) tales como AutoCad, los cuales están especializados en el manejo de imágenes se considera conveniente realizarlo a través de éstos medios.

## 7.2 USO E INSTALACIÓN

Las prácticas de valoración de riesgos ergonómicos asociados a los puestos de trabajo, están compuestas por la aplicación Web que presenta los contenidos tanto conceptuales como procedimentales, y por la aplicación informática *ValErgo* que permite procesar la información asociada a los métodos. Ambas herramientas son de uso sencillo y se describen a continuación:

**7.2.1 Aplicación Web:** su uso se da a través de Internet o de manera local, ya que por tratarse de páginas que no tienen interacción con bases de

datos se pueden copiar en un equipo de cómputo, y accederlas de forma inmediata, es decir no requieren ningún tipo de instalación.

**7.2.2 Aplicación informática ValErgo:** la aplicación ValErgo por su parte requiere una instalación previa a su uso, por lo cual es necesario considerar los siguientes aspectos:

*Tamaño del ejecutable:* 9.22 MB

*Requisitos de instalación:*

Windows 95, 98, 2000 Professional, XP Home, y XP Professional

Microsoft Access

Configuración de pantalla de 1024 x 768 píxeles

16 MB de memoria RAM,

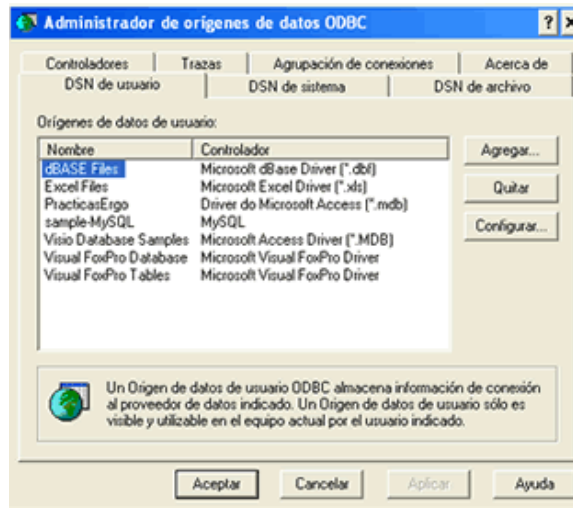
10 MB de espacio libre en el disco duro

*Instalación:*

Para instalar la aplicación se debe ejecutar el archivo setup.exe contenido en la carpeta ValErgo, posteriormente se selecciona la ubicación en la cual se desea realizar la instalación, el sistema escoge por defecto C:\Archivos de programa\ValErgo.

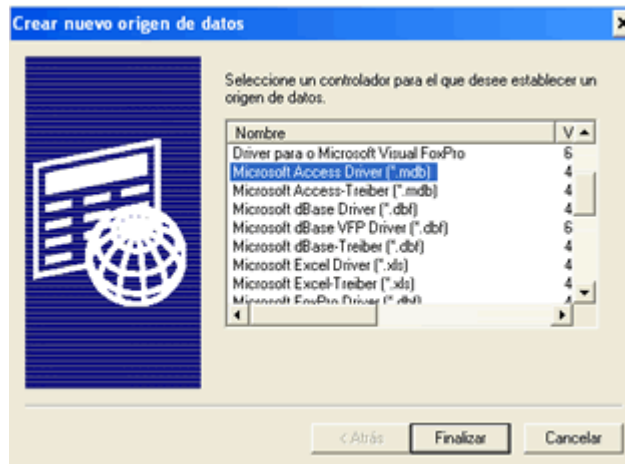
Al finalizar la instalación se debe establecer la conexión a la base de datos, lo cual se hace a través de la ruta Inicio>Configuración>Panel de control. Una vez en el Panel de control se selecciona la opción Herramientas Administrativas y a continuación Orígenes de datos (ODBC), con lo cual es posible visualizar la ventana del Administrador de orígenes de datos (ODBC) como se observa en la figura 7.

Figura 7. Ventana Administrador de orígenes de datos



En esta ventana se hace clic en el botón Agregar y de esta forma se carga la ventana que permite crear un nuevo origen de datos (figura 8). En el listado desplegado se selecciona el controlador Microsoft Access Driver (\*.mdb) y se da clic en el botón Finalizar.

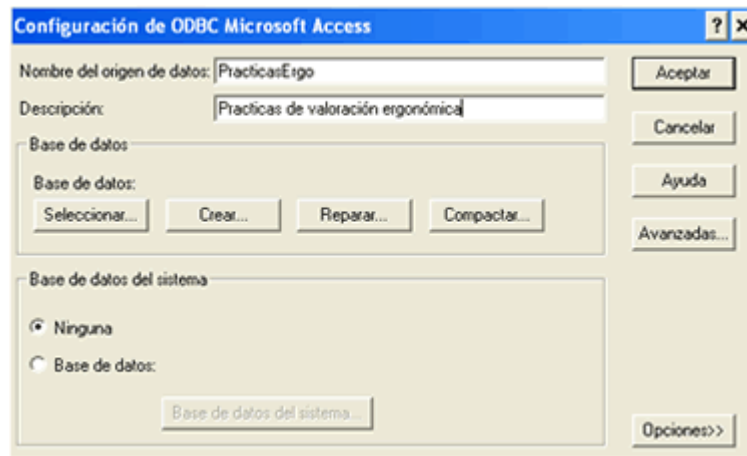
Figura 8. Ventana Crear nuevo origen de datos



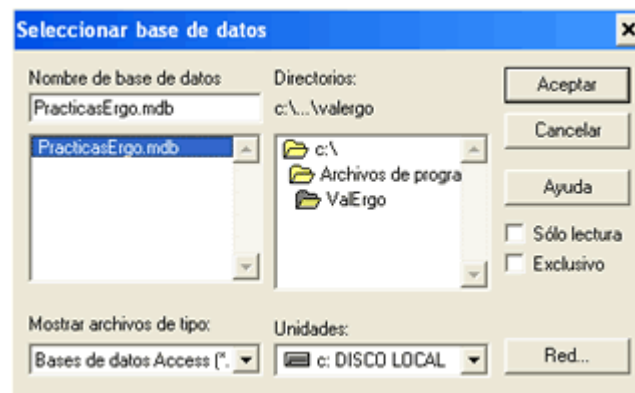
En la ventana de configuración de ODBC Microsoft Access (ver figura 9) se registra el Nombre del origen de datos, el cual debe ser **PracticasErgo**, el campo de Descripción es opcional. Posteriormente se debe seleccionar la

base datos (figura 10) que se encuentra en el directorio ubicado en la ruta C:\Archivos de programa\ValErgo, creado durante la instalación. Si el usuario modificó la ruta de instalación entonces deberá ubicar la base de datos en la carpeta que haya elegido.

**Figura 9. Ventana Configuración ODBC Microsoft Access**



**Figura 10. Ventana Seleccionar base de datos**



*Ejecución:*

La ejecución del programa se realiza a través de la ruta Inicio>Programas>ValErgo, una vez allí se selecciona cualquiera de los cuatro métodos, como se puede observar en la figura 11.

Figura 11. Inicio del programa



### 7.3 ESTRUCTURA DE NAVEGACIÓN

Los esquemas de navegación determinan en gran medida la facilidad de uso de una aplicación, por esto se ha diseñado un entorno que aunque es transparente al usuario, le permite tener un control integral en las acciones que realiza.

**7.3.1 Aplicación Web:** en este caso se ha creado una estructura en la cual se parte de lo general hasta llegar a unidades mínimas de presentación, tal como se observa en la figura 12.

**7.3.2 Aplicación informática ValErgo:** la estructura de navegación de la aplicación informática es sencilla, se ha dispuesto a través de menús que permiten al usuario seleccionar un elemento existente en una lista. A excepción del ítem de puntuación, que puede presentar variación según el método, los demás son comunes en toda la aplicación.

**Figura 12. Estructura de navegación – Aplicación Web**

<b>VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS</b>	<b>MÉTODOS</b>		
	<b>PRÁCTICAS</b>	<b>NIOSH</b>	Descripción del método Ejemplo de aplicación Desarrollo de la práctica Hoja de trabajo Aplicación Informática
		<b>RULA</b>	Descripción del método Ejemplo de aplicación Desarrollo de la práctica Hoja de trabajo Aplicación Informática
		<b>OWAS</b>	Descripción del método Ejemplo de aplicación Desarrollo de la práctica Hoja de trabajo Aplicación Informática
		<b>JSI</b>	Descripción del método Ejemplo de aplicación Desarrollo de la práctica Hoja de trabajo Aplicación Informática
<b>TERMINOLOGÍA</b>			

**Figura 13. Estructura de navegación – Aplicación Informática**

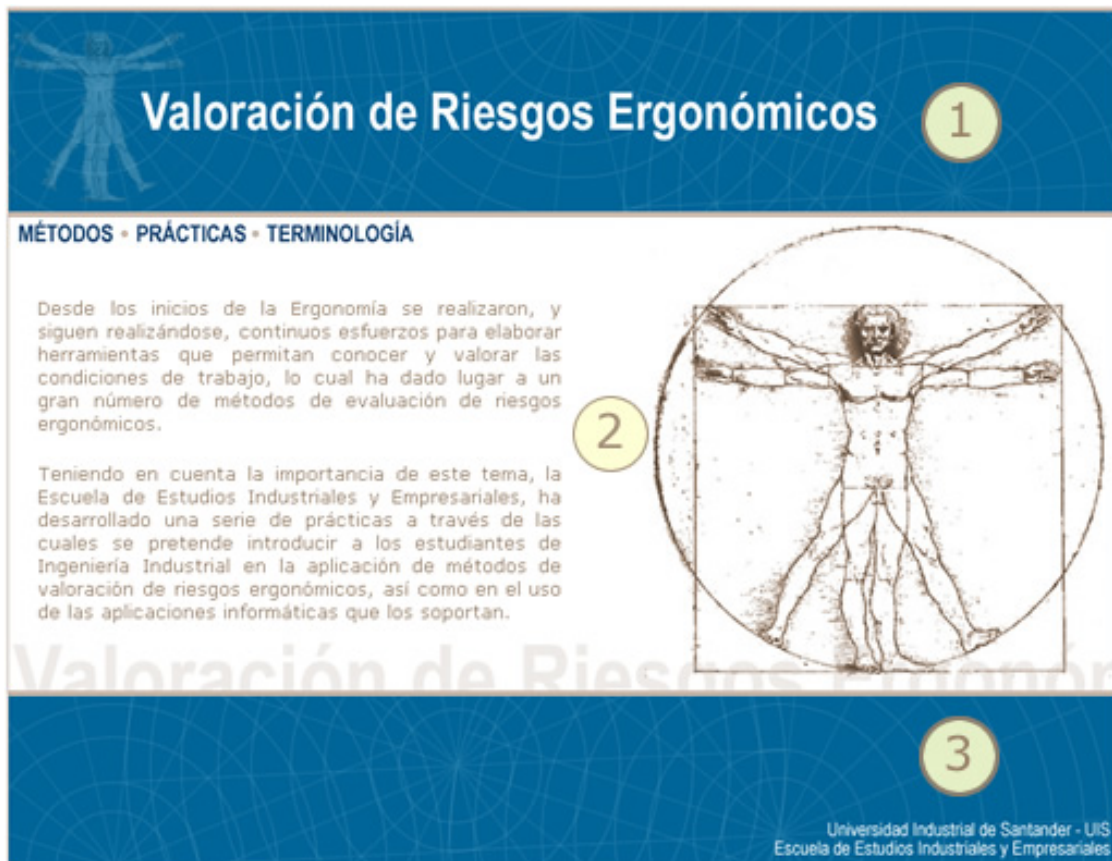
<b>Archivo</b>	Nuevo Abrir Eliminar
	Salir
<b>Puntuación</b>	Puntuación 1 · · · Puntuación n
<b>Ayuda</b>	Soporte
	A cerca de ...

## 7.4 INTERFAZ DE USUARIO

Entendida como el medio que facilita la comunicación e interacción entre el usuario y el programa, fue definida teniendo en cuenta dos perspectivas, la de la aplicación Web y la de la aplicación informática ValErgo:

**7.4.1 Aplicación Web:** los contenidos e instrucciones de cada práctica se presentan a través de una aplicación Web cuyo entorno visual está conformado por dos esquemas básicos. El primero comprende la pantalla de presentación del tema y fue realizado a través de un diseño constituido por tres zonas claramente definidas y distribuidas sin sobrecargar la pantalla, tal como se puede observar en la figura 14.

Figura 14. Página principal de la aplicación Web



En esta pantalla las zonas 1 y 3 están ubicadas en la parte superior e inferior respectivamente, en la primera se muestra al usuario el título general del tema y en la tercera el nombre de la universidad especificando la escuela que realiza el proyecto, ambas zonas presentan un fondo de color azul que consta de diseño gráfico y a través de ellas se pretende enmarcar y resaltar la zona central (2). A su vez la zona central está constituida por un gráfico y mensaje donde se realiza una breve introducción al tema. Esta zona también presenta en la parte superior-izquierda el menú de barra que permite acceder a las secciones de Métodos, Prácticas y Terminología.

El segundo esquema que conforma el entorno de la aplicación Web comprende las pantallas de presentación de las páginas de segundo nivel, es decir las que hacen referencia a los contenidos de cada sección (Métodos, Práctica y Terminología).

Como se puede observar en la figura 15, la parte superior o zona 1 presenta un diseño que guarda concordancia con la página principal, en ella se resalta con letras blancas el nombre de la sección, en este caso Terminología, y además se mantiene aunque en un segundo plano el título del tema general, por esto es presentado con una fuente de inferior tamaño y en un color menos vistoso. Esta zona también contiene el menú de navegación, el cual permite retornar a la página principal, así como acceder a las diferentes secciones. La zona 1 se mantiene fija durante la navegación por la aplicación, mientras que la zona 2 por presentar los contenidos debe permitir la movilidad a través de los mismos.

Figura 15. Página de segundo nivel de la aplicación Web



Durante el desarrollo de las prácticas de valoración de riesgos ergonómicos es posible encontrar términos que no son de uso común, por esto y con el fin de que se comprendan en su totalidad, a continuación se describen los más significativos.

[Abducción](#) | [Columna Vertebral](#) | [DTA's](#) | [Disco Intervertebral](#) | [Escala de Borg](#) | [Lateralización](#)  
[Lumbalgia](#) | [MTM-1](#) | [Planos](#) | [Pronación](#) | [Rotación](#) | [Supinación](#) | [Unipodal](#)

### Abducción

Movimiento por el cual un miembro del cuerpo u otro **2** se aleja de la línea imaginaria observable en el plano frontal. Por ejemplo, la abducción del brazo izquierdo.



### Columna Vertebral

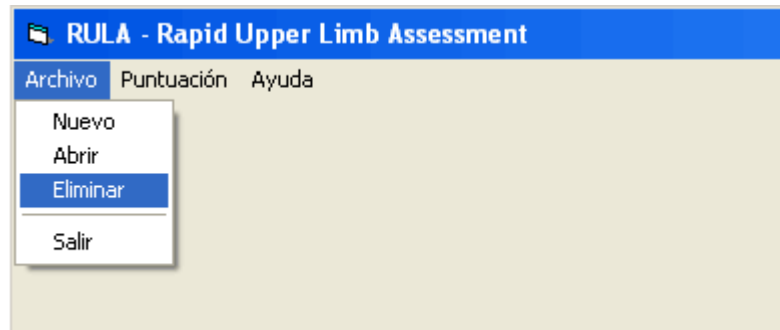
Consiste en un eje óseo que ocupa la parte dorsal y central del cuerpo. Es un conjunto esencial de la armadura que forma el esqueleto, quizás el más importante desde el punto de vista arquitectónico, puesto que sobre esta columna ósea descansa la cabeza, en su parte media presta apoyo al armazón que es el tórax y, más abajo, a los huesos que forman la pelvis.

En el ser humano la columna vertebral está constituida por 33 o 34 piezas discoidales denominadas vértebras: 7 cervicales en el cuello, 12 torácicas o



**7.4.2 Aplicación informática ValErgo:** en el caso del software desarrollado para procesar la información de cada método, la interfaz de usuario se diseñó buscando mantener la concordancia en la secuencia de acciones y ventanas presentadas para cada uno de ellos. Para explicar el esquema general, se ha tomado como ejemplo el método RULA, éste presenta un menú desplegable que permite acceder a las diferentes funcionalidades de la aplicación, como se puede observar en la figura 16.

Figura 16. Menú desplegable del método RULA



La ventana que se observa en la figura 17 es común a todos los métodos y a través de ella se registra y/o modifica la información general referente al puesto de trabajo y la práctica realizada.

Figura 17. Ventana de registro de información general

The screenshot displays the "RULA" registration window. It is divided into two main sections: "DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO" and "DATOS DE LA PRÁCTICA".

**DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO**

- Empresa : Universidad Industrial de Santander
- Trabajador : Carolina Vanegas
- Puesto de Trabajo : Prueba Métdodo Rula
- Descripción : (empty text area)

**DATOS DE LA PRÁCTICA**

- Nombre del Docente : Piedad Arenas
- Nombre del Evaluador : (empty text area)
- Observaciones : (empty text area)
- Fecha : 14/07/2005

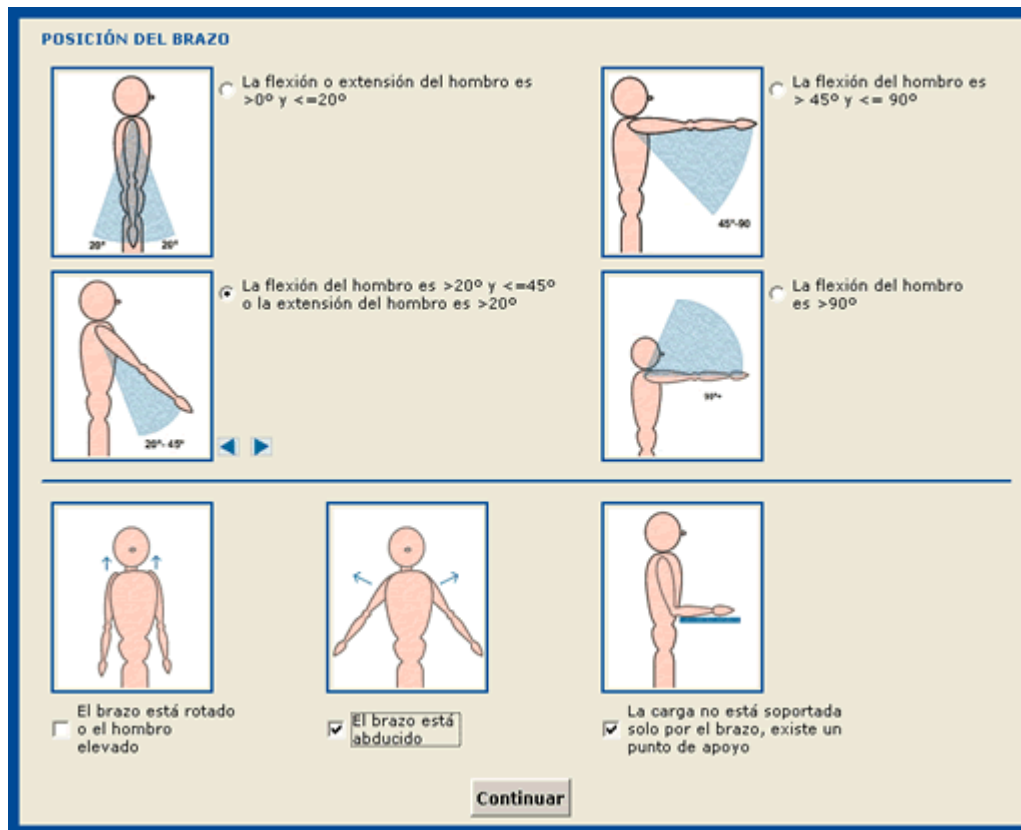
A calendar widget is visible, showing the month of July 2005. The date 14 is selected. The calendar table is as follows:

Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

An "Aceptar" button is located at the bottom right of the form.

Cuando se registra la información general, el siguiente paso es ingresar los datos pertinentes al método, para ello se han diseñado ventanas, en su mayoría, acompañadas de gráficos ilustrativos (ver figura 18) y en la cuales se busca minimizar los errores que pueda cometer el usuario, por ejemplo: si solo se debe seleccionar una opción entre múltiples alternativas el software tiene implícita esta restricción o en caso de que los datos solicitados sean numéricos, los campo que así lo requieran no aceptan texto.

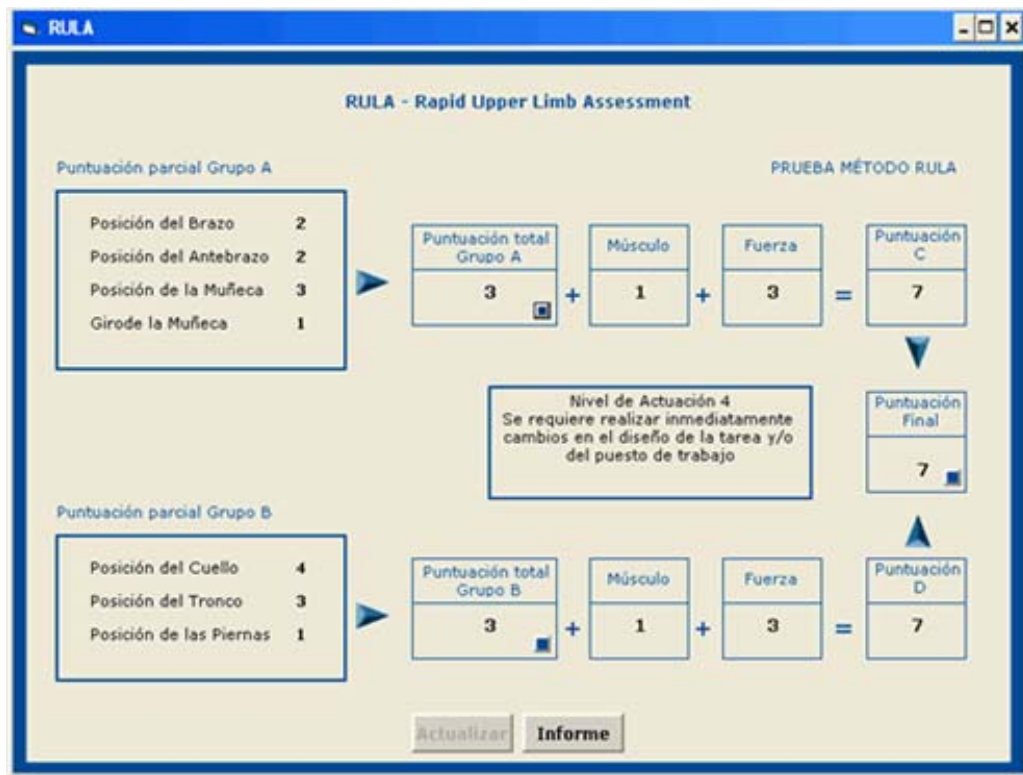
**Figura 18. Ventana de registro de observaciones**



Para reflejar los resultados se han diseñado ventanas donde se presenta al usuario una síntesis de los mismos (Ver figura 19) y además de visualizarlos en pantalla el usuario puede generar informes impresos.

Teniendo en cuenta que solo se han descrito las ventanas principales del método RULA, es conveniente aclarar que aunque la interfaz varía según el método estudiado, en el diseño del software se mantiene un estándar, en cuanto colores, estilos y tamaños de fuentes, además se realiza una distribución de la información acorde al espacio disponible, todo esto con el fin de mantener un entorno visual claro y atractivo al usuario.

**Figura 19. Ventana de resultados**



## 7.5 CONTENIDOS

Los contenidos de las prácticas fueron elaborados teniendo en cuenta los temas a tratar durante el desarrollo de las mismas, por ello se organizaron en tres módulos generales que se describen a continuación:

**7.5.1 Métodos:** en esta sección se presenta una descripción global de los métodos de valoración ergonómica, en ella se explica su uso y clasificación, así como una breve descripción de los más representativos, todo esto con el propósito de introducir al estudiante en el tema.

**7.5.2 Prácticas:** esta sección a su vez está dividida en cuatro subtemas referentes a los métodos NIOSH, RULA, OWAS y JSI. Con el fin de facilitar la dinámica de las prácticas, los cuatro subtemas se manejan bajo una estructura común en la cual inicialmente se presenta una descripción del método y se dan ejemplos de su aplicación, posteriormente se explican las instrucciones de desarrollo de la práctica suministrando material para la toma de datos, finalmente se proporcionan la información referente al software a través del cual se procesa la información y se generan los informes de cada práctica realizada.

**7.5.3 Terminología:** con el propósito de facilitar la comprensión de los textos presentados, se cuenta con la sección de terminología, en ella se presentan la definición, descripción e imagen de términos que no son de uso común y pueden generar dudas en la persona que realiza la lectura de contenidos.

Para la elaboración de contenidos, además de la organización descrita anteriormente, se tuvo en cuenta el uso de un lenguaje acorde a los usuarios a los cuales va dirigido, así como una revisión tanto gramatical como ortográfica de los mismos. Además para apoyar el proceso de comprensión se utilizaron, en la medida de lo posible, gráficos ilustrativos y explicaciones inmediatas de términos desconocidos, para esto en la aplicación Web las palabras que tienen asociada una definición se identifican con el símbolo ►, al pasar el puntero del ratón sobre él se puede apreciar una breve

explicación del término, explicación que se amplía al acceder al módulo de Terminología.

En los anexos A, B, C, D es posible revisar detalladamente los contenidos específicos de las prácticas NIOSH, RULA, OWAS y JSI respectivamente.

## CONCLUSIONES

- ♦ Existen diferentes métodos de evaluación ergonómica que en su aplicación contemplan variables de tipo físico, mental, psicológico y organizacional, sin embargo, teniendo en cuenta el carácter pedagógico de este proyecto se hizo necesario elegir aquellos cuyo uso fuera viable dentro del contexto académico, por este motivo en la definición de las prácticas de valoración de riesgos ergonómicos los métodos seleccionados se limitan a realizar diagnósticos de actividades laborales que involucran levantamiento de cargas, posturas inadecuadas, movimientos repetitivos y aplicación de fuerzas.
- ♦ Con la definición de las prácticas de valoración de riesgos ergonómicos asociados a los puestos de trabajo, la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales de la Universidad Industrial de Santander cuenta con una herramienta que hace uso de métodos de valoración ergonómica ampliamente difundidos y reconocidos, permitiendo así a sus estudiantes analizar las condiciones bajo las cuales se realizan actividades laborales, pertinentes a cada uno de los métodos contemplados, y determinar si dichas condiciones pueden tener repercusiones para la salud del trabajador.
- ♦ Los métodos de valoración ergonómica planteados permiten tener una visión general de las condiciones bajo las cuales se realiza la situación analizada, sin embargo es importante tener presente que el proceso de

valoración no termina con la aplicación del método, por lo cual es necesario analizar los resultados obtenidos y en caso de existir una situación riesgosa determinar las causas que la originan, para así implementar las mejoras requeridas verificando que éstas tengan el efecto deseado.

- ♦ El desarrollo de métodos para valorar las condiciones de trabajo desde la perspectiva ergonómica se ha dado de acuerdo con las necesidades y condiciones específicas de la tarea que se evalúa, por ello en su mayoría se enfocan hacia actividades específicas, y aunque existen métodos que comprenden varios aspectos dentro su evaluación, no existe ninguno que sea de aplicación general para todas las actividades. Por esto cuando se desee analizar una tarea es importante seleccionar el método adecuado, para lo cual se debe tener presente aspectos como la profundidad del análisis requerido, el tiempo y condiciones disponibles, así como los factores que predominan y presentan mayor riesgo para quien realiza la tarea.
- ♦ El uso de tecnología durante el desarrollo de este proyecto permitió obtener un material educativo interactivo que se convierte en una valiosa herramienta para los participantes del proceso de enseñanza – aprendizaje, ya que a través de diversos medios complementa y mejora los canales de presentación de información, permite procesar y almacenar datos de una forma automática y realizar diagnósticos de las situaciones analizadas.
- ♦ El planteamiento de actividades prácticas en el material educativo desarrollado, permite que a través de la selección y análisis que hagan los estudiantes de puestos de trabajos reales, se incremente su participación en el proceso educativo, se fortalezcan y/o reevalúen los conceptos

adquiridos durante las clases teóricas y a su vez generen nuevos conceptos durante el desarrollo de las clases prácticas.

- ♦ El material educativo elaborado, conformado por la aplicación Web y la aplicación informática ValErgo, se convierte en una base para continuar desarrollando herramientas orientadas a apoyar los procesos educativos.

En el siguiente cuadro se presentan los logros alcanzados durante la ejecución del presente proyecto.

**Cuadro 18. Logros Obtenidos durante el desarrollo del proyecto**

Objetivo Específico	Logros obtenidos
<p>Definir e implementar las prácticas para la evaluación de riesgos ergonómicos en el análisis y/o diseño de puestos de trabajo, para el laboratorio de Diseño de Plantas.</p>	<p>Se definieron e implementaron cuatro prácticas de laboratorio referentes a los métodos <b>RULA</b>, <b>OWAS</b>, <b>NIOSH</b> y <b>JSI</b>, los cuales fueron seleccionados de acuerdo con el proceso descrito en el capítulo 4.</p> <p>Para la definición e implementación de las prácticas se tuvo en cuenta el diseño pedagógico planteado en el capítulo 5, así como el diseño estructural descrito en el capítulo 6.</p>
<p>Diseñar e implementar una herramienta informática que apoye el proceso de aprendizaje del análisis de condiciones de puestos de trabajo, a través de métodos de valoración ergonómica.</p>	<p>Se llevó a cabo el desarrollo de una aplicación Web, en la que a través de un ambiente amigable e interactivo se presenta toda la información correspondiente a las prácticas definidas. Se desarrolló además la aplicación informática ValErgo, que permite procesar, almacenar y consultar información, así como generar reportes referentes a cada práctica realizada.</p> <p>En el capítulo 7 se presenta una descripción general de las herramientas desarrolladas.</p>
<p>Realizar las pruebas pertinentes a cada una de las prácticas definidas con el fin de detectar fallas de funcionamiento y recolectar ideas que permitan diseñar un plan de mejora.</p>	<p>En el numeral 7.1 se presenta una descripción de las pruebas realizadas al material desarrollado. Durante éstas pruebas se percibieron errores, principalmente de tipo técnico, los cuales fueron analizados para detectar sus causas y así darles solución, además se recolectaron sugerencias para mejorar la funcionalidad de las prácticas.</p>

**Cuadro 18. Logros Obtenidos durante el desarrollo del proyecto** (continuación)

<b>Objetivo Específico</b>	<b>Logros obtenidos</b>
<p>Desarrollar la documentación que permita brindar soporte a las necesidades de información de los usuarios de la herramienta, con respecto al uso de la misma y que permita su incorporación formal al plan de estudios.</p>	<p>En la carpeta que contiene los archivos de instalación se presenta uno llamado pasos_instalacion.txt, el cual muestra al usuario la secuencia de acciones que debe llevar a cabo para que el programa ValErgo funcione correctamente.</p> <p>En cada una de las cuatro prácticas planteadas y presentadas en la aplicación Web, tanto en formato html como pdf, existe una sección llamada Aplicación informática, en la cual se indica al usuario como utilizar la herramienta informática ValErgo. Esta información se presenta también al ejecutar de ValErgo e ingresar en la opción Soporte del menú Ayuda, de cada método.</p> <p>En el numeral 7.2 se puede observar una breve descripción del uso e instalación de las herramientas desarrolladas, información que se amplía en el numeral 5 de los Anexos A, B, C y D.</p>

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] ANDRADE SOSA, Hugo Hernando. La Informática y el cambio en la educación. Una propuesta ilustrada con ambientes de modelado y simulación: Proyecto MAC .
- [2] CHINER DASÍ, Mercedes. MAS, José Antonio. MARCAL, Jorge. Laboratorio de Ergonomía. Departamento de Proyectos de Ingeniería, Universidad Politécnica de Valencia. Alfaomega Grupo Editor.
- [3] DÍAZ BARRIGA, Frida. HERNÁNDEZ, Gerardo. "Estrategias Docentes para un aprendizaje significativo". Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. México, 1999.
- [4] ESPINEL CORREAL, Francisco. Antropometría. Universidad Industrial de Santander, 1991.
- [5] ESTRADA, Jairo. Ergonomía. Editorial Universidad de Antioquia, 2000.
- [6] FERRER, Francisco. MINAYA, Gilberto. NIÑO, José. RUIZ, Manuel. Manual de Ergonomía. Fundación MAPFRE. Editorial MAPFRE S. A., 1994.
- [7] LAUDON, kenneth. LAUDON, Jane. Administración de los sistemas de información. 1996

- [8] MONTMOLLIN, Maurice. Introducción a al ergonomía. Editorial Limusa S.A., 1998.
- [9] MEDRANO BASANTA, Gemma. “Nuevas Tecnologías en la Formación” Ediciones de la Universidad Complutense. Madrid, 1993.
- [10] MONDELO, Pedro. TORADA, Enrique Gregori. BARRAU, Pedro. Ergonomía 1: Fundamentos. 3ª edición. Alfaomega Grupo Editor. Ediciones Universidad Pontificia de Catalunya.
- [11] MONDELO, Pedro. TORADA, Enrique Gregori. BLASCO, Joan. BARRAU, Pedro. Ergonomía 3: Diseño de puestos de Trabajo. 2ª edición. Alfaomega Grupo Editor. Ediciones Universidad Pontificia de Catalunya.
- [12] SOLER, Brian. SPOTTS, Jeff. Edición Especial Visual Basic 6. Prentice Hall, 1999.
- [13] <http://dewey.uab.es/pmarques/actodid.htm>
- [14] <http://turva.me.tut.fi/owas/>
- [15] <http://serpiente.dgsca.unam.mx/rompan/23/rf2318.html>
- [16] <http://www.dewey.uab.es/pmarques/tic.htm>
- [17] <http://www.dpi.upv.es/edpi/>
- [18] <http://www.educar.org/msf/Estrategias.htm>
- [19] <http://www.edu.aytolacoruna.es/educa/aprender/estrategias.htm>
- [20] <http://ergo.human.cornell.edu/cutools.html>
- [21] <http://www.inermap.com/software/ergomet.htm>
- [22] <http://www.ist.cl/ergonomia.asp>

- [23] <http://www.monografias.com/trabajos7/ergo/ergo.shtml>
- [24] <http://www.monografias.com/trabajos12/ergo/ergo.shtml>
- [25] <http://www.nexgenergo.com/ergonomics/ergomast.html>
- [26] <http://www.nexgenergo.com/ergonomics/ergointeluea.html>
- [27] <http://www.upctools.com/>

# **ANEXOS**

## ANEXO A. CONTENIDO PRÁCTICA NIOSH

### 1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

Muchas de las actividades realizadas en las empresas consisten en levantar y transportar cargas de formas regulares e irregulares, siendo esta la principal causa de la aparición de lumbalgias en los trabajadores.

El National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) desarrolló en 1981 un modelo para evaluar el manejo de cargas en el trabajo, dicho modelo fue revisado en el año 1991 donde se introdujeron factores que no se habían tenido en cuenta tales como: el manejo asimétrico de cargas, la duración de la tarea, la frecuencia de los levantamientos y la calidad del agarre.

Tanto el modelo definido en 1981 como su revisión en 1991, fueron elaborados teniendo en cuenta criterios como: el epidemiológico, estudiando la incidencia de lumbalgias en personas que trabajan manipulando cargas, el biomecánico determinando que el disco intervertebral L5/S1 en la edad laboral soporta presiones hasta 3400N y es sensible a presiones superiores a los 6600N, el psicológico analizando la percepción que tiene el trabajador de su propia capacidad y el fisiológico estudiando el consumo energético que requiere realizar los movimientos necesarios para tomar la carga, tales como el flexionar la rodillas (forma correcta de tomar una carga) o flexionar el tronco.

El modelo del NIOSH revisado en 1991, determina que para una situación cualquiera de trabajo de levantamiento manual de cargas existe un límite de peso recomendado –RWL- (Recommended weight limit), obtenido a través de la multiplicación de seis factores y una constante:

$$RWL = LC \times HM \times VM \times DM \times AM \times FM \times CM$$

LC: Constante de carga

HM: Factor de distancia horizontal

VM: Factor de altura

DM: Factor de desplazamiento vertical

AM: Factor de asimetría

FM: Factor de frecuencia

CM: Factor de agarre

Una vez calculado el RWL, se compara con el valor de la carga real y se obtiene el índice de levantamiento –LI- (Lifting Index), que es la relación entre el peso real de la carga levantada y el RWL.

$$LI = \frac{\text{carga levantada}}{\text{límite de peso recomendado}}$$

## **1.1 COMPONENTES DE LA ECUACIÓN**

La ecuación está compuesta por un valor de carga constante y seis factores multiplicadores que pueden tomar valores entre 0 y 1, dependiendo de las condiciones en las que se dé el levantamiento.

### **1.1.1 Constante de carga, LC (load constant)**

Es el peso máximo recomendado para un levantamiento desde la localización estándar y bajo condiciones óptimas, es decir en posición sagital, con un buen agarre de la carga y levantándola menos de 25 cm. El valor de la constante es de 23 Kg. y aunque puede parecer muy pequeño, es conveniente resaltar que representa el peso que el 90% de los hombres y el 75% de las mujeres pueden manipular con el menor riesgo de lesión a nivel osteomuscular. De igual forma es conveniente mencionar que en el Japón este valor ha sido normalizado con un máximo de 24,8 Kg., en la Unión Europea está definido en 25 Kg. y en Italia es de 30 Kg. para los hombre y 20 Kg. para las mujeres.

### **1.1.2 Factor de distancia horizontal, HM (horizontal multiplier)**

Teniendo en cuenta que H es la distancia entre la línea media del cuerpo y el centro de gravedad de la carga o entre los tobillos y el punto central de la carga, el factor de distancia horizontal está definido así:

$$HM = \frac{25}{H}$$

Estudios biomecánicos y psicofísicos han determinado que la distancia H está directamente relacionada con el estrés por compresión que se presenta en la zona lumbar, por lo tanto este factor penaliza los levantamientos en los que el centro de gravedad de la carga está separado del cuerpo, haciendo que HM tome el valor de 1 si la carga está pegada al cuerpo o a menos de 25 cm del mismo y HM=0 si la carga está a más de 63 cm del cuerpo.

### **1.1.3 Factor de altura, VM (vertical multiplier)**

Este factor penaliza los movimientos en los que las cargas deben ser tomadas de una posición baja o demasiado elevada. El factor toma el valor de 1 cuando la carga está situada a 75 cm del suelo y disminuye a medida que la altura de la carga se aleja de este valor haciéndose 0 cuando dicha altura es mayor a 175 cm. El factor se determina de la siguiente forma:  $VM = (1 - 0,003|V - 75|)$

Donde V es la distancia entre el piso y el centro de gravedad de carga en reposo, es decir antes de ser cargada por el operario.

#### 1.1.4 Factor de desplazamiento vertical, DM (distance multiplier)

Es el factor de distancia vertical recorrida, donde D es la distancia entre el centro de gravedad de la carga en reposo y el centro de gravedad de la carga en el destino.

$$DM = 0,82 + \frac{4,5}{D}$$

Cuando D es menor a 25 cm el valor de DM es igual a 1 e irá disminuyendo a medida que aumente la distancia de desplazamiento, cuyo valor máximo aceptable será de 175 cm.

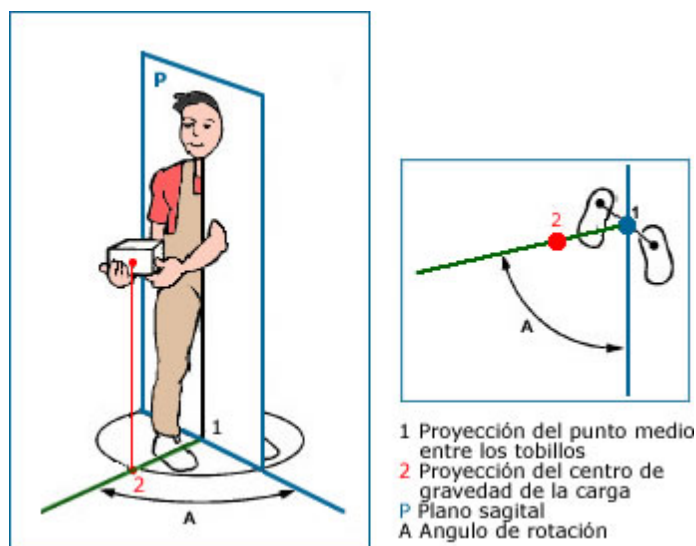
#### 1.1.5 Factor de asimetría, AM (asimetric multiplier)

Un movimiento se considera asimétrico cuando empieza o termina fuera del plano medio sagital, es decir cuando existe rotación lateral del tronco. Este factor ha sido establecido de la siguiente forma:

$$AM = (1 - 0,0032A)$$

Donde A es el ángulo de giro comprendido entre el plano medio sagital y el plano vertical que se forma entre la proyección del punto medio de la carga y el punto medio entre tobillos el cual es denominado plano de asimetría (Ver Figura 1). Cuando el valor de A es superior a 135° AM toma un valor de 0.

**Figura 1. Ángulo de rotación**



### 1.1.6 Factor de frecuencia, FM (frequency multiplier)

Este factor se encuentra definido por el número de elevaciones por minuto, por la duración de la tarea y por la altura del levantamiento, de acuerdo con la tabla No. 1

**Tabla 1. Valores del factor de frecuencia**

FRECUENCIA elev/min	DURACIÓN DE LA TAREA					
	≤1 hora		>1- 2 horas		>2 - 8 horas	
	V<75	V≥75	V<75	V≥75	V<75	V≥75
≤0,2	1,00	1,00	0,95	0,95	0,85	0,85
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
5	0,80	0,80	0,60	0,60	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,50	0,50	0,27	0,27
7	0,70	0,70	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,60	0,60	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,30	0,30	0,00	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0,00	0,13
11	0,41	0,41	0,00	0,23	0,00	0,00
12	0,37	0,37	0,00	0,21	0,00	0,00
13	0,00	0,34	0,00	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00
>15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Los valores de V están en cm.

### 1.1.7 Factor de agarre, CM (coupling multiplier)

El valor de este factor se obtiene teniendo en cuenta el tipo de acoplamiento, es decir la calidad que presenta el punto de agarre de la carga para la mano, y la altura vertical de manejo de la carga, como se observa en la tabla No. 2

**Tabla 2. Valores del factor de agarre**

TIPO DE AGARRE	Factor de agarre	
	v< 75	v ≥75
Bueno	1.00	1.00
Regular	0.95	1.00
Malo	0.90	0.90

La determinación del tipo de agarre se da según las características de la tabla 3.

**Tabla 3. Clasificación del agarre de una carga**

<b>BUENO</b>	1 Recipientes de diseño óptimo en los que las asas o asideros perforados en el recipiente hayan sido diseñados optimizando el agarre (ver definiciones a, b y c).	2 Objetos irregulares o piezas sueltas cuando se puedan agarrar confortablemente; es decir, cuando la mano pueda envolver fácilmente el objeto (ver definición f).
<b>REGULAR</b>	1 Recipientes de diseño óptimo con asas o asideros perforados en el recipiente de diseño subóptimo (ver definiciones a, b, c y d).	2 Recipientes de diseño óptimo sin asas ni asideros perforados en el recipiente, objetos irregulares o piezas sueltas donde el agarre permita una flexión de 90° en la palma de la mano (ver definición d)
<b>MALO</b>	1 Recipientes de diseño subóptimo, objetos irregulares o piezas sueltas que sean voluminosas, difíciles de asir o con bordes afilados (ver definición e).	2 Recipientes deformables.

Definiciones:

- a. Asa de diseño óptimo: es aquella que tiene forma cilíndrica y superficie suave pero no resbaladiza, con una longitud superior a 11,5 cm, diámetro entre 2 y 4 cm y una holgura de 5 cm para meter la mano.
- b. Asidero perforado de diseño óptimo: es aquel que tiene una superficie no rugosa con un espesor superior a 0,6 cm en la zona de agarre, longitud superior a 11,5 cm, ancho mayor a 4 cm y una holgura superior a 5 cm.
- c. Recipiente de diseño óptimo: es aquel que es suave y no resbaladizo al tacto, con una longitud frontal que no supera los 40 cm y cuya altura es menor o igual a 30 cm.
- d. El agarre de la carga debe ser tal que la palma de la mano quede flexionada 90°; en el caso de una caja, debe ser posible colocar los dedos en la base de la misma.
- e. Recipiente de diseño subóptimo: es aquel cuyas dimensiones no se ajustan a las descritas en el punto c, o su superficie es rugosa o resbaladiza, su centro de gravedad es asimétrico, posee bordes afilados, su manejo implica el uso de guantes o su contenido es inestable.
- f. Pieza suelta de fácil agarre: es aquella que permite ser cómodamente abarcada con la mano sin provocar desviaciones de la muñeca y sin precisar de una fuerza de agarre excesiva.

## 1.2 CONTROL SIGNIFICATIVO EN EL DESTINO

Generalmente al realizar tareas que implican levantamiento de cargas la parte en la que se efectúa mayor esfuerzo es la inicial, siendo a su vez la que causa mayor problemática en la salud de los trabajadores. Por este motivo las mediciones requeridas para aplicar el método habitualmente se toman en el origen del movimiento y a partir de ellas se calcula el límite de peso recomendado.

Sin embargo, existen tareas en las cuales el ubicar la carga en el destino implica esfuerzos equiparables o inclusive superiores al hecho de levantarla, como es el caso de tareas en las cuales la carga debe ser colocada con exactitud, debe mantenerse suspendida durante un período de tiempo antes de ubicarla en el destino, o el lugar de colocación presenta dificultades de acceso. Cuando esto ocurre es necesario evaluar tanto el inicio como el final del levantamiento, para lo cual se aplica dos veces la ecuación NIOSH y se selecciona como Límite de peso recomendado (RWL) de la tarea el menos favorable, es decir el menor entre el origen y el destino, a su vez como Índice de carga (LI) de la tarea se considera el mayor valor.

## 1.3 ANÁLISIS DEL RIESGO A TRAVÉS DEL ÍNDICE DE LEVANTAMIENTO

El modelo de NIOSH se basa en el concepto de que el riesgo de lumbalgias aumenta con la demanda de levantamientos en la tarea. Aunque no cuantifica de manera precisa el grado de riesgo asociado a los incrementos del índice de levantamiento, establece tres zonas según los valores obtenidos para el mismo, así:

- LI < 1:** Riesgo limitado. La probabilidad de lesión es mínima, el trabajador realiza sus labores en condiciones seguras.
- 1 < LI < 3:** Riesgo moderado. Al realizar la tarea el trabajador puede sufrir lesiones, por lo cual es necesario rediseñar las tareas de este tipo o asignar trabajadores que se sometan continuamente a un control.
- LI > 3:** Incremento crítico de riesgo. Este tipo de tarea es inaceptable desde el punto de vista ergonómico y debe ser modificada.

## 1.4 TAREAS MÚLTIPLES

Las tareas múltiples son aquellas que están constituidas por un conjunto de tareas simples, y que se realizan simultáneamente dentro de la misma actividad operativa. En este caso no basta con calcular la media de los índices de las tareas simples ya que no se valoraría el riesgo real, tampoco es posible seleccionar el mayor índice ya que no se tendría en cuenta el incremento de

riesgo que aportan la demás tareas. NIOSH propone realizar el cálculo de un índice compuesto de levantamiento -CLI- (Composed Lifting Index) para estimar el riesgo asociado a tareas múltiples de la siguiente forma:

$$CLI = LIT_1 + \sum_{i=2}^n \Delta LIT_i$$

$$\sum_{i=2}^n \Delta LIT_i = (LIT_2(F_1 + F_2) - LIT_2(F_1)) + (LIT_3(F_1 + F_2 + F_3) - LIT_3(F_1 + F_2)) + \dots$$

$$+ (LIT_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_n) - LIT_n(F_1 + F_2 + F_3 + \dots + F_{(n-1)}))$$

Donde:

$LIT_1$  = es el mayor índice de levantamiento obtenido de entre todas las tareas simples.

$LIT_i(F_j)$  = es el índice de levantamiento de la tarea  $i$  realizada a la frecuencia de la tarea  $j$ .

$LIT_i(F_j + F_k)$  = es el índice de levantamiento de la tarea  $i$  realizada a la frecuencia de la tarea  $j$  mas la frecuencia de la tarea  $k$ .

## 2. EJEMPLO DE APLICACIÓN

El método NIOSH se puede aplicar con gran utilidad para evaluar el riesgo asociado a tareas que implican las siguientes actividades:

- Manipulación u ordenamiento de cargas
- Entrega de paquetes
- Reparto de bebidas
- Trabajo en líneas de montaje
- Manejo manual de materiales con peso superior a 5Kg.
- Levantamiento de cargas

### EJEMPLO No. 1

Un operario que trabaja en una línea de ensamble recibe cada dos minutos un conjunto de materiales que debe empacar en una caja de 40 cm. de ancho por 30 cm. de alto, la cual posee perforaciones laterales. Una vez llena la caja su peso es de 15 Kg. y debe ser trasladada desde la banda transportadora de recepción situada a 65 cm. de altura a una mesa a 75 cm. de altura. El ángulo de torsión entre la posición frente a la banda transportadora y la mesa es de 90° y la distancia horizontal de agarre de la caja es de 30 cm.

DATOS	ORIGEN	DESTINO
Distancia horizontal	H <sub>o</sub> = 30 cm	H <sub>d</sub> = 30 cm
Distancia vertical	V <sub>o</sub> = 80 cm	V <sub>d</sub> = 90 cm
Desplazamiento vertical	D <sub>o</sub> = 10 cm	D <sub>d</sub> = 10 cm
Ángulo de asimetría	A <sub>o</sub> = 0°	A <sub>d</sub> = 90°
Frecuencia	F <sub>o</sub> = 0,5 elev/min	F <sub>d</sub> = 0,5 elev/min
Tipo de agarre	C= bueno	
Peso de la carga	P= 20 Kg	
Duración de la tarea	T= 4 h	

### Cálculo del límite de peso recomendado

#### Constante de carga

LC = 23 Kg.

#### Factor de distancia horizontal

HM=25/H

HM<sub>o</sub> = HM<sub>d</sub> = 25/30 = 0,83

#### Factor de altura

VM = (1-0,003|V-75|)

VM<sub>o</sub> = (1-0,003|80-75|) = 0,985

VM<sub>d</sub> = (1-0,003|90-75|) = 0,955

#### Factor de desplazamiento vertical

DM = (0,82 + 4,5/D)

DM<sub>o</sub> = DM<sub>d</sub> = (0,82 + 4,5/10) = 1

#### Factor de asimetría

AM = (1-0,0032A)

AM<sub>o</sub> = (1-0,0032(0)) = 1

AM<sub>d</sub> = (1-0,0032(90)) = 0,712

#### Factor de frecuencia (Ver Tabla 1)

FM<sub>o</sub> = FM<sub>d</sub> = 0,81

#### Factor de agarre (Ver Tabla 2)

CM<sub>o</sub> = CM<sub>d</sub> = 1

#### Límite de peso recomendado

RWL = LC x HM x VM x DM x AM x FM x CM

RWL<sub>o</sub> = 23 x 0,83 x 0,985 x 1 x 1 x 0,81 x 1 = 15,286

RWL<sub>d</sub> = 23 x 0,83 x 0,955 x 1 x 0,712 x 0,81 x 1 = 10,552 --> RWL de la tarea.

En este ejemplo los cálculos se realizaron tanto para el origen como para el destino, es decir, se considera que la tarea requiere control significativo en el destino, por lo tanto se debe seleccionar como límite de peso recomendado de la tareas el más desfavorable (el menor) entre RWL<sub>o</sub> y RWL<sub>d</sub>.

### Indice de levantamiento

LI = carga levantada / RWL

LI<sub>o</sub> = 15 / 15,286 = 0,98

LI<sub>d</sub> = 15 / 10,552 = 1,42 --> LI de la tarea.

El índice de levantamiento puede ser calculado tanto para el origen como para el destino, sin embargo se debe tener en cuenta que el LI de la tarea es el menos favorable, es decir aquel que se ha calculado con el RWL de la tarea.

De acuerdo con el método NIOSH un valor de LI = 1,42 indica un riesgo moderado ya que  $1 < 1,42 < 3$ . En este caso se debe analizar las condiciones en las cuales se realiza la tarea, con el fin de rediseñar el puesto de trabajo, ya que el operario puede sufrir lesiones al realizar las actividades propias de su trabajo.

### EJEMPLO No. 2

En este ejemplo se presentan los datos correspondientes a tres tareas simples, las cuales conforman una tarea múltiple realizada por un operario, se considera que no se requiere control en el destino por lo cual solo se suministran los datos en el origen de cada una de las tareas simples.

DATOS	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
(H) Distancia horizontal - cm	40	25	30
(V) Distancia vertical - cm	80	135	75
(D) Desplazamiento vertical - cm	10	15	5
(A) Ángulo de asimetría - °	90	-	45
(F) Frecuencia - elev/min	3	1	2
(C) Tipo de agarre - B/R/M	B	R	B
(P) Peso de la carga - Kg	20	15	25
(T) Duración de la tarea - horas	1	1	2

Cuando se trata de tareas múltiples inicialmente es necesario calcular los factores que componen la ecuación, el Límite de peso recomendado y el Índice de levantamiento para cada una de las tareas simples, estos resultados se pueden observar en la siguiente tabla.

DATOS	Tarea 1	Tarea 2	Tarea 3
(HM) Factor de distancia horizontal	0,625	1	0,833
(VM) Factor de distancia vertical	0,985	0,82	1
(DM) Factor de desplazamiento vertical	1	1	1
(AM) Factor de asimetría	0,712	1	0,856
(FM) Factor de frecuencia	0,88	0,94	0,84
(CM) Factor de agarre	1	1	1
(RWL) Límite de peso recomendado	8,872	17,728	13,776
(LI) Índice de levantamiento	2,254	0,846	1,81

Una vez se tienen los resultados para cada una de las tareas simples, se procede a calcular el Índice compuesto de levantamiento (CLI), de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$CLI = LIT_1 + \sum_{i=2}^n \Delta LIT_i$$

Para aplicar la fórmula es necesario organizar de mayor a menor los Índices de levantamiento de las tareas simples, para el caso del ejemplo el orden es:

Tarea 1:  $LIT_1(F_1) = 2,254$

Tarea 3:  $LIT_3(F_3) = 1,81$

Tarea 2:  $LIT_2(F_2) = 0,846$

La fórmula queda expresada de la siguiente manera:

$$CLI = LIT_1(F_1) + (LIT_3(F_1+F_3) - LIT_3(F_3)) + (LIT_2(F_1+F_3+F_2) - LIT_2(F_1+F_3))$$

Donde  $LIT_1(F_1)$  es el Índice de levantamiento de la tarea 1 a su misma frecuencia,  $LIT_3(F_1+F_3)$  es el Índice de levantamiento de la tarea 3 calculado a la frecuencia correspondiente a la suma de las frecuencias de la tarea 1 mas la tarea 3 y así sucesivamente, los resultados obtenidos son:

\*  $LIT_3(F_1+F_3)$

$$F_1+F_3 = 3+2 = 5$$

$$RWL(T_3(F_1+F_3)) = 23 \times 0,833 \times 1 \times 1 \times 0,856 \times 0,6 \times 1 = 9,84$$

$$LIT_3(F_1+F_3) = 30 / 9,84 = 3,049$$

\*  $LIT_3(F_1)$

$$F_1=3$$

$$RWL(T_3(F_1)) = 23 \times 0,833 \times 1 \times 1 \times 0,856 \times 0,79 \times 1 = 12,956$$

$$LIT_3(F_1) = 30 / 12,956 = 2,316$$

\*  $LIT_2(F_1+F_3+F_2)$

$$F_1+F_3+F_2 = 3 + 2 + 1 = 6$$

$$RWL(T_2(F_1+F_3+F_2)) = 23 \times 0,625 \times 0,985 \times 1 \times 0,712 \times 0,75 \times 1 = 7,561$$

$$LIT_2(F_1+F_3+F_2) = 20 / 7,561 = 2,645$$

\*  $LIT_2(F_1+F_3)$

$$F_1+F_3 = 3+2 = 5$$

$$RWL(T_2(F_1+F_3)) = 23 \times 0,625 \times 0,985 \times 1 \times 0,712 \times 0,80 \times 1 = 8,065$$

$$LIT_2(F_1+F_3) = 20 / 8,065 = 2,480$$

$$CLI = 2,254 + (3,049 - 2,316) + (2,645 - 2,480)$$

$$CLI = 2,254 + 0,733 + 0,165 = 3,152$$

Teniendo en cuenta que el valor obtenido para CLI es mayor a 3, la forma en la cual se realiza la tarea debe modificarse, ya que puede ocasionar problemas a la mayor parte de los trabajadores que la realicen.

### **3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

#### **3.1 OBJETIVO**

Realizar una valoración del riesgo asociado a actividades que implican levantamiento y transporte manual de cargas, teniendo en cuenta los criterios establecidos por el método NIOSH.

#### **3.2 INSTRUCCIONES DE DESARROLLO**

Para realizar esta práctica es necesario tener claros los conceptos referentes al método NIOSH, los cuales han sido explicados en la descripción y ejemplos del mismo. Los pasos que se deben seguir son:

1. Seleccionar un proceso en el que sean llevadas a cabo actividades de levantamiento y transporte manual de cargas.
2. Realizar una breve descripción del puesto de trabajo donde se realiza el proceso seleccionado.
3. Observar el proceso realizado y elegir aquellas tareas que se consideren más riesgosas para el trabajador.
4. Una vez elegidas las tareas (máximo 10) se deben determinar la posición inicial y final de cada una de ellas. La inicial hace referencia a aquella posición de origen de la tarea, es decir donde se toma la carga y la final es aquella posición en la cual se sitúa la carga en el lugar de destino.
5. Tomar y registrar las medidas solicitadas para la aplicación del método, las cuales se encuentran descritas en la hoja de trabajo diseñada para este fin.

### **4. HOJA DE TRABAJO**

Para organizar la toma de datos a continuación se presenta un formato de HOJA DE TRABAJO, el cual está diseñado de acuerdo a la forma en que el software solicita la información, con el fin de facilitar su posterior registro en el mismo. En ella se solicita información referente al puesto de trabajo, al evaluador, así como todos los datos propios del método. (Véase Hoja de trabajo)

#### 4. HOJA DE TRABAJO

#### NIOSH: National Institute for Occupational Safety and Health

Empresa:	Puesto de Trabajo:
Descripción:	

Nombre de la tarea	Origen				Destino				Tarea			
	H cm	V cm	D cm	A °	H cm	V cm	D cm	A °	F ele/min	Ag B-R-M	P Kg	T hor
1.												
2.												
3.												
4.												
5.												
6.												
7.												
8.												
9.												
10.												

Evaluador (es):	Fecha:
Observaciones:	

H: Distancia entre la línea media del cuerpo y el centro de gravedad de la carga

V: Distancia entre el piso y el centro de gravedad de la carga en reposo.

D: Distancia entre el centro de gravedad de la carga en reposo y el centro de gravedad de la carga en el destino.

A: Angulo de giro.

F: Frecuencia dada en elevaciones por minuto.

A: Calidad que presenta el punto de agarre de la carga para la mano. (Ver tabla de clasificación)

P: Peso de la carga dado en kilogramos.

T: Duración de la tarea expresada en horas.

#### CLASIFICACIÓN DEL AGARRE DE UNA CARGA

<b>BUENO</b>	1 Recipientes de diseño óptimo en los que las asas o asideros perforados en el recipiente hayan sido diseñados optimizando el agarre (ver definiciones a, b y c).	2 Objetos irregulares o piezas sueltas cuando se puedan agarrar confortablemente; es decir, cuando la mano pueda envolver fácilmente el objeto (ver definición f).
<b>REGULAR</b>	1 Recipientes de diseño óptimo con asas o asideros perforados en el recipiente de diseño subóptimo (ver definiciones a, b, c y d).	2 Recipientes de diseño óptimo sin asas ni asideros perforados en el recipiente, objetos irregulares o piezas sueltas donde el agarre permita una flexión de 90° en la palma de la mano (ver definición d)
<b>MALO</b>	1 Recipientes de diseño subóptimo, objetos irregulares o piezas sueltas que sean voluminosas, difíciles de asir o con bordes afilados (ver definición e).	2 Recipientes deformables.

Definiciones:

- a. Asa de diseño óptimo: es aquella que tiene forma cilíndrica y superficie suave pero no resbaladiza, con una longitud superior a 11,5 cm, diámetro entre 2 y 4 cm y una holgura de 5 cm para meter la mano.
- b. Asidero perforado de diseño óptimo: es aquel que tiene una superficie no rugosa con un espesor superior a 0,6 cm en la zona de agarre, longitud superior a 11,5 cm, ancho mayor a 4 cm y una holgura superior a 5 cm.
- c. Recipiente de diseño óptimo: es aquel que es suave y no resbaladizo al tacto, con una longitud frontal que no supera los 40 cm y cuya altura es menor o igual a 30 cm.
- d. El agarre de la carga debe ser tal que la palma de la mano quede flexionada 90°; en el caso de una caja, debe ser posible colocar los dedos en la base de la misma.
- e. Recipiente de diseño subóptimo: es aquel cuyas dimensiones no se ajustan a las descritas en el punto c, o su superficie es rugosa o resbaladiza, su centro de gravedad es asimétrico, posee bordes afilados, su manejo implica el uso de guantes o su contenido es inestable.
- f. Pieza suelta de fácil agarre: es aquella que permite ser cómodamente abarcada con la mano sin provocar desviaciones de la muñeca y sin precisar de una fuerza de agarre excesiva.

## 5. APLICACIÓN INFORMÁTICA

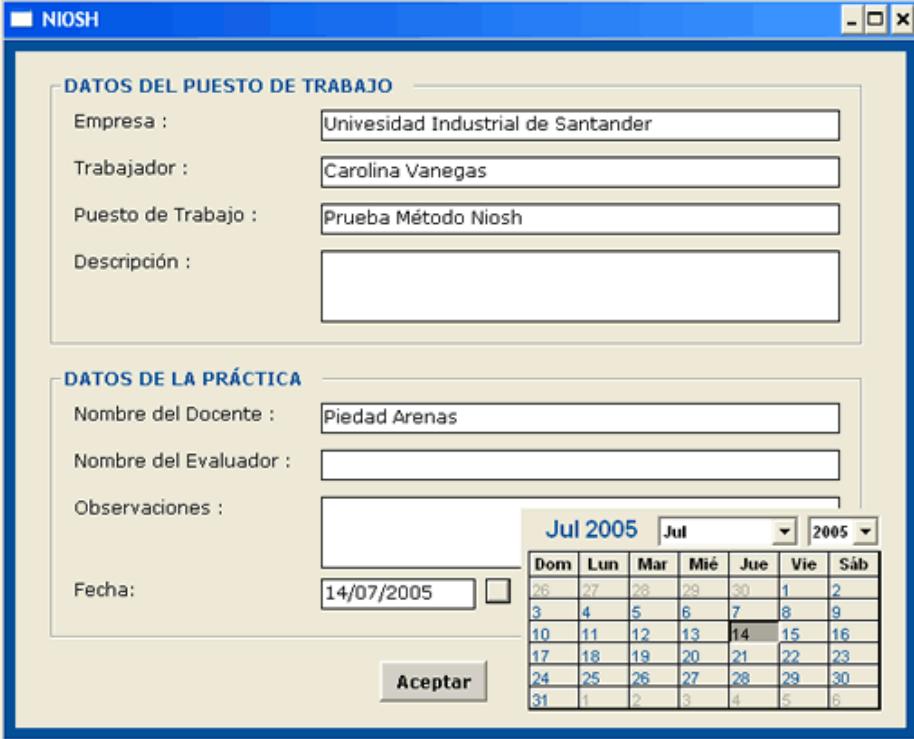
El uso de la aplicación es sencillo, cuenta con las opciones de ingresar datos de una nueva tarea, modificar y eliminar las ya existentes, así como generar informes con los datos registrados.

### 5.1 NUEVA TAREA

#### 5.1.1 Ventana de Datos Generales

Al seleccionar la opción Nuevo del menú Archivo, se visualiza una ventana en la que se registran datos referentes al puesto de trabajo analizado, tales como Empresa, Trabajador, Puesto de Trabajo y Descripción, siendo de carácter obligatorio el nombre del puesto de trabajo, ya que a través de él se realiza posteriormente tanto la modificación como eliminación de información. En esta ventana además se ingresan los datos generales de la práctica, como son el Nombre del Docente, Nombre del Evaluador, Observaciones y Fecha. El software carga por defecto la fecha del sistema, en caso de que ésta se deba modificar es posible realizarlo por medio del calendario que se visualiza al hacer clic en el botón que se encuentra junto a este campo. (Ver Figura 2)

**Figura 2. Ventana de ingreso**



The screenshot shows a window titled "NIOSH" with two main sections: "DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO" and "DATOS DE LA PRÁCTICA".

**DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO**

- Empresa : Univesidad Industrial de Santander
- Trabajador : Carolina Vanegas
- Puesto de Trabajo : Prueba Método Niosh
- Descripción : (empty text area)

**DATOS DE LA PRÁCTICA**

- Nombre del Docente : Piedad Arenas
- Nombre del Evaluador : (empty text area)
- Observaciones : (empty text area)
- Fecha : 14/07/2005

A calendar pop-up is visible for July 2005, with the date 14 highlighted. The calendar table is as follows:

Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

An "Aceptar" button is located at the bottom center of the form.

### 5.1.2 ventana principal

Una vez registrada la información general de la práctica, la aplicación carga la Ventana Principal en la cual se puede escoger si se va a trabajar con una Tarea Simple o Multitarea. Los datos solicitados por la aplicación se describen a continuación (Ver Figura 3):

**Figura 3. Ventana Principal**

Origen		Destino	
H	30 cm	H	30 cm
V	80 cm	V	90 cm
D	10 cm	D	10 cm
A	0 °	A	90 °

Factores de la ecuación	
Origen	Destino
HM	0,83
VM	0,98
DM	1
AM	1
FM	0,81
CM	1,00

Límite de Peso Recomendado	
Origen	Destino
RWL	15,15
Tarea	10,54

Índice de Levantamiento	
IL	1,9

H: distancia entre la línea media del cuerpo y el centro de gravedad de la carga o entre los tobillos y el punto central de la carga.

V: es la distancia entre el piso y el centro de gravedad de carga en reposo, es decir antes de ser cargada por el operario.

D: es la distancia entre el centro de gravedad de la carga en reposo y el centro de gravedad de la carga en el destino.

A: es el ángulo de giro comprendido entre el plano medio sagital y el plano vertical que se forma entre la proyección del punto medio de la carga y el punto medio entre tobillos.

Frecuencia: es el número de veces que se realiza el proceso de carga en un período de un minuto. Los valores de la frecuencia son predeterminados y se deben elegir del listado desplegable.

Tipo de Agarre: indica si la carga puede ser manipulada correctamente por el operario. Contempla las opciones de Buena, Regular o Mala, que se deben elegir según las características de la carga del listado desplegable.

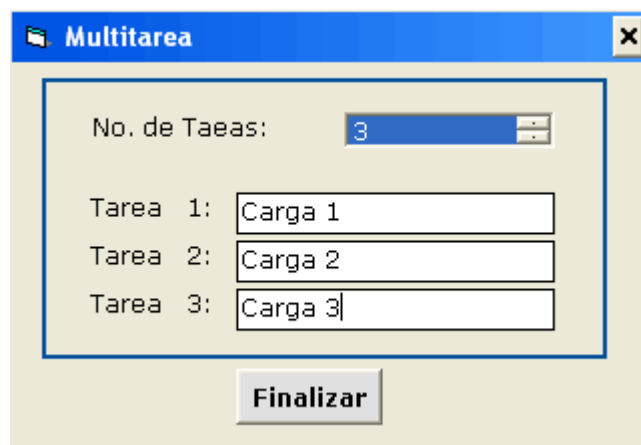
Peso de la carga: indica el valor en kilogramos de la carga manipulada.

Duración de la tarea: es el tiempo, expresado en horas, que gasta el operario en realizar la tarea analizada.

Si la tarea requiere Control significativo de carga en el destino se debe marcar la casilla correspondiente y en este caso los valores de H, V, D y A se deben ingresar tanto para el origen como para el destino. Al hacer clic en el botón Calcular la aplicación realiza los cálculos del origen y del destino, seleccionando como Límite de peso recomendado (RWL) de la tarea el más desfavorable entre los dos.

Los datos descritos anteriormente se deben ingresar tanto para la Tarea Simple como para la Multitarea, con la diferencia de que al seleccionar una Multitarea previamente se deben ingresar el número de tareas simples que la conforman, así como el nombre de las mismas, lo cual se realiza a través del botón agregar que muestra la ventana para efectuar esta acción (Ver Figura 4). La aplicación permite ingresar máximo diez tareas simples como parte de una tarea múltiple.

**Figura 4. Ventana de Agregar Tareas**

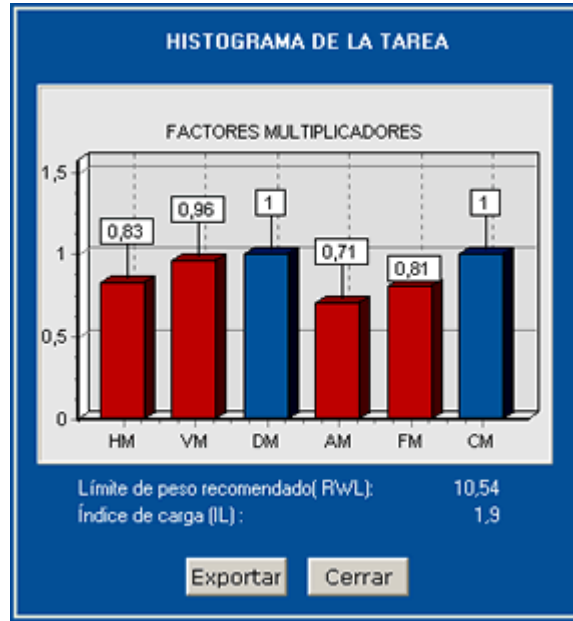


Al ingresar los nombres de las Tareas Simples el cuadro de lista de la Ventana Principal se actualiza con ellos, permitiendo al usuario seleccionar una a una las tareas a las cuales desea registrar información. Cada vez que se ingresan los datos de una tarea simple se debe hacer clic en el botón Calcular, con el fin de que la aplicación realice las operaciones necesarias para cada tarea.

En esta sección además de visualizar los Factores Multiplicadores del método en forma numérica también se pueden visualizar gráficamente a través del botón Gráfico, el cual despliega una ventana que presenta su respectivo histograma mostrando en color rojo aquellas barras cuyo valor es inferior a uno y en azul las

que tienen un valor igual a uno (Ver Figura 5). El histograma de la tarea se puede exportar en formatos como .bmp o .jpg, entre otros.

**Figura 5. Gráfico de Factores Multiplicadores**



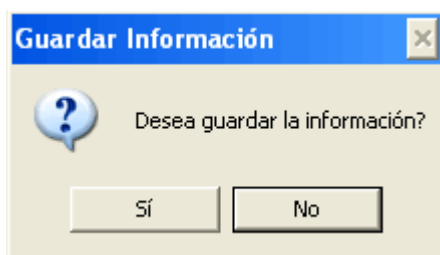
Cuando todos los datos han sido registrados la aplicación permite pasar a la Ventana de Resultados a través del botón Siguiente, de lo contrario emite un mensaje (Ver Figura 6) donde informa al usuario que faltan datos y no permite continuar hasta tanto no se haya registrado completamente la información.

**Figura 6. Mensaje de alerta**



Antes de desplegar la Ventana de Resultados la aplicación pregunta si se desea guardar la información (Ver Figura 7), si el usuario escoge SI la información se almacena en la base de datos, mostrando un mensaje donde se recuerda el nombre asignado al puesto de trabajo, si se selecciona NO en la Ventana de Resultados contará con la opción de Guardar, es decir no es de carácter obligatorio guardar en la Ventana Principal.

**Figura 7. Mensaje de confirmación – Guardar**



### 5.1.3 ventana de resultados

La presentación de la Ventana de Resultados varía según se trate de una tarea simple o una múltiple. Cuando se hace referencia a una tarea simple esta ventana muestra en su parte superior las variables o datos que se ingresaron y en la parte inferior los resultados obtenidos, indicando el índice de levantamiento (LI) de la tarea, así como la descripción del riesgo asociado al mismo. (Ver Figura 8)

**Figura 8. Ventana de Resultados – Tarea Simple**

The screenshot shows the "NIOSH" software interface. It is divided into two main sections: "VARIABLES DE LA ECUACIÓN" and "RESULTADOS".

**VARIABLES DE LA ECUACIÓN**

	Origen	Destino			
Distancia Horizontal, H:	30	30	cm	Frecuencia:	0,5 elev/min
Distancia Vertical, V:	80	90	cm	Tipo de Ágare:	Bueno
Desplazamiento Vertical, D:	10	10	cm	Peso de la Carga:	20 Kg
Ángulo de Asimetría, A:	0	90	°	Duración de la Tarea:	4 horas

**RESULTADOS**

	Origen	Destino
Distancia Horizontal, HM:	0,83	0,83
Distancia Vertical, VM :	0,98	0,96
Desplazamiento Vertical, DM :	1	1
Asimetría, AM:	1	0,71
Frecuencia, FM:	0,81	0,81
Acoplamiento, CM:	1,00	1,00
Límite de Peso Recomendado, RWL:	15,15	10,54

**Resumen de Resultados:**

- Límite de Peso Recomendado, RWL: 10,54
- Índice de levantamiento, LI: 1,9

**Interpretación de Riesgo:**

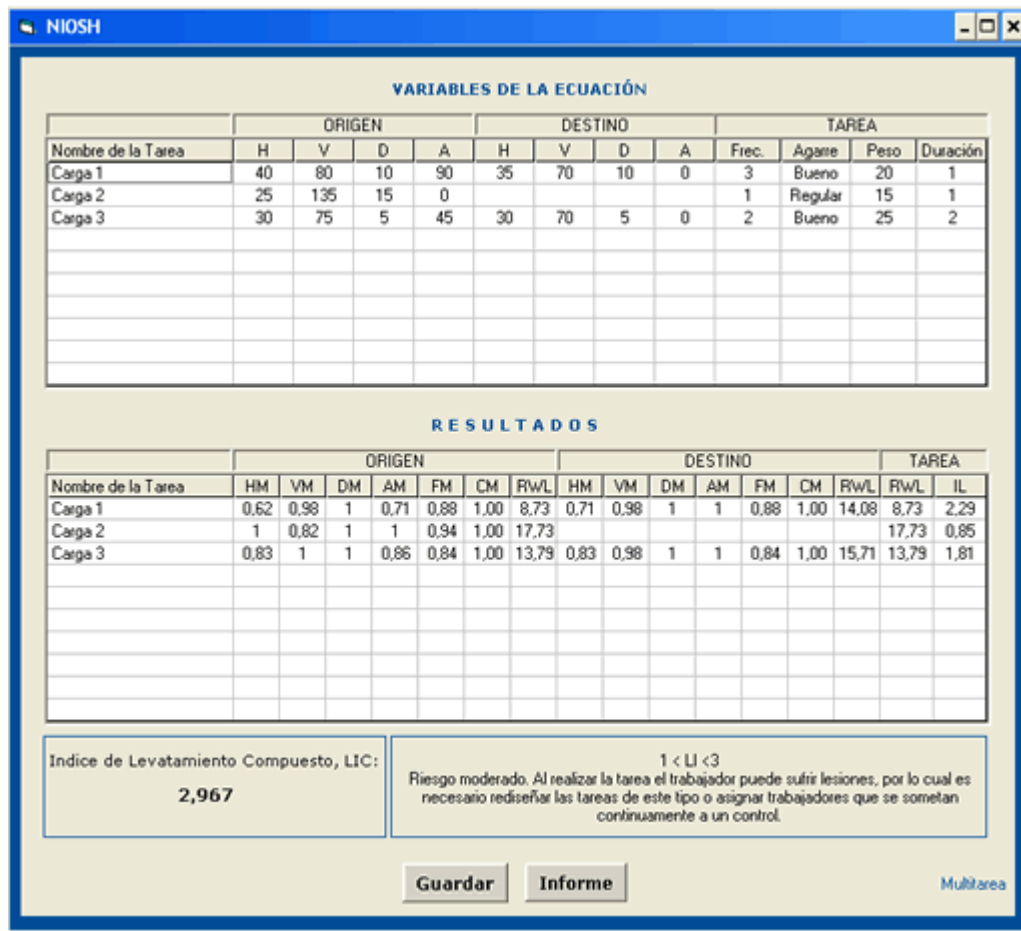
1 < LI < 3  
Riesgo moderado. Al realizar la tarea el trabajador puede sufrir lesiones, por lo cual es necesario rediseñar las tareas de este tipo o asignar trabajadores que se sometan continuamente a un control.

Botones: **Actualizar** | **Informe**

NIOSH PRUEBA MÉTODO NIOSH

Si se trata de un análisis multitarea la ventana presenta dos cuadros donde se resumen tanto los variables ingresados como los resultados obtenidos para cada una de las tareas simples. Además, teniendo en cuenta que para el caso de las tareas múltiples se debe calcular el Índice de levantamiento compuesto (CLI), éste se presenta junto con la descripción del riesgo asociado al mismo. (Ver Figura 9)


**Figura 9. Ventana de Resultados – Multitarea**



De no haberlo realizado antes, en esta sección el usuario cuenta con la posibilidad de guardar la información y puede además generar informes (Ver Figura 10) En el caso de una tarea simple se genera un solo informe y si se trata de una tarea múltiple se genera un informe por cada tarea.

**Figura 10. Informe de Resultados**

**VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS**  
**MÉTODO NIOSH**



Fecha del estudio: 14/07/2005

Realizado por:

Puesto de Trabajo: PRUEBA MÉTODO NIOSH

Descripción:

Tarea No. 1

---

**VARIABLES DE LA ECUACIÓN**

---

	Origen	Destino			
Distancia Horizontal, H:	30	30	cm.	Frecuencia:	2 elev/mi
Distancia Vertical, V:	80	90	cm.	Tipo de Agarre:	1
Desplazamiento Vertical, D:	10	10	cm.	Peso de la Carga:	20 Kg.
Ángulo de Asimetría, A:	0	90	°	Duración de la Tarea:	4 horas

---

**RESULTADOS**

---

	Origen	Destino	
Distancia Horizontal, HM:	0,83	0,83	Límite de Peso Recomendado, RWL: 10,54 Índice de levantamiento, LI: 1,9  $1 < LI < 3$ Riesgo moderado. Al realizar la tarea el trabajador puede sufrir lesiones, por lo cual es necesario rediseñar las tareas de este tipo o asignar trabajadores que se sometan
Distancia Vertical, VM:	0,98	0,96	
Desplazamiento Vertical, DM:	1	1	
Asimetría, AM:	1	0,71	
Frecuencia, FM:	0,81	0,81	
Acoplamiento, CM:	1,00	1,00	
Límite de Peso Recomendado, RWL:	15,15	10,54	

---

Observaciones:

Ninguna

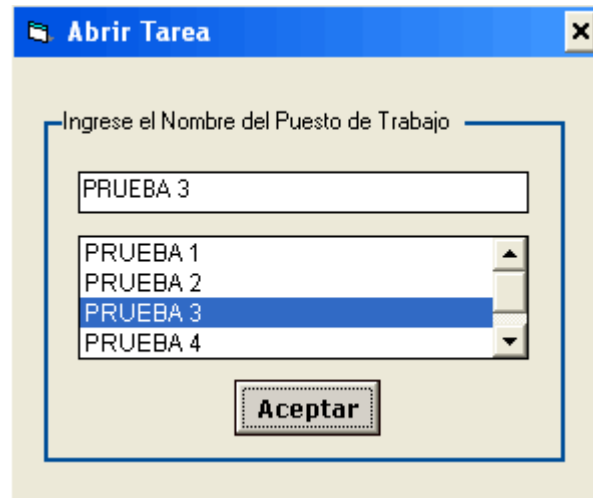
Pág. 1 de 1

## 5.2 ABRIR TAREA

Al seleccionar la opción Abrir del menú Archivo se visualiza la ventana donde se solicita al usuario ingresar el nombre del puesto de trabajo, a medida que se va

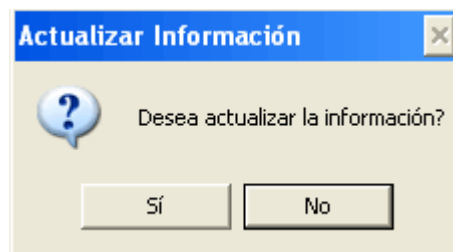
ingresando dicho nombre, en la parte inferior se va generando un listado con los registros existentes que coinciden con la búsqueda. (Ver Figura 11)

**Figura 11. Abrir Tarea**



De la lista generada se selecciona el registro deseado haciendo clic en el mismo, con lo cual se activa el botón Aceptar, al hacer clic en este botón se abre la Ventana de Datos Generales con los datos que se habían registrado previamente, posteriormente se visualiza la Ventana Principal y al igual que cuando se ingresó una nueva Tarea, el botón Siguiente permite visualizar la Ventana de Resultados y a su vez pregunta al usuario si desea actualizar la información (Ver Figura 12), de no hacerlo el usuario tendrá esta opción (actualizar) en la Ventana de Resultados.

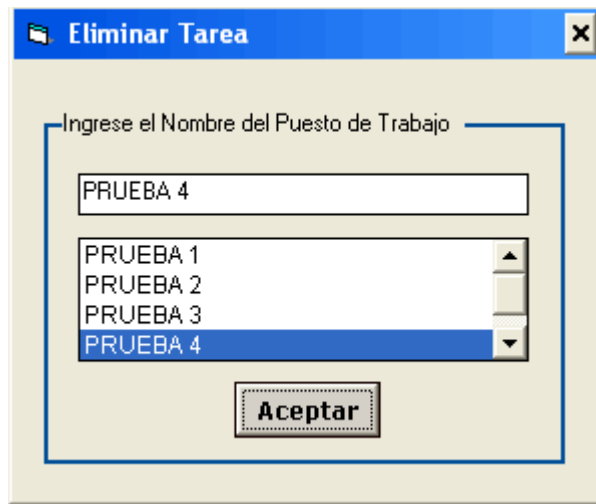
**Figura 12. Actualizar Información**



### **5.3 ELIMINAR TAREA**

Al seleccionar la opción Eliminar del menú Archivo se visualiza la ventana donde se solicita al usuario ingresar el nombre del puesto de trabajo, a medida que se va ingresando dicho nombre, en la parte inferior se va generando un listado con los registros existentes que coinciden con la búsqueda. (Ver Figura 13)

**Figura 13. Eliminar Tarea**



Eliminar Tarea

Ingrese el Nombre del Puesto de Trabajo

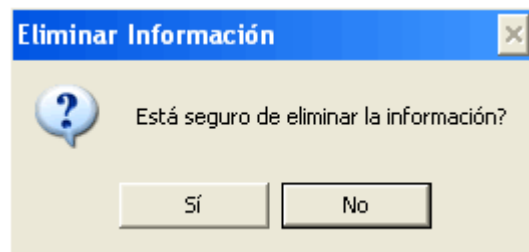
PRUEBA 4

PRUEBA 1  
PRUEBA 2  
PRUEBA 3  
PRUEBA 4

Aceptar

De la lista generada se selecciona el registro deseado haciendo clic en el mismo, con lo cual se activa el botón Aceptar, al hacer clic en este botón se abre la Ventana de confirmación de eliminación, en ella se pregunta al usuario si está seguro de eliminar la información. (Ver Figura 14)

**Figura 14. Mensaje de confirmación – Eliminar**



Eliminar Información

?

Está seguro de eliminar la información?

Sí No

## **ANEXO B. CONTENIDO PRÁCTICA RULA**

### **1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO**

La adopción prolongada o repetida de posturas inadecuadas durante el trabajo genera fatiga y en el largo plazo puede ocasionar trastornos en el sistema músculoesquelético, por esto la carga estática o postural es uno de los factores a tener en cuenta en la evaluación de las condiciones de trabajo, y su reducción es una de las medidas fundamentales a adoptar en la mejora de puesto.

El método de Evaluación Rápida para Miembros Superiores (RULA) fue desarrollado en 1993 por McAtamney y Corlett, del Instituto de Ergonomía Ocupacional de Inglaterra y la Universidad de Nottingham, con la finalidad de investigar la exposición de los trabajadores a factores de alto riesgo, asociados con el Desarrollo de Desórdenes Traumáticos Acumulativos.

Aunque inicialmente el método fue desarrollado para evaluar actividades como: operaciones de corte ejecutadas de pie, operaciones de costura con diversas máquinas y operaciones de inspección y empaque, hoy en día su uso se ha extendido a diversas actividades, siendo ampliamente utilizado y aceptado por permitir realizar una evaluación a través de la observación personal y sin interferir en la actividad normal del trabajador.

Su análisis se enfoca principalmente a tareas que se realizan con los miembros superiores del cuerpo, aunque posteriormente se incluyeron puntos de evaluación básica del apoyo y forma de distribución del peso sobre las piernas de quien realiza la tarea.

Para realizar la valoración, el método RULA utiliza diagramas de posturas del cuerpo, signando a cada postura una puntuación que refleja la exposición a los factores de riesgo evaluados, los cuales son: posturas de trabajo, número de movimientos, presencia de trabajo muscular estático y cantidad de fuerza aplicada.

#### **1.1 CLASIFICACIÓN POSTURAL**

El sistema de clasificación postural desarrollado por RULA divide el cuerpo en dos grupos de segmentos: el Grupo A conformado por el brazo, antebrazo, muñeca y giro de la misma y el Grupo B que comprende el cuello, tronco y piernas.

El método RULA establece rangos de movimientos, de acuerdo con los ángulos de desplazamiento realizados por cada una de las partes del cuerpo analizadas y

establece puntuaciones según la postura adoptada por el trabajador. Para realizar la clasificación y puntuación de cada parte evaluada McAtamney y Corlett se basaron en estudios previos realizados por diversos autores, así como en guías y normas de salud.

En las tablas 1 y 2 se muestra la clasificación postural y puntuación asignadas para cada una de las partes que conforman los grupos A y B.

**Tabla 1. Clasificación postural Grupo A**

	<b>Puntaje</b>	<b>Rango de movimiento</b>
<b>Brazo</b>	1	La flexión o extensión del hombro es $>0^{\circ}$ y $\leq 20^{\circ}$
	2	La flexión del hombro es $>20^{\circ}$ y $\leq 45^{\circ}$ o la extensión del hombro es $>20^{\circ}$
	3	La flexión del hombro es $> 45^{\circ}$ y $\leq 90^{\circ}$
	4	La flexión del hombro es $>90^{\circ}$
	+1	El brazo está levantado
	+1	El brazo está abducido
	-1	La carga no está soportada solo por el brazo, existe un punto de apoyo
<b>Antebrazo</b>	1	La flexión del codo es $\geq 60^{\circ}$ y $\leq 100^{\circ}$
	2	La flexión del codo es $<60^{\circ}$ o $>100^{\circ}$
	+1	El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o sale hacia los lados
<b>Muñeca</b>	1	La muñeca está en posición neutra
	2	La flexión o extensión de la muñeca es $>0^{\circ}$ y $\leq 15^{\circ}$
	3	La flexión o extensión de la muñeca es $>15^{\circ}$
	+1	La muñeca cruza la línea media del cuerpo o sale hacia los lados
<b>Giro de muñeca</b>	1	La muñeca está en posición de pronación o supinación en un rango medio
	2	La muñeca está en posición de pronación o supinación en un rango extremo

**Tabla 2. Clasificación postura Grupo B**

	<b>Puntaje</b>	<b>Rango de movimiento</b>
<b>Cuello</b>	1	La flexión del cuello es $>0^{\circ}$ y $\leq 10^{\circ}$
	2	La flexión del cuello es $>10^{\circ}$ y $\leq 20^{\circ}$
	3	La flexión del cuello es $>20^{\circ}$
	4	El cuello está en posición extendida
	+1	El cuello está lateralizado
	+1	El cuello está rotado
<b>Tronco</b>	1	Postura sentada y tronco bien apoyado con inclinación $\geq 90^{\circ}$
	2	La flexión del tronco es $>0^{\circ}$ y $\leq 20^{\circ}$
	3	La flexión del tronco es $>20^{\circ}$ y $\leq 60^{\circ}$
	4	La flexión del tronco es $>60^{\circ}$
	+1	El tronco está lateralizado
	+1	El tronco está rotado
<b>Piernas</b>	1	Postura equilibrada, pies y piernas están bien apoyados en posición de pie o sentado
	2	Postura NO equilibrada, pies o piernas NO están bien apoyados en posición de pie o sentado

## **1.2 EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD MUSCULAR Y LA FUERZA**

El método RULA permite evaluar la carga adicional que se genera sobre el sistema músculo esquelético cuando se realiza trabajo estático de forma excesiva o cuando se llevan a cabo movimientos repetitivos, así como los requerimientos de aplicación de fuerza o mantenimiento de fuerzas. El método se fundamenta en que la cantidad de carga estática o fuerza aplicada sobre el sistema músculo esquelético causa fatiga y posteriormente daño de acuerdo con el tiempo en que son expuestos los trabajadores.

Al igual que la clasificación postural, la evaluación de la actividad muscular y la fuerza fue realizada teniendo en cuenta los criterios de otros autores, así McAtamney y Corlett definen que una postura es principalmente estática si es mantenida por más de un minuto y es dinámica si se realiza con poca frecuencia y no es mantenida más de un minuto. En relación al factor de repetición consideran únicamente una tasa de repetición de 4 veces por minuto y para evaluar la fuerza requerida para realizar una actividad definen tres rangos:  $< 2$  Kg., 2-10 Kg. y  $> 10$  Kg. La valoración del riesgo por fuerza y carga se presenta en la tabla 3.

**Tabla 3. Riesgo por fuerza y carga**

<b>Puntaje</b>	<b>Descripción</b>
0	<2 Kg. de carga o fuerza intermitente
1	$\geq 2$ y <10 Kg. de carga o fuerza intermitente
2	$\geq 2$ y <10 Kg. de carga estática (mantenida más de un minuto) o $\geq 2$ y <10 Kg. de carga o fuerza repetida (> 4 veces por minuto)
2	>10 Kg. de carga o fuerza intermitente
3	>10 Kg. de carga estática o >10 Kg. de carga o fuerza repetida
3	Fuerzas de choque o fuerza rápidamente acumulativas

### **1.3 DIAGRAMAS DE POSTURAS DEL CUERPO**

Con el fin de facilitar la identificación y registro manual de las posturas adoptadas por el trabajador, RULA presenta diagramas de posturas de acuerdo a los Grupos A y B definidos, como se puede observar en las figuras 1 y 2 respectivamente.

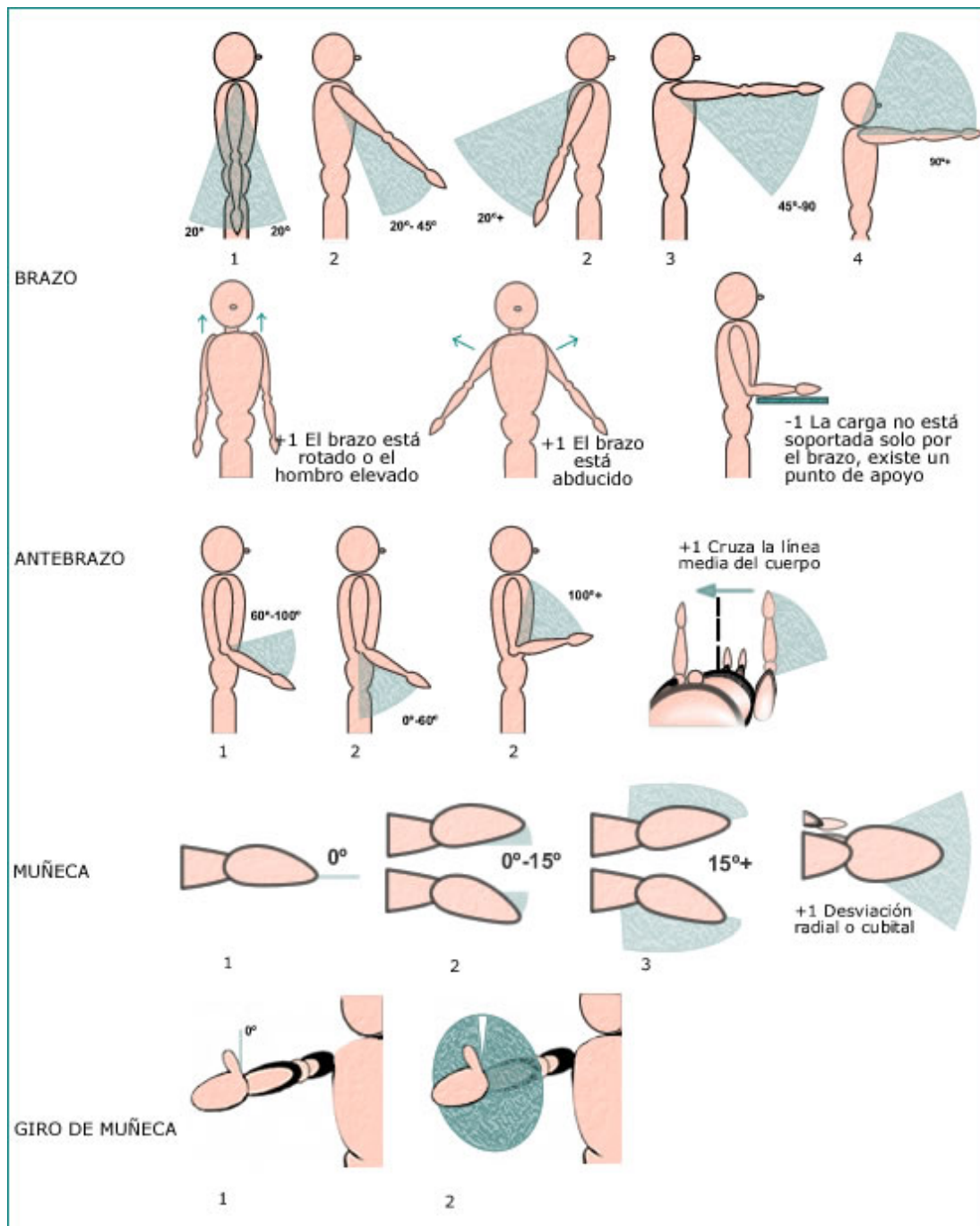
Para poder realizar una fácil identificación de los rangos de las posturas presentadas en los diagramas, cada parte del cuerpo es presentada en el plano sagital, sin embargo cuando una postura no puede ser presentada en el plano sagital es descrita en el diagrama, como es el caso en el que el antebrazo cruza la línea media del cuerpo.

Además de las posturas, los diagramas presentan en la parte inferior de cada posición adoptada, el valor correspondiente a la puntuación que debe ser asignada para evaluar el riesgo. Las puntuaciones son suministradas en una secuencia lógica y fácil de recordar, donde a mayor puntuación también habrá mayor riesgo.

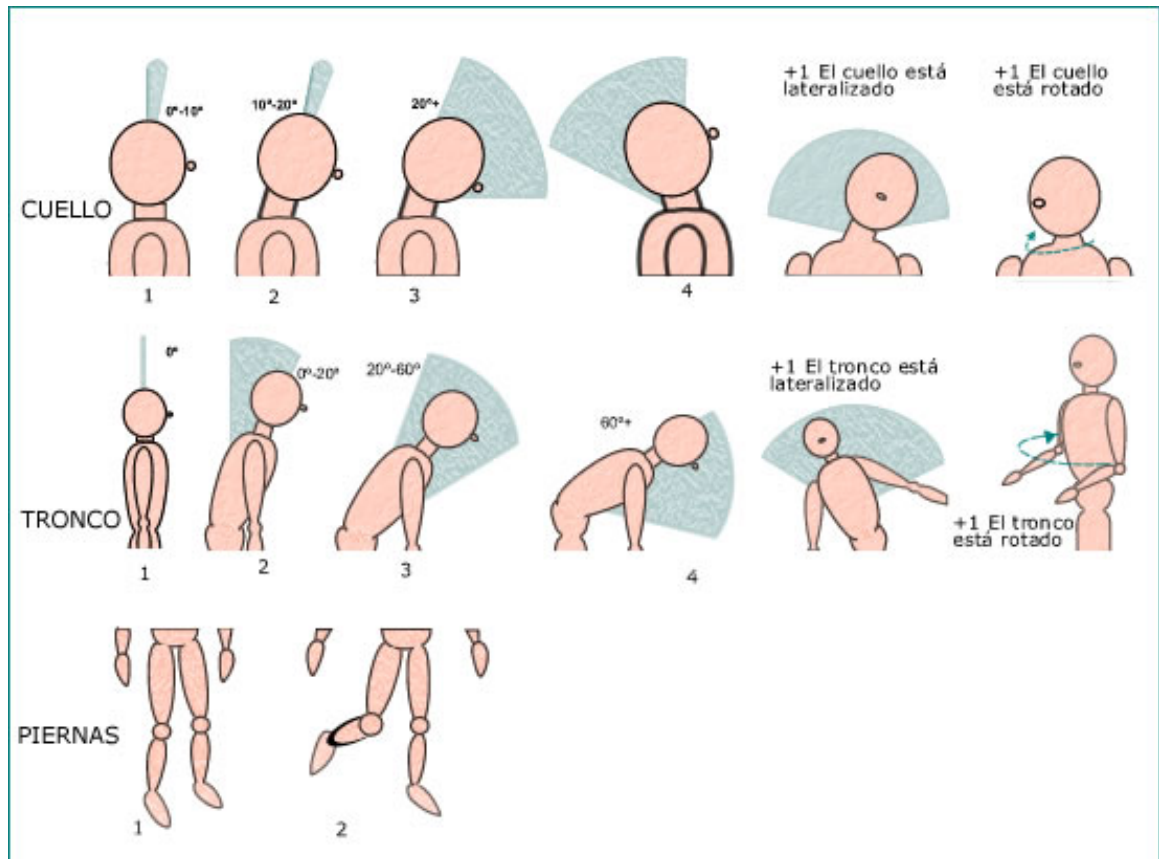
### **1.4 APLICACIÓN DEL MÉTODO**

Para realizar la valoración de los factores de riesgo, inicialmente se debe observar al operador durante algunos ciclos de trabajo y posteriormente seleccionar las actividades y posturas que serán evaluadas, teniendo en cuenta aquellas de mayor duración dentro del tiempo de ciclo o aquellas posturas que requieran mayor esfuerzo por parte del trabajador. Si no se tiene claridad sobre la selección de las posturas, pueden ser estudiadas todas las que adopta el trabajador durante el tiempo de ciclo.

**Figura 1. Diagrama de posturas para el grupo A**



**Figura 2. Diagrama de posturas para el grupo B**



**1.4.1 Obtener puntuaciones del los Grupos A y B:** haciendo uso de los diagramas de posturas suministrados para los grupos A y B se deben registrar las posiciones adoptadas por el trabajador. Cada posición presentada en el plano sagital tiene asociada una puntuación, la cual puede aumentar o disminuir, al sumar o restar las puntuaciones de las posturas que no están representadas en el plano sagital.

Una vez obtenidas las puntuaciones de brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca, se asigna a través de una tabla (ver tabla 4) la puntuación total para el grupo A. De la misma forma, se obtiene la puntuación total para el grupo B a partir de la puntuación del cuello, tronco y piernas, mediante la tabla correspondiente (ver tabla 5).

**Tabla 4. Puntuación Total Grupo A**

Brazo	Antebrazo	Muñeca							
		1		2		3		4	
		Giro Muñeca		Giro Muñeca		Giro Muñeca		Giro Muñeca	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	2	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	3	3	3	4	4
	2	2	2	2	3	3	3	4	4
	3	2	3	3	3	4	4	4	5
3	1	2	3	3	3	4	4	5	5
	2	2	3	3	3	4	4	5	5
	3	2	3	3	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	3	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	5	6	7
	2	5	6	6	6	6	7	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	7	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

**Tabla 5. Puntuación Total Grupo B**

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Pierna		Pierna		Pierna		Pierna		Pierna		Pierna	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	2	1	2	2	3	3	4	4	4	4	4
2	1	2	2	2	3	4	4	5	5	5	5	5
3	2	2	2	3	3	4	4	5	5	5	6	6
4	2	3	2	3	3	4	4	5	6	6	6	6
5	3	4	4	4	4	5	5	6	6	6	6	6

**1.4.2 Obtener puntuaciones C y D:** las puntuaciones obtenidas en el paso 1 para los grupos A y B, se modifican en función del tipo de actividad desarrollada y de la fuerza aplicada durante la tarea, para obtener las puntuaciones C y D respectivamente.

Para considerar el tipo de actividad desarrollada, la puntuación de cada grupo se incrementan en un (+1) punto si la actividad es principalmente estática (la postura analizada se mantiene más de un minuto) o bien si es repetitiva (se

repite más de 4 veces por minuto). Si la tarea es ocasional, poco frecuente y de corta duración, se considera actividad dinámica y las puntuaciones no se modifican. Para contemplar la fuerza aplicada durante la tarea o la carga manejada, a los valores anteriores se suma el puntaje adecuado según la de riesgo por fuerza y carga (ver tabla 3).

**1.4.3 Obtener puntuación final:** a partir de las puntuaciones C y D se obtiene la puntuación total para la tarea, según la tabla 6. Esta puntuación oscila entre 1 y 7 y sirve como base para seleccionar el nivel de actuación correspondiente a la tarea analizada.

**Tabla 6. Puntuación total de la tarea**

		Puntuación C						
		1	2	3	4	5	6	7+
Puntuación D	1	1	2	3	3	4	5	5
	2	2	2	3	4	4	5	5
	3	3	3	3	4	4	5	6
	4	3	3	3	4	5	6	6
	5	4	4	4	5	6	7	7
	6	4	4	5	6	6	7	7
	7	6	6	6	6	7	7	7
	8+	6	6	6	7	7	7	7

**1.4.4 Seleccionar nivel de actuación:** el método RULA recomienda cuatro niveles de actuación en función de la puntuación final obtenida y la urgencia de cambio, así:

**Nivel 1:** cuando la puntuación final es 1 o 2 la postura es correcta.

**Nivel 2:** cuando la puntuación final es 3 o 4 indica que la postura es aceptable, aunque es conveniente realizar una investigación más detallada debido a que el puesto de trabajo puede requerir algún cambio.

**Nivel 3:** cuando la puntuación final es 5 o 6 significa que nuevas investigaciones y cambios en la tarea deben realizarse pronto.

**Nivel 4:** cuando la puntuación final es 7 indica que la postura adoptada está por fuera de los rangos de seguridad y que nuevas investigaciones y cambios en la tarea deben realizarse de forma inmediata.

## 2. EJEMPLO DE APLICACIÓN

El método RULA se puede aplicar con éxito para evaluar entre otras, las siguientes actividades:

- Operaciones de corte y costura
- Tareas de inspección y empaque
- Actividades realizadas en estaciones de cómputo
- Operaciones de chequeo y cobro en cajeros
- Trabajo de producción
- Tareas de mantenimiento
- Líneas de armado y ensamble
- Actividades en operadores telefónicos
- Tareas que requieren el uso de microscopio
- Operaciones en dispensadores

### EJEMPLO No. 1

Una operaria de máquina plana se encarga de coser piezas que le suministra otra operaria, quien previamente ha cortado la tela según la prenda a elaborar y además ha demarcado los sitios por los cuales debe pasar cada costura.

A continuación se presentan las imágenes de las posturas adoptadas por la operaria en la máquina plana, así como las medidas de los ángulos de este puesto de trabajo.

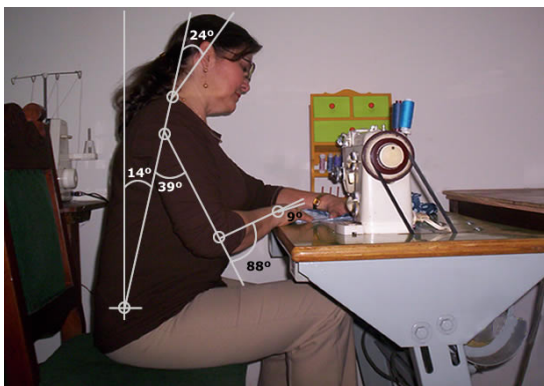


Figura 3

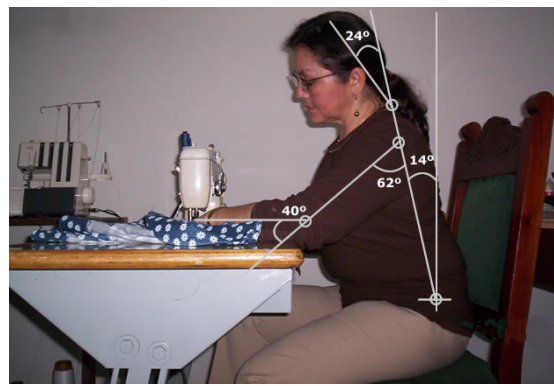


Figura 4



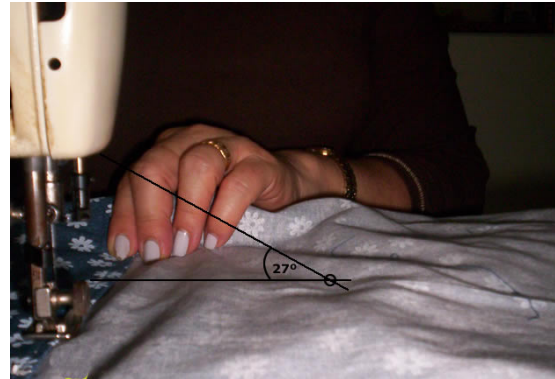
**Figura 5**



**Figura 6**



**Figura 7**



**Figura 8**

De acuerdo con la clasificación postural realizada por el método RULA se da la puntuación a cada una de las partes del cuerpo que conforman los grupos A y B, así:

### **Grupo A**

**Brazo Derecho:** el hombro derecho presenta un ángulo de trabajo de  $39^\circ$  de flexión, correspondiéndole un valor de 2 puntos. Adicionalmente se debe tener en cuenta que el brazo está abducido, lo cual da 1 punto mas a la valoración, sin embargo como el brazo está apoyado se debe restar 1 punto, por lo cual la valoración final del brazo es 2.

**Antebrazo Derecho:** el ángulo de trabajo del antebrazo derecho es de 88°, por lo cual le corresponde 1 punto, como el antebrazo no cruza la línea media del cuerpo, ni sale hacia los lados, la puntuación del antebrazo se mantiene en 1.

**Muñeca Derecha:** la muñeca trabaja con un ángulo de 9° correspondiéndole un valor de 2 puntos, como presenta una desviación de radial de 8° la valoración se debe incrementar en 1 punto. En cuanto a la lateralización de la muñeca corresponde 2 puntos, ya que se encuentra en posición de pronación. En total la valoración de la muñeca es de 5 puntos.

**Brazo Izquierdo:** el ángulo de trabajo del brazo izquierdo es de 62°, por lo cual le corresponde un valor de 3, puntuación que refleja una posición inadecuada. Además se debe restar 1 punto, teniendo en cuenta que el brazo está apoyado. En el lado izquierdo el brazo no está abducido, por lo tanto la puntuación final es 2.

**Antebrazo Izquierdo:** el antebrazo izquierdo trabaja con un ángulo de 40°, correspondiéndole una calificación de 2 puntos.

**Muñeca Izquierda:** el ángulo de trabajo de la muñeca es inferior a 15°, por lo tanto le corresponde un valor de 2 puntos, como presenta una desviación radial de 18° se debe incrementar en un punto. En cuanto a la lateralización de la muñeca corresponde 2 puntos, ya que se encuentra en posición de pronación. En total la valoración de la muñeca es de 5 puntos.

## **Grupo B**

**Cuello:** el cuello presenta un ángulo de trabajo de 24° de flexión, correspondiéndole un valor de 3 puntos, lo cual indica una posición inadecuada. Además el cuello está inclinado (lateralizado), por lo tanto la valoración se debe incrementar en 1 punto. Así la puntuación final del cuello es de 4 puntos.

**Tronco:** el ángulo de trabajo del tronco es de 14°, por lo tanto le corresponde una calificación de 2 puntos.

**Piernas:** la operaria se encuentra sentada y tanto los pies como las piernas tienen apoyo, en este caso el método no valora a través de ángulos, por lo cual la puntuación para las piernas es 1.

**Actividad muscular:** teniendo en cuenta que la operaria mantiene la misma posición por lapsos superiores a un minuto se asigna una puntuación de 1, ya que en este caso la postura se considera principalmente estática.

**Carga o Fuerza:** su valoración es 0, ya que las prendas elaboradas tienen un peso inferior a los 2 kilogramos.

Teniendo en cuenta que el estudio se está realizando tanto para el lado derecho como el izquierdo, el grupo A se divide en dos. Los ángulos y puntuaciones explicados anteriormente se resumen en las siguientes tablas:

<b>Grupo A Derecha</b>	<b>Ángulo</b>	<b>Puntuación</b>
Brazo	39°	2 (+1) (-1)
Antebrazo	88°	1
Muñeca	9°	4 (1)

<b>Grupo A Izquierda</b>	<b>Ángulo</b>	<b>Puntuación</b>
Brazo	62°	3(-1)
Antebrazo	40°	2
Muñeca	<15°	4(1)

<b>Grupo B</b>	<b>Ángulo</b>	<b>Puntuación</b>
Cuello	24°	3(1)
Tronco	14°	2
Piernas	-	1

Con las puntuaciones parciales de los grupos A y B, se procede a obtener las puntuaciones totales para cada grupo a partir de la puntuación adjudicada a cada zona corporal y la tabla de valoración correspondiente (Ver tablas de puntuaciones totales para el Grupo A y el Grupo B). A su vez a las puntuaciones totales de los grupos A y B se suman los valores correspondientes a actividad muscular y fuerza:

### RESULTADOS DEL LADO DERECHO E IZQUIERDO

<b>Grupo A</b>
Brazo
Antebrazo
Muñeca
Lat. Muñeca

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Total A} \\ \hline 3 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Músculo} \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Fuerza} \\ \hline 0 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Punt. C} \\ \hline 4 \\ \hline \end{array}$$

Puntuación Final
<b>4</b>

<b>Grupo B</b>
Cuello
Tronco
Piernas

$$\begin{array}{|c|} \hline \text{Total B} \\ \hline 2 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Músculo} \\ \hline 1 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Fuerza} \\ \hline 0 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline \text{Punt. D} \\ \hline 3 \\ \hline \end{array}$$

En este ejemplo, los resultados obtenidos tanto para el lado derecho como el izquierdo fueron los mismos, sin embargo no siempre sucede así, por esto es conveniente realizar el estudio teniendo en cuenta ambos lados. El valor obtenido para la puntuación final del lado izquierdo y derecho fue de 4, por lo tanto corresponde un nivel de actuación de dos, en el cual se considera que la postura es aceptable, aunque se puede realizar una investigación detallada para detectar si es necesario realizar cambios en el puesto de trabajo.

### **3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

#### **3.1 OBJETIVO**

Realizar una evaluación del riesgo postural asociado a tareas que se deben llevar a cabo por medio de movimientos repetitivos y en las cuales se adoptan posturas mantenidas y/o forzadas, teniendo en cuenta los criterios definidos por el método RULA.

#### **3.2 INSTRUCCIONES DE DESARROLLO**

Para realizar esta práctica es necesario tener claros los conceptos referentes al método RULA, los cuales han sido explicados en la descripción y ejemplos del mismo. Los pasos que se deben seguir son:

1. Seleccionar un proceso en el cual se realicen tareas que presenten las siguientes características:
  - Movimientos repetitivos, especialmente de las extremidades superiores.
  - Adopción de la misma postura durante la mayor parte del tiempo de ejecución de la actividad y/o adopción de posturas forzadas durante el desarrollo de la tarea.
2. Realizar una breve descripción del puesto de trabajo donde se realiza el proceso seleccionado.
3. Observar varios ciclos de trabajo y seleccionar las posturas serán evaluadas, teniendo en cuenta aquellas de mayor duración dentro del tiempo de ciclo o aquellas que requieran mayor esfuerzo por parte del trabajador.
4. Tomar y registrar las mediciones necesarias para cada una de las partes del cuerpo contempladas por el método. Esto se puede hacer midiendo directamente sobre el trabajador u obteniendo imágenes digitales de las posturas y realizando las mediciones a través de algún programa informático.
5. Registrar las cargas manipuladas, así como el tiempo durante el cual es mantenida la postura en la observación realizada.

Para facilitar el registro de los datos solicitados en los numerales 4 y 5 se puede utilizar la hoja de trabajo donde se presentan los diagramas de posturas de cuerpo, así como las alternativas de actividad muscular y fuerza.

#### **4. HOJA DE TRABAJO**

La HOJA DE TRABAJO RULA ha sido diseñada con el fin de facilitar la toma de datos, así como su posterior registro en el software desarrollado para procesar la información referente a este método. En ella se contempla información del puesto de trabajo, diagramas de posturas del cuerpo, alternativas de fuerza/carga y actividad muscular y por último información del evaluador. (Véase Hoja de trabajo)

#### **5. APLICACIÓN INFORMÁTICA**

El uso de la aplicación es sencillo, cuenta con las opciones de ingresar datos de una nueva tarea, modificar y eliminar las ya existentes, así como generar informes con los datos registrados.

##### **5.1 NUEVA TAREA**

###### **5.1.1 Ventana de Datos Generales**

Al seleccionar la opción Nuevo del menú Archivo, se visualiza una ventana en la que se registran datos referentes al puesto de trabajo analizado, tales como Empresa, Trabajador, Puesto de Trabajo y Descripción, siendo de carácter obligatorio el nombre del puesto de trabajo, ya que a través de él se realiza posteriormente tanto la modificación como eliminación de información. En esta ventana además se ingresan los datos generales de la práctica, como son el Nombre del Docente, Nombre del Evaluador, Observaciones y Fecha. El software carga por defecto la fecha del sistema, en caso de que ésta se deba modificar es posible realizarlo por medio del calendario que se visualiza al hacer clic en el botón que se encuentra junto a este campo. (Ver Figura 9)

###### **5.1.2 Ventana Principal**

Una vez registrada la información general de la práctica, la aplicación carga la Ventana Principal en la cual se aprecian las opciones **Postura, Actividad Muscular y Fuerza**. La opción de Postura se divide en el Grupo A (Extremidades superiores) y el Grupo B (Cuello, Tronco y Piernas), de acuerdo con la clasificación postural definida por el método. (Ver Figura 10)

Figura 9. Ventana de ingreso

**RULA**

**DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO**

Empresa : Universidad Industrial de Santander

Trabajador : Carolina Vanegas

Puesto de Trabajo : Prueba Método Rula

Descripción :

**DATOS DE LA PRÁCTICA**

Nombre del Docente : Piedad Arenas

Nombre del Evaluador :

Observaciones :

Fecha: 14/07/2005

Jul 2005 Jul 2005

Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

Aceptar

Figura 10. Ventana principal

**RULA**

**RULA - Rapid Upper Limb Assessment**

**PUSTURA**

Grupo A

- Posición del Brazo
- Posición del Antebrazo
- Posición de la Muñeca

Grupo B

- Posición del Cuello
- Posición del Tronco
- Posición de las Piernas

**ACTIVIDAD MUSCULAR**

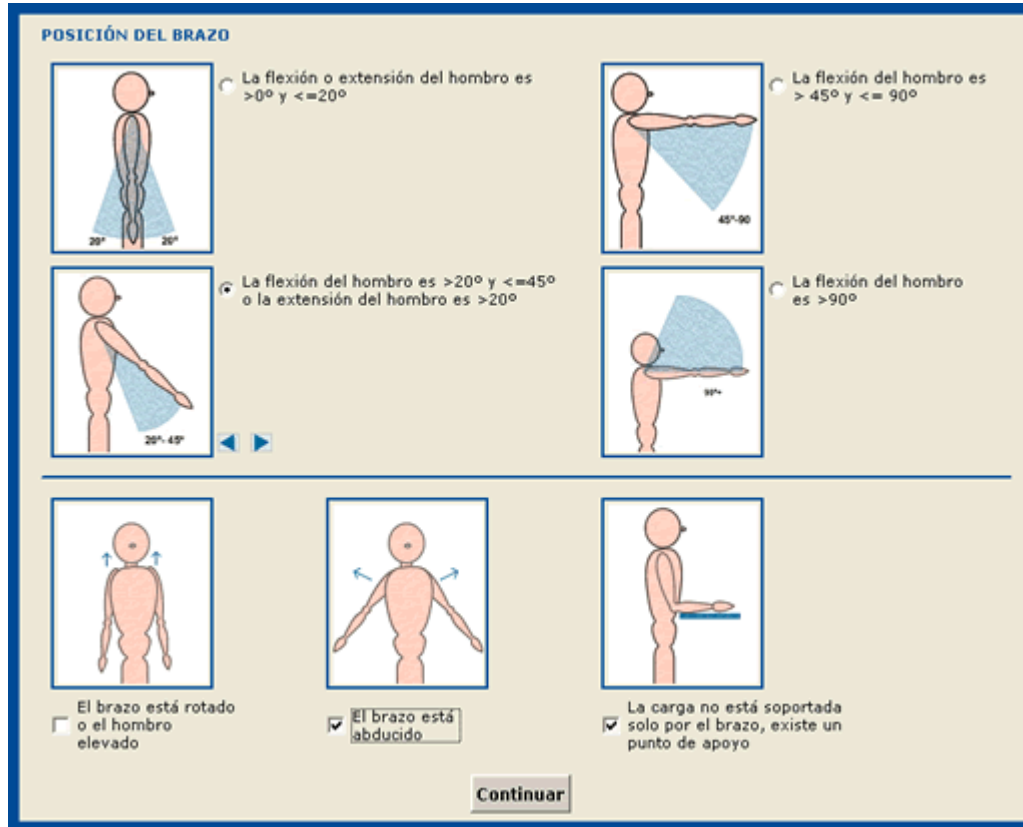
**FUERZA**

Prueba Método Rula

Atrás Siguiente

Para ingresar los datos se usan los botones que despliegan las ventanas de cada una de las opciones mencionadas anteriormente, por ejemplo al hacer clic en el botón de Posición del Brazo aparece la ventana que muestra los ítems correspondientes al mismo. (Ver Figura 11)

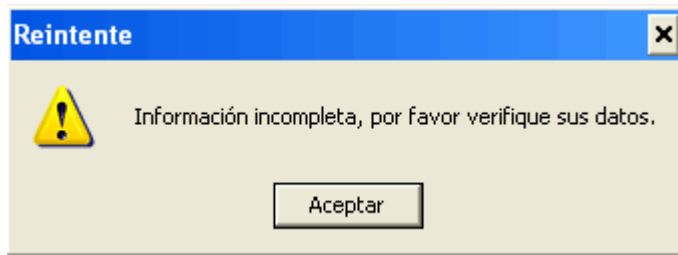
**Figura 11. Ventana de posiciones del brazo**



Cada uno de los ítems relacionados con posturas cuenta con una imagen (diagrama postural) que facilita su identificación. Las alternativas presentadas en cada ventana pueden ser de dos tipos: las que tienen un círculo a su izquierda son auto-excluyentes, es decir solo una de ellas puede ser seleccionada y las que tienen un cuadrado a su izquierda se pueden seleccionar en forma simultánea.

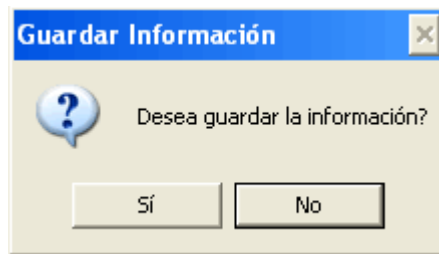
Cuando se seleccionan los datos requeridos por el método se habilita el botón Continuar, que permite regresar a la ventana principal y observar la puntuación parcial de los ítems seleccionados. Si todas las opciones (Postura, Actividad Muscular y Fuerza) cuentan con su puntuación parcial la aplicación permite pasar a la Ventana de Resultados a través del botón Siguiente, de lo contrario emite un mensaje (Ver Figura 12) donde informa al usuario que faltan datos y no permite continuar hasta tanto no se haya registrado completamente la información.

**Figura 12. Mensaje de alerta**



Antes de desplegar la Ventana de Resultados la aplicación pregunta si se desea guardar la información (Ver Figura 13), si el usuario escoge SI la información se almacena en la base de datos, mostrando un mensaje donde se recuerda el nombre asignado al puesto de trabajo, si se selecciona NO en la Ventana de Resultados contará con la opción de Guardar, es decir no es de carácter obligatorio guardar en la Ventana Principal.

**Figura 13. Mensaje de Confirmación - Guardar**



### **5.1.3 Ventana de Resultados**

En esta ventana se reflejan las puntuaciones parciales y totales de los Grupos A y B, así como las puntuaciones referentes a Actividad Muscular y Fuerza que permiten obtener la puntuación final de la postura y su nivel de actuación correspondiente. (Ver Figura 14)

La puntuación total de los Grupos A, B y la puntuación final se obtienen a través de tablas, por esto con el fin de que el usuario conozca de donde provienen los resultados cada una de estas puntuaciones cuenta con un botón que despliega su tabla de datos asociada, mostrando resaltado el resultado obtenido. (Ver Figura 15)




Si el usuario no guardó en la Ventana Principal, en la Ventana de Resultados aparecerá el botón de Guardar, el cual permite almacenar la información. Cuando la información se ha guardado se activa el botón Informe, que como su nombre indica genera el informe imprimible (Ver Figura 16) donde se reflejan tanto la información registrada en la ventana de Datos Generales como la información que se visualiza en la Ventana de Resultados.

**Figura 16. Informe de Resultados**

**VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS**

**MÉTODO RULA**



Fecha del estudio: 14/07/2005

Realizado por: PIEDAD ARENAS

Puesto de Trabajo: PRUEBA MÉTODO RULA

Descripción:

---

**RESULTADOS**

GRUPO A	Puntuación	GRUPO B	Puntuación
Brazo	2	Cuello	4
Antebrazo	2	Tronco	3
Muñeca	3	Piernas	1
Giro de la Muñeca	1		
<hr/>		<hr/>	
Total Puntuación Grupo	3	Total Puntuación Grupo	3
Puntuación Actividad Muscular	1	Puntuación Fuerza/Carga	3
Total Puntuación C	7	Total Puntuación D	7

**Puntuación Final**

7

**Nivel de Actuación 4**

Se requiere realizar inmediatamente cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo

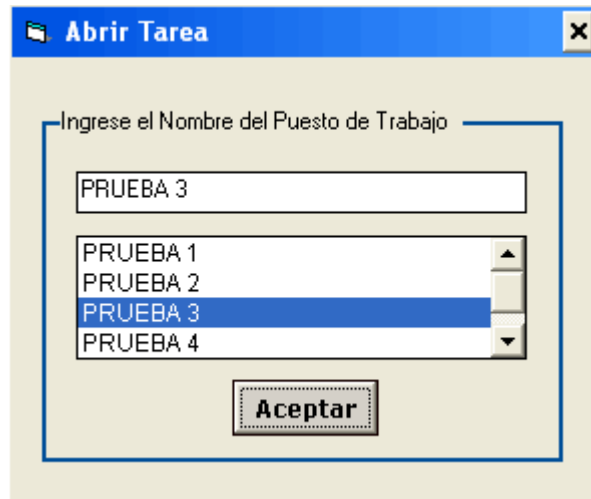
---

Observaciones:

## 5.2 ABRIR TAREA

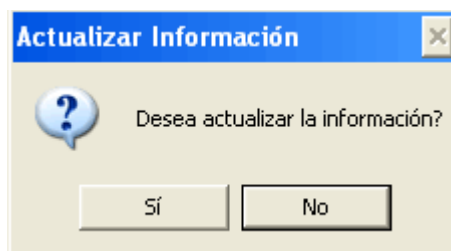
Al seleccionar la opción Abrir del menú Archivo se visualiza la ventana donde se solicita al usuario ingresar el nombre del puesto de trabajo, a medida que se va ingresando dicho nombre, en la parte inferior se va generando un listado con los registros existentes que coinciden con la búsqueda. (Ver Figura 17)

**Figura 17. Abrir Tarea**



De la lista generada se selecciona el registro deseado haciendo clic en el mismo, con lo cual se activa el botón Aceptar, al hacer clic en este botón se abre la Ventana de Datos Generales con los datos que se habían registrado previamente, posteriormente se visualiza la Ventana Principal con todas las puntuaciones parciales y al igual que cuando se ingresó una nueva Tarea, el botón Siguiente permite visualizar la Ventana de Resultados y a su vez pregunta al usuario si desea actualizar la información (Ver Figura 18), de no hacerlo el usuario tendrá esta opción (actualizar) en la Ventana de Resultados.

**Figura 18. Actualizar Información**

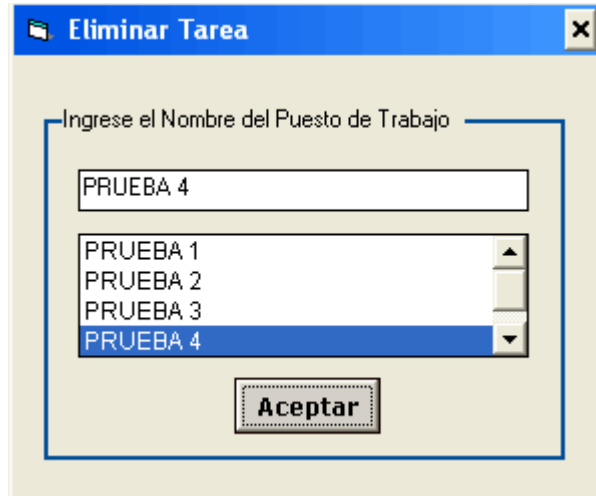


## 5.3 ELIMINAR TAREA

Al seleccionar la opción Eliminar del menú Archivo se visualiza la ventana donde se solicita al usuario ingresar el nombre del puesto de trabajo, a medida que se

va ingresando dicho nombre, en la parte inferior se va generando un listado con los registros existentes que coinciden con la búsqueda. (Ver Figura 19)

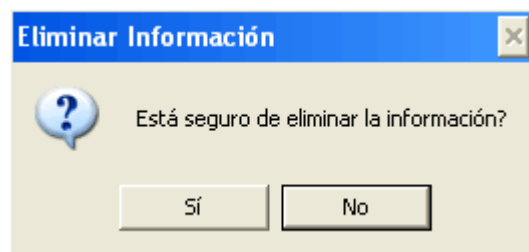
**Figura 19. Eliminar Tarea**



The screenshot shows a window titled "Eliminar Tarea". Inside, there is a label "Ingrese el Nombre del Puesto de Trabajo" above a text input field containing "PRUEBA 4". Below the input field is a list box containing four items: "PRUEBA 1", "PRUEBA 2", "PRUEBA 3", and "PRUEBA 4". The "PRUEBA 4" item is highlighted with a blue background. At the bottom center of the window is a button labeled "Aceptar".

De la lista generada se selecciona el registro deseado haciendo clic en el mismo, con lo cual se activa el botón Aceptar, al hacer clic en este botón se abre la Ventana de confirmación de eliminación, en ella se pregunta al usuario si está seguro de eliminar la información. (Ver Figura 20)

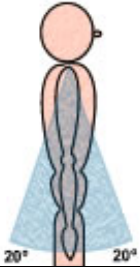
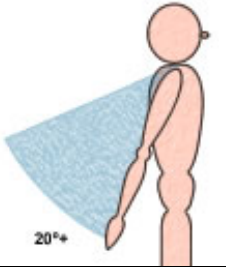

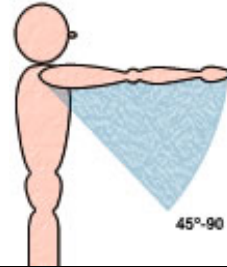
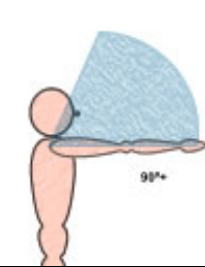
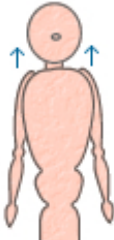
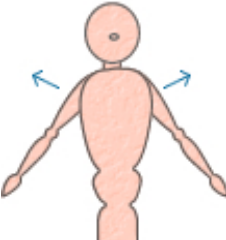

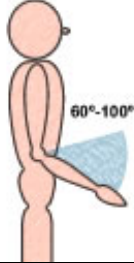

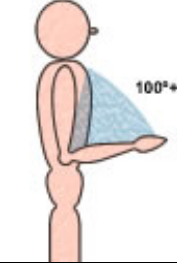


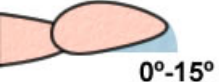
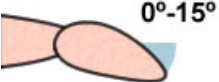


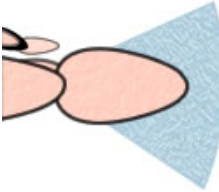
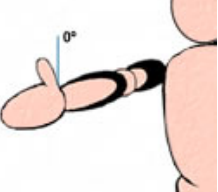
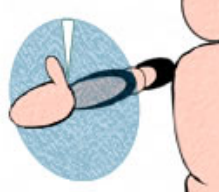
**Figura 20. Mensaje de confirmación – Eliminar**

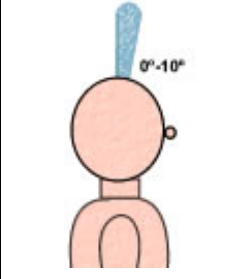
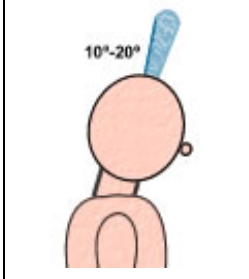
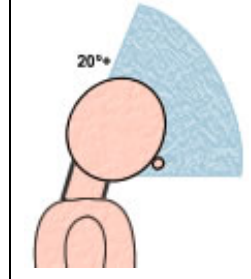
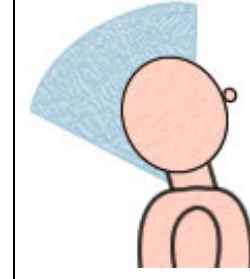
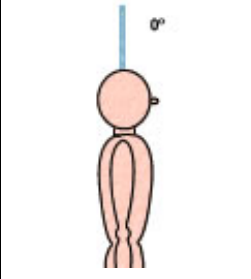
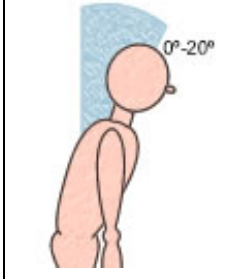
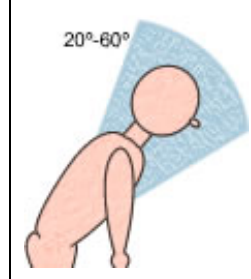
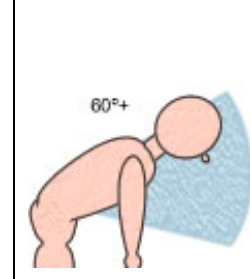
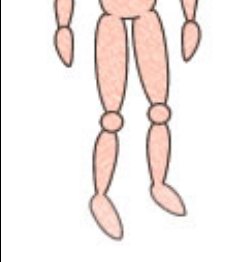
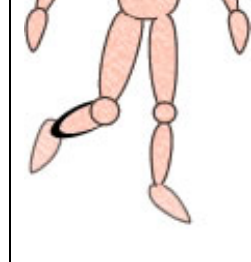


The screenshot shows a small dialog box titled "Eliminar Información". On the left is a blue question mark icon. To its right is the text "¿Está seguro de eliminar la información?". At the bottom, there are two buttons: "Sí" on the left and "No" on the right.

## HOJA DE TRABAJO RULA: Rapid Upper Limb Assessment

Empresa:	Puesto de Trabajo:
Descripción:	

<b>BRAZO</b>						<input type="checkbox"/> El brazo está abducido
<b>BRAZO</b>		<input type="checkbox"/> El brazo está rotado o el hombro elevado		<input type="checkbox"/> El brazo está abducido		<input type="checkbox"/> La carga no está soportada solo por el brazo, existe un punto de apoyo
<b>ANTEBRAZO</b>						<input type="checkbox"/> El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o sale hacia los lados
<b>MUÑECA</b>						
<b>GIRO DE MUÑECA</b>						

CUELLO					<input type="checkbox"/> El cuello está lateralizado	<input type="checkbox"/> El cuello está rotado
TRONCO					<input type="checkbox"/> El tronco está lateralizado	<input type="checkbox"/> El tronco está rotado
PIERNAS		Postura equilibrada, pies y piernas están bien apoyados en posición de pie o sentado		Postura NO equilibrada, pies o piernas NO están bien apoyados en posición de pie o sentado		
Fuerza y carga	Seleccionar solo una de las siguiente alternativas: <input type="checkbox"/> < 2 Kg. de fuerza o carga intermitente <input type="checkbox"/> >=2 y <10 Kg. de carga o fuerza intermitente <input type="checkbox"/> >=2 y <10 Kg. de carga estática (mantenida más de un minuto) o >=2 y <10 Kg. de carga o fuerza repetida (> 4 veces por minuto) <input type="checkbox"/> >10 Kg. de carga o fuerza intermitente <input type="checkbox"/> >10 Kg. de carga estática o >10 Kg. de carga o fuerza repetida <input type="checkbox"/> Fuerzas de choque o fuerza rápidamente acumulativas					
Músculo	<input type="checkbox"/> Postura principalmente estática (mantenida por más de un minuto) o repetitiva (más de 4 veces por minuto) <input type="checkbox"/> Postura principalmente dinámica (poco frecuente y de corta duración)					

Evaluador (es):	Fecha:
Observaciones:	



## **ANEXO C. CONTENIDO PRÁCTICA OWAS**

### **1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO**

El adoptar posturas incómodas e inadecuadas durante el desarrollo de tareas que requieren esfuerzo físico puede ocasionar problemas músculo-esqueléticos, por eso es importante su detección y evaluación con el fin de corregirlas y evitar que se manifiesten posteriormente en incapacidades laborales.

El método Ovako Working Posture Analysis System (OWAS) fue desarrollado durante la década de los setenta con el fin de analizar las tareas realizadas en la industria del acero en Finlandia, sin embargo su aplicación se ha extendido con éxito en el análisis de tareas relacionadas con la minería, construcción, ferrocarriles, aserraderos, enfermería, trabajos de granja y servicios de limpieza, entre otros.

El sistema de clasificación y evaluación de posturas se desarrolló inicialmente en base a fotografías de las diversas posiciones adoptadas en los puestos de trabajo. Las imágenes fueron analizadas, organizadas y clasificadas, dando como resultado la identificación 84 posturas comunes, las cuales son el resultado de las combinaciones entre cuatro posiciones de espalda, tres de brazos y siete de piernas.

Posteriormente se llevó a cabo el análisis de los efectos ocasionados por las diferentes posturas identificadas, actividad que fue realizada entre dos grupos de trabajo. Un primer grupo conformado por trabajadores experimentados, que estableció cuatro categorías para las posturas adoptadas, definiendo desde una postura normal, sin incomodidad ni efectos de salud, hasta una postura extremadamente mala, que causa incomodidad y puede tener efectos sobre la salud. El segundo grupo integrado por ergonomistas, calculó el riesgo que cada postura representa sobre el sistema músculo-esquelético. Teniendo en cuenta los aportes de los dos grupos se realizó una clasificación final de las posturas y acciones a tomar en cada una de ellas.

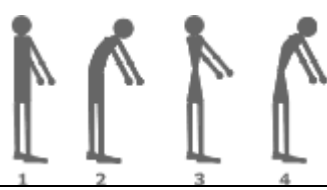
#### **1.1 CLASIFICACIÓN POSTURAL**

Además de analizar las posturas más frecuentes y fácilmente identificables de espalda, brazos y piernas, OWAS también contempla la carga manipulada por la persona que desarrolla la actividad. De esta forma cada una de las 84 posturas definidas tiene asociado un código de cuatro dígitos que la identifica, donde el primer número corresponde a la postura adoptada por la espalda, el segundo a la postura de las piernas, el tercero a la de los brazos y el cuarto a la carga

manipulada, algunas veces también se utiliza un quinto dígito para identificar la fase o etapa de trabajo realizada.

A continuación se presentan las diferentes alternativas de posturas para cada una de las partes del cuerpo contempladas por el método OWAS, así como para la carga manipulada.

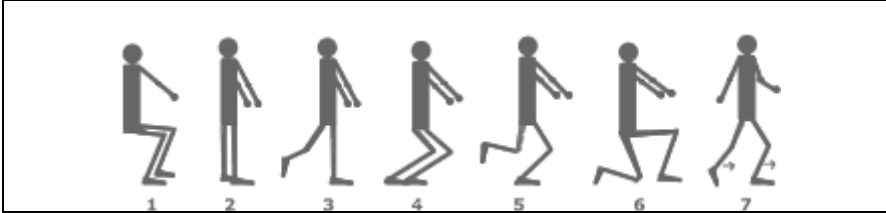
**Tabla 1. Posición de la espalda**

<b>Primer dígito: Espalda</b>	
	
<b>Dígito</b>	<b>Posición</b>
1	Recta
2	Flexionada
3	Girada
4	Flexionada y Girada

**Tabla 2. Posición de los brazos**

<b>Segundo dígito: Brazos</b>	
	
<b>Dígito</b>	<b>Posición</b>
1	Ambos brazos por debajo del hombro
2	Un brazo por encima del nivel del hombro
3	Ambos brazos por encima del nivel del hombro

**Tabla 3. Posición de las piernas**

Tercer dígito: Piernas	
	
Dígito	Posición
1	Sentado
2	De pie con las dos piernas rectas
3	De pie, con apoyo unipodal y con la pierna recta
4	De pie con las dos piernas flexionadas
5	De pie, con apoyo unipodal y con la pierna flexionada
6	Arrodillado, con una o con las dos rodillas
7	Caminando

**Tabla 4. Intervalos de carga**

Cuarto dígito: Carga	
Dígito	Carga
1	Menor de 10 kilogramos
2	Entre 10 y 20 kilogramos
3	Mayor de 20 kilogramos

## 1.2 APLICACIÓN DEL MÉTODO

La aplicación del método OWAS es sencilla y no requiere el uso de instrumentos de medición, ya que se basa en la observación de las posturas adoptadas por el trabajador de acuerdo a la clasificación macro-postural de espalda, brazos y piernas definidas por el método. Es posible considerar las siguientes etapas para su aplicación:

**1.2.1 Codificar cada postura:** para realizar la valoración del riesgo asociado al desarrollo de una actividad, se debe observar directamente al operario durante intervalos de tiempos iguales a lo largo de un período de trabajo normal y codificar cada postura de acuerdo al dígito que le corresponda para espalda, brazos, piernas y carga.

Los intervalos de tiempo para la observación de una postura se establecen generalmente entre 30 o 60 segundos, sin embargo si las posturas de la actividad observada presentan variaciones en intervalos inferiores, éstos se pueden reducir. Además para evitar fallas por parte del observador, es conveniente que el período de observación no sobrepase los 40 minutos sin un descanso 10 minutos.

**1.2.2 Obtener puntuación:** una vez se tiene el código de cada postura se procede a realizar su valoración a través de una tabla (ver tabla 5) que presenta valores de 1 a 4, indicando el nivel de riesgo en la cual se encuentra cada postura. Al valorar todas las observaciones es posible además establecer la frecuencia con que se presentan las posturas en cada categoría de acción definida por el método.

**Tabla 5. Puntuación de posturas**

Espalda	Brazos	Piernas																				
		1			2			3			4			5			6			7		
		Carga / Fuerza																				
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3

**1.2.3 Seleccionar nivel de acción:** de acuerdo con la valoración obtenida para cada postura se establece la acción a seguir así:

**Tabla 6. Niveles de acción**

Nivel de acción	Descripción	Acción
1	Postura normal y natural, sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético	No requiere acción correctiva
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético	Se requieren acciones correctivas tan pronto como sea posible
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético	Se requiere tomar acciones correctivas en forma inmediata

**1.2.4 Determinar la proporción relativa:** en esta etapa se analiza de forma acumulada el tiempo invertido para cada una de las posibles posiciones de espalda, brazos y piernas. Se establece la proporción relativa para cada una de las posturas de acuerdo al porcentaje de tiempo en que cada una de ellas se mantiene, valorándola de acuerdo a los niveles de acción explicados anteriormente, es decir si una postura se considera correcta no representa ningún riesgo mantenerla durante todo el período de trabajo, por el contrario si una postura es incómoda el nivel de riesgo aumenta, por lo cual su valoración también aumenta, tal como se puede observar en la Tabla 7.

**Tabla 7. Proporción relativa**

Espalda	1 Recta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 Flexionada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3 Girada	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	4 Flexionada y Girada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
Brazos	1 Ambos brazos por debajo del hombro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	2 Un brazo por encima del nivel del hombro	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	3 Ambos brazos por encima del nivel del hombro	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Piernas	1 Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
	2 De pie con las dos piernas rectas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	3 De pie, con apoyo unipodal y con la pierna recta	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
	4 De pie con las dos piernas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	5 De pie con apoyo unipodal, con la pierna flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4
	6 Arrodillado, con una o con las dos rodillas	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3
	7 Caminando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
% Tiempo		0	20		40		60		80		100

## 2. EJEMPLO DE APLICACIÓN

El método OWAS es de gran utilidad para analizar riesgos asociados al desarrollo de tareas como:

- Tareas en la industria del acero
- Operaciones de construcción
- Trabajo de producción
- Tareas de mantenimiento
- Actividades en talleres mecánicos
- Servicio de aseo y limpieza
- Operaciones en los aserraderos

### EJEMPLO No. 1

Un operario trabaja en una empresa en la que se elaboran artículos cuya materia prima es el alambre. Para la fabricación de estos productos (canastas, jaulas y soportes, entre otros) es necesario inicialmente estirar el alambre y posteriormente cortarlo en la cizalla, según la medida requerida para cada artículo.

En este caso se va a estudiar el corte de alambres para la elaboración de hojas de canastas. Para ello inicialmente se estira un rollo de alambre de 80 Kg., de este rollo se obtienen 120 cuerdas de aproximadamente 17 mts. de largo cada una. Cuando se han estirado todas las cuerdas se procede a cortarlas, para lo cual se van tomando grupos de 30 cuerdas y se cortan cada 40 cm. En cada grupo de 30 cuerdas es posible realizar 42 cortes, lo cual toma 20 +/- 2 minutos.

El intervalo de tiempo establecido para este ejemplo es de 30 segundos, los períodos de observación se establecieron cada 21 minutos, con tiempos de pausa de 5 min. En total se realizaron 126 observaciones en un tiempo de 1 hora y 13 minutos.

En las figuras 1, 2 y 3 se suministran imágenes de las posturas más comunes en el proceso de corte en la cizalla, así como la codificación y nivel de riesgo correspondiente a cada una de las posturas observadas (ver Tabla 8).

**Figura 1**



Cód:2221 - N:2

**Figura 2**



Cód: 2141 - N:3

**Figura 3**



Cód: 4141 - N:4

**Tabla 8. Codificación de las posturas observadas**

Observ. No.	Código				Nivel	Observ. No.	Código				Nivel
	Dig.1	Dig. 2	Dig. 3	Dig. 4			Dig.1	Dig. 2	Dig. 3	Dig. 4	
1	2	1	4	2	3	64	2	2	2	2	2
2	2	1	4	2	3	65	4	1	4	1	4
3	2	2	2	2	2	66	2	1	4	1	3
4	2	1	2	2	2	67	2	2	2	1	2
5	4	1	4	2	4	68	2	1	2	1	2
6	2	2	2	2	2	69	4	1	4	1	4
7	2	2	2	2	2	70	2	1	4	1	3
8	4	1	4	2	4	71	2	2	2	1	2
9	2	1	4	2	3	72	2	1	2	1	2
10	2	2	2	2	2	73	4	1	4	1	4
11	2	1	2	2	2	74	2	1	2	1	2
12	4	1	4	2	4	75	4	1	4	1	4
13	2	2	2	2	2	76	2	1	2	1	2
14	2	1	2	2	2	77	2	2	2	1	2
15	2	2	2	2	2	78	2	2	2	1	2
16	2	1	4	2	3	79	4	1	4	1	4
17	4	1	4	2	4	80	2	1	2	1	2
18	2	2	2	2	2	81	2	1	4	1	3
19	2	2	2	2	2	82	2	1	2	1	2
20	2	1	4	2	3	83	2	2	2	1	2
21	4	1	4	2	4	84	2	2	2	1	2
22	2	1	2	2	2	85	2	1	2	2	2
23	2	2	2	1	2	86	2	2	2	2	2
24	2	2	2	1	2	87	2	1	2	2	2
25	4	1	4	1	4	88	2	2	2	2	2
26	2	1	4	1	3	89	4	1	4	2	4
27	2	1	2	1	2	90	2	1	4	2	3
28	2	2	2	1	2	91	2	2	2	2	2
29	2	2	2	1	2	92	2	1	4	2	3
30	4	1	4	1	4	93	4	1	4	2	4
31	2	1	2	1	2	94	2	1	2	2	2
32	2	2	2	1	2	95	2	1	2	2	2
33	2	1	4	1	3	96	2	2	2	2	2
34	2	2	2	1	2	97	2	1	4	2	3
35	4	1	4	1	4	98	4	1	4	2	4
36	2	1	2	1	2	99	2	1	2	2	2
37	2	1	2	1	2	100	2	2	2	2	2
38	4	1	4	1	4	101	2	1	2	2	2
39	2	2	2	1	2	102	2	2	2	2	2
40	2	2	2	1	2	103	4	1	4	2	4
41	2	1	2	1	2	104	2	1	4	2	3
42	2	2	2	1	2	105	2	2	2	2	2
43	2	1	4	2	3	106	2	1	4	2	3
44	2	1	2	2	2	107	4	1	4	1	4
45	4	1	4	2	4	108	2	1	4	1	3

**Tabla 8. Codificación de las posturas observadas** (continuación)

Observ. No.	Código				Nivel	Observ. No.	Código				Nivel
	Dig.1	Dig. 2	Dig. 3	Dig. 4			Dig.1	Dig. 2	Dig. 3	Dig. 4	
46	2	1	2	2	2	109	2	2	2	1	2
47	2	2	2	2	2	110	2	1	2	1	2
48	2	1	2	2	2	111	4	1	4	1	4
49	4	1	4	2	4	112	2	1	4	1	3
50	2	1	4	2	3	113	2	2	2	1	2
51	2	1	4	2	2	114	2	2	2	1	2
52	4	1	4	2	4	115	4	1	4	1	4
53	2	1	2	2	2	116	2	1	2	1	2
54	2	2	2	2	2	117	2	2	2	1	2
55	2	2	2	2	2	118	2	1	4	1	3
56	4	1	4	2	4	119	2	2	2	1	2
57	2	1	2	2	2	120	4	1	4	1	4
58	2	1	2	2	2	121	2	1	2	1	2
59	2	2	2	2	2	122	2	1	2	1	2
60	2	1	4	2	3	123	4	1	4	1	4
61	4	1	4	2	4	124	2	2	2	1	2
62	2	2	2	2	2	125	2	1	2	1	2
63	2	2	2	2	2	126	2	2	2	1	2

Una vez obtenidas las codificaciones se determina la frecuencia con la que se presentan las diferentes posturas en cada nivel de acción definido por el método, así:

**Tabla 9. Frecuencia de cada nivel de acción**

Nivel de Acción	Código de Posturas	Porcentaje
1	0	0
2	76	60,32 %
3	22	17,46 %
4	28	22,22 %

Además se debe determinar la proporción relativa de cada postura, es decir, el tiempo invertido en cada una de las posiciones que puede adoptar la espalda, brazos y piernas. Los resultados del caso estudiado se muestran a continuación (ver Tabla 10).

Como se puede observar en el caso estudiado, el mayor porcentaje lo presenta el Nivel de acción 2, seguido por los niveles 4 y 3. Aunque el Nivel 4 solo representa un 28 % es conveniente empezar por analizar las posiciones que originaron dicho porcentaje, ya que son las que mayor efecto tienen sobre el sistema músculo-esquelético. Es pertinente además analizar si la adopción de espalda y piernas

flexionadas son a causa de la altura de la cizalla, en cuyo caso se debe ajustarse, o por el contrario son un mal hábito de postura por parte del operario, caso en el cual se le debe informar sobre los riesgos que corre al adoptar posturas inadecuadas y orientarlo para corregir las mismas.

**Tabla 10. Proporción relativa de cada postura**

Espalda	1. Recta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	77,78%	
	2. Flexionada	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3		
	3. Girada	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3		
	4. Flexionada y Girada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4		22,22%
Brazos	1. Ambos brazos por debajo del hombro	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	65,08%	
	2. Un brazo por encima del nivel del hombro	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	34,92%	
	3. Ambos brazos por encima del nivel del hombro	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3		
Piernas	1. Sentado	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	60,32%	
	2. De pie con las dos piernas rectas	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
	3. De pie, con apoyo unipodal y con la pierna recta	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3		
	4. De pie con las dos piernas flexionadas	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4		39,68%
	5. De pie, con apoyo unipodal y con la pierna flexionada	1	2	2	3	3	3	3	4	4	4		
	6. Arrodillado, con una o con las dos rodillas	1	1	2	2	2	3	3	3	3	3		
	7. Caminando	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
% Tiempo		0	20	40	60	80	100						

### 3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

#### 3.1 OBJETIVO

Realizar una evaluación del riesgo postural asociado a tareas que se deben llevar a cabo por medio de movimientos repetitivos y en las cuales se adoptan posturas mantenidas y/o forzadas, teniendo en cuenta los criterios definidos por el método RULA.

#### 3.2 INSTRUCCIONES DE DESARROLLO

Para realizar esta práctica es necesario tener claros los conceptos referentes al método OWAS, los cuales han sido explicados en la descripción y ejemplo del mismo. Los pasos que se deben seguir son:

1. Seleccionar un proceso en el cual se realicen tareas que presenten las siguientes características:
  - Movimientos repetitivos.
  - Postura mantenida la mayor parte del tiempo de ejecución de la actividad y/o posturas forzadas durante el desarrollo de la tarea.
  - Aplicación de Esfuerzo físico.

2. Realizar una breve descripción del puesto de trabajo donde se realiza el proceso seleccionado.
3. Determinar el intervalo de tiempo para la observación de cada una de las posturas adoptadas por el trabajador.

Se sugieren intervalos entre 30 y 60 segundos, sin embargo si las posturas adoptadas en la actividad observada presentan variaciones en intervalos inferiores, éste tiempo se puede reducir.

4. Observar la actividad realizada por el trabajador, codificando y registrando cada postura adoptada en los intervalos de tiempo establecidos.

Se deben registrar como mínimo 100 observaciones, teniendo en cuenta no superar períodos de 40 minutos de observación sin tomar un descanso de 10 minutos. Para la codificación y registro de las posturas se puede hacer uso de la hoja de trabajo en la que se describen los dígitos que conforman el código de una postura.

#### **4. HOJA DE TRABAJO**

La HOJA DE TRABAJO OWAS ha sido diseñada con el fin de facilitar la toma de datos, así como su posterior registro en el software desarrollado para procesar la información referente a este método. En ella se contempla información del puesto de trabajo, del evaluador y de las diferentes alternativas de postura para cada una de las partes del cuerpo analizadas por el método, así como para la carga manipulada. Se presenta además una tabla para realizar el registro de la codificación de cada postura, donde d1, d2, d3 y d4 indican los cuatro dígitos por los cuales está conformado el código de cada postura. (Véase Hoja de trabajo)

#### **5. APLICACIÓN INFORMÁTICA**

El uso de la aplicación es sencillo, cuenta con las opciones de ingresar datos de una nueva tarea, modificar y eliminar las ya existentes, así como generar informes con los datos registrados.

##### **5.1 NUEVA TAREA**

###### **5.1.1 Ventana de Datos Generales**

Al seleccionar la opción Nuevo del menú Archivo, se visualiza una ventana en la que se registran datos referentes al puesto de trabajo analizado, tales como Empresa, Trabajador, Puesto de Trabajo y Descripción, siendo de carácter obligatorio el nombre del puesto de trabajo, ya que a través de él se realiza posteriormente tanto la modificación como eliminación de información. En esta

ventana además se ingresan los datos generales de la práctica, como son el Nombre del Docente, Nombre del Evaluador, Observaciones, Fecha y Tiempo de Intervalos. El software carga por defecto la fecha del sistema, en caso de que ésta se deba modificar es posible realizarlo por medio del calendario que se visualiza al hacer clic en el botón que se encuentra junto a este campo. (Ver Figura 4)

**Figura 4. Ventana de ingreso**

**DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO**

Empresa : Universidad Industrial de Santander

Trabajador : Carolina Vanegas

Puesto de Trabajo : Prueba Método Owas

Descripción :

**DATOS DE LA PRÁCTICA**

Nombre del Docente : Piedad Arenas

Nombre del Evaluador :

Observaciones :

Fecha: 14/07/2005

Tiempo de intervalos : 30

Jul 2005 Jul 2005

Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

Aceptar

### 5.1.2 Ventana de Observaciones

Una vez registrada la información general de la práctica, la aplicación carga la Ventana de Observaciones, en la cual se presentan las diferentes alternativas de posiciones de Espalda, Brazos, Piernas y Carga/Fuerza. Al seleccionar cada una de las alternativas relacionadas con posturas, el software muestra la imagen que facilita su identificación. (Ver Figura 5)

**Figura 5. Ventana de Observaciones**

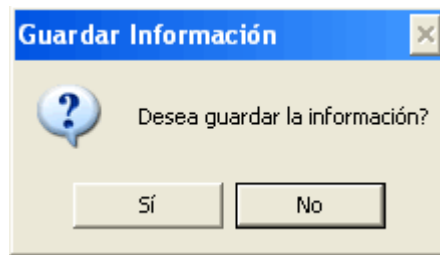
The screenshot shows the 'Ventana de Observaciones' interface. It features three main columns for body parts: 'ESPALDA' (Back) with a stick figure icon and a score of 3, 'BRAZOS' (Arms) with a stick figure icon and a score of 1, and 'PIERNAS' (Legs) with a stick figure icon and a score of 6. Each column has a list of radio button options. The 'ESPALDA' options are 'Derecha', 'Flexionada', 'Girada' (selected), and 'Flexionada y Girada'. The 'BRAZOS' options are 'Ambos brazos por debajo del nivel del hombro' (selected), 'Un brazo por encima del nivel del hombro', and 'Ambos brazos por encima del nivel del hombro'. The 'PIERNAS' options are 'Sentado', 'De pie con las dos piernas rectas', 'De pie, con apoyo unipodal y con la pierna recta', 'De pie con las dos piernas flexionadas', 'De pie, con apoyo unipodal y con la pierna flexionada', 'Arrodillado, con una o con las dos rodillas' (selected), and 'Caminando'. To the right, the 'CARGA/FUERZA' section has radio buttons for 'Menor de 10 kg.', 'Entre 10 y 20 kg.', and 'Mayor de 20 kg.' (selected). Below this is an 'Intervalo' section with a counter at 0 and a 'Continuar' button. At the bottom, there are 'Aceptar' and 'Salir' buttons. The 'Código de Postura' section shows four digit boxes with the values 3, 3, 6, 3, and an 'Observaciones' box with the value 55. The text 'PRUEBA MÉTODO OWAS' is at the bottom right.

De forma simultánea con la selección de alternativas se va generando el código de la postura, el cual está conformado por cuatro dígitos. Al completar la codificación de cada observación se debe dar clic en el botón Aceptar, con lo cual el valor de las observaciones se va incrementando.

Teniendo en cuenta que el registro de cada observación se debe realizar de acuerdo con un intervalo de tiempo establecido, el sistema cuenta con una utilidad que emite una señal sonora cada vez que se completa dicho intervalo, para activar esta alarma se debe hacer clic en el botón Comenzar.

Cuando se completa el registro de todas las observaciones la aplicación permite pasar a la Ventana de Resultados a través del botón Salir, preguntando previamente al usuario si desea guardar la información (Ver Figura 6). Si se escoge SI la información se almacena en la base de datos, mostrando un mensaje donde se recuerda el nombre asignado al puesto de trabajo, si se selecciona NO en la Ventana de Resultados contará con la opción de Guardar, es decir no es de carácter obligatorio guardar en la Ventana de Observaciones.

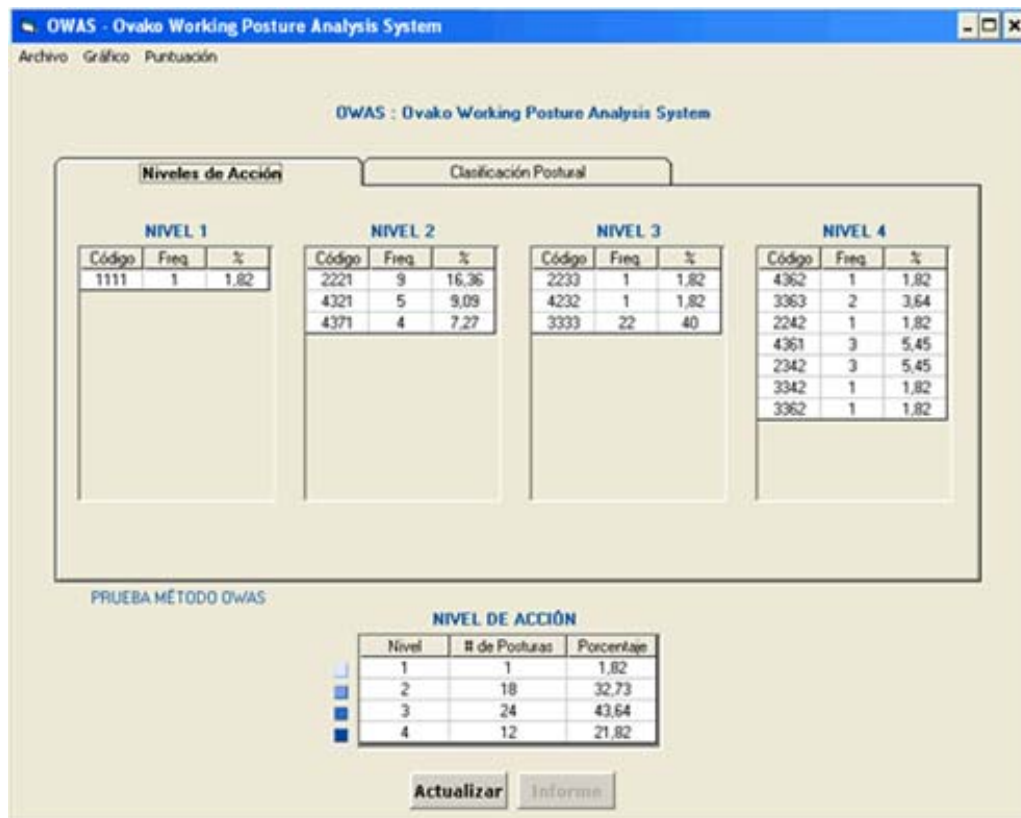
**Figura 6. Mensaje de confirmación - Guardar**



### 5.1.3 Ventana de Resultados

En esta ventana se visualizan los resultados de acuerdo con los niveles de acción y la clasificación postural establecidos por el método. En el primer caso se tiene en cuenta que la codificación de cada postura observada tiene asociada un nivel de acción, por esto se presentan cuatro cuadros en los cuales se visualizan tanto los códigos, como la frecuencia y porcentaje por cada nivel. (Ver Figura 7)

**Figura 7. Ventana de Resultados – Nivel de Acción**

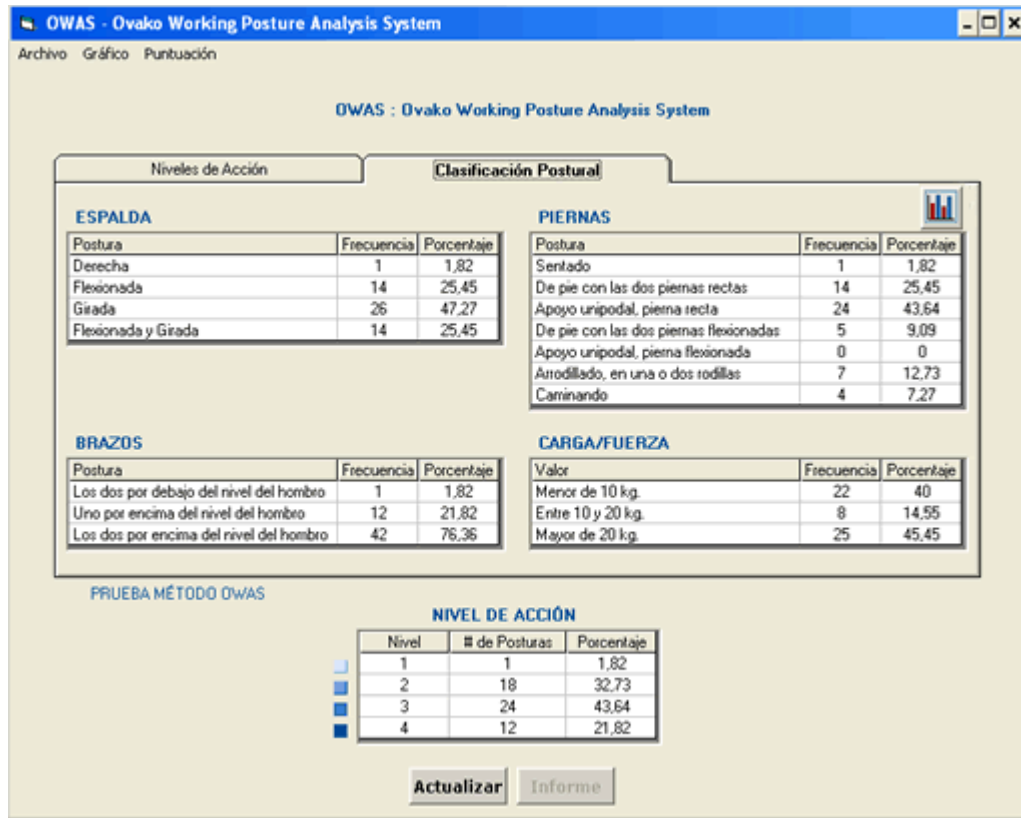


Adicionalmente, en la parte inferior se presenta en forma global el número total de posturas por nivel, así como su porcentaje. Al hacer clic en los cuadros

situados a la izquierda de cada nivel se despliega su descripción y acción correspondiente.

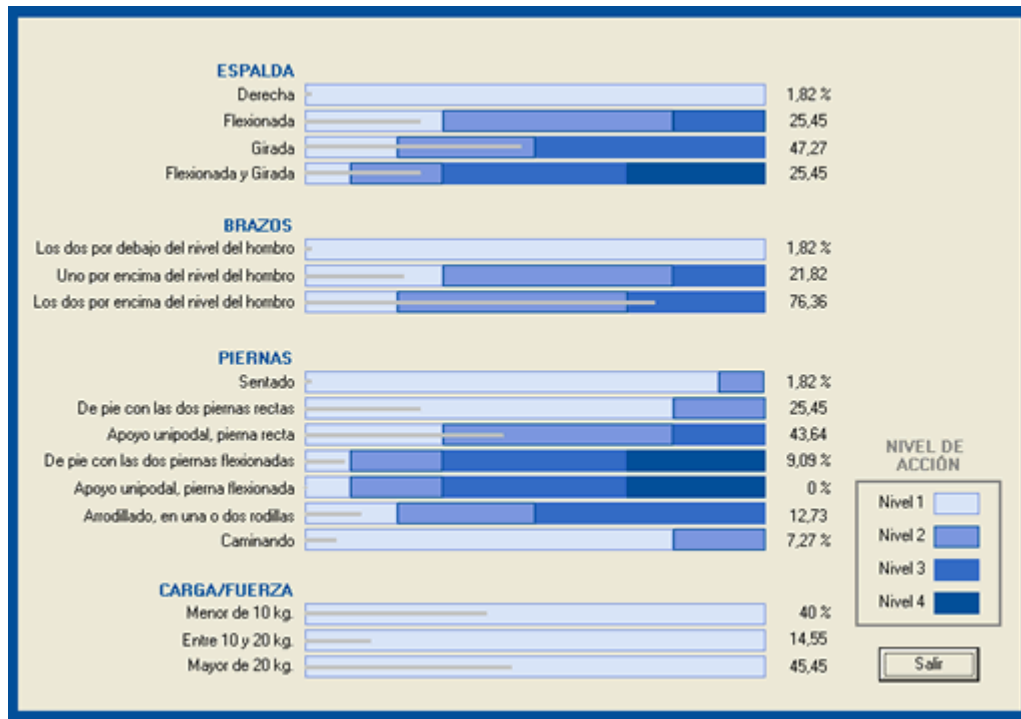
Los resultados concernientes a la Clasificación postural presentan en forma discriminada cada una de las alternativas existentes para la espalda, brazos, piernas y carga/fuerza, asociando a cada una de ellas la frecuencia y el porcentaje en que se presentó. (Ver Figura 8)

**Figura 8. Ventana de Resultados – Clasificación postural**



Además a través del botón Gráfico, es posible observar el diagrama de la proporción relativa para cada una de las posturas, de acuerdo al porcentaje de tiempo en que cada una de ellas se mantiene y valorándolas de según los niveles de acción. (Ver Figura 9)

**Figura 9. Gráfico proporción relativa**




La aplicación permite la generación de informes imprimibles (Ver Figura 10) a través del botón informes de la ventana principal, en ellos se presenta en forma resumida los resultados tanto de los niveles de acción como de la clasificación postural.

## 5.2 ABRIR TAREA

Al seleccionar la opción Abrir del menú Archivo se visualiza la ventana donde se solicita al usuario ingresar el nombre del puesto de trabajo, a medida que se va ingresando dicho nombre, en la parte inferior se va generando un listado con los registros existentes que coinciden con la búsqueda. (Ver Figura 11)

**Figura 10. Informe de Resultados**

**VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS**  
**MÉTODO OWAS**



Fecha del estudio: 14/07/2005

Realizado por:

Puesto de Trabajo: PRUEBA MÉTODO OWAS

Descripción:

---

**RESULTADOS**

---

<b>ESPALDA</b>	Frec.	%	<b>PIERNAS</b>	Frec.	%
Derecha	1	1,82	Sentado	1	1,82
Flexionada	14	25,45	De pie con las dos piernas rectas	14	25,45
Girada	26	47,27	Apoyo unipodal, pierna recta	24	43,64
Girada	14	25,45	De pie con las dos piernas flexionadas	5	9,09
			Apoyo unipodal, pierna flexionada	0	0
			Arrodillado, en una o dos rodillas	7	12,73
			Apoyo unipodal, pierna flexionada	4	7,27

<b>BRAZOS</b>	Frec.	%	<b>CARGA/FUERZA</b>	Frec.	%
Los dos por debajo del nivel de hombro	1	1,82	Menor de 10 Kilogramos	22	40
Uno por encima del nivel de hombro	12	21,82	Entre 10 y 20 Kilogramos	8	14,55
Los dos por encima del nivel de hombro	42	76,36	Mayorr de 10 Kilogramos	25	45,45

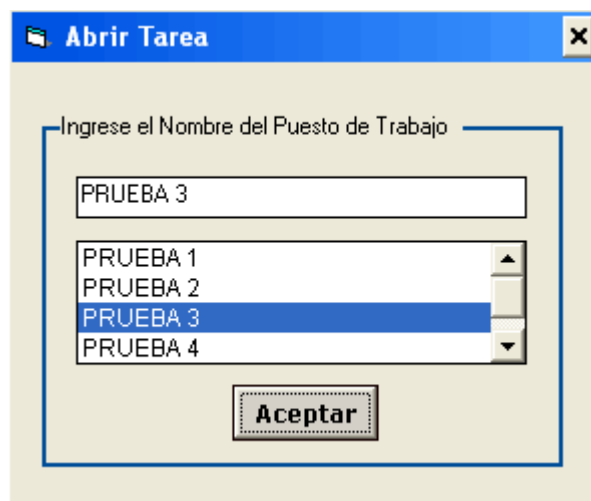
<b>NIVEL DE ACCIÓN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>ACCIÓN</b>	<b>FREC.</b>	<b>%</b>
1	Postura normal y natural, sin efectos dañinos en el sistema músculo-esquelético	No requiere acción correctiva	1	1,82
2	Postura con posibilidad de causar daño al sistema músculo-esquelético	Se requieren acciones correctivas en un futuro cercano	18	32,73
3	Postura con efectos dañinos sobre el sistema músculo-esquelético	Se requieren acciones correctivas tan pronto como sea posible	24	43,64
4	La carga causada por esta postura tiene efectos sumamente dañinos sobre el sistema músculo-esquelético	Se requiere tomar acciones correctivas en forma inmediata	12	21,82

Observaciones: 

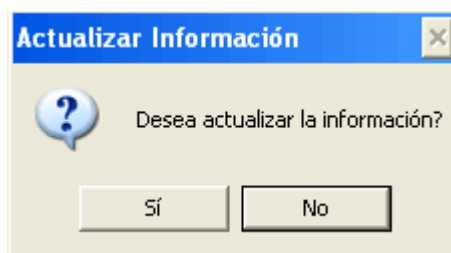
Ninguna

**Figura 11. Abrir Tarea**



De la lista generada se selecciona el registro deseado haciendo clic en el mismo, con lo cual se activa el botón Aceptar, al hacer clic en este botón se abre la Ventana de Datos Generales con los datos que se habían registrado previamente, posteriormente se visualiza la Ventana de Observaciones y al igual que cuando se ingresó una nueva Tarea, el botón Salir permite visualizar la Ventana de Resultados y a su vez pregunta al usuario si desea actualizar la información (Ver Figura 12), de no hacerlo el usuario tendrá esta opción (actualizar) en la Ventana de Resultados.

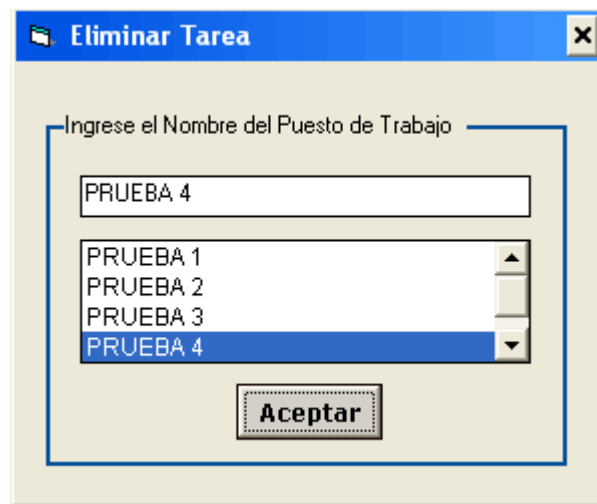
**Figura 12. Actualizar Información**



### **5.3 ELIMINAR TAREA**

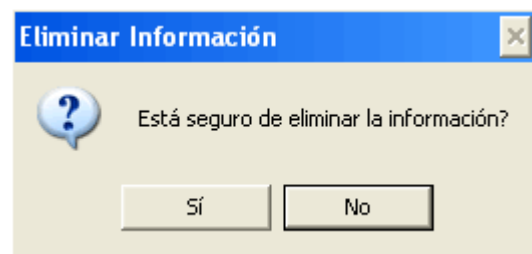
Al seleccionar la opción Eliminar del menú Archivo se visualiza la ventana donde se solicita al usuario ingresar el nombre del puesto de trabajo, a medida que se va ingresando dicho nombre, en la parte inferior se va generando un listado con los registros existentes que coinciden con la búsqueda. (Ver Figura 13)

**Figura 13. Eliminar Tarea**

















De la lista generada se selecciona el registro deseado haciendo clic en el mismo, con lo cual se activa el botón Aceptar, al hacer clic en este botón se abre la Ventana de confirmación de eliminación, en ella se pregunta al usuario si está seguro de eliminar la información. (Ver Figura 14)

**Figura 14. Mensaje de confirmación – Eliminar**



**HOJA DE TRABAJO**  
**OWAS: Ovako Working Posture Analysis System**

Empresa:	Puesto de Trabajo:
Descripción:	

	Código				Obs. #	Código									
	d1	d2	d3	d4		d1	d2	d3	d4						
Espalda	 1	 2	 3	 4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recta</li> <li>2. Flexionada</li> <li>3. Girada</li> <li>4. Flexionada y Girada</li> </ol>										
Brazos	 1	 2	 3								<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ambos brazos por debajo del hombro</li> <li>2. Un brazo por encima del nivel del hombro</li> <li>3. Ambos brazos por encima del nivel del hombro</li> </ol>				
Piernas	 1	 2	 3	 4											
	 5	 6	 7								<ol style="list-style-type: none"> <li>5. De pie, con apoyo unipodal y con la pierna flexionada</li> <li>6. Arrodillado, con una o con las dos rodillas</li> <li>7. Caminando</li> </ol>				
Fuerza Carga					<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Menor de 10 kilogramos</li> <li>2. Entre 10 y 20 kilogramos</li> <li>3. Mayor de 20 kilogramos</li> </ol>										

Evaluador (es):	Fecha:	No. Total de observaciones:
Duración total:	Tiempo de intervalo:	Tiempo de pausa:
Comentarios:		

## ANEXO D. CONTENIDO PRÁCTICA JSI

### 1. DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El método Job Strain Index (JSI) fue desarrollado en 1995 por los doctores Moore y Garg teniendo en cuenta principios fisiológicos, biomecánicos y epidemiológicos. Es un método semicuantitativo que se utiliza para estimar los riesgos asociados con extremidades superiores, específicamente con la mano, muñeca, antebrazo y codo. A partir de la evaluación de seis factores proporciona un resultado que se incrementa con el riesgo asociado a la tarea.

El JSI se obtiene a través de la multiplicación de seis factores expresados en la siguiente ecuación.

$$JSI = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD$$

IE: Intensidad del Esfuerzo

DE: Porcentaje de duración del esfuerzo

EM: Esfuerzos por minuto

HWP: Postura mano / muñeca

SW: Velocidad del trabajo

DD: Duración diaria de la tarea

#### 1.1 COMPONENTES DE LA ECUACIÓN

##### 1.1.1 Intensidad del esfuerzo, IE (intensity of exertion)

Representa la fuerza requerida para realizar la tarea una vez, su valoración se asigna de acuerdo con el esfuerzo percibido por el evaluador. También se puede tener en cuenta una modificación de la escala de Borg o el porcentaje de fuerza máxima. Las categorías que se tienen en cuenta se presentan en la Tabla 1:

**Tabla 1. Categorías de Intensidad del esfuerzo**

Valoración	EB <sup>A</sup>	%MS <sup>B</sup>	Esfuerzo percibido
Ligero	<=2	<10%	Escasamente perceptible o esfuerzo relajado
Un poco duro	3	10%-29%	Esfuerzo perceptible
Duro	4-5	30%-49%	Esfuerzo obvio, sin cambio en la expresión facial
Muy duro	6-7	50%-79%	Esfuerzo importante, cambios en la expresión facial
Cercano al máximo	>7	>=80%	Uso de los hombros o el tronco para generar fuerza

<sup>A</sup> Comparación con la escala de Borg CR-10

<sup>B</sup> Porcentaje de la fuerza máxima (maximal strength)

### 1.1.2 Porcentaje de duración del esfuerzo, DE (duration of exertion)

El porcentaje de duración del esfuerzo se calcula dividiendo la duración (en segundos) de todos los esfuerzos realizados por el trabajador, durante el período de observación, entre el tiempo total de observación (en segundos). El valor obtenido se multiplica por 100.

$$\% \text{ Duración del esfuerzo} = \frac{\text{Duración de todos los esfuerzos (seg.)}}{\text{Tiempo total de observación (seg.)}} * 100$$

### 1.1.3 Esfuerzos por minuto, EM (efforts per minute)

Los esfuerzos por minuto se obtienen contando el número de esfuerzos que realiza el trabajador, durante el período de observación, y dividiendo este valor por el tiempo total de observación (en minutos).

$$\text{Esfuerzos por minuto} = \frac{\text{No. de esfuerzos}}{\text{Tiempo total de observación (min.)}}$$

### 1.1.4 Postura mano/muñeca, HWP (hand/wrist posture)

Esta dada por una estimación de la posición de la mano o la muñeca con respecto a la posición neutral. La valoración se asigna de acuerdo a la postura percibida por el evaluador o midiendo directamente el ángulo de extensión, flexión o desviación cubital de la muñeca. Las categorías que se tienen en cuenta se presentan en la Tabla 2:

**Tabla 2. Categorías de Postura mano/muñeca**

<b>Valoración</b>	<b>Extensión muñeca</b>	<b>Flexión muñeca</b>	<b>Desviación cubital</b>	<b>Postura percibida</b>
Muy buena	0°-10°	0°-5°	0°-10°	Perfectamente neutral
Buena	11°-25°	6°-15°	11°-15°	Cercana a la neutral
Regular	26°-40°	16°-30°	16°-20°	No neutral
Mala	41°-55°	31°-50°	21°-25°	Desviación importante
Muy mala	>60°	>50°	>25°	Desviación extrema

### 1.1.5 Velocidad del trabajo, SW (speed work)

La velocidad del trabajo es una estimación de qué tan rápido desempeña su tarea el trabajador, su valoración se asigna subjetivamente de acuerdo con el ritmo de trabajo percibido por el evaluador. También se puede establecer comparando el

tiempo real observado con el tiempo predeterminado a través de MTM-1. Las categorías de este factor se presentan en la Tabla 3:

**Tabla 3. Categorías de Velocidad del trabajo**

Valoración	Comparación con MTM-1 <sup>A</sup>	Velocidad percibida
Muy lento	<=80%	Ritmo extremadamente relajado
Lento	81%-90%	Ritmo lento
Medio	91%-100%	Velocidad de movimientos normal
Rápido	101%-115%	Impetuoso pero sostenible
Muy rápido	>115%	Impetuoso y prácticamente insostenible

<sup>A</sup> Ritmo observado dividido por el ritmo predicho por MTM-1 y expresado como porcentaje

### 1.1.6 Duración diaria de la tarea, DD (frequency multiplier)

Es el tiempo que emplea diariamente el trabajador en llevar a cabo la tarea analizada. Este tiempo puede ser medido directamente por el evaluador u obtenerse a través del personal que realiza la tarea y debe ser expresado en horas.

## 1.2 OBTENCIÓN DE PUNTUACIONES

Cuando se realiza la valoración de los seis factores, se debe obtener el valor de cada uno de los coeficientes de la ecuación, así:

**Tabla 4. Puntuación de factores**

Intensidad del esfuerzo		% Duración del esfuerzo	
Valoración	IE	Valoración	DE
Ligero	1	<10%	0.5
Un poco duro	3	10%-29%	1
Duro	6	30%-49%	1.5
Muy duro	9	50%-79%	2
Cercano al máximo	13	80%-100%	3
Esfuerzos por minuto		Postura mano/muñeca	
Valoración	EM	Valoración	HWP
<4	0.5	Muy buena	1
4-8	1	Buena	1
9-14	1.5	Regular	1.5
15-19	2	Mala	2
>=20	3	Muy mala	3
Velocidad del trabajo		Duración diaria de la tarea	
Valoración	SW	Valoración	DD
Muy lento	1	<1	0.25
Lento	1	1-2	0.5
Regular	1	2-4	0.75
Rápido	1.5	4-8	1
Muy rápido	2	>=8	1.5

### **1.3 ANÁLISIS DEL RIESGO A TRAVÉS DEL JSI**

De acuerdo con el valor obtenido para el Job Strain Index se evalúa el riesgo asociado a la tarea, así:

- ♦ Cuando la puntuación es menor o igual a 3 indica que la tarea es probablemente segura.
- ♦ Cuando la puntuación es superior a 3 e inferior a 7 indica que la tarea la tarea puede resultar peligrosa en algunos casos.
- ♦ Cuando la puntuación es superior o igual a 7 indica que la tarea realizada es probablemente peligrosa.

Se debe tener en cuenta que el JSI no considera tensiones debidas a compresiones mecánicas localizadas, por lo tanto este factor de riesgo debe ser considerado de forma separada.

## **2. EJEMPLO DE APLICACIÓN**

El método JSI se puede aplicar con gran utilidad para evaluar el riesgo asociado a tareas que implican las siguientes actividades:

Actividades realizadas en estaciones de cómputo  
Labores de inspección  
Tareas de empaque  
Actividades de teclado y procesamiento de datos

### **EJEMPLO**

En un taller de ornamentación un operario realiza a un ritmo normal, la labor manual de corte de láminas calibre 18 para la elaboración de puertas, tarea que tiene una duración de 3 horas diarias. Al analizar la actividad durante un período de 1 hora se observó que se requiere realizar un duro esfuerzo para cortar la lámina. Se pudo apreciar además una desviación importante con respecto a la posición de la mano y la muñeca. Durante la hora de observación se percibieron 30 esfuerzos, los cuales tuvieron una duración total de 15 minutos.

Para obtener el valor del Job Strain Index se deben realizar los siguientes cálculos:

$$\% \text{ de duración del esfuerzo} = (900 \text{ seg.} / 3600 \text{ seg.}) \times 100 = 25\%$$

$$\text{Esfuerzos por minuto} = (30 / 60) = 0,5$$

<b>Factor</b>	<b>Valoración</b>	<b>Multiplicador</b>
Intensidad del esfuerzo, IE	Duro	6
% de duración del esfuerzo, DE	25%	1
Esfuerzos por minuto, EM	< 4	0,5
Postura mano/muñeca, HWP	Mala	2
Velocidad del trabajo, SW	Regular	1
Duración diaria de la tarea, DD	2-4	0,75

$$\text{JSI} = \text{IE} \times \text{DE} \times \text{EM} \times \text{HWP} \times \text{SW} \times \text{DD}$$

$$\text{JSI} = 6 \times 1 \times 0,5 \times 2 \times 1 \times 0,75$$

$$\text{JSI} = 4,5$$

La puntuación obtenida es superior a 3 e inferior a 7, lo cual indica que la tarea puede resultar peligrosa en algunos casos. La intensidad del esfuerzo realizado es el factor que más incrementa el JSI obtenido, es conveniente revisar las tijeras con las cuales se corta la lámina para determinar si son o no las adecuadas para el calibre de la lámina e intentar disminuir la intensidad del esfuerzo realizado por el operario.

### **3. DESARROLLO DE LA PRÁCTICA**

#### **3.1 OBJETIVO**

Realizar una evaluación del riesgo asociado a tareas que se deben llevar a cabo por medio de movimientos repetitivos de las extremidades superiores, teniendo en cuenta los criterios definidos por el método JSI y haciendo uso de la aplicación informática desarrollada para este fin.

#### **3.2 INSTRUCCIONES DE DESARROLLO**

Para realizar esta práctica es necesario tener claros los conceptos referentes al método JSI, los cuales han sido explicados en la descripción y ejemplos del mismo. Los pasos que se deben seguir son:

1. Seleccionar un proceso en el cual se realicen tareas que impliquen movimientos repetitivos de las extremidades superiores, especialmente de la mano y el antebrazo.
2. Realizar una breve descripción del puesto de trabajo donde se realiza el proceso seleccionado.

3. Observar el proceso realizado y elegir aquellas tareas que impliquen mayor esfuerzo y posiciones riesgosas para el trabajador.
4. Determinar el período de tiempo durante el cual se va a observar la actividad realizada por el operario.
5. Tomar y registrar los datos solicitados para la aplicación del método, los cuales se encuentran descritos en la hoja de trabajo diseñada para este fin.
6. Hacer uso de la aplicación informática para procesar la información y así obtener los resultados que permitan realizar la valoración del puesto de trabajo.
7. Presentar un informe final donde se documenten las actividades realizadas y resultados obtenidos.

#### **4. HOJA DE TRABAJO**

Para organizar la toma de datos a continuación se presenta un formato de HOJA DE TRABAJO, el cual está diseñado de acuerdo a la forma en que el software solicita la información, con el fin de facilitar su posterior registro en el mismo. En ella se solicita información referente al puesto de trabajo, al evaluador, así como todos los datos propios del método

#### **5. APLICACIÓN INFORMÁTICA**

El uso de la aplicación es sencillo, cuenta con las opciones de ingresar datos de una nueva tarea, modificar y eliminar las ya existentes, así como generar informes con los datos registrados.

##### **5.1 NUEVA TAREA**

###### **5.1.1 Ventana de Datos Generales**

Al seleccionar la opción Nuevo del menú Archivo, se visualiza una ventana en la que se registran datos referentes al puesto de trabajo analizado, tales como Empresa, Trabajador, Puesto de Trabajo y Descripción, siendo de carácter obligatorio el nombre del puesto de trabajo, ya que a través de él se realiza posteriormente tanto la modificación como eliminación de información. En esta ventana además se ingresan los datos generales de la práctica, como son el Nombre del Docente, Nombre del Evaluador, Observaciones y Fecha. El software carga por defecto la fecha del sistema, en caso de que ésta se deba modificar es posible realizarlo por medio del calendario que se visualiza al hacer clic en el botón que se encuentra junto a este campo. (Ver Figura 1)

# HOJA DE TRABAJO

JSI: Job Strain Index

Empresa:	Puesto de Trabajo:		
Descripción:			
Tiempo total de observación _____ (min.) Duración de todos los esfuerzos _____ (seg.) No. de esfuerzos durante la observación _____			
Seleccione una de las alternativas presentadas a continuación, para los factores IE, HWP, SW y DD			
<b>Factor</b>	<b>Valoración</b>	<b>Observación</b>	
<b>IE Intensidad del esfuerzo</b>	Ligero	Escasamente perceptible o esfuerzo relajado	
	Un poco duro	Esfuerzo perceptible	
	Duro	Esfuerzo obvio, sin cambio en la expresión facial	
	Muy duro	Esfuerzo importante, cambios en la expresión facial	
	Cercano al máximo	Uso de los hombros o el tronco para generar fuerza	
<b>HWP Postura mano/muñeca</b>	Muy buena	Perfectamente neutral	
	Buena	Cercana a la neutral	
	Regular	No neutral	
	Mala	Desviación importante	
	Muy mala	Desviación extrema	
<b>SW Velocidad del trabajo</b>	Muy lento	Ritmo extremadamente relajado	
	Lento	Ritmo lento	
	Medio	Velocidad de movimientos normal	
	Rápido	Impetuoso pero sostenible	
	Muy rápido	Impetuoso y prácticamente insostenible	
<b>DD Duración Diaria de la Tarea</b>	< 1 hora		
	>= 1 h. y < 2 h.		
	>= 2 h. y < 4 h.		
	>= 4 h. y < 8 h.		
	>= 8 h.		
Evaluador (es):	Fecha:		
Observaciones:			

**Figura 1. Ventana de ingreso**

**DATOS DEL PUESTO DE TRABAJO**

Empresa : Universidad Industrial de Santander

Trabajador : Carolina Vanegas

Puesto de Trabajo : Prueba Método JSI

Descripción :

**DATOS DE LA PRÁCTICA**

Nombre del Docente : Piedad Arenas

Nombre del Evaluador :

Observaciones :

Fecha: 15/07/2005

Jul 2005 Jul 2005

Dom	Lun	Mar	Mié	Jue	Vie	Sáb
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

Aceptar

### 5.1.2 Ventana Principal

Una vez registrada la información general de la práctica, la aplicación carga la Ventana Principal (Ver Figura 2) en la cual se solicita al usuario seleccionar los valores correspondientes a cuatro variables de la ecuación, como son la intensidad del esfuerzo (IE), velocidad del trabajo (SW), postura mano/muñeca (HWP) y la duración diaria de la tarea (DD). Cada una de ellas presenta cinco alternativas de las cuales solo es posible escoger una.

El botón **IE** ubicado en el recuadro de esta variable permite visualizar la descripción de sus cinco alternativas (Ver Figura 3), los botones HWP y SW cumplen la misma función.

Figura 2. Ventan principal

Figura 3. Ventana Intensidad del Esfuerzo

Valoración	EB <sup>A</sup>	%MS <sup>B</sup>	Esfuerzo percibido
Ligero	<=2	<10%	Escasamente perceptible o esfuerzo relajado
Un poco duro	3	10%-29%	Esfuerzo perceptible
Duro	4-5	30%-49%	Esfuerzo obvio, sin cambio en la expresión facial
Muy duro	6-7	50%-79%	Esfuerzo importante, cambios en la expresión facial
Cercano al máximo	>7	>=80%	Uso de los hombros o el tronco para generar fuerza

A Comparación con la escala de Borg CR-10  
 B Porcentaje de la fuerza máxima (maximal strength)

En la parte derecha del formulario el usuario debe registrar los valores correspondientes al tiempo total de observación (min.), duración de todos los esfuerzos (seg.) y No. de esfuerzos durante la observación, ya que con ellos la aplicación calcula los valores correspondientes a las variables de porcentaje de duración del esfuerzo (DE) y esfuerzos por minuto (EM).

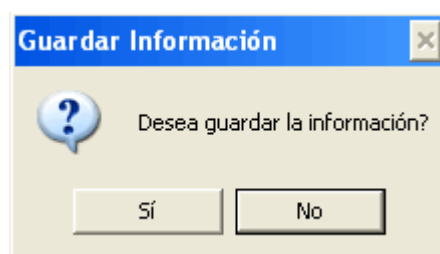
Si toda la información requerida ha sido registrada, el botón Calcular permite visualizar la puntuación correspondiente al JSI y además activa el botón siguiente para cargar la Ventana de Resultados, de lo contrario la aplicación emite un mensaje (Ver Figura 4) donde informa al usuario que faltan datos y no permite continuar.

**Figura 4. Mensaje de alerta**



Antes de desplegar la Ventana de Resultados la aplicación pregunta si se desea guardar la información (Ver Figura 5), si el usuario escoge SI la información se almacena en la base de datos, mostrando un mensaje donde se recuerda el nombre asignado al puesto de trabajo, si se selecciona NO en la Ventana de Resultados contará con la opción de Guardar, es decir no es de carácter obligatorio guardar en la Ventana Principal.

**Figura 5. Mensaje de Confirmación - Guardar**



### **5.1.3 Ventana de Resultados**

En la parte superior de esta ventana se presentan los datos ingresados por el usuario y en la parte inferior de la misma, los valores correspondientes a los seis factores de la ecuación, así como la puntuación correspondiente al Job Strain Index (JSI). Además se puede observar la descripción del riesgo asociado al JSI obtenido (Ver Figura 6).

**Figura 6. Ventana de Resultados**

The screenshot shows a software window titled "JSI" with a blue border. The window is divided into two main sections: "DATOS INGRESADOS" (Input Data) and "RESULTADOS" (Results).

**DATOS INGRESADOS**

Intensidad del Esfuerzo	Un poco duro	Tiempo total de observación	40	min.
Postura mano/muñeca	Regular	Duración de todos los esfuerzos	15	seg.
Velocidad del trabajo	Medio	No. de esfuerzos durante la observación	5	
Duración diaria de la tarea	>= 1 h. y < 2 h.			

**RESULTADOS**

% de Duración del Esfuerzo	0,62
Esfuerzos por minuto	0,12

IE: 3  
DE: 0,5  
EM: 0,5  
HWP: 1,5  
SW: 1  
DD: 0,5

$JSI = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD$

0,56


El JSI es inferior o igual a 3  
La tarea realizada es problamente segura.

Guardar Informe

Si el usuario no guardó en la Ventana Principal, en la Ventana de Resultados aparecerá el botón de Guardar, el cual permite almacenar la información. Cuando la información se ha guardado se activa el botón Informe, que como su nombre indica genera el informe imprimible (Ver Figura 7) donde se reflejan tanto la información registrada en la ventana de Datos Generales como la información que se visualiza en la Ventana de Resultados.

**Figura 7. Informe de resultados**

**VALORACIÓN DE RIESGOS ERGONÓMICOS**  
**MÉTODO JSI**



Fecha del estudio: 15/07/2005

Realizado por:

Puesto de Trabajo: PRUEBA MÉTODO JSI

Descripción:

---

**DATOS INGRESADOS**

---

Intensidad del Esfuerzo	Un poco duro	Tiempo total de observación	40	min.
Postura mano/muñeca	Regular	Duración de todos los esfuerzos	15	seg.
Velocidad del trabajo	Medio	No. de esfuerzos durante la observación	5	
Duración diaria de la tarea	>= 1 h. y < 2 h.			

---

**DATOS INGRESADOS**

---

% de Duración del Esfuerzo	0,62		
Esfuerzos por minuto	0,12		
IE:	3	$JSI = IE \times DE \times EM \times HWP \times SW \times DD$	
DE:	0,5	0,56	
EM:	0,5		
HWP:	1,5	El JSI es inferior o igual a 3	
SW:	1	La tarea realizada es problemente segura.	
DD:	0,5		

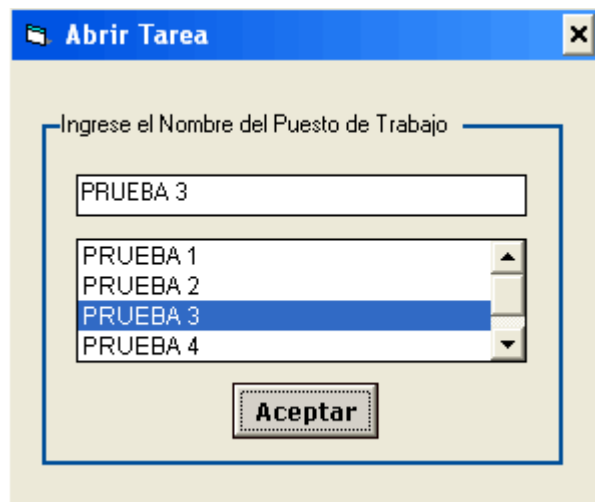
---

Observaciones:

## 5.2 ABRIR TAREA

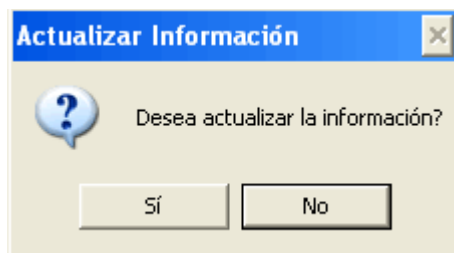
Al seleccionar la opción Abrir del menú Archivo se visualiza la ventana donde se solicita al usuario ingresar el nombre del puesto de trabajo, a medida que se va ingresando dicho nombre, en la parte inferior se va generando un listado con los registros existentes que coinciden con la búsqueda. (Ver Figura 8)

**Figura 8. Abrir Tarea**



De la lista generada se selecciona el registro deseado haciendo clic en el mismo, con lo cual se activa el botón Aceptar, al hacer clic en este botón se abre la Ventana de Datos Generales con los datos que se habían registrado previamente, posteriormente se visualiza la Ventana Principal y al igual que cuando se ingresó una nueva Tarea, el botón Siguiente permite visualizar la Ventana de Resultados y a su vez pregunta al usuario si desea actualizar la información (Ver Figura 9), de no hacerlo el usuario tendrá esta opción (actualizar) en la Ventana de Resultados.

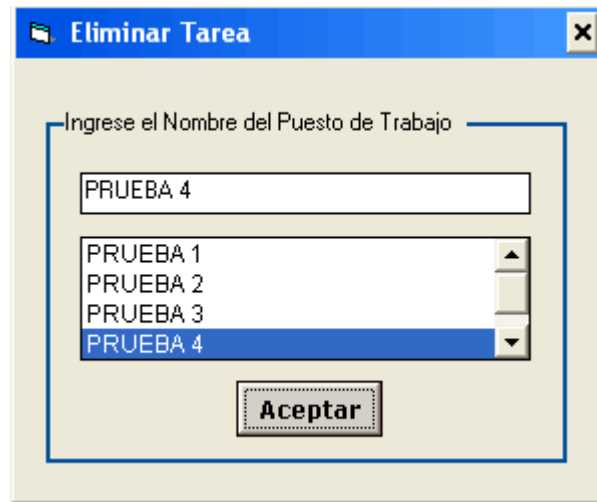
**Figura 9. Actualizar Información**



### **5.3 ELIMINAR TAREA**

Al seleccionar la opción Eliminar del menú Archivo se visualiza la ventana donde se solicita al usuario ingresar el nombre del puesto de trabajo, a medida que se va ingresando dicho nombre, en la parte inferior se va generando un listado con los registros existentes que coinciden con la búsqueda. (Ver Figura 10)

**Figura 10. Eliminar Tarea**



Eliminar Tarea

Ingrese el Nombre del Puesto de Trabajo

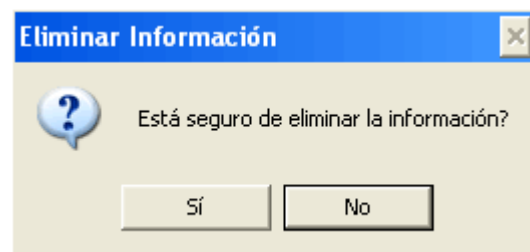
PRUEBA 4

PRUEBA 1  
PRUEBA 2  
PRUEBA 3  
PRUEBA 4

Aceptar

De la lista generada se selecciona el registro deseado haciendo clic en el mismo, con lo cual se activa el botón Aceptar, al hacer clic en este botón se abre la Ventana de confirmación de eliminación, en ella se pregunta al usuario si está seguro de eliminar la información. (Ver Figura 11)

**Figura 11. Mensaje de confirmación – Eliminar**



Eliminar Información

Está seguro de eliminar la información?

Sí No