



Universidad de Valladolid



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

PROYECTO FIN DE MASTER EN LOGÍSTICA

Evaluación de la ergonomía en la logística.

Autores: Benitez Marcial, Eddy

Martín Llorente, Miguel

Tutor: Ángel Manuel Gento Muncio

Valladolid, Julio 2017

D. Ángel Manuel Gento Muncio Profesor del Departamento de Organización de Empresas y Comercialización e Investigación de Mercados en la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad de Valladolid

HACE CONSTAR que el Trabajo Final de Master **Evaluación de la Ergonomía en la Logística** que presenta **D. Eddy Benitez Marcial y D. Miguel Martín Llorente** para optar al título de Master en Logística, ha sido realizado en el Departamento de Organización de Empresas y Comercialización e Investigación de Mercados en la Escuela de Ingenieros Industriales de la Universidad de Valladolid, bajo mi dirección y constituye una valiosa aportación dentro de su campo de trabajo.

PARA QUE ASÍ CONSTE, A EFECTOS DE SU PRESENTACIÓN ANTE EL TRIBUNAL CORRESPONDIENTE, FIRMO LA PRESENTE EN VALLADOLID A __/__/____

Fdo.: Ángel Manuel Gento Muncio

Índice de Contenidos.

1.	INTRODUCCIÓN	1
1.1.	JUSTIFICACIONES	3
1.2.	ALCANCE DEL PROYECTO	4
1.3.	ESTRUCTURA DEL TEMA	4
2.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.1.	¿QUÉ ES LA ERGONOMÍA?	7
2.2.	ANTECEDENTES	9
2.3.	DEFINICIÓN DE LA ERGONOMÍA	10
2.4.	CLASIFICACIÓN DE LA ERGONOMÍA	11
2.5.	OBJETIVO DE LA ERGONOMÍA	13
2.6.	NORMALIZACIÓN EN CAMPO DE LA ERGONOMÍA	15
2.7.	MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGA	19
2.8.	TRASTORNOS MÚSCULO ESQUELÉTICOS (TME)	23
3.	MÉTODOS A DESARROLLAR	25
3.1.	MÉTODO NIOSH	25
3.1.1.	<i>Introducción</i>	25
3.1.2.	<i>La ecuación de NIOSH</i>	26
3.1.3.	<i>Índice de levantamiento</i>	32
3.1.4.	<i>Análisis multitarea</i>	32
3.1.5.	<i>Medidas correctivas</i>	34
3.1.6.	<i>Limitaciones</i>	35
3.1.7.	<i>Ejemplo práctico.</i>	35
3.2.	MÉTODO GINSHT	36
3.2.1.	<i>Introducción</i>	36
3.2.2.	<i>Ecuación del GINSHT</i>	37
3.2.3.	<i>Peso Total Transportado Diariamente (PTTD)</i>	42
3.2.4.	<i>Medidas correctivas</i>	42
3.2.5.	<i>Limitaciones</i>	43
3.2.6.	<i>Ejemplo práctico.</i>	43
3.3.	TRANSPORTE DE CARGAS. SNOOK Y CIRIELLO	44
3.3.1.	<i>Introducción</i>	44
3.3.2.	<i>Transporte Manual de cargas</i>	44
3.3.3.	<i>Empuje y arrastre. Snook y Ciriello.</i>	48
4.	MANUAL DEL USUARIO	55
4.1.	NIOSH	55
4.2.	GINSHT	63
4.3.	TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS. SNOOK Y CIRIELLO.	66
4.3.1.	<i>Transporte de carga</i>	67
4.3.2.	<i>Empuje de cargas</i>	69
4.3.3.	<i>Arrastre de cargas</i>	71
5.	MANUAL DEL PROGRAMADOR	75
5.1.	NIOSH	75
5.2.	GINSHT	82
5.3.	SNOOK Y CIRIELLO	89
5.3.1.	<i>TABLA DE TRANSPORTE MANUAL DE CARGAS</i>	89

5.3.2.	TABLA DE EMPUJE	91
5.3.3.	TABLAS DE ARRASTRE	94
6.	ESTUDIO ECONÓMICO	95
7.	CONCLUSIONES Y FUTUROS DESARROLLOS.	109
7.1.	CONCLUSIONES	109
7.2.	FUTUROS DESARROLLOS	110
8.	BIBLIOGRAFÍA	113

1. Introducción

Durante mucho tiempo la prevención de riesgos laborales en la empresa se ha concebido como una sucesión de operaciones aisladas y autónomas cuyo único objetivo era cumplir con el marco legal que la rodea.

En los últimos años la competencia entre las empresas ha ido aumentando y eso a su vez repercute en el volumen y la complejidad de trabajo de quienes trabajan en ellas. Debido a ese aumento de la demanda, los trabajadores se ven obligados a ejecutar un gran número de tareas de forma simultánea, lo cual aumenta la carga física y mental, generando así una posible fatiga mental y estrés, que repercute directamente en la salud, la productividad y el desempeño del trabajador de forma negativa. Esto hace mella de la misma manera en el sector logístico, por eso actualmente los empresarios han percibido que, para lograr elevar los resultados en sus procesos logísticos, es importante el estudio del ser humano y el ambiente que lo rodea dentro de su puesto de trabajo. Basándose en este matiz se han realizado aportes significativos al estudio del transporte de cargas en cuestión de ergonomía, como por ejemplo el desarrollo de diferentes métodos de evaluación de las condiciones del puesto, que implicarían unas posteriores modificaciones de las condiciones según los resultados obtenidos.

Por ello, evaluar el desempeño de los trabajadores ergonómicamente para prevenir trastornos músculo-esqueléticos (TME) resulta una tarea fundamental para alcanzar la información que propicie una ventaja competitiva. La medición del rendimiento de las organizaciones se está convirtiendo cada vez más en un elemento de competitividad y de diferenciación entre aquellas empresas capaces de realizarlo y aquellas otras que no (Alfaro et. al., 2002). Identificar las medidas necesarias y determinar las ganancias que prestan la información efectiva, es uno de los principales retos para los expertos y científicos de la materia. La identificación de oportunidades de mejoras y en qué áreas se deben realizar las mismas pueden abarcar los términos “Gestión del rendimiento” y “Mejora Continua”, ayudando a enfocarse más en los procesos que elevan el rendimiento de la organización.

Progresivamente resultan más obvias las secuelas que arrastran el mal diseño de un puesto de trabajo, incurriendo en trastornos a lo largo del tiempo y adquiriendo como resultado los daños en la salud del trabajador y el correcto rendimiento de la organización. Por estas razones es por la cual tiene suma importancia el estudio de la ergonomía.

El artículo 16 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales indica que toda empresa debe velar por la salud de sus trabajadores, por ello debe realizarse un plan a través de la implantación de guías, manuales y métodos para la prevención de riesgos laborales; en el cual estarán implicados todos los miembros de la organización, imponiendo su cumplimiento con responsabilidad y compromiso.

No queda excluida de la prevención de riesgos laborales la evaluación de los riesgos ergonómicos, para ellos debe ser un proceso continuo y sistemático. Por tanto, la adecuación de los métodos y medidas de corrección deben de estar sujetas a revisiones continuas y modificarlas si fuese necesario. Es de suma importancia que el puesto de trabajo sea adaptado al trabajador, esto hace una armonía y conformidad para quien realiza el trabajo. Lo cual conlleva a un excelente ambiente laboral y por ende una elevada productividad.

Para lograr lo antes mencionados es necesario realizar un análisis del riesgo ergonómico de una tarea incluida en un trabajo y comprender que los operarios están expuestos a una gran variedad de factores de riesgo es crucial.

La organización internacional del trabajo (OIT) recoge todos los conocimientos extraídos de los trabajadores para aplicarlas en el uso óptimo de los recursos, estableciendo como objetivo un “trabajo humano”, haciendo el trabajo más ergonómico, es decir “más humano”.

La ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales, establece en el art. 15 como principios de la acción preventiva:

- Evitar los riesgos;
- Evaluar e identificar los riesgos que no se pueden evitar;
- Batallar los riesgos desde su origen;
- Adaptar el trabajo a la persona, evitando trabajos monótonos y repetitivos, utilizando las adecuadas máquinas y medios de protección, para así, eliminar los riesgos que influyen en la salud de los trabajadores;
- Ir actualizándose a medida que pase el tiempo en las técnicas existentes;
- Eliminar lo peligroso e instalar elementos que entrañen poco o ningún peligro;
- Planificar la prevención buscando un sistema que funcione en conjunto con todos los procesos y factores expuestos en la organización;
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual;
- Dar una correcta educación a los trabajadores.

Las empresas y los responsables de velar por el bienestar físico y mental de los trabajadores deben orientar su trabajo a que las personas logren sus objetivos económicos sin una explotación física por trabajo, evitando así, accidentes y enfermedades profesionales. Generalmente las empresas que no conocen la materia cuidan de la salud de los trabajadores para evitar accidentes a corto plazo, y obvian los problemas que pueden ocurrir con una mala postura a lo largo del tiempo. Trabajos menos forzosos, como son los trabajos de oficina, requieren también del cuidado de la postura y de diseños ergonómicos específicos para el puesto.

La mayoría de los sistemas de evaluación consideran y evalúan de forma independiente los riesgos asociados a dichas causas. Las causas de riesgos, de forma física, más usuales son: *la carga postural, los movimientos repetitivos y la manipulación manual de cargas*. Para su peritaje existen varios métodos de evaluación, entre los que destacan:

- **Carga postural:**
 - RULA (Rapid Upper Limb Assessment);
 - OWAS (Ovako Working Analysis System);
 - REBA (Rapid Entire Body Assessment).
- **Movimientos repetitivos:**
 - OCRA (Occupational Repetitive Action);
 - Check-List OCRA;
 - JSI (Job Strain Index).
- **Manipulación manual de cargas:**
 - NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health);
 - G-INSHT (Guía Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo);
 - Transporte de carga (Tabla de Snook y Ciriello);
 - Ergo-IBV (Instituto de Biomecánica de Valencia).

Este trabajo se realiza a partir del principio de “adaptar el trabajo a la persona”. Para ello comenzamos conociendo la capacidad del trabajador que efectúa una actividad específica y definida, consecutivamente se ha de realizar una valoración de los peligros que afronta en cuestión de ergonomía y finalmente tomando medidas correctivas.

En el presente proyecto se integran algunos de los métodos antes mencionados, concretamente para la evaluación de los riesgos ergonómicos en la Manipulación de cargas; por lo que serán detallados con mayor profundidad en capítulos posteriores. Cabe destacar el gran apoyo que supone para las empresas tener métodos que les ayuden a realizar un correcto trabajo en esta materia, de la cual, al ser una materia generalmente nueva, no hay profundo conocimiento.

1.1. Justificaciones

En la actualidad el número de empresarios interesados en mejorar la ergonomía de los puestos de trabajo ha crecido significativamente. Muchas multinacionales ya han adaptado a sus negocios métodos de evaluación de la ergonomía con el objetivo de obtener logros y reconocimientos debido a ello.

En el ámbito laboral, los riesgos ergonómicos y sus medidas preventivas son pocos tratados, puesto que no son accidentes a corto plazo, si no a largo; por este motivo la ergonomía no posee la relevancia que debería. En ocasiones, por no tener una adecuada información y formación, los trabajadores sufren lesiones que podrían evitarse mediante la utilización de recursos de bajo coste.

La ausencia de información y herramientas, junto con el escaso número de estudios sobre análisis y observaciones ergonómicas, generan una gran motivación para la realización de este trabajo. Esto permite colaborar en la obtención de conocimientos sobre la materia y mejora la forma de desenvolverse en la misma. Cabe destacar que las mejoras en cuestión de ergonomía pueden ser implantadas tanto en PYMES como en grandes multinacionales.

La gran totalidad de los factores de riesgos son interpuestos en las actividades laborales sin ningún estudio previo de las afectaciones que podría ocasionar a la salud. Conjuntamente, en general las normas de prevención se desarrollan una vez se ha producido el daño, lo cual hace evidente su ineficiencia.

Aunque la literatura científica y otras fuentes de información disponibles que fueron consultadas, recogen un conjunto de herramientas y métodos para aplicar la ergonomía, no existe un referente que permita aplicarlo de una forma sencilla y veraz. Es por esto, que el **objetivo general** de la investigación *es realizar un análisis de los métodos de evaluación ergonómica de puestos de trabajo para la manipulación manual de carga, donde se involucre el factor humano como eje central, implementando dichos métodos en Microsoft Excel para facilitar la evasión de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales*. De este objetivo general derivan los siguientes **objetivos específicos**:

- Realizar un análisis crítico de la literatura más actualizada referente a la ergonomía y los métodos de evaluación ergonómica para la manipulación manual de carga.
- Programar con Microsoft Excel los métodos seleccionados para una mejor evaluación ergonómica en los puestos de trabajo y fácil selección de los mismos.
- Proporcionar a los usuarios una herramienta sencilla que le sirva de ayuda para evaluar los riesgos ergonómicos en la manipulación manual de cargas. Habilitándolo de un manual para sus posibles dudas, sirviéndole de material de apoyo para consultar posibles dudas a la hora de introducir datos o manejar el archivo Microsoft Excel®.
- Identificar posibles brechas existentes en la materia y proponer revisiones y posibles mejoras, desobstaculizando el camino para la continuación de la investigación en los otros métodos existentes.
- Para dar solución al problema investigación planteado, se requiere del empleo de métodos que respondan a estas exigencias; entre los aplicados en esta investigación se destacan los siguientes:
 - **Métodos generales:** el método **sistémico**, para lograr el funcionamiento armónico y coordinado de las opciones de ergonomía en la manipulación manual de carga; el método **dialéctico**, para el estudio crítico de las investigaciones precedentes, tanto en España como a nivel internacional, tomadas como punto de partida para alcanzar un nivel superior en la propuesta de opciones de ergonomía en la manipulación manual de carga.

- **Métodos empíricos:** el método **coloquial** para la presentación y discusión de los resultados
- **Métodos matemáticos:** los modelos de programación utilizados para el desarrollo de los métodos ergonómicos.

1.2. Alcance del proyecto

Este proyecto alcanza la realización de métodos de ergonomía en la Manipulación de Carga mediante un software conocido como es Microsoft Excel®. No obstante, al tratarse de un Trabajo Fin de Máster tanto el tiempo como los recursos son limitados, por lo que la realización del mismo queda plasmada en objetivos principales, así como el nivel de complejidad deseado para cada parte del proyecto.

Cabe destacar que solo realizaremos el análisis de los métodos ergonómicos referentes a la manipulación de carga, por tanto, a nivel teórico, como práctico mediante la implementación en el software Microsoft Excel, se estudiarán los siguientes métodos:

Manipulación Manual de Cargas:

- NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health);
- G-INSHT (Guía Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo);
- Transporte de carga (Tabla de Snook y Ciriello).

También se ha desarrollado manuales para su fácil comprensión tanto a nivel usuario como a nivel programador, viabilizando la resolución de posibles dudas encontradas a lo largo de su implementación, y una vez puesto en funcionamiento.

Este Trabajo de Fin de Máster hace una vinculación de Microsoft Excel con la ergonomía en la manipulación manual de carga, y esta a la vez con la logística, facilitando a los empresarios poder intervenir y accionar sobre factores que no aporten valor al producto final, optimizando los puestos de trabajo de una manera simple y adecuada.

Como anotación final al trabajo y mostrando el interés que el propio asunto comprende, se aspira exhortar la realización de nuevos trabajos o profundización del mismo, mediante nuevos métodos conocidos o en las otras causas existentes, las cuales no pudieron desarrollarse en este debido a su extensión.

1.3. Estructura del Tema

El vigente proyecto se encuentra estructurado en 8 capítulos, en los cuales se interviene de forma que quedan cubiertas las ambiciones enmarcadas en los objetivos; obteniendo un conjunto de conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, una bibliografía y finalmente un conjunto de anexos de necesaria inclusión para comprender lo expuesto en el proyecto. Los apartados que forman este Trabajo Fin de Máster son los siguientes:

Capítulo 1: Introducción.

Este capítulo se realiza una pequeña iniciación de la materia que se va a desarrollar en el proyecto, justificando las causas que nos llevan a la investigación planteada, desglosándose en un objetivo general y varios objetivos específicos.

Capítulo 2: Fundamentación Teórica de la Ergonomía

Donde se abordan los elementos fundamentales que permitieron construir el marco teórico. Considerando la estrategia elaborada para su construcción se conjugaron los factores y elementos que sirven de fundamentos teóricos a la presente investigación, en los temas mencionados anteriormente.

Capítulo 3: Fundamentación Teórica de los Métodos.

Este capítulo se centra en los métodos que se consideran más afines a la logística y los que resultan más populares. Se realiza una profunda fundamentación teórica de cada uno de ellos, interviniendo de forma apartada en sus metodologías y herramientas evaluativas para la realización del fichero de Microsoft Excel.

Capítulo 4: Manual del usuario.

En este capítulo se explica cómo utilizar a nivel usuario los diferentes métodos programados en Microsoft Excel. Se utilizan los ejemplos expuestos en el capítulo anterior de una manera sencilla y pedagógica para mejor comprensión. En este capítulo se detalla los pasos a seguir para la aplicación de los métodos, sirviendo como una guía de consultas para el usuario.

Capítulo 5: Manual del Programador.

Este apartado describe como se han desarrollado los métodos, ayudando a posibles interesados a la hora de implementar la programación de Microsoft Excel. Tiene como objetivo facilitar y promover el desarrollo en dicho tema, haciendo una herramienta sencilla para el propósito de su implementación.

Capítulo 6: Estudio Económico.

Este capítulo tiene como objetivo fundamental facilitar una previsión de los costes en que se incurre en la realización del proyecto y luego comparar dichos costes con los beneficios esperados. Se tratarán los siguientes puntos:

- Personal que interviene en el proyecto
- Análisis de software
- Etapas a desarrollar el proyecto
- Análisis Económico

En el apartado de análisis económico se realiza un análisis del coste de cada actividad realizada hasta la obtención del producto final.

Capítulo 7: Conclusiones y futuro desarrollo.

En el capítulo se expresan las conclusiones derivadas de la investigación, abarcando todas las hipótesis obtenidas. Una vez acabado el presente trabajo se animará a los interesados, a modo de recomendación, la puesta en práctica de los métodos implementados, así como el futuro desarrollo de los métodos excluidos en el proyecto, que no por ser excluidos dejan de tener suma importancia.

Capítulo 8: Bibliografía

El octavo capítulo tiene un carácter peculiar y carece de estructura lógica, pero no deja de ser importante para la investigación. En el aparecen toda la información consultada a lo largo de la investigación, aportando una sustancial documentación a la hora de encontrar bibliografía referente al tema tratado.

2. Fundamentación Teórica

El objetivo del presente capítulo es presentar la revisión bibliográfica que sustenta la investigación realizada, a partir del estudio de la literatura especializada en el área de Ergonomía, un tema de gran actualidad y relevancia en el mundo empresarial y su integración con otras temáticas como se muestra en la figura 1.

Para su desarrollo se ha analizado los diversos conceptos teóricos y filosóficos de manera que facilite la comprensión de las temáticas utilizadas a lo largo de la investigación y que justifique los problemas abordados, analizando críticamente el criterio de varios autores y estableciendo las consideraciones del autor al respecto.

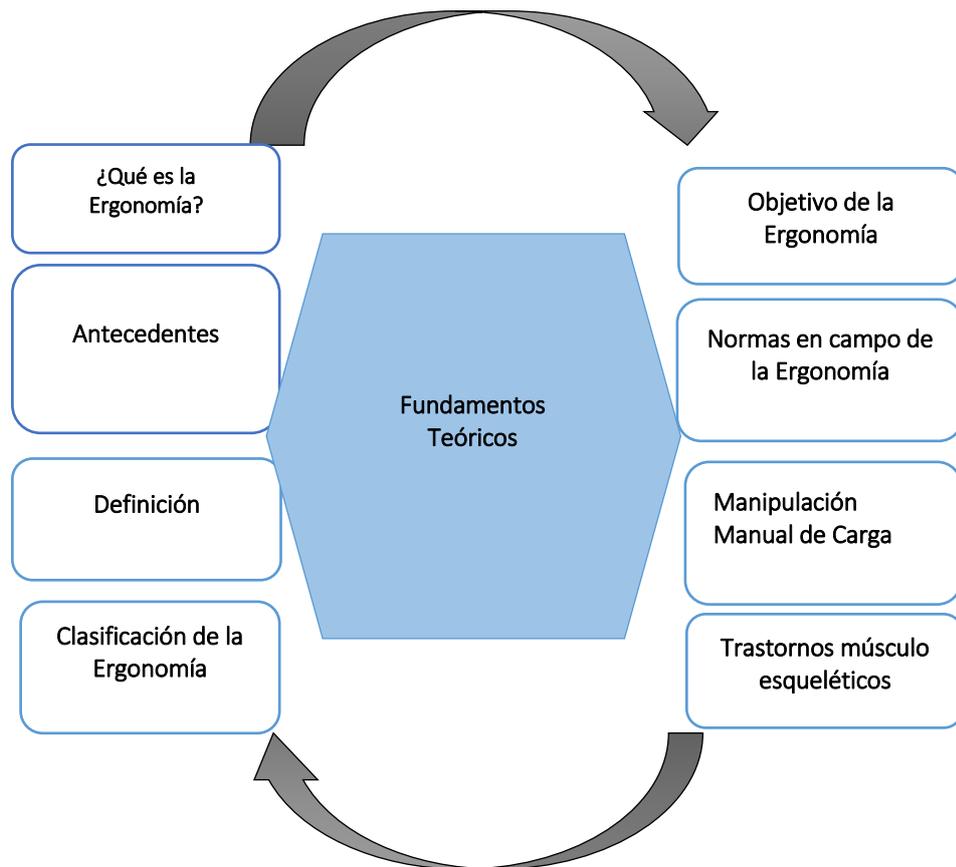


Figura 1. Temas a tratar en el capítulo

2.1. ¿Qué es la ergonomía?

Para entender un poco los conceptos y definiciones, es razonable comenzar por la definición aportada por el Consejo de la Asociación Internacional de Ergonomía (IEA, por sus siglas en inglés), aunque la Ergonomía es mucho más que un simple concepto es bueno partir de una idea central:

“Es la ciencia que estudia cómo adecuar la persona a su habitat”

Para la fácil comprensión de este concepto podemos coger como ejemplo una de sus ramas, la ergonomía física, la cual estudia las posturas más adecuadas para realizar las actividades tanto en el hogar como en el puesto de trabajo, para todo tipo de esfuerzo realizado por ser humano que pretenda un riesgo en su salud (IEA, 2000).

El origen de esta palabra se remonta a los antepasados griegos. “Ergonomía” proviene de la expresión “nomos”, que significa norma, ley, ciencia o estudio y “ergo”, que significa trabajo. Por lo que literalmente significa el estudio, medida del trabajo o ciencia del trabajo (Leirós, 2009).

Es necesario realizar un entendimiento de la ergonomía para comprender que no se trata de mejoras individuales del ser humano en el trabajo, si no que también se trata de mejorar el ámbito colectivo, es decir, la mejora en la organización también está dentro de los objetivos de la ergonomía. Por ejemplo: Siempre que se trate del ámbito individual podemos entender que se trata de beneficios para la salud, comfort y calidad de vida para los trabajadores en los puestos de trabajo, pero, es más difícil la comprensión de este término en ámbitos colectivos debido a que no son indicadores fáciles de evaluar, como pueden ser la productividad, el ahorro de los costes por bajas médicas y ausentismo. (Barcelona, 2006).

Resulta necesario destacar que *el eje central de la ergonomía es el hombre*, por ello se puede decir que todos estudios ergonómicos tienen como objetivo principal el ser humano. Partiendo de ese principio se pueden realizar estudios a máquinas y entornos, tratando de optimizar los tres sistemas (hombre-máquina-entorno) para lo cual se realizan métodos y estudios individuales por su grado de complejidad y amplio contenido de trabajo (Ramírez, 1989). Es por ello que la ergonomía se divide y se apoya en otras técnicas y/o ciencias como son la seguridad, la higiene industrial, la física, la filosofía, la psicología y la antropometría entre otras.

Cuando hablamos de prevención laboral es necesario hablar de ergonomía. La adaptación del trabajo al individuo es un factor clave para evitar accidentes laborales y trastornos muscoesqueleticos. Su propósito es el estudio de la persona en su trabajo. Consiguiendo la mayor adaptación entre ambos. La Ergonomía estudia todos los factores que puede dañar el estado de salud del trabajador, tanto físico, como mental (CROEM, 2006).

Resumiendo, estos aspectos obtenemos la siguiente vista:

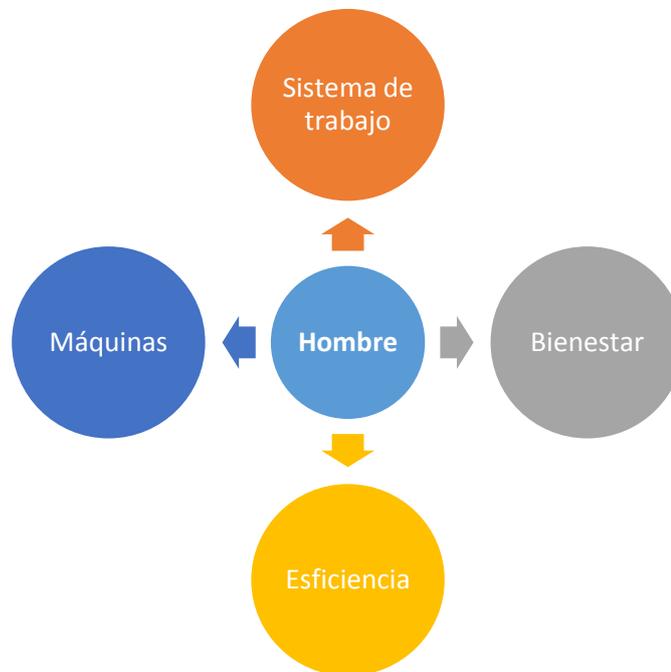


Figura 1.2 ¿Qué es la Ergonomía?

2.2. Antecedentes

La ergonomía no es una ciencia que arrastre una gran historia en la sociedad, la falta de conciencia y comprensión hacia los trabajadores en la historia de la humanidad la hacen completamente nulas en aquellas épocas. El científico polaco W. Jastrzebowski fue el primero que utilizó el término ergonomía en 1857. Su obra *“Esbozo de la ergonomía o ciencia de trabajo basado en unas verdades tomadas de la naturaleza”* hacen de principio para lo que hoy llamamos Ergonomía. (Álvarez, 2009).

Según varios autores y estudios realizados la fecha oficial del nacimiento de la Ergonomía es el 12 de julio de 1949 (Edholm y Murrel, 1973; Lillo, 2000; Meister, 1999; Osborne, 1995; Pereda, 1993). Ese día se fundó en Londres un grupo multifacético para estudiar los problemas laborales del hombre. Su líder, el inglés K.F.H. Murrel (1908 -1984), más un prestigioso grupo de profesionales de distintas ramas de la ciencia crearon una institución llamada *“Human Research Society”*. Luego, el 16 de febrero de 1950, se adaptó el término Ergonomía, cambiando su nombre por *“Ergonomics Research Society”* (que es su nombre en la actualidad). (Leirós, 2009).

Según Jastrzebowski, la ciencia del trabajo se dividiría en dos categorías principales: la ciencia del trabajo útil y la ciencia del trabajo perjudicial. El trabajo perjudicial es aquel que daña la salud de los trabajadores, tales como fuerzas extremas, malas posturas, es lo que hace adaptar nuestro cuerpo a unas condiciones no habituales, ni por las que fuimos diseñados genéticamente, provocando daños irreparables casi siempre. Mientras que el trabajo útil está dado por buenas condiciones de trabajo, realizar un perfeccionamiento de nuestra postura, un excelente ambiente laboral, hacen que el trabajador se siente cómodo y por lo tanto sea feliz (Leirós, 2009).

Siempre el hombre ha tratado de solucionar problemas para una mejora de sus condiciones de vida, con el paso del tiempo hemos ido evolucionado y con ello hemos elevado nuestros deseos y condiciones. Quizás con otras perspectivas y otros fines, pero desde la antigüedad el hombre ha analizado las situaciones de trabajo que se ha visto sometido. Los casos más conocidos y quizás en aquel entonces no consientes del término ergonomía, es el de los egipcios. Estos maravillosos arquitectos conocían los pesos que el hombre era capaz de aguantar, los descansos que necesitaban, por lo que no trabajaban todo el año, utilizaban herramientas y estructuras para no someter al hombre a fuerzas que no iban a aguantar. Aunque las condiciones y los límites no eran los correctos, ni su preocupación por la salud de los trabajadores, se ven las inquietudes, en este caso propias, por no incurrir en tantas bajas laborales.

Por otra parte, según los investigadores, físicos y fisiológicos, se interesaban por el hombre en actividad para comprender su funcionamiento:

Leonardo DA VINCI estudia los movimientos de los segmentos corporales; es el origen de la Biomecánica;

LAVOISIER lleva a cabo experimentos colorimétricos y metabólicos y descubre los primeros elementos de la filosofía respiratoria y la calorimetría; hace las primeras tentativas para evaluar el costo de trabajo muscular;

COULOMB introduce la noción de la duración del esfuerzo, criticando las experiencias y observaciones de corta duración; estudia los ritmos de trabajo en numerosas tareas y trata de determinar la carga óptima que tenga en cuenta las diferentes condiciones de ejecución de los trabajos.

En 1633 en Italia, nace Bernardino Ramazzini, distinguido como “padre de la medicina Laboral”. En su obra *“De morbis artificum diatriba”* (enfermedades de los obreros), realiza un análisis de la vida de los obreros, sus patologías y sus carencias, con un enfoque preventivo. Realizando recomendaciones para la salud de los trabajadores, analizando distintos factores que podían intervenir en la salud de los trabajadores (Melo, 2004).

Todos los estudios e investigaciones realizados fueron siempre puntuales y no sin un carácter generalizador. No fue hasta la segunda Guerra Mundial que se vio una gran preocupación por los rendimientos que ofrecía el ser humano. Debido al desarrollo acelerado de las máquinas, armas, etc., fue necesario adaptar

las nuevas tecnologías a las posibilidades y características del hombre. Pues su máximo rendimiento y mayor competitividad en el campo de batalla hacía exigible unas condiciones favorables para la implementación de esos recursos. Para así no limitar el rendimiento de estos.

Después de la guerra, la necesidad de elevar la productividad era uno de los principales objetivos de las industrias, siendo este un objetivo favorable para la aplicación de la ergonomía, debido a que gran parte de las actividades realizadas en aquellos tiempos eran ejecutadas por trabajadores sometidos a esfuerzos físicos desfavorables y con la aparición de máquinas industriales para sustituir esfuerzos musculares, trajo cambios y aportes significativos para la ergonomía, pero, la gran aceleración de la industria para fabricar bienes aportó consigo nuevos riesgos. Pues a que, a mayor rapidez en las industrias menos cuidado y por lo tanto aumenta el grado de siniestralidad. Así, comenzaron a ocurrir diversos accidentes que provocaban muchas bajas laborales, esto hizo que la industria comenzara a tener preocupaciones y con ello la de un nuevo aire de ergonómico, por lo que ya los conceptos de productividad comenzaron a coger un matiz de seguridad. Luego con la aparición de la cadena de producción moderna implantada por Henry Ford, el operario comenzó a desarrollar otras tareas, disminuyendo consigo la frecuencia de los accidentes, pero en ocasiones aumento la gravedad del este.

Este cambio de mentalidad y la toma de conciencia con respecto a la salud del trabajador hizo que los americanos crearan un movimiento al cual llamaron “human engineering”, cuyo objetivo era lograr un máximo rendimiento del operario, adecuando las máquinas a las limitaciones de este, es decir, una relación hombre-máquina (Álvarez, 2009).

La mayoría de los exploradores de la ergonomía en Europa estudiaban las ciencias humanas, esto trae consigo que la ergonomía estudie, tanto la parte del funcionamiento y rendimiento del cuerpo como su parte psicológica o mental. Esta filosofía aportó mucho a estudios posteriores, debido a que se ha demostrado que tanto los problemas físicos, como pudiese ser levantamiento de peso, o problemas mentales (estrés, fatigas, etc.), requieren del estudio de esta ciencia, puesto que también son perjudiciales para la salud del trabajador (Laurig W, 1998).

En España de igual forma existieron personas que se preocupaban por la salud de los trabajadores en épocas atrás, uno de estos precursores fue el autor de la obra “Organización Científica del trabajo Agrícola”, José Mallart. En este libro propone un cambio en la forma de trabajar del recogedor de patatas en el campo, debido a los grandes periodos de tiempo que se sometía el operario de rodillas escardando. También propuso el diseño de un asiento de trabajo para las trabajadoras, estos indicios hacen de predecesores para la Ergonomía (Alvarez, 2012).

Otro científico español orientado sobre estos términos fue Juan Huarte de San Juan el autor de “Exámenes de Ingenio para la Ciencia” en el cual propuso buscar a cada persona la profesión que le fuese más convenientes por sus condiciones físicas, destreza o sus habilidades personales. Esto claramente hacía que los trabajadores se encontraran en unas condiciones de seguridad más propicias para trabajar y no se viesen realizando esfuerzos o trabajos que los cuales no puedan elaborar con eficacia (Alvarez, 2012).

Esta revisión histórica nos muestra que la ergonomía, con el paso del tiempo, ha ido perfeccionándose y a la vez, encontrando más problemas que ocasionan trastornos a la salud del trabajador, las nuevas tecnologías y el desarrollo del mundo han traído nuevos trabajos y con ellos nuevos riesgos ergonómicos. Este proceso es continuo y sin fin, por lo que requiere un rigor intenso, lo cual nunca serán suficientes las medidas adoptadas para el cuidado de la salud del trabajador.

2.3. Definición de la Ergonomía

En los últimos tiempos, la palabra “Ergonomía” se ha utilizado de forma indistinta como resultado de la aparición de nuevas tecnologías y con ellas nuevas formas y métodos de organización, pero, sobre todo, por la necesidad de superar las técnicas y tradiciones de prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales. Sin embargo, la baja implantación de la Ergonomía no facilita el conocimiento y desarrollo de

esta técnica de prevención. Para ello, en este apartado se darán a conocer diferentes conceptos y definiciones, con el objetivo de crear las bases del conocimiento en el campo de la ergonomía.

Con el propósito de definir y explicar con claridad los conceptos sobre Ergonomía, exponemos a continuación las definiciones más relevantes realizadas hasta la actualidad:

“Ergonomía (o estudio de los factores humanos) es la disciplina científica que trata de las interacciones entre los seres humanos y otros elementos de un sistema, así como, la profesión que aplica teoría, principios, datos y métodos al diseño con objeto de optimizar el bienestar del ser humano y el resultado global del sistema” (IEA, 2000).

Una de las primeras definiciones del concepto “ergonomía” la formuló Carpenter en el año 1961:

“La aplicación conjunta de algunas ciencias biológicas y ciencias de la ingeniería para asegurar entre el hombre y el trabajo una óptima adaptación mutua con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su propio bienestar”, (citado por (González Maestre, 2007)).

La más clásica de todas es la de Murrell en 1965 “La ergonomía es el estudio del ser humano en su ambiente laboral” (Murrell, 1965).

“Ergonomía significa literalmente el estudio o la medida del trabajo” Singleton (1969) (Laurig W, 1998).

Según la Asociación Española de Ergonomía:

“la ergonomía es el conjunto de conocimiento de carácter multidisciplinario aplicado para la educación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando la eficacia, seguridad y bienestar” (AEE, 2002).

Después del análisis de las definiciones anteriormente expuestas se propone la siguiente definición: *“la Ergonomía es la práctica multifacética que estudia la relación entre la persona y el trabajo con el objetivo de adecuar y mejorar el entorno de trabajo a la persona”.*

2.4. Clasificación de la ergonomía

La clasificación de la Ergonomía no es única, su diversidad y perspectivas hacen de ella una materia con mucho contenido y por ello muchas clasificaciones. Dependiendo de las concepciones y características del organismo que haga su clasificación tendrá un enfoque u otro:

En este trabajo se toma como referencia la página oficial de la Asociación Española de Ergonomía (AEE, 2002), la cual realiza una clasificación por áreas de la manera siguiente:

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

Ergonomía de puestos / ergonomía de sistemas

La Ergonomía de sistemas estudia los conjuntos de elementos tanto humanos como no humanos, que interactúan entre sí con un mismo objetivo común, mientras que la ergonomía de puestos hace referencia al estudio de la relación hombre-máquina o medios y herramientas que utiliza para trabajar

Ergonomía de concepción

Se habla de Ergonomía de concepción cuando todavía no has diseñado el puesto de trabajo, edificación, etc. Por lo que aún estás en un proyecto en construcción. Para esta situación todos los participantes en la obra tendrán en cuenta el criterio del experto en la materia, con el objetivo de tener la mejor eficiencia ergonómica una vez terminado el proyecto.

Ergonomía de corrección

Se entiende como ergonomía de corrección cuando se aplica en una zona de trabajo ya consolidada, es decir, corregir situaciones de trabajo que no cumplan con las condiciones óptimas para realizar una tarea, ya sea mejorar la iluminación, ventilación, disminución de los decibeles de ruido, etc. Pero una vez el puesto de trabajo ya estaba en funcionamiento.

Ergonomía geométrica

Está muy vinculada a la Antropometría, el estudio de las personas en los puestos de trabajo y las características que tiene un trabajador para realizar un trabajo, es decir, busca la adecuación del puesto de trabajo al trabajador, teniendo en cuenta las dimensiones del puesto, las posturas y esfuerzo realizado por el trabajador.

Esto hace que se tenga en cuenta todo tipo de trabajo sometido por el trabajador tanto estático como en continuo movimiento, garantizando así su bienestar en todo momento y su correcta adecuación al puesto de trabajo.

Ergonomía ambiental

La ergonomía ambiental hace referencia a todo factor que influya en el trabajador por una situación ambiental, limitando sus condiciones de trabajo y por ende su bienestar.

Dentro de los factores ambientales más comunes se encuentran:

- Ruido;
- Temperatura;
- Iluminación;
- Vibraciones;
- Humedad;
- Contaminación del aire;
- Radiaciones.

Un entorno que no tenga los escenarios ambientales correctos, hacen disminuir las capacidades del trabajador y su estado de salud.

Ergonomía temporal

Radica en un estudio de tiempo para el trabajo que realiza el trabajador. No solo se preocupa por el contenido de trabajo, sino que se preocupa también por los descansos que realizan los trabajadores, cómo está

distribuida la carga laboral, el ritmo al que se trabaja, etc... Esto hace que la ergonomía temporal alise el trabajo en el tiempo, interviniendo de la siguiente manera:

- Días laborables a la semana, las vacaciones y descansos de fines de semana;
- El horario de trabajo (los turnos que se trabajan, el tiempo de descanso entre un turno y otro, etc.)
- El ritmo de trabajo y las pausas

El respetar y cumplir una buena distribución del trabajo y los descansos establecidos para esas horas trabajadas hacen que el trabajador se sienta satisfecho, disminuyendo el estrés por acumulación de trabajo. Lo cual hace que el operario se sienta más liberado y eleve su rendimiento.

Ergonomía Informática

Hace referencia a condiciones específicas para los niveles informáticos tanto de hardware como de software.

Ergonomía Hardware:

La oficina también es un puesto de trabajo, por lo tanto, tiene sus riesgos ergonómicos, para esto se realizan los estudios pertinentes para todo el diseño de la computadora, las posturas frente al ordenador, radiaciones de la pantalla, diseño de mouse y teclado, etc.

Ergonomía de software:

Se encuentra más centrada en la visualización de aplicaciones, páginas web, programas, etc. Para ello es necesario a la hora de diseñar algún software tener en cuenta estándares y normas para la realización del mismo, por lo que requiere una especial atención en el diseño de la interfaz de dialogo persona/ordenador.

Tras hacer una pequeña explicación de las clasificaciones dadas por la AEE, abarcaremos *otras clasificaciones necesarias para la materia*:

Ergonomía cognitiva

Estudia la manera en que la persona comprende de forma muy sencilla la información que se quiere dar. No basta con que un equipo este bien diseñado ergonómicamente en términos geométricos o de hardware, sino que también tiene que dar la información lo más sencilla posible, por ejemplo: El color rojo en las empresas significa precaución, errores, algo está en mal funcionamiento, etc., esto hace que el trabajador lo asocie de una manera rápida y su reacción sea mucha más ágil. Estos patrones son claves para que la señal llegue al trabajador y sea de fácil entendimiento

Ergonomía transgeneracional

Analiza cómo pueden ir adaptándose los sistemas a través del tiempo por la pérdida de las condiciones tanto físicas como mentales del ser humano.

2.5. Objetivo de la Ergonomía

La ergonomía nos aporta sustanciales ventajas, estas se pueden reflejar de varias maneras, no solo es beneficiario para la salud de los trabajadores, sino que también influye en factores como pueden ser: la productividad, fiabilidad, calidad, bienestar, motivación con el trabajo, entre otros. Estas innumerables ventajas son debido a que la ergonomía tiene como objetivo *obtener el mayor rendimiento posible sin la necesidad de*

derrochar recursos, sin daños a la persona que interviene o a los demás, para así tener la eficacia y eficiencia en el propósito planteado. Cada vez más las empresas se plantean eliminar los desperdicios, por lo cual no está muy lejos los objetivos de la ergonomía, el derroche de energías o tiempo por un mal diseño del puesto de trabajo hacen una ineficiencia y lo que es igual un desperdicio. Incluso puedes tener resultados satisfactorios aun teniendo un mal diseño del puesto de trabajo, pero esto no quiere decir que sea óptimo, la salud del trabajador a lo largo del tiempo puede ser un factor determinante para el resultado de la empresa. Lo cual podemos plantear como objetivos de la ergonomía obtener un ambiente laboral lo más conforme posible a las tareas que realizan los trabajadores para garantizarles el máximo bienestar.

Todos sabemos que la ergonomía busca adaptar el puesto de trabajo al trabajador, además de las herramientas que utiliza y las máquinas. Desde una simple tijera hasta la más moderna y sofisticado a máquina tienen como prioridad el fácil manejo para el hombre. Además de esto incluimos las condiciones ambientales y los horarios para realizar los trabajos, a pesar que a veces el trabajador tiene que realizar tareas que van fuera de las condiciones habituales, ya sea por trabajos nocturnos, fines de semanas o condiciones climatológicas más rudas siempre tienen un tratado mucho más específico que los que se exponen en condiciones normales. Por ello podemos decir, que otro de los objetivos de la ergonomía es *vincular tanto el puesto de trabajo, el medio ambiente, las máquinas y los horarios a las características y capacidades del trabajador.*

En 1986, González Gallego S. (González Gallego, 1986), define como objetivos generales de la Ergonomía: *“conseguir la armonía entre la persona y el entorno laboral que le rodea, así como el confort y la eficacia productiva”*, subrayando los siguientes objetivos específicos:

- Buscar la armonía entre la persona y el entorno que le rodea;
 - Hace referencia al bienestar del trabajador en el trabajo, el trabajador debe tener un entorno familiar y agradable, haciéndolo sentirse motivado para realizar el trabajo.
- Mejorar la seguridad y ambiente físico en el trabajo;
 - Velar por la salud de los trabajadores con extremo cuidado, asegurarse de tener cubierta las condiciones básicas para evitar accidentes. Ejemplo de esto: vallas de seguridad, pasillos señalizados para el cruce de carretilla, etc.
- Disminuir la carga física y mental en el trabajo;
 - Evitar que los trabajadores carguen pesos inapropiados, en caso que sea obligatorio utilizar maquinas auxiliares para cargar pesos superiores a los establecidos. Esto ayuda a disminuir la carga física de los trabajos. Establecer descansos durante el turno de trabajo.
- Combatir los efectos del trabajo repetitivo;
 - Rotar a los operarios por distintos puestos de trabajo en el turno, para evitar que entren en la monotonía del puesto de trabajo, Establecer descansos durante el turno.
- Crear puestos de contenido más elevado;
 - Lograr balancear los puestos, con el objetivo de que no sean tan repetitivos.
- Lograr el confort en el trabajo;
 - Es necesario que el trabajador se sienta como en casa y cree un sentido común con la empresa, para ello es preciso buscar más allá que las necesidades básicas, ejemplo de esto es: máquinas de café áreas bien condicionadas para los fumadores, fuentes de agua cerca del puesto de trabajo, etc.
- Mejorar la calidad del producto consecuencia del trabajo;
 - Todo lo antes mencionado tiene como resultado que el trabajador se sienta motivado, lo cual hace que suba su eficiencia y por ende la calidad del producto
- Aumentar la eficacia productiva.

- Al evitar la pérdida de energías por posturas forzadas, cargas pesadas, etc., eliminamos desperdicios en las empresas por: retrabajos, bajas médicas, errores en el trabajo; indicadores directamente proporcionales con la productividad.

Muchas veces la falta de conocimiento e información sobre estos temas hace que los trabajadores no vean de mucho interés una correcta postura de trabajo, el uso de medios de protección, la necesidad de hacer pausas durante la jornada laboral, etc. Para combatir estos problemas es necesario que las empresas mantengan un estricto cumplimiento de las leyes que fueron implantadas en la organización, con el objetivo de crear una cultura de prevención laboral por parte de los trabajadores. Otros factores que se deben tener en cuenta son las creencias y culturas de los trabajadores, no todos los países tienen las mismas costumbres, pero podemos poner nuestro mayor esfuerzo en el diseño del puesto de trabajo, las máquinas y herramientas que utilizan, puesto que estos elementos no influyen en culturas ni religiones.

El ser humano está en constante aprendizaje, al tener las condiciones adecuadas hace que sea más efectivo ese aprendizaje. Por lo que proporcionarle información y hacerle sentir que es un eslabón más de la empresa hace como incentivo para el rendimiento de la organización.

Tras tratar varios conceptos podemos obtener un objetivo fundamental de la Ergonomía:

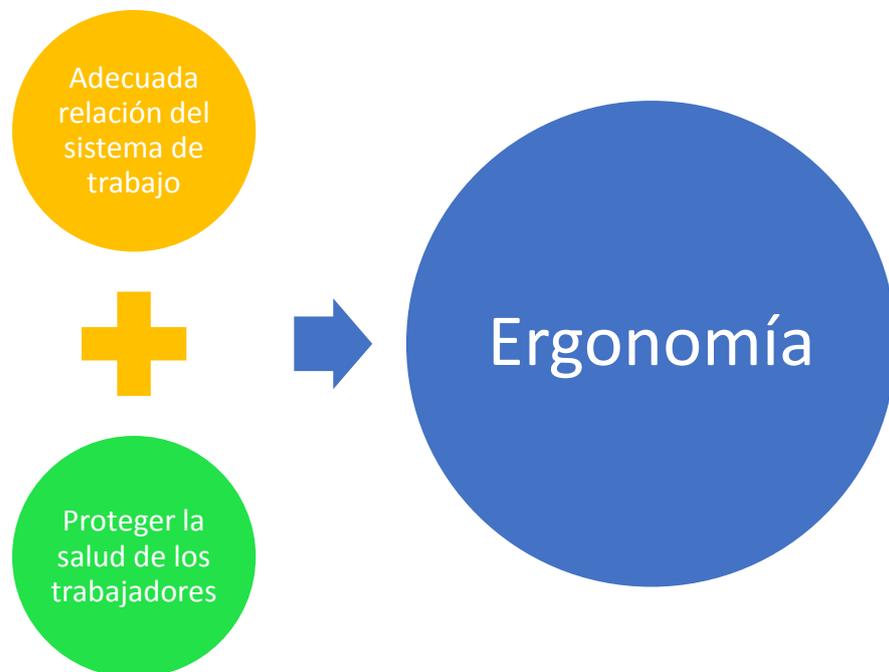


Figura 3 Objetivo de la ergonomía

2.6. Normalización en campo de la Ergonomía

Es difícil encontrar normativas a cerca de la Ergonomía, al tener una historia relativamente reciente. Comenzó en Alemania a principio de 1970 con el primer comité a nivel nacional (dentro del instituto de normalización DIN), luego fue generalizándose a niveles internacionales con la creación de la Organización Internacional de Normalización (ISO), fundando un comité técnico (TC) 159 “Ergonomía”, en 1975. Luego a nivel regional podemos recalcar que en 1987 el comité europeo de normalización (CEN) creó su comité técnico 122 “Ergonomía”.

Las normas ergonómicas en sus comienzos tenían un punto de vista protector, su objetivo era promover el desarrollo de normas para la protección de los trabajadores contra: condiciones inhumanas, explotación en el trabajo, prevenir lesiones y accidentes, en general prevenir cualquier efecto dañino para la salud del trabajador.

No fue hasta 1981 que se fundó la primera norma ergonómica internacional (apoyada en una norma DIN nacional alemana) fue la **ISO 6385** “Principios ergonómicos en el diseño de los sistemas de trabajo” (ISO 6385:2004, 1981).

Esta norma es la base para toda norma posterior relacionada con la ergonomía, la definición de los principales conceptos, pilares y principios para los diseños ergonómicos de los puestos de trabajo, toda relación del ser humano con: herramientas, máquinas, tareas, espacios de trabajo, entorno, etc., están recogidas en su marco jurídico, ofreciendo recomendaciones y consejos. Cabe recalcar que esta norma no es de obligado cumplimiento.

Aunque su diseño está orientado a los puestos de trabajo y sistemas que interfieren, puede relacionarse con cualquier campo que esté presente el factor humano, por ejemplo, el diseño de una silla para ser utilizada en las escuelas por los alumnos. (ISO 6385:2004, 1981).

Como principio general la norma plantea que:

En el proceso de diseño se debe tener en cuenta todos los factores que vayan a interferir en su desarrollo, humano y no humano, el entorno, el espacio de trabajo, etc., para así garantizar un correcto funcionamiento de este.

Considera también muy importante que los trabajadores estén implicados en las partes que fuese posible para el diseño del producto, abarcar el rango de población más extenso posible para así afectar a la mayoría de las personas, por ejemplo, si hacemos una puerta para las personas altas pueden pasar por ella las personas menos altas sin embargo si la diseñamos para las personas pequeñas, no pueden pasar las altas.

Otro aspecto interesante son los principios que incluye para organizar las tareas, de manera que se reduzca la carga de trabajo:

- **Enriquecimiento del trabajo:** Hacer que el trabajador realiza varias tareas de distintas funciones; por ejemplo, secuenciado de piezas y abastecimiento del rack, mas cambio de batería, realizadas por la misma persona;
- **Cambio de actividad:** la rotación de los trabajadores por los puestos de trabajo más de una vez al turno. Es ideal para balancear la carga de trabajo de todos los trabajadores.
- **Pausas apropiadas:** realizar varias pausas cortas en el turno está comprobado que tiene mejores resultados que pocas y muy largas.

Otras normas y reales decretos vinculados con la salud del trabajador y la ergonomía los podemos ver a continuación:

Real decreto 39/1997, de 17 enero: se contempla entre las especialidades preventivas, la ergonomía y psicología aplicada.

Real Decreto 468/1997, de 14 de abril: sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativa al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril: sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Norma Comunitaria Europea

Una vez que España es miembro de la Unión Europea, sus normas, reales decretos y leyes tienen que seguir los estatutos y principios que dicta la Unión Europea, puesto que ellos son la máxima jerarquía en la

región, es decir el contenido de las normas europeas son los pilares a seguir por las normas españolas. Por lo cual, no puede haber una discrepancia entre ambas, en ese caso prevalecería las normas europeas por encima de cualquiera, lo cual toda norma tiene que adecuarse a ella.

La directiva comunitaria es la norma más utilizado por los países miembros de la unión europea en ámbitos laborales. Esta no goza de una adaptación directa a cada comunidad, por lo cual cada uno tiene que adaptarlo a las características específicas de su región, mediante promulgación de leyes internas correspondientes

La Directiva Comunitaria más representativa de todas las emanadas por la Unión Europea en esta materia, es la *Directiva del Consejo 89/391/CEE*, de 12 de junio, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo.

Con el objetivo de obtener un conocimiento basto y preciso de las normativas existentes en ámbitos ergonómicos y salud del trabajador nos apoyamos en el libro "Ergonomía y salud" del autor Fernando Rescalvo Santiago (Rescalvo, 2004) lo cual plantea las siguientes normas:

Normas relacionadas con la ergonomía:

- Seguridad de las máquinas:
 - UNE-EN 563:1996 UNE-EN 563/A1:2000 UNE-EN 563/A1/AC: 2000: Seguridad de las máquinas. Temperaturas de las superficies accesibles. Datos ergonómicos para establecer los valores de las temperaturas límites de las superficies calientes.
 - UNE-EN 614-1:1996: Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.
 - UNE-EN 614-2:2001: Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 2: Interacciones entre el diseño de las máquinas y las tareas de trabajo.
 - UNE-EN 894-1:1997: Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 1: Principios generales de la interacción entre el hombre y los dispositivos de información y mandos.
 - UNE-EN 894-2:1997: Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y órganos de accionamiento. Parte 2: Dispositivos de información.
 - UNE-EN 894-3:2001: Seguridad de las máquinas. Requisitos ergonómicos para el diseño de dispositivos de información y mandos. Parte 3: Mandos.
 - UNE-EN 1005-1:2002: Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 1: Términos y definiciones.
 - UNE-EN 1005-2:2004: Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 2: Manejo de máquinas y de sus partes componentes.
 - UNE-EN 1005-3:2002: Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas.
 - UNE-EN 13861:2003: Seguridad de las máquinas. Guía para la aplicación de las normas sobre ergonomía al diseño de máquinas.
- Cuerpo humano:
 - UNE-EN 547-1:1997: Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 1: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para el paso de todo el cuerpo en las máquinas.
 - UNE-EN 547-2:1997: Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 2: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso.
 - UNE-EN 547-3:1997: Seguridad de las máquinas. Medidas del cuerpo humano. Parte 3: Datos antropométricos.

- UNE-EN 1033:1996: Vibraciones mano-brazo. Medida en laboratorio de las vibraciones en la superficie de las empuñaduras de las máquinas guiadas manualmente. Generalidades.
- Condiciones ambientales:
 - UNE 81425:1991 EX: Principios ergonómicos a considerar en el proyecto de los: sistemas de trabajo.
 - UNE-EN 12515:1997: Ambientes térmicos calurosos. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico, basados en el cálculo de la tasa de sudoración requerida. (ISO 7933:1989 modificada).
 - UNE-EN 13202:2001: Ergonomía de ambientes térmicos. Temperaturas de las superficies accesibles calientes. Directrices para establecer valores límite de temperatura en normas de producto con la ayuda de la Norma EN 563.
 - UNE-EN 27243:1995: Ambientes calurosos. Estimación del estrés térmico del hombre en el trabajo basado en el índice WBGT (temperatura húmeda y temperatura de globo) (ISO 7243:1989). (Versión oficial EN 27243:1993).
 - UNE-EN 27726:1995: Ambientes térmicos. Instrumentos y métodos de medida de los parámetros físicos. (ISO 7726:1985).
 - UNE-EN 28996:1995: Ergonomía. Determinación de la producción de calor metabólico. (ISO 8996:1990).
 - UNE-EN ISO 7726:2002: Ergonomía de los ambientes térmicos. Instrumentos de medida de las magnitudes físicas. (ISO 7726:1998).
 - UNE-EN ISO 7730:1996: Ambientes térmicos moderados. Determinación de los índices PMV y PPD y especificaciones de las condiciones para el bienestar térmico. (ISO 7730:1994).
 - UNE-EN ISO 7933:2005: Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del estrés térmico mediante el cálculo de la sobrecarga térmica estimada. (ISO 7933:2004).
 - UNE-EN ISO 8996:2005: Ergonomía del ambiente térmico. Determinación de la tasa metabólica (ISO 8996:2004).
- Trabajos en oficina:
 - UNE-EN 29241-1:1994: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PDV). Parte 1: introducción general. (ISO 9241-1:1992). (versión oficial EN 29241- 1:1993).
 - UNE-EN 29241-2:1994: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PDV). Parte 2: guía para los requisitos de la tarea. (ISO 9241-2:1992). (Versión oficial EN 29241- 2:1993).
 - UNE-EN 29241-3:1994 UNE-EN 29241-3/A1:2001: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de Miren Miqueo Ezcurdia Universidad Pública de Navarra datos (PDV). Parte 3: requisitos para las pantallas de visualización de datos. (ISO 9241-3:1992). (Versión oficial EN 29241-3:1993). (ISO 9241-3:1992/AM1:2000).
 - UNE-EN ISO 9241-1:1997 UNE-EN ISO 9241-1/A1:2002: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD). Parte 1: Introducción general. (ISO 9241-1:1997). (ISO 9241-1:1997/AM 1:2001).
 - UNE-EN ISO 9241-4:1999: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD). Parte 4: Requisitos del teclado. (ISO 9241-4:1998).
 - UNE-EN ISO 9241-5:1999: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD). Parte 5: Concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales. (ISO 9241- 5:1998).

- UNE-EN ISO 9241-6:2000: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PDV). Parte 6: Requisitos ambientales. (ISO 9241-6:1999).
- UNE-EN ISO 9241-7:1998: Requisitos ergonómicos para trabajos de oficina con pantallas de visualización de datos (PVD). Parte 7: Requisitos relativos a los reflejos en las pantallas. (ISO 9241-7:1998).
- Diseño de puestos de trabajo:
 - UNE-EN ISO 6385:2004: Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo. (ISO 6385:2004).
 - UNE-EN ISO 7250:1998: Definiciones de las medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico. (ISO 7250:1996)

2.7. Manipulación Manual de Carga

Se entiende por manipulación manual de cargas (MMC) cualquiera de las siguientes operaciones efectuadas por uno o varios trabajadores: el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción, el transporte o el desplazamiento de una carga (Directiva 90/269/CEE, 1990).

La manipulación manual de carga es *toda tarea que se realiza con un esfuerzo del trabajador en cuanto a la manipulación de materiales, es decir, transportar o empujar cargas externas a su cuerpo.*

Para lograr una adecuada manipulación de carga es preciso tener en cuenta una serie de variables que están dadas por: *peso de la carga, la frecuencia de manipulación, la altura que vamos a levantar la carga, la distancia que vamos a separar la carga del cuerpo, las peculiaridades de la carga que vamos a coger (el agarre), y las características físicas del trabajador que va a efectuar la manipulación.*

Los trabajadores que se ven expuestos a la manipulación manual de carga son con frecuencia los que más bajas provocan a las empresas y trastornos músculo esqueléticos tienen, para un mejor entendimiento de estos problemas relacionados con la MMC nos apoyamos en estadísticas sacadas del Ministerio de Sanidad y Consumo que realiza el siguiente resumen:

La manipulación manual de cargas ocasiona frecuentes y variadas enfermedades y accidentes de origen laboral. Aproximadamente el 21% de los accidentes están producidos por sobreesfuerzos; y entre el 60-90% de los adultos han sufrido o sufrirán algún dolor de espalda a lo largo de su vida, pudiendo calcularse que un alto porcentaje de éstos pueda ser de origen laboral. No puede olvidarse el alto absentismo que produce y las elevadas pérdidas económicas que ocasionan los trastornos osteomusculares producidos por la manipulación manual de cargas (Ministerio de Sanidad y Consumo, 1999).

Es preciso profundizar en conceptos y definiciones realizadas por legislativas, para ello nos basamos en lo siguiente:

- **Manipulación de cargas:** Según el artículo 2 del Real Decreto 487/1997 se entenderá por manipulación de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, el empuje, la colocación, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Según la Real Academia Española el significado de las acciones que se identifican en la manipulación manual de carga son las siguientes:

- Levantar: Es el efecto o acción al movimiento en vertical de cualquier cuerpo en reposo para ubicarlo un nivel por encima del que se encuentra.
- Empujar: Hacer fuerza contra alguien o algo para moverlo, sostenerlo o rechazarlo

- Colocar: Poner a una persona o carga en su debido lugar;
- Desplazar: Mover a una persona o carga del lugar en el que está.

Es considerable toda carga que pese más de 3 kg, a pesar de ser una carga muy ligera, si se sobreponen condiciones ergonómicas desfavorables, como pueden ser: carga alejada del cuerpo, piso inestable, etc., pueden generarse riesgos para la salud del trabajador. De igual forma las cargas que pesen más de 25 kg son consideradas un riesgo en sí misma, así existan las condiciones ergonómicas favorables, ya que su peso la restringe (INSHT, 2003).

No obstante, si queremos realizar un promedio de la carga para proteger a la mayoría de la población expuesta es recomendable que la carga no exceda los 15 kg.

Por otro lado, en situaciones excepcionales, para un personal con características físicas muy buenas y entrenados, puede darse el caso de manipular hasta 40 kg, si son trabajos puntuales, con poca frecuencia y condiciones seguras.

Para la postura de sentado las condiciones expuestas anteriormente no surgen efecto. Lo cual requiere otras características a la hora de efectuar la carga:

El motivo por el cual es distinto la forma de manipular, es por el agarre de las piernas, ya que cuando el operario está sentado no puede utilizar la fuerza de las piernas, cargado el peso para los músculos de las manos, tronco y hombros. Esto condiciona el peso de la carga, por lo que se recomienda un peso hasta 5 kg, evitando cargas separadas del cuerpo, a nivel del suelo y por encima del nivel de los (INSHT, 2003).

La manipulación Manual de carga trae consigo un elevado número de lesiones al ser humano, debido a sus características es muy difícil evitar esas lesiones, por lo cual hay que tener un contundente rigor con los riesgos asociados a este trabajo y concienciarse con los trabajadores expuestos. Como mejor forma de evitar dichas lesiones es practicar buenos hábitos ergonómicos.

Para esto debemos recordar que en el año 1990 se aprobó una Directiva 90/269/CEE la cual planteaba todo lo relativo a los riesgos asociados a la manipulación manual de carga. Estableciendo medidas preventivas para evitar las lesiones dorsolumbares. España adaptó dicha directiva a su legislación, la cual tiene como nombre: Real decreto 487/1997, de 14 de abril. En ella se precisan las medidas de prevención para evadir y prevenir dolores de espalda e incluso lesiones muy arduas. Siendo muy favorable para el pueblo español y para las empresas, debido a que la manipulación manual de carga es una de las causas principales del ausentismo laboral.

Las lesiones más habituales en la MMC son producidas en la zona dorsolumbar de la espalda, provocando fuertes dolores musculares y hernias, es por eso el fuerte tratamiento de estos riesgos de salud para trabajador.

La manipulación manual de cargas es la principal causa de:

- **Trastornos acumulativos**, es motivo del desgaste físico de sistema músculo esquelético, por ejemplo, las personas a lo largo del tiempo se van agotando físicamente y con ellas sus órganos, por lo que toda actividad de manipulación de carga por mucho tiempo, provoca desgastes en las partes expuestas a estas tareas lo que conlleva a dolores dorsolumbares.
- **Traumatismos agudos** como cortes o fracturas debidos a accidente, es común escuchar un accidente de trabajo en una empresa, la caída de una carga y el daño a un trabajador es muy propicio en tareas de manipulación de carga, provocando fracturas o cortes.

Los dolores de espalda son las principales molestias y quejas de los trabajadores es por ello que toda prevención tomada contra estas dolencias son efímeras para su desaparición. En muchos casos puede estar acompañada de fatigas y sobrecargas físicas procedentes de una errónea manipulación. Estas pueden aparecer en operarios que están habituados a esta tarea como en personas que lo realizan de manera ocasional, debido a su inexperiencia para este tipo de trabajos.

Para evitar las lesiones como hernias o lumbagos es necesario tener conocimientos y habilidades para la Manipulación Manual de Carga, esto requiere formación para los trabajadores expuestos, por lo que conlleva tener especialistas de la ergonomía en las empresas tratando todos estos problemas.

De igual manera, las MMC requieren condiciones ideales, que se pueden valorar de la siguiente forma:

- Lo más cerca posible la carga del cuerpo;
 - Mientras más cerca esté la carga del cuerpo, menos esfuerzo tiene que realizar el trabajador, evitando así, accidentes por caída de cargas.
- La espalda siempre recta, evitando giros e inclinaciones;
- La postura es un factor determinante a la hora de realizar una manipulación de carga, una incorrecta postura es el principal motivo en la aparición de lesiones de espalda.
- Coger la carga correctamente:
 - Las muñecas deben de estar rectas;
 - No realizar levantamientos bruscos;
 - Condiciones ambientales favorables.
 - Buena estabilidad de la carga
 - Buen manejo de la carga

Los riesgos equivalentes de la Manipulación manual de carga pueden ser:

- Cargas pesadas
 - El peso es muy evidente en los riesgos que puede presentar la MMC
- Cargas grandes
 - No necesariamente tiene que pesar mucho la carga, también su volumen interfiere, provocando caídas de la carga y tropiezo del trabajador si es necesario trasladarse con la carga, provocando su caída.
- Cargas inestables
 - La carga tiene que estar segura, no puede tener poca estabilidad o estar suelta, esto puede ocasionar su caída y golpear al trabajador.
- La carga difícil de manipular
 - Esto es debido a que las condiciones externas de la carga no son propicias para su manejo, provocándole, ya sea, cortes o golpes al trabajador.

Los Trastornos Músculo Esqueléticos se pueden generar en cualquier lugar del cuerpo humano, pero son mucho más frecuentes en los extremos superiores y la espalda, en especial en la zona de la columna vertebral, espina dorsal o el raquis. Pueden ocasionar dolores y traumatismos muy continuos y molestos o pueden aparecer de forma puntuales por la carga de algún materia o posición errónea.

Estas lesiones pueden ir desde un simple dolor de espalda hasta la fractura de la columna vertebral, esto está marcado por los esfuerzos que el ser humano realice, mientras más anormal y pesado sea, más probabilidades hay que la lesión sea más severa. Normalmente estas lesiones pasan al realizar esfuerzos excesivos en la manipulación de cargas.

Según (Cueta, y otros, 2004) las tareas de MMC pueden ser simples o múltiples

- Simples:

Toda carga que no tenga variaciones para la tarea que realiza el trabajador, en cuanto a: peso, altura de manipulación, traslado de la carga, agarre, etc. Se puede considerar que esto es prácticamente

imposible en las tareas realizadas por los trabajadores, por lo que podemos afirmar que casi todas las cargas fluctúan, por lo que se consideran múltiples.

- Múltiples:

Es el tipo de carga heterogénea con respecto a las tareas del trabajador, según su situación y transformaciones. Por lo mismo, los datos de manipulación de carga son variables.

Exigencias de la actividad

La actividad puede contener riesgo, en específico dorsolumbar, cuando estén expuestos uno o varios de los requerimientos siguientes:

- Esfuerzos físicos muy usuales o extensos en los que actúe en particular la columna vertebral.
 - Hace referencia a tareas de manipulación de cargas, por ejemplo, el puesto de estibador en un muelle.
- Período insuficiente de reposo o de recuperación.
 - Cuando las personas tienen poco tiempo de descanso entre un turno y otro, o cuando no tienen los descansos suficientes en el turno de trabajo.
- Distancias muy grandes de elevación, bajada o transporte.
 - Los desplazamientos son muy largos, cuando la altura para colocar la carga es muy alta, es decir, requiere de un sobreesfuerzo del operario para realizar la actividad,
- Ritmo de trabajo más alto que el del operario

Este fenómeno generalmente pasa cuando hay un ritmo de trabajo más alto que el capaz de realizar el trabajador, puede ser impuesto por una máquina o por una persona con un ritmo de trabajo más rápido que el del operario, imponiéndole a este un extra para no ser el cuello de botella.

Causas propias de riesgo

Constituyen causas propias de riesgos:

- La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- Cuando la persona que va a realizar la tarea no tiene las condiciones físicas suficientes para hacer dicha tarea, puesto que sus aptitudes físicas lo limitan de realizar esa actividad constituyendo un riesgo en caso de ejercerla.
- La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
 - Las empresas son las máximas responsables de que todos sus trabajadores tengan los equipos personales de protección (EPI), el no utilizar estos medios se traduce en un aumento de los daños para la salud de los trabajadores, por ejemplo, el no uso de guantes puede ocasionar cortes al trabajador.
- La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
 - El desconocer las normas de seguridad, el funcionamiento de máquinas, propicia accidentes de trabajo, puesto que no conoce los daños y riesgos que puede tener realizar ciertas actividades, ejemplo, el manejo de una carretilla sin el permiso de conducir, se hace un riesgo eminente para la salud tanto del trabajador que la conduce como los que están en el medio.
- La existencia previa de patología dorsolumbar.

- Esto ocurre cuando el trabajador que va a realizar cierta actividad está consiente que ha tenido traumatismos o lesiones dorso lumbar que le impiden realizar dicha actividad.

Por lo que podemos contribuir que se entenderá por carga todo tipo de movimiento realizado por el hombre ajeno a su cuerpo, tanto estático como dinámico, ya sea un animal o una caja, mientras requiera del esfuerzo del ser humano, se puede considerar una manipulación de carga.

2.8. Trastornos músculo esqueléticos (TME)

Desde la antigüedad todas las tareas realizadas se hacían con las manos, y siempre el hombre ha tenido la necesidad de mover y manipular objetos. Siendo este recurso su principal actividad laboral, lo que repercutía enormemente en la salud y lesiones de los que lo practicaban. Con la llegada de nuevos avances técnicos se hizo más fácil las operaciones relacionadas con el transporte, carga y descarga, conllevando a una reducción considerable de la carga física y sus riesgos. No obstante, a pesar de los grandes avances de las tecnologías en la actualidad, no ajena al trabajador de realizar actividades que le repercuten realizar una gran carga física.

Uno de los mayores problemas que ha tenido la ergonomía, es cómo debe interactuar el hombre frente a las exigencias físicas (postura, fuerza, movimiento). Cuando estas exigencias son mayores que la capacidad del ser humano, o no existe una adecuada recuperación biológica del organismo, pueden aparecer lesiones músculo-esqueléticas relacionadas con el trabajo (LME) (Grozdanovic, 2002).

Generalmente las lesiones músculo-esqueléticas producen fatigas o dolor local y limitación de la movilidad, que pueden entorpecer el rendimiento del trabajador tanto en el trabajo como en su vida diaria. Casi todas las enfermedades músculo-esqueléticas están relacionadas con el trabajo, incluso, aunque las enfermedades no hayan sido causadas directamente por el trabajo. Son muy esporádicas las lesiones causadas únicamente de forma accidental, la mayoría de los casos son por varias causas.

Cuando uno o varios músculos reciben una fuerza superior a la que ellos pueden soportar, los tejidos se rompen y se produce una alteración o lesión muscular, la cual por lo general va acompañada de fuertes dolores. Estas lesiones se pueden nombrar agudas o crónicas

- **Lesiones agudas:** Son aquellas asociadas a lesiones causadas por fuerzas que superan los límites de los músculos expuestos, estas son asociadas a fuerzas repentinas y con una mala ejecución o postura a la hora de realizar el movimiento, provocando fatigas físicas, lumbalgia, hernia discal, entre otras.
- **Las lesiones crónicas:** Se definen como lesiones que aparecen a lo largo del tiempo, no es necesario que la carga sobrepase el límite del músculo, sino que, al estar relacionado con movimientos repetitivos, el músculo se va desgastando y apareciendo lesiones como: tendinitis, bursitis, tenosinovitis, etc. (Rescalvo, 2004).

Medidas para prevenir trastornos músculo-esqueléticos

Somos conscientes de que cualquier actividad relacionada con el trabajo conlleva a riesgos laborales, pero no siempre se puede decir que provoquen daños para la salud de los trabajadores, y más si se conocen los riesgos y sus medidas preventivas. Con el cumplimiento de las normas de seguridad y salud y aplicando las reglas sobre las buenas prácticas laborales. Se puede lograr un ambiente seguro e idóneo para el trabajador.

En este sentido, entre las medidas preventivas frente a los riesgos asociados con la carga física destacamos:

- La formación e información:

La educación o formación es la forma más sencilla de aportar conocimientos tanto prácticos como teóricos al trabajador. El trabajador debe recibir una formación específica del puesto de trabajo o función. En este sentido debe conocer los riesgos músculo-esqueléticos a los que está sometido durante su trabajo, así como las medidas preventivas propuestas.

- La aplicación de las normas de higiene postural:

La mayoría de las lesiones músculo esqueléticas son por malas posturas y manipulaciones incorrectas, puede ser por desconocimiento de la mecánica postural o por no seguir las recomendaciones dadas, en fin, por desconocimiento de la Higiene Postural. Por lo que podemos definir por higiene postural “un conjunto de prácticas y recomendaciones biomecánicas cuyo objetivo es evitar las posturas forzadas, trastornos músculo esqueléticos y, por tanto, disminuir los riesgos procedentes de las mismas”.

- El conocimiento de las técnicas de manipulación de cargas,

Una manipulación correcta presenta una serie de ventajas para los trabajadores, ya que supone evitar dolores de espalda y lesiones músculo-esqueléticas; economizar energía y mejorar el aprovechamiento de las capacidades físicas, así como mejorar la autonomía y capacidad de trabajo. En este sentido es necesario conocer y aplicar las técnicas de manipulación de cargas, teniendo en cuenta que estas son el conjunto de procedimientos y recursos empleados para facilitar y favorecer la manipulación de carga y en su caso la movilización de personas

- La utilización de medios mecánicos, como polipastos, grúas y demás útiles ergonómicos,

- Es necesaria la utilización de medios mecánicos para las cargas que sobrepasen los límites tolerables para la manipulación de carga, pero también hay que conocer su funcionamiento y manejo, ya que conllevan a otros accidentes de mayor envergadura.

3. Métodos a desarrollar

En este capítulo nos hemos centrado en los métodos que hemos considerado más afines a la logística y más populares. Los métodos desarrollados son el método *NIOSH*, la guía del INSHT (*GINSHT*) y las *tablas de Snook y Ciriello*, de las cuales hemos desarrollado las tablas de transporte, empuje y arrastre dado que son las más relevantes y utilizadas.

Estos métodos están desarrollados de manera teórica y práctica a través de Macros programadas en Excel que serán descritas en el posterior capítulo.

3.1. Método NIOSH

3.1.1. Introducción

El método *NIOSH* se basa en la obtención del *Peso Máximo Recomendado* (Recommended Weight Limit, "RWL") a través de la llamada ecuación de Niosh. Esta ecuación permite evaluar la adecuación de las tareas en las que se realizan levantamientos de carga (Ibermutuamur, 2005).

El RWL se define como el *peso máximo recomendado a levantar si se quieren evitar lesiones de espalda, lumbalgias, o cualquier otro tipo de problema derivado de dichos levantamientos*. Este tipo de problemas constituyen entre el 20% y 30% de los problemas físicos que pueden surgir (Ibermutuamur, 2005).

Dado que dicha ecuación está conformada por diferentes términos, es posible determinar qué factores han de ser modificados para adecuar la tarea a los pesos que se deseen levantar.

La determinación de esta ecuación está basada en 3 factores recogidos en el 2005 en el libro de Ibermutuamur sobre la ergonomía y psicología:

- **Fisiológico:**

Las tareas que requieren levantamientos continuos pueden exceder las capacidades energéticas del trabajador, lo cual provoca una disminución en su resistencia y puede provocar un aumento de la probabilidad de lesión. El NIOSH ha determinado ciertos criterios límites sobre el factor fisiológico:

- Si el levantamiento es repetitivo, la máxima capacidad aeróbica no deberá exceder los 9'5 Kcal/min.
- Si los levantamientos requieren alzar los brazos a 75 cm o más, no se podrá superar el 70% de la máxima capacidad aeróbica.
- Si la tarea dura 1h no se superará el 50% de la capacidad aeróbica, así como el 40% si la tarea dura de 1 a 2h y el 30% si dura entre 2 y 8h.

- **Biomecánico:**

Al manejar cargas, ya sean pesadas o ligeras pero levantadas de forma errónea, se generan momentos mecánicos en la zona de la columna vertebral que dan lugar a un esfuerzo lumbar. La fuerza límite de compresión determinada para evitar el riesgo de lumbalgia toma el valor de 3'4 KN.

- **Psicofísico:**

Se basa en datos sobre la resistencia y la capacidad de los trabajadores que manejan cargas con diferentes frecuencias y duraciones, para considerar combinadamente los efectos biomecánico y fisiológico.

La *metodología* de aplicación a seguir es la siguiente:

- Analizar todos los puestos de trabajo que impliquen manejo manual de cargas.

- Seleccionar las tareas que lo conforman, empezando como criterio básico por las que hayan producido anteriormente lesiones. A pesar de esto también se pueden seleccionar otros criterios tales como:
 - Levantamientos de cargas desde el suelo
 - Objetos difíciles de agarrar
 - Elevación de pesos grandes
 - Mayor número de quejas producidas...
- Determinar si la tarea es simple o múltiple. A saber.
 - **Simple:** cuando los diferentes factores que conforman la ecuación no varían significativamente a lo largo de la duración de la tarea.
 - **Múltiple:** los factores varían significativamente durante la realización de la tarea.

Una vez seguidos estos pasos se puede pasar a aplicar la ecuación de NIOSH (Ibermutuamur, 2005).

3.1.2. La ecuación de NIOSH

La ecuación de NIOSH fue introducida por primera vez en 1981 pero posteriormente en 1991 se publicó una modificación que incluía los avances tecnológicos sufridos, así como valorar los agarres inadecuados y la repetitividad en los levantamientos, además se introdujo el **Índice de levantamiento (LI)** el cual permite la identificación de levantamientos peligrosos (Mas,2017)

La ecuación de Niosh tiene la siguiente forma:

$$RWL = LC.HM.VM.DM.AM.FM.CM \quad (1)$$

- **LC:** Constante de carga que determina el mayor peso permitido en las mejores condiciones posible. El NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health) establece un valor de 23, mientras que el INSHT y las normas ISO y CEN establecen un valor de 25.
- **HM:** Factor de carga horizontal que se basa en la distancia horizontal a la que se transporta la carga respecto del cuerpo.
- **VM:** Factor de posición vertical basado en la distancia a la que se transporta la carga respecto del suelo.
- **DM:** Factor de desplazamiento vertical basado en la distancia desde la posición inicial (carga en reposo) hasta que se levanta la carga (carga suspendida).
- **AM:** Factor de asimetría que penaliza la torsión del tronco durante el manejo de la carga
- **FM:** Factor de frecuencia que penaliza la repetitividad de los levantamientos.
- **CM:** Factor de agarre que valora la calidad de la sujeción de la carga.

Si las condiciones son las óptimas el peso máximo recomendado tomará el valor de 25 o 23 (dependiendo del valor que se escoja de LC).

Factor de carga horizontal HM

Está basado en la distancia a la que se transporta la carga respecto del tronco, H. esta distancia se mide desde la proyección del punto medio de los tobillos al punto de proyección de los agarres de la carga (Ibermutuamur, 2005).

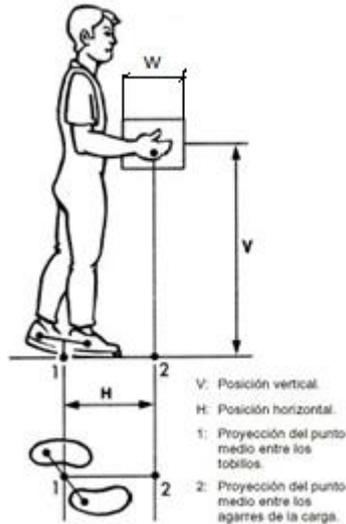


Figura 4. Posición de la carga.

Este valor de H se determina tanto para el momento inicial de levantamiento de la carga como al final del mismo, considerando el valor máximo de estas 2 mediciones. Cuando la carga está pegada al cuerpo H tomará el valor 1 e irá disminuyendo a medida que se separa.

Si se desconoce H se puede calcular a través de la altura a la que se transporta la carga, V, y del ancho de la carga según se indica en la figura. De forma que:

- Si $V < 25 \rightarrow H = 25 + w/2$
- Si $V \geq 25 \rightarrow H = 20 + w/2$

Una vez conocido H, HM se calcula como

$$HM = \frac{25}{H} \quad (2)$$

Los valores aceptados de H se encuentran comprendidos entre 25 cm y 63'5 cm.

- Si $H < 25\text{cm} \rightarrow HM = 1$
- Si $H > 63'5\text{cm} \rightarrow$ la tarea deberá ser rediseñada hasta que se adecue al rango.

Factor de posición vertical

Este factor está basado en la posición vertical que ocupa la carga, penalizando posiciones muy altas o muy bajas, siendo la altura idónea 75 cm. Para calcular VM es necesario conocer V, la cual se determina mediante la distancia del suelo al agarre de la carga, tal y como se indica en la anterior figura.

Una vez conocida V, VM se determina mediante la siguiente ecuación:

$$VM = 1 - (0,003 \cdot |V - 75|) \quad (3)$$

El rango de valores admitidos varía desde 0 a 178 cm, a partir del cual el valor no resulta aceptable. Según V se aleja del valor 75cm, considerado como idóneo, VM empieza a disminuir afectando de manera negativa al peso máximo recomendado.

Factor de desplazamiento vertical

Este factor penaliza los levantamientos en la que la distancia vertical recorrida desde el punto inicial de levantamiento hasta la posición final es elevada (Mas,2017).



Figura 5. Desplazamiento vertical

La ecuación que determina dicho factor viene determinada por la variable D que corresponde a la distancia desde el punto final a la inicial en valor absoluto.

$$DM = 0,82 + \left(\frac{4,5}{D}\right) \quad (4)$$

$$D = |V_o - V_f| \quad (5)$$

Con la particularidad de que:

- Si $D \leq 25\text{cm} \rightarrow DM=1$
- Si $D \geq 175\text{cm} \rightarrow DM=0$

Factor de asimetría

“Se calcula a través del Angulo de desplazamiento de la carga respecto del plano sagital del trabajador.” (Ibermutuamur, 2005).

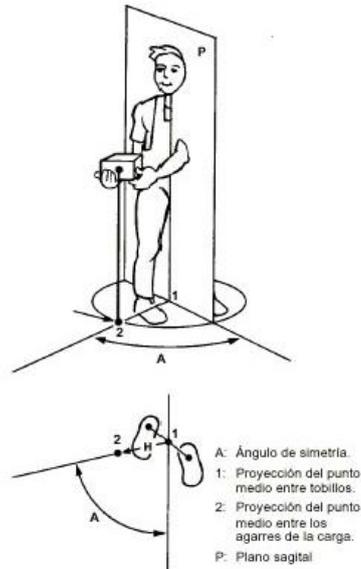


Figura 6. Ángulo de asimetría.

$$AM = 1 - (0,0032 \cdot A) \quad (6)$$

A se determina a través de la recta que une los tobillos y la recta que une la proyección de la carga y el punto medio de los tobillos.

Solo se admitirán valores comprendidos entre 0 y 135°.

Factor de frecuencia

Este factor es el encargado de penalizar las elevaciones realizadas con alta frecuencia o sin periodos de descanso (Mas,2017)

Para determinar estos parámetros uno se ha de basar en la altura a la que se desplazar la carga, V, y en las elevaciones por minuto. Este parámetro se determina mediante una tabla, en la que primero hay que determinar si la duración del trabajo es “corta”, “moderada” o “larga”:

- Duración corta → $d \leq 1$ h
- Duración moderada → $1 < d \leq 2$ h
- Duración larga → $2 < d \leq 8$ h

Conocida la frecuencia, la duración de la tarea y la altura a la que se transporta la carga, consultaremos los valores en la siguiente tabla:

Tabla 1. Factor de frecuencia

FRECUENCIA Elevaciones / min	DURACIÓN DEL TRABAJO					
	≤1 hora		>1a 2 horas		>2 a 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. Para frecuencias inferiores a 5 minutos, utilizar F = 0,2 elevaciones por minuto

Factor de agarre

El factor de agarre se encarga de medir la calidad del agarre durante el transporte de la carga. Se determina a través de una tabla en la que primero hay que determinar el tipo de agarre, a saber:

- **Agarre bueno:** con asas o asideros de tamaño adecuado que permitan una sujeción firme y cómoda de la carga.
- **Agarre regular:** asideros de tamaño inadecuado o sin ningún tipo de agarre pero permitiendo transportar la carga con los dedos flexionados a 90°.
- **Agarre malo:** cualquier tipo de agarre que no cumpla los requisitos anteriores e impida la flexión de los dedos.

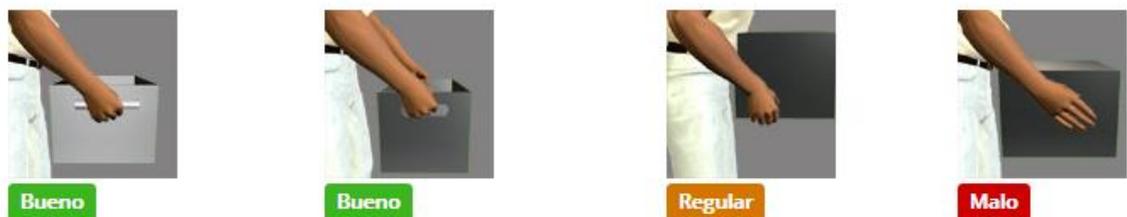


Figura 7. Tipos de agarre.

Cabe destacar que en caso de existir varios agarres se tendrá que considerar el que se considere más desfavorable durante la tarea de manipulación (Ibermutuamur, 2005).

Otra forma de determinar el tipo de agarre es a través del esquema propuesto por Ibermutuamur en el libro de 2005 sobre la ergonomía y psicología:

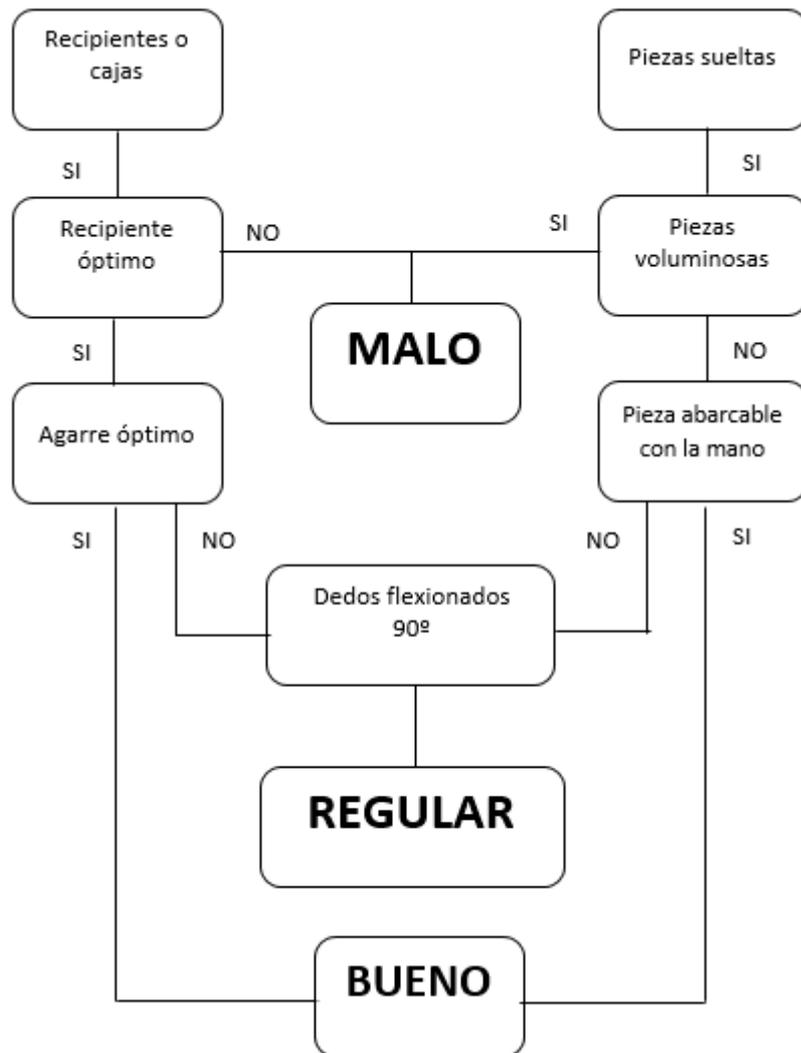


Figura 8. Diagrama de agarre.

Una vez conocido el tipo de agarre y la altura a la que se transporta la carga es posible determinar el factor de agarre a través de la siguiente tabla:

Tabla 2. Factor de agarre.

Tipo de agarre	V<75	V>75
Bueno	1	1
Regular	0,95	1
Malo	0,90	0,90

3.1.3. Índice de levantamiento

Una vez obtenido el Peso limite recomendado (RWL) se deberá comparar con el peso que se está manipulando realmente. Para ello utilizamos el denominado índice de levantamiento, que supone un ratio entre la carga levantada y el RWL

$$\text{Índice de levantamiento} = \frac{\text{Carga levantada}}{\text{Peso limite recomendado (RWL)}} \quad (7)$$

El método NIOSH por tanto determina **3 zonas de riesgo** según dicho índice, a saber:

- **Riesgo limitado (IL<1):** esto implica que se levanta menos peso del que podríamos manipular. Los trabajadores no deberían tener problemas a la hora de realizar la tarea.
- **Incremento moderado de riesgo (1<IL<3):** Este tipo de tareas pueden derivar en lesiones y conviene rediseñarlas o asignarlas a trabajadores con capacidad suficiente.
- **Incremento acusado del riesgo (IL>3):** Esta tarea debe ser obligatoriamente modificada hasta reducir su IL.

Sin embargo, la guía técnica del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene (INSHT), basándose en las opiniones de ergónomos y médicos, *sustituye el valor en dichos rangos de 3 a 1'6*; debido al carácter permisivo de los límites establecidos por el NIOSH (Ibermutuamur, 2005).

3.1.4. Análisis multitarea

La ecuación de NIOSH propone una metodología diferente si dicho método se aplica en el análisis de diferentes tareas de levantamiento de cargas realizadas por un mismo operario.

Esta nueva metodología fue desarrollada con el fin de evitar la compensación de efectos que se causaría si simplemente evaluamos los índices de las tareas de forma separada, así como si eligiéramos la tarea de mayor índice no tendría en cuenta el aumento de riesgo que aportan las demás tareas (Mas,2017).

Debido a estos motivos se define el **Índice de Levantamiento Compuesto (ILC)**, a saber:

$$ILC = IL_{T1} + \sum_{i=2}^n \Delta IL_{Ti} \quad (8)$$

$$\sum_{i=2}^n \Delta IL_{Ti} = [IL_{T2}(F_1 + F_2) - [IL_{T3}(F_1 + F_2 + F_3) - IL_{T3}(F_1 + F_2)]] + \dots + [IL_{Tn}(F_1 + F_2 + \dots + F_n) - IL_{Tn}(F_1 + F_2 + \dots + F_{n-1})] \quad (9)$$

Donde:

- IL_{T1} : Mayor índice de levantamiento de carga simple obtenido entre todas las subtareas
- $IL_{Ti}(F_j)$: índice de levantamiento i calculado a la frecuencia de tarea j .
- $IL_{Ti}(F_i+F_j)$: índice de levantamiento i calculado a la frecuencia de tarea j , más la frecuencia de tarea i .

Para **calcular el ILC** se ha de seguir los siguientes pasos (MAS,2017):

- Calcular los Índices de levantamiento simples de cada subatarea
- Ordenarlos de mayor a menor y volver a asignarles los índices (Si la subatarea 3 tiene el mayor índice, ahora se la denominará t1).
- Calcular el incremento de riesgo acumulado a la tarea de mayor índice de levantamiento simple. Para ello se siguen los siguientes pasos:
 - Calcular los nuevos factores de frecuencia acumulada FM (F_i+F_j).
 - Calcular los nuevos LPR con los nuevos factores de frecuencia.
 - Calculo de los nuevos IL_{Ti} , dividiendo los pesos de la carga entre LPR_{Ti}
 - Calcular el ILC, mediante la fórmula una vez conocidos los terminos.

Ejemplo práctico

Dados los siguientes datos:

Tabla 3. Ejemplo Analisis multirearea

Nº de tarea	1	2	3
Peso carga (Kg)	9	4,5	13,5
Frecuencia tarea	2	4	1
FM	0,91	0,84	0,94
RWL	8,2	5,7	8,5
IL	1,1	0,8	1,6

$$IL(3)=1,6 > IL(1)=1,1 > IL(2)=0,8$$

Lo primero que hay que hacer es, una vez conocido el IL, es reordenar la tabla. La tarea 3 es la que mayor IL tiene por lo que ahora se la denominará tarea 1, después la tarea 2 será la antigua tarea 1, y la nueva tarea 3 será la antigua tarea 2, de forma que:

Tabla 4. Ejemplo Analisis multirearea 2.

NUEVO N° DE TAREA	1	2	3
Peso carga (Kg)	13,5	9	4,5
Frecuencia tarea	1	2	4
FM	0,94	0,91	0,84
RWL	8,5	8,2	5,7
IL	1,6	1,1	0,8

A continuación, calculamos los factores necesarios para determinar el incremento de riesgo acumulado:

$$ILC = ILT_1 + [ILT_2(F_1+F_2) - ILT_2(F_1)] + [ILT_3(F_1+F_2+F_3) - ILT_3(F_1+F_2)]$$

- $FM(F_1+F_2) = FM(1+2) = FM(3) = 0,88$
- $PLRt_2(F_1+F_2) = PLRt_2(3) = 7,93$
- $IL(F_1+F_2) = 1,13$
- $FM(F_1) = FM(1) = 0,94$
- $PLRt_2(F_1) = 8,47$
- $ILT_2(F_1) = 1,06$
- $FM(F_1+F_2+F_3) = FM(1+2+4) = FM(7) = 0,70$
- $PLRt_3(F_1+F_2+F_3) = 4,75$
- $ILT_3(F_1+F_2+F_3) = 0,95$
- $FM(F_1+F_2) = 0,88$
- $PLRt_3(F_1+F_2) = 5,97$
- $ILT_3(F_1+F_2) = 0,75$
-

$$ILC = 1,6 + (1,13 - 1,06) + (0,95 - 0,75) = 1,6 + 0,07 + 0,20$$

$$ILC = 1,87$$

Siguiendo el criterio del NIOSH, al ser este valor:

$$1 < 1,87 < 3$$

Conlleva un incremento moderado de riesgo; sin embargo, debido al carácter permisivo de la metodología conviene aplicar el criterio que sustituye el límite superior de 3 por 1,6. De esta forma este conjunto de actividades conlleva un incremento acusado del riesgo e implica que la tarea debe ser obligatoriamente modificada (Ibermutuamur, 2005).

3.1.5. Medidas correctivas

En función de los factores afectados se pueden determinar una serie de medidas correctivas para adecuar la tarea y garantizar la seguridad de los trabajadores:

- Transportar la carga a una altura y distancia del cuerpo que favorezca la ergonomía del trabajador.
- Añadir unas asas o asideros a la carga para ser transportada con mayor facilidad.
- Evitar que el levantamiento se produzca desde el nivel del suelo.
- Evitar el giro del tronco durante el levantamiento.
- Reducir el tamaño del embalaje.
- Utilización de ayudas mecánicas.
- Reorganización del trabajo.
- ...

(MAS,2017).

3.1.6. Limitaciones

Como toda ecuación, presenta algunas limitaciones conocidas las cuales son recogidas en la web <http://ergonautas.upv.es> y que siguen vigentes a día 08.06.2017, a saber:

- No contempla el espacio en el que se realizan los levantamientos. Si el espacio es reducido esto implicará una mayor dificultad a la hora de realizar la tarea.
- No contempla la inercia. A pesar de que se recomienda que los levantamientos sean pausados, muchas veces se tiende a hacer levantamientos bruscos que conllevan cierta inercia, la cual no está contemplada en esta ecuación.
- Las condiciones medioambientales contempladas son:
 - Entre 19º y 26ºC
 - Entre 35% y 50% de humedad.

Si las condiciones no se encuentran de estos rangos, la ecuación pierde validez.

- No se contemplan levantamientos a más de 1'78m de altura.
- No se contempla posibles deslizamientos.
- No tiene en cuenta la realización de tareas adicionales.
- No se contempla la exposición a ciertos ambientes peligrosos relacionados con temperaturas o contaminantes químicos.
- No tiene en cuenta levantamientos en posición de rodillas o levantamientos con una sola mano.
- No tiene en cuenta levantamientos de cargas como bidones cuyo centro de gravedad varía durante su manipulación.

3.1.7. Ejemplo práctico.

Calcular el índice de levantamiento de un operario logístico que debe coger cajas desde una mesa "A" sobre una cinta transportadora "B". Datos:

- Peso de cada caja: 15 kg.
- Distancia horizontal a la que transporta la carga: 25 cm
- Frecuencia: 1 caja por minuto

- Duración de la tarea: 2h.
- Agarre bueno
- El operario no gira el tronco, solo los pies.
- Posición vertical inicial: 50 cm
- Posición vertical final: 70 cm

Resolución.

Utilizando el criterio del INSHT la constante de carga será considerada 25, de forma que:

$$RWL = 25 \cdot HM \cdot VM \cdot DM \cdot AM \cdot FM \cdot CM$$

$$HM=25/H=25/25=1$$

$$VM=1-0,003|V-75|=1-0,003|50-75|=1-0,003 \cdot 20=0,925$$
 *Nótese que V corresponde a la altura inicial.

$$DM=0,82+45/D=0,82+4,5/(70-50)=1$$

$$AM=1-0,0032A=1-0,0032 \cdot 0=1$$

$$FM=0,88$$
 (tabla, duración moderada, $V < 75$; frec 1/min)

$$CM=1$$
 (buen agarre y $V < 75$)

$$RWL=25 \cdot 1 \cdot 0,925 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 1=20,35$$

$$\text{Índice de levantamiento} = \text{Peso real} / RWL = 15 / 20,25 = 0,73$$

$IL < 1$ por tanto el riesgo es limitado o aceptable, por tanto, la mayoría de operarios podrían realizar esta tarea sin temor a lesiones.

3.2. Método GINSHT

3.2.1. Introducción

El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España ha realizado una Guía técnica que evalúa y previene los riesgos relacionados con los levantamientos de cargas. Esta guía técnica se denomina GINSHT, resultado de la unión de las siglas de la entidad junto con las iniciales de Guía Técnica.

Este método se ajusta a la normativa referida a la ergonomía, cumpliendo con (Mas, 2017):

- Disposiciones sobre seguridad y salud relativas a manipulación de cargas españolas (Real Decreto 487/1997-España).
- Normativa referente al Comité Europeo de Normalización (Norma CEN - prEN1005 - 2)
- Normativa referente a la ISO (International Standardization Organization), (Norma ISO - ISO/CD 11228).

A diferencia del método explicado con anterioridad, el método NIOSH, *el método GINSHT contempla el levantamiento de cargas en posición sentada*, a pesar de que esta posición no sea recomendable a la hora de levantar cargas.

Este método, a diferencia del anterior, se encuentra limitado por el peso de la carga; *ya que solo es válido si la carga es superior a 3 Kg*. Si la carga fuera inferior habría que estudiar la tarea mediante otros métodos que se adecuen más a las condiciones existentes.

Cabe destacar que la GINSHT indica en primera instancia, que los levantamientos deberían ser automatizados o mecanizados, para evitar que las personas los realicen, ya que por más que el peso sea reducido siempre puede conllevar lesiones.

La metodología de esta guía técnica se basa en la comparación de un peso teórico, establecido por el INSHT en función de la altura a la que se transporta la carga y la distancia horizontal de la carga respecto del cuerpo, el cual se modifica mediante una serie de parámetros (convirtiéndose en el llamado peso real aceptable) y se compara con el peso real levantado.

En función de estos valores se obtiene que:

- Riesgo no tolerable → Peso real > Peso aceptable
- Riesgo tolerable → Peso real ≤ Peso aceptable

3.2.2. Ecuación del GINSHT

Esta ecuación permite la determinación del *Peso real aceptable*, el cual parte del denominado peso teórico, determinado por el INSHT en función de la distancia vertical a la que se transporta la carga y a la distancia horizontal existente entre el cuerpo y la carga (únicamente discerniendo entre “cerca del cuerpo” y “lejos del cuerpo”).

Una vez determinado el peso teórico, este se ve disminuido según una serie de factores, dando lugar a la siguiente ecuación:

$$\text{Peso aceptable} = \text{Peso teórico} \cdot FP \cdot FD \cdot FG \cdot FA \cdot FF \quad (10)$$

Donde:

- FP: Factor de población a la que se desea proteger.
- FD: Factor de distancia vertical.
- FG: Factor de giro del tronco.
- FA: Factor de agarre.
- FF: Factor de frecuencia.
- Estos valores se encuentran comprendidos entre 0 y 1.

Peso teórico

El peso teórico como se ha comentado con anterioridad viene dado por:

- Distancia vertical (V): El cual no va determinado en cm debido a la relatividad que presenta el hecho de las diferentes estaturas de los trabajadores. Este factor distingue entre:
 - A la altura de los ojos.

- Encima del codo.
- Debajo del codo.
- Altura del muslo.
- Altura de la pantorrilla.
- Distancia horizontal (H) o separación: Diferenciándose a su vez en:
 - Lejos del cuerpo.
 - Cerca del cuerpo.

Una vez determinados estos dos valores, se obtiene el valor del peso teórico en Kg de la tabla 5:

Tabla 5. Peso teórico

	Cerca del cuerpo	Lejos del cuerpo
Altura de la vista	13	7
Encima del codo	19	11
Debajo del codo	25	13
A la altura del muslo	20	12
A la altura de la pantorrilla	14	8

De manera más visual lo podemos obtener de la figura 9 elaborada por ergonomautas:

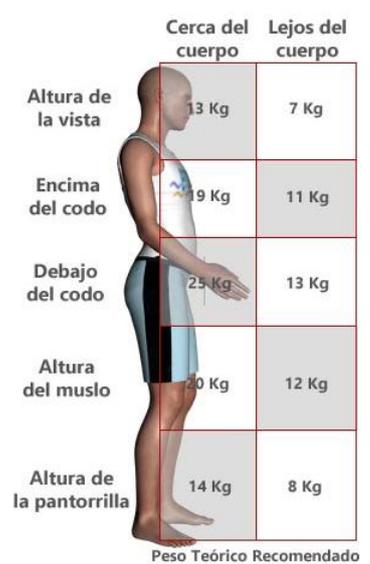


Figura 9. Peso teórico

Factor de población (FP)

Este factor recoge el porcentaje de población a la que se quiere proteger durante el levantamiento de la carga. Los valores que podemos distinguir son “85% población protegida”, “95% de la población protegida” y “Trabajadores con capacidades especiales”; este último hace referencia a trabajadores con capacidades que superan la media, sin embargo, ha de aplicarse con cautela dado que puede exponer a riesgos al resto de la población.

El factor de corrección viene dado por la siguiente tabla:

Tabla 6. Factor de población

Nivel de Protección	% de población protegida	FP
General	85%	1
Mayor protección	95%	0,6
Trabajadores entrenados	Trabajadores con capacidad especial	1,6

(MAS,2017).

Factor de distancia vertical (FD)

Este factor representa la distancia recorrida por la carga en vertical, es decir, la distancia entre el punto inicial de levantamiento hasta la posición final de la carga. Este factor de corrección viene dado por rangos, no por valores continuos, y es recogido en la siguiente tabla:

Tabla 7. Factor de distancia vertical

Distancia vertical recorrida (V)	FD
Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87
Hasta 175 cm	0,84
Más de 175 cm	0

Factor de giro (FG)

Este factor viene dado por la torsión que realice el tronco durante el levantamiento de la carga. Se mide por el ángulo, en grados sexagesimales, que forma la línea imaginaria que une los tobillos con la línea imaginaria que une los hombros durante la torsión.



Figura 10. Ángulo de torsión

Al igual que el resto de factores en este método, la corrección viene dada por rangos de valores como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 8. Factor de giro

Giro del tronco	FG
Sin giro	1
Hasta 30º	0,9
Hasta 60º	0,8
90º	0,7

Factor de agarre (FA)

Este factor, al igual que en el método de NIOSH, se encarga de penalizar los agarres inadecuados, ya sea por falta de agarres o por imposibilitar la flexión de los dedos.

La guía del INSHT distingue únicamente entre agarre bueno, regular y malo:

- **Agarre bueno:** con asas o agarradera de tamaño adecuado que permitan un levantamiento cómodo de la carga.
- **Agarre regular:** con asas de forma o tamaño inadecuado, o cajas que permitan la flexión de los dedos formando un ángulo de los mismo de 90º.
- **Agarre malo:** sin asas o agarraderas e imposibilitando la flexión de los dedos.



Figura 11. Flexión de los dedos.

Según el tipo de agarre el factor de agarre toma los siguientes valores:

Tabla 9. Factor de agarre

Tipo de Agarre	FA
Agarre bueno	1
Agarre regular	0,95
Agarre malo	0,9

Factor de frecuencia (FF)

Factor que viene determinado por la frecuencia y la duración con la que se realiza los levantamientos.

Tabla 10. Facto de frecuencia

Frecuencia de Manipulación	Menos de 1h al día	Entre 1 y 2h al día	Entre 2 y 8h al día
1 vez cada 5 min	1	0,95	0,85
1 vez por minuto	0,94	0,88	0,75
4 veces por minuto	0,84	0,72	0,45
9 veces por minuto	0,52	0,30	0
12 veces por minuto	0,37	0,00	0
Más de 15 veces por minuto	0,00	0,00	0

3.2.3. Peso Total Transportado Diariamente (PTTD)

GINSHT además contempla el peso total que se transporta de forma diaria así como la distancia total recorrida con la carga. A pesar de que el peso real este por debajo del peso aceptable y el riesgo sea tolerable, el transporte excesivo de estos pesos puede derivar en lesiones y ser igualmente perjudicial que si la carga real fuera mayor que la aceptable (Ibermutuamur, 2005).

Es por esto que se determina el **Peso Total Transportado Diariamente (PTTD)** y viene dado por la siguiente ecuación:

$$PTTD = \text{Peso real} \cdot \text{Frecuencia de manipulación} \cdot \text{Duración total de la tarea} \quad (11)$$

Este PTTD se encuentra estrechamente relacionado con la distancia que se transporta la carga, de forma que:

Tabla 11. PTTD

Distancia de transporte	PTTD	Riesgo
Hasta 10 m	PTTD ≤ 10.000 Kg	Tolerable
	PTTD > 10.000 Kg	No tolerable
Más de 10 m	PTTD ≤ 6.000 Kg	Tolerable
	PTTD > 6.000 Kg	No tolerable

3.2.4. Medidas correctivas

En función de los factores afectados, según el libro de Ibermutuamur versión 1 del 2005, se pueden determinar una serie de medidas correctivas para adecuar la tarea y asegurar la seguridad de los trabajadores:

- Transportar la carga a una altura y distancia del cuerpo que favorezca la ergonomía del trabajador.
- Añadir unas asas o asideros a la carga para ser transportada con mayor facilidad.
- Evitar que el levantamiento se produzca desde el nivel del suelo.
- Evitar el giro del tronco durante el levantamiento.
- Reducir el tamaño del embalaje.
- Reducir la distancia recorrida con la carga.
- Intentar proteger a la mayor población posible.
- Disminuir el PTTD.
- Utilización de ayudas mecánicas.
- Reorganización del trabajo.
- ...

3.2.5. Limitaciones

Al igual que el método NIOSH, el GINSHT presenta una serie de limitaciones:

- No contempla el espacio en el que se realizan los levantamientos. Si el espacio es reducido esto implicará una mayor dificultad a la hora de realizar la tarea.
- El método no es válido si la carga es menor de 3 Kg.
- Los factores se corrigen en función de unos rangos y no de manera continua.
- No contempla la inercia. A pesar de que se recomienda que los levantamientos sean pausados, muchas veces se tiende a hacer levantamientos bruscos que conllevan cierta inercia, la cual no está contemplada en esta ecuación.
- No se contempla posibles deslizamientos.
- No tiene en cuenta la realización de tareas adicionales.
- No se contempla la exposición a ciertos ambientes peligrosos relacionados con temperaturas o contaminantes químicos.
- No tiene en cuenta levantamientos en posición de rodillas o levantamientos con una sola mano, a pesar de que si contemple en cierta manera levantamientos en posición sentada
- No tiene en cuenta levantamientos de cargas como bidones cuyo centro de gravedad varía durante su manipulación.

3.2.6. Ejemplo práctico.

Calcular el peso aceptable a transportar por un operario logístico conociendo los siguientes datos:

- Peso real de cada caja: 15 kg.
- Desplaza la caja a una altura aproximadamente por encima de los codos
- Desplaza la caja manteniéndola cerca del tronco
- Se pretende dar una protección alta.
- La caja se coge a una altura de 50 cm y se eleva hasta una posición final de 75 cm.
- La caja tiene asideros, pero son de tamaño y forma inadecuados
- El tronco se gira 30º durante el desplazamiento

La acción se realiza menos de una hora al día con una frecuencia de 4 veces por minuto.

Resolución.

- Peso teórico: El peso teórico recomendado para transportar la carga cerca del cuerpo a la altura de los hombros es de 19 kg.
- Factor población protegida: se requiere una protección alta por lo que el FP es de 0,6
- Factor distancia vertical: dado que la elevación empieza en 50 cm y acaba en 75 el desplazamiento vertical corresponde a 25 cm por tanto el factor equivale a 1.
- Factor de giro: el tronco se desplaza 30º por lo que según la tabla el FG es de 0,9.

- Factor de agarre: la caja tiene asas, pero de tamaño y forma inadecuados, por lo que el agarre es regular; eso implica un FA de 0,95
- Factor de frecuencia: se realiza menos de una hora al día 4 veces por minuto por tanto según las tablas el valor es de 0,72

Por tanto:

Peso aceptable= $19.0,6.1.0,9.0,95.0,84= 8,18$ kg

Dado que peso real > peso aceptable el riesgo es *NO TOLERABLE* y se requieren acciones como:

- Mecanizar operaciones
- Disminución de peso real
- Revisión de los factores de frecuencia, giro...
- Cambiar el tipo de caja
- Contratar operarios altamente especializados
- ...

3.3. Transporte de cargas. Snook y Ciriello.

3.3.1. Introducción

Snook y Ciriello estudiaron las condiciones de ergonomía en el movimiento de cargas y gracias a estos estudios desarrollaron una serie de tablas que reflejan los límites para el transporte manual de cargas.

A diferencia de otros métodos, Snook y Ciriello diferencian si el trabajador es hombre o mujer debido a las diferencias fisiológicas. Sin embargo, sus métodos suponen que los transportes de cargas se realizan en unas condiciones óptimas, es decir con agarres óptimos, sin giro del tronco, etc...

Dentro de las diferentes tablas desarrolladas por Snook y Ciriello (9 en total) destacan *las tablas de transporte manual de cargas, las tablas de empuje y las tablas de arrastre*; las cuales se desarrollan una a una en los siguientes apartados.

3.3.2. Transporte Manual de cargas

En este método se evalúa el transporte manual de cargas, es decir, sin ayuda de ningún tipo de herramienta de transporte como transpaletas, carros, etc...

Las variables contempladas en las tablas de transporte manual de cargas son:

- **Distancia recorrida de la carga:** contemplando 3 niveles: 2'1,4'3 y 8'5m; sin embargo, se deberá interpolar si la distancia se encuentra dentro de esos valores sin llegar a aproximarse claramente a uno de ellos.

- **Altura del agarre:** denominada así la altura a la que se transporta la carga, y sus valores solo comprenden “altura de los codos” y “altura de los nudillos o cadera”.
- **Frecuencia de transporte:** sus valores se encuentran en un intervalo desde “1 transporte cada 8h” a “1 transporte cada 6 segundos”.
- **Sexo del operario:** hombre o mujer.
- **Porcentaje de población:** porcentaje de personas capaces de realizar la tarea de transporte de carga. Los valores posibles en cuanto a percentiles son de “90”, “75”, “50” y “10”. Esto quiere decir que por ejemplo el percentil “10” implica que solo un 10% de la población podría realizar dicho transporte sin sufrir riesgos.

En el caso de que la distancia de transporte no corresponda aproximadamente a uno de los valores determinados en las tablas *se deberá interpolar*. De forma que si la distancia real “d” se encuentra entre “d1” (inferior a d) y “d2” (superior a d) con pesos recomendados “p1” y “p2” respectivamente:

$$P = P1 + (P2 - P1) \left[\frac{d-d1}{d2-d1} \right] \quad (12)$$

3.3.2.1. Tablas

Tabla 12. Transporte manual de cargas Hombre

Altura	Porcentaje	Transporte 2,1 m						Transporte 4,3 m						Transporte 8,5 m									
		seg		min			h	seg		min			h	seg		min			h				
		6	12	1	2	5	30	8	10	16	1	2	5	30	8	18	24	1	2	5	30	8	
HOMBRES																							
Codos	111	90	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20
		75	14	19	23	23	26	29	34	13	16	21	21	23	26	30	13	15	18	18	20	23	27
		50	19	25	30	30	33	38	44	17	20	27	27	30	34	39	17	19	23	24	26	29	35
		25	23	30	37	37	41	46	54	20	25	33	33	37	41	48	21	24	29	29	32	36	43
		10	27	35	43	43	48	54	63	24	29	38	39	43	48	57	24	28	34	34	38	42	50
Nudillos	79	90	13	17	21	21	23	26	1	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26
		75	18	23	28	29	32	36	42	16	19	25	25	28	32	37	17	20	24	24	27	30	35
		50	23	30	37	37	41	46	54	20	25	32	33	36	41	48	22	26	31	31	35	39	46
		25	28	37	45	46	51	57	67	25	30	40	49	45	50	59	27	32	38	38	42	48	56
		10	33	43	53	53	59	66	78	29	35	47	47	52	59	69	32	38	44	45	50	56	65

Tabla 13. Transporte manual de cargas Mujer

Altura	Porcentaje	Transporte 2,1 m						Transporte 4,3 m						Transporte 8,5 m								
		seg		min			h	seg		min			h	seg		min			h			
		6	12	1	2	5	30	8	10	16	1	2	5	30	8	18	24	1	2	5	30	8
HOMBRES																						
Codos	105	90	11	12	13	13	13	18	9	10	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16	
		75	13	14	15	15	16	21	11	12	15	15	16	21	12	13	14	14	14	14	19	
		50	15	16	18	18	18	25	12	13	18	18	18	24	14	15	16	16	16	16	22	
		25	17	18	20	20	21	28	14	15	20	20	21	28	15	17	18	18	19	19	25	
		10	19	20	22	22	23	31	16	17	22	22	23	32	17	19	20	20	21	21	28	
Nudillos	72	90	13	14	16	16	16	22	10	11	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19	
		75	15	17	18	18	19	25	11	13	16	16	17	23	14	15	16	16	17	17	23	
		50	17	19	21	21	22	29	13	15	19	19	20	26	16	17	19	19	20	20	26	
		25	20	22	24	24	25	33	15	17	22	22	22	30	18	19	21	21	22	22	30	
		10	22	24	27	27	28	37	17	19	24	24	25	33	20	21	24	24	25	25	33	

3.3.2.2. Índice de transporte

Una vez obtenido el valor del peso aceptable a través de las tablas de Snook y Ciriello, debemos comparar dicho valor con el peso real levantado. Para ello se determina el “**índice de transporte**”, que es el ratio entre el peso aceptable y la carga real:

$$\text{Índice de transporte} = \frac{\text{Carga real transportada}}{\text{Límite de carga recomendado}} \quad (13)$$

Al igual que en el método NIOSH se establecen 3 zonas de tolerancia de riesgo según el índice de transporte obtenido:

- **Riesgo limitado** (IL<1): esto implica que se levanta menos peso del que podríamos manipular. Los trabajadores no deberían tener problemas a la hora de realizar la tarea.
- **Incremento moderado de riesgo** (1<IL<3): Este tipo de tareas pueden derivar en lesiones y conviene rediseñarlas o asignarlas a trabajadores con capacidad suficiente.
- **Incremento acusado del riesgo** (IL>3): Esta tarea debe ser obligatoriamente modificada hasta reducir su IL.

El INSHT al igual que con el método NIOSH sustituye el límite en valor de “3” por “1’6” debido al carácter poco restrictivo existente.

3.3.2.3. Medidas correctivas

Dado que en estas tablas se suponen las condiciones óptimas de transporte, *no existen factores que puedan corregirse para adecuar la tarea a unas condiciones seguras.*

Sin embargo, conviene destacar que el factor de población resulta aceptable cuando toma el valor de “90%” mientras que resulta mejorable si toma valores entre el “90%” y “75%”, conllevando riesgo si se encuentra por debajo del 75%; por esto conviene que el factor sea siempre de percentil 90.

3.3.2.4. Limitaciones:

Al ser un método basado en condiciones óptimas, y basado en tablas, conlleva muchas limitaciones, (Ibermutuamur, 2005) a saber:

- No tiene en cuenta condiciones desfavorables en el ambiente, como temperatura, humedad...
- No contempla valores intermedios, por lo que hay que extrapolar si el valor real no se acerca al estipulado.
- No válido para transportes de más de 8’5m.
- No contempla agarres regulares o malos (sin asas/sin flexión de los dedos).
- No se contempla transportes en planos inclinados.
- No contempla torsión durante el transporte.
- No permite evaluar transportes a diferentes alturas que no sea cadera o codos.

3.3.2.5. Ejemplo práctico.

Determinar el índice de transporte, así como el peso máximo aceptable para una mujer que transporta a la altura de los codos una carga de 15 kg recorriendo una distancia de 2m. Esta operaria transporta una carga que se pretende que sea transportable para el 90% de la población. Esta operación se realiza 1 vez cada minuto

Resolución

Lo primero es ir a la tabla de mujeres:

		MUJERES																							
Codos	105	90	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16		
		75	13	14	15	15	16	16	21	11	12	15	15	16	16	21	12	13	14	14	14	14	19		
		50	15	16	18	18	18	18	25	12	13	18	18	18	18	24	14	15	16	16	16	16	22		
		25	17	18	20	20	21	21	28	14	15	20	20	21	21	28	15	17	18	18	19	19	25		
		10	19	20	22	22	23	23	31	16	17	22	22	23	23	32	17	19	20	20	21	21	28		
Nudillos	72	90	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19		
		75	15	17	18	18	19	19	25	11	13	16	16	17	17	23	14	15	16	16	17	17	23		
		50	17	19	21	21	22	22	29	13	15	19	19	20	20	26	16	17	19	19	20	20	26		
		25	20	22	24	24	25	25	33	15	17	22	22	22	22	30	18	19	21	21	22	22	30		
		10	22	24	27	27	28	28	37	17	19	24	24	25	25	33	20	21	24	24	25	25	33		

Dado que el transporte es de 2m, la tabla que más se asemeja es la de “transporte a 2’1m”:

Codos	105	90	11	12	13	13	13	13	18
		75	13	14	15	15	16	16	21
		50	15	16	18	18	18	18	25
		25	17	18	20	20	21	21	28
		10	19	20	22	22	23	23	31
Nudillos	72	90	13	14	16	16	16	16	22
		75	15	17	18	18	19	19	25
		50	17	19	21	21	22	22	29
		25	20	22	24	24	25	25	33
		10	22	24	27	27	28	28	37

A continuación, nos centramos en la de altura de los codos y nos fijamos en la fila del percentil 90:

90	11	12	13	13	13	13	18
----	----	----	----	----	----	----	----

Dado que el transporte se realiza 1 vez por minuto, nos quedaremos con el 3er valor.

Por tanto, el peso máximo aceptable es de 13 kg.

Índice de levantamiento= carga real/carga máxima aceptable=15/13=1’15

Dado que $1 < IL < 1,6$ esta tarea conlleva una posible aparición de lesiones y conviene rediseñarla o asignarla a un operario de mayor capacidad física.

3.3.3. Empuje y arrastre. Snook y Ciriello.

En este método se estudia el empuje y arrastre de carga que reposan sobre el suelo, como pueden ser transpaletas, carros u otros tipos de cargas. Estos movimientos también pueden presentar riesgos para la salud de los trabajadores, ya que implican grandes esfuerzos en la espalda (Ibermutuamur, 2005).

Al igual que el método anterior, también estudiado por Snook y Ciriello, también está basado en tablas que permiten discernir entre el sexo del operario. Estas tablas están realizadas considerando unas condiciones óptimas de arrastre y empuje, lo cual convierte al método en impreciso.

Los valores límite se han establecido en base a una serie de parámetros, a saber:

- **Fuerza máxima inicial:** Corresponde con la fuerza necesaria inicial para poder vencer el rozamiento y acelerar el objeto con el fin de ponerlo en movimiento.
- **Fuerza sostenida:** corresponde a la fuerza necesaria para desplazar la carga una vez se encuentra ya en movimiento.
- **Distancia recorrida con la carga:** Se consideran varios niveles: 2'1,7'6,15'2,30'5 y 45'7 metros. Sin embargo, si la distancia es intermedia, al igual que en el método anterior, hay que interpolar.
- **Altura de agarre:** Se consideran 3 niveles dependiendo del sexo, si quisiéramos valores intermedios habría que interpolar.
 - Hombres: 64,95 y 144 cm
 - Mujeres: 57,89 y 135 cm
- **Frecuencia de arrastre o empuje:** reflejada en varios intervalos que permiten la interpolación de datos.
- **Sexo del trabajador:** hombre o mujer.
- **Porcentaje de población:** dividido en percentiles que indican que porcentaje de población puede realizar el empuje/arrastre. Los percentiles son: 90, 75, 50,25 y 10. Un percentil 75 implica que un 75% de la población podría realizar la acción sin riesgo.

3.3.3.1. Tablas

Tabla 14. Empuje Hombres

Height Percent	2.1 m push One push every				7.6 m push One push every				15.2 m push One push every				30.5 m push One push every				45.7 m push One push every				61.0 m push One push every														
	6	12	2	5	30	8	15	22	1	2	5	30	8	25	35	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	2	5	30	8	
	s		min		hr	s		min		hr	s		min		hr	s		min		hr	s		min		hr	s		min		hr	s		min		hr
Initial forces																																			
90	20	22	25	25	26	31	14	16	21	21	22	22	26	16	18	19	19	20	21	25	15	16	19	19	24	13	14	16	16	20	12	14	14	18	
75	26	29	32	32	34	34	41	18	20	27	27	28	28	34	21	23	25	25	26	27	32	19	21	25	25	31	16	18	21	21	26	16	18	18	23
50	32	36	40	40	42	42	51	23	25	33	33	35	35	42	26	29	31	31	33	33	40	24	27	31	31	38	20	23	26	26	33	20	22	22	28
25	38	43	47	47	50	51	61	27	31	40	40	42	42	51	31	35	37	37	40	40	48	28	32	37	37	46	24	27	32	32	39	23	27	27	34
10	44	49	55	55	58	58	70	31	35	46	46	48	49	58	36	40	43	43	45	46	55	32	37	42	42	53	28	31	36	36	48	27	31	31	39
90	21	24	26	26	28	28	34	16	18	23	23	25	25	30	18	21	22	22	23	24	28	17	19	22	22	27	14	16	19	19	23	14	16	16	20
75	28	31	34	34	36	36	44	21	23	20	20	32	32	39	24	27	28	28	30	30	36	21	24	28	28	35	18	21	24	24	30	18	21	20	26
50	34	38	43	43	45	45	54	26	29	38	38	40	40	48	29	33	35	35	37	38	45	27	30	35	35	44	23	26	30	30	37	22	26	26	32
25	41	46	51	51	54	55	65	31	35	45	45	48	48	58	35	40	42	42	45	45	54	32	36	42	42	52	27	31	36	36	45	27	31	31	38
10	47	53	59	59	62	63	75	35	40	52	52	55	56	66	40	46	49	49	52	52	62	37	41	48	48	60	32	36	41	41	52	31	35	35	44
90	19	22	24	24	25	26	31	13	14	20	20	21	21	26	15	17	19	19	20	20	24	14	16	19	19	23	12	14	16	16	20	12	14	14	17
75	25	28	31	31	33	33	40	16	19	26	26	27	28	33	19	21	24	24	26	26	31	18	21	24	24	30	16	18	21	21	26	15	18	18	22
50	31	35	39	39	41	41	50	20	23	32	32	34	35	41	23	27	30	30	32	33	39	23	26	30	30	37	20	22	26	26	32	19	22	22	28
25	38	42	46	46	49	50	59	25	28	39	39	41	41	50	28	32	36	36	39	39	47	28	31	36	36	45	24	27	31	31	39	23	26	26	33
10	43	48	53	53	57	57	68	28	32	45	45	47	48	57	32	37	42	42	44	45	54	32	36	41	41	52	27	31	36	36	44	26	30	30	38
Sustained forces																																			
90	10	13	15	16	18	18	22	8	9	13	13	15	16	18	8	9	11	12	13	14	16	8	10	12	13	16	7	8	10	11	13	7	8	9	11
75	13	17	21	22	24	25	30	10	13	17	18	20	21	25	11	13	15	16	18	18	22	11	13	16	18	21	10	11	13	15	18	9	11	13	15
50	17	22	27	28	31	32	38	13	16	22	23	26	27	32	14	17	20	20	23	24	28	15	17	20	23	28	12	14	17	19	23	12	14	16	19
25	21	27	33	34	38	40	47	16	20	28	29	32	33	39	17	20	24	25	28	29	34	18	21	25	29	34	15	18	21	24	28	15	17	20	24
10	25	31	38	40	45	46	54	19	23	32	33	38	39	46	20	24	28	29	33	34	40	21	25	29	33	39	18	21	24	28	33	17	20	23	28
90	10	13	16	17	19	19	23	8	10	13	13	15	15	18	8	10	11	12	13	13	16	8	10	12	13	16	7	8	9	11	13	7	8	9	11
75	14	18	22	22	25	26	31	11	13	17	18	20	21	25	11	13	15	16	18	18	21	11	13	16	18	21	9	11	13	15	18	9	11	12	15
50	18	23	28	29	33	34	40	14	17	22	23	26	27	32	14	17	19	20	23	23	28	15	17	20	23	27	12	14	17	19	23	12	14	16	19
25	22	28	34	35	40	41	49	17	21	27	29	32	33	39	18	21	24	25	28	29	34	18	21	25	28	33	15	18	21	24	28	15	17	20	23
10	26	33	40	41	46	48	57	20	24	32	33	37	38	45	20	25	28	29	32	33	40	21	25	29	33	39	17	20	24	27	32	17	20	23	27
90	10	13	16	16	18	19	23	8	10	12	13	14	15	18	8	10	11	11	12	13	15	8	9	11	13	15	7	8	9	11	13	7	8	9	10
75	14	18	21	22	25	26	31	11	13	17	17	19	20	24	11	13	14	15	17	17	21	11	13	15	17	20	9	11	12	14	17	9	10	12	14
50	18	23	28	29	32	33	39	14	17	21	22	25	26	31	14	17	19	19	22	22	27	14	16	19	22	26	12	14	16	18	22	12	14	15	18
25	22	28	34	35	39	41	48	17	21	26	27	31	32	37	18	21	23	24	27	28	33	17	20	24	27	32	14	17	20	23	27	14	17	19	22
10	26	32	39	41	46	48	56	20	25	30	32	36	37	44	21	25	27	28	31	32	38	20	24	28	32	37	17	20	23	26	31	16	19	22	26

Tabla 15. Empuje mujeres

Height Percent	2.1 m push One push every								7.6 m push One push every								15.2 m push One push every								30.5 m push One push every								45.7 m push One push every								61.0 m push One push every							
	6 s	12 s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		15 s	22 s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		25 s	35 s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		2 min	5 min	30 min	8 hr								
Initial forces																																																
144	90	14	15	17	18	20	21	22	15	16	16	16	18	19	20	12	14	14	14	15	16	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15												
75	17	18	21	22	24	25	27	18	19	19	20	22	23	24	15	17	17	17	19	20	21	15	16	17	19	21	15	16	17	19	21	15	16	17	19	21	14	15	17	19								
50	20	22	25	26	29	30	32	21	23	23	24	26	27	29	18	20	20	20	22	23	25	18	19	21	22	25	18	19	21	22	25	17	18	20	22	17	18	20	22									
25	24	25	29	30	33	35	37	25	26	27	28	31	32	34	20	23	23	24	26	27	29	20	22	24	26	29	20	22	24	26	29	20	21	23	26	18	19	20	23									
10	26	28	33	34	38	39	41	28	30	30	31	34	36	38	23	26	26	26	29	31	32	23	25	27	29	33	23	25	27	29	33	22	24	26	29	20	21	23	26									
95	90	14	15	17	18	20	21	22	14	15	16	17	19	19	21	11	13	14	14	16	16	17	12	14	15	16	18	12	14	15	16	18	12	13	14	16	12	13	14	16								
75	17	18	21	22	24	25	27	17	18	20	20	22	23	25	14	16	17	17	19	20	21	15	16	18	19	21	15	16	18	19	21	15	16	17	19	15	16	17	19									
50	20	22	25	26	29	30	32	20	21	23	24	27	28	30	16	19	20	21	23	24	25	18	20	21	23	26	18	20	21	23	26	18	20	21	23	26	18	19	20	23								
25	24	25	29	30	33	35	37	23	25	27	28	31	33	34	19	22	23	24	27	28	29	21	23	24	26	30	21	23	24	26	30	20	22	24	27	20	22	24	27									
10	26	28	33	34	38	39	41	26	28	31	32	35	37	39	22	24	26	27	30	31	33	24	26	28	30	33	24	26	28	30	33	23	25	26	30	23	25	26	30									
64	90	11	12	14	14	16	17	18	11	12	14	14	16	16	17	9	11	12	12	13	14	15	11	12	13	15	11	12	13	15	11	12	13	15	10	11	12	13										
75	14	15	17	17	19	20	21	14	15	17	17	19	20	21	11	13	14	15	16	17	18	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	16								
50	16	17	20	21	23	24	25	16	18	20	21	23	24	25	14	15	17	18	19	20	21	15	17	18	19	22	15	17	18	19	22	15	17	18	19	22	15	16	17	19								
25	21	23	26	27	30	31	33	22	23	26	27	30	31	33	18	20	22	23	25	26	28	20	22	23	25	28	20	22	23	25	28	20	22	23	25	28	19	21	23	25								
10	21	23	26	27	30	31	33	22	23	26	27	30	31	33	18	20	22	23	25	26	28	20	22	23	25	28	20	22	23	25	28	19	21	23	25	19	21	23	25									
Sustained forces																																																
144	90	8	8	10	10	11	12	14	8	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9	5	6	6	6	8	5	5	5	6	8	4	4	4	6	4	4	4	6								
75	9	12	14	14	16	17	21	9	10	11	11	12	13	16	7	8	9	9	10	11	13	7	8	9	9	12	7	8	8	8	11	8	6	6	9	8	8	9	12									
50	12	16	19	20	21	23	28	12	14	14	15	16	17	21	10	11	12	12	14	14	18	10	11	12	12	16	9	10	11	11	15	8	8	9	12	8	8	9	12									
25	16	20	24	25	27	29	36	15	17	18	18	20	22	27	12	14	15	16	17	18	22	13	14	15	15	21	11	13	13	14	19	10	10	11	15	10	10	11	15									
10	18	23	28	29	32	34	42	18	20	21	22	24	26	32	14	17	18	18	20	22	27	15	17	17	18	25	14	15	16	17	22	12	12	13	17	12	12	13	17									
95	90	6	7	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	9	11	5	6	6	7	7	8	10	5	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	4	4	6	4	4	4	6								
75	8	11	13	13	15	16	19	9	10	11	11	13	13	17	7	8	9	10	11	11	14	8	9	9	10	13	7	8	8	9	12	6	6	7	9	6	6	7	9									
50	11	15	18	18	20	21	26	12	13	15	15	17	18	22	9	11	13	13	14	15	19	10	12	12	13	17	7	8	11	12	16	8	8	9	12	8	8	9	12									
25	14	18	22	23	25	27	33	15	17	19	19	21	23	28	12	14	16	16	18	19	24	13	15	15	16	22	12	14	14	15	20	11	11	12	15	11	11	12	15									
10	17	22	26	27	30	32	39	17	20	22	23	25	27	33	14	17	19	19	21	23	28	16	18	18	19	26	14	16	17	18	24	13	13	14	18	13	13	14	18									
64	90	5	6	8	8	9	9	12	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9	5	6	6	6	8	5	5	5	6	7	4	4	4	6	4	4	4	6								
75	7	9	11	12	13	14	17	8	10	10	11	12	12	15	7	8	8	9	10	10	13	7	8	8	9	12	7	8	8	9	12	6	6	6	8	6	6	6	8									
50	10	13	15	16	17	18	23	11	13	14	14	16	17	21	9	11	12	12	13	14	17	10	11	11	12	16	9	10	10	11	15	8	8	8	11	8	8	8	11									
25	12	16	19	20	22	23	29	14	17	18	18	20	21	26	12	14	15	15	17	18	22	12	14	14	15	20	11	13	13	14	19	10	10	11	14	10	10	11	14									
10	15	19	23	23	26	28	34	17	20	21	21	23	25	31	14	16	17	18	20	21	26	15	16	17	18	24	13	15	16	17	22	12	12	13	17	12	12	13	17									

Tabla 16. Arrastre Hombres

Height Percent	2.1 m pull One pull every								7.6 m pull One pull every								15.2 m pull One pull every								30.5 m pull One pull every								45.7 m pull One pull every								61.0 m pull One pull every							
	6 s	12 s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		15 s	22 s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		25 s	35 s	1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		1 min	2 min	5 min	30 min	8 hr		2 min	5 min	30 min	8 hr								
Initial forces																																																
144	90	14	16	18	18	19	19	23	11	13	16	16	17	18	21	13	15	15	15	16	17	20	12	13	15	15	19	10	11	13	13	16	10	11	11	14	10	11	11	14								
75	17	19	22	22	23	24	28	14	15	20	20	21	21	26	16	18	19	19	20	20	24	14	16	19	19	23	12	14	16	16	20	12	14	14	17	12	14	14	17									
50	20	23	26	26	28	28	33	16	18	24	24	25	26	31	19	21	22	22	24	24	29	17	19	22	22	27	15	16	19	19	24	14	16	16	20	14	16	16	20									
25	24	27	31	31	32	33	39	19	21	28	28	29	30	36	22	25	26	26	28	28	33	20	22	26	26	32	17	19	22	22	28	16	19	19	24	16	19	19	24									
10	26	30	34	34	36	37	44	21	24	31	31	33	33	40	24	28	29	29	31	31	38	22	25	29	29	37	20	22	25	25	31	18	21	21	27	18	21	21	27									
95	90	19	22	25	25	27	32	15	18	23	23	24	24	29	18	20	21	21	23	23	28	16	18	21	21	26	14	16	18	18	23	13	16	16	19	13	16	16	19									
75	23	27	31	31	32	33	39	19	21	28	28	29	30	36	22	25	26	26	28	28	33	20	22	26	26	32	17	19	22	22	28	16	19	19	24	16	19	19	24									
50	28	32	36	36	39	39	47	23	26	33	33	35	35	42	26	29	31	31	33	33	40	24	27	31	31	38	20	23	27	27	33	20	23	23	28	20	23	23	28									
25	33	37	42	42	45	45	54	26	3	39	39	41	41	49	30	34	36	36	38	39	46	27	31	36	36	45	24	27	31	31	38	23	26	26	33	23	26	26	33									
10	37	42	48	48	51	51	61	30	33	43	43	46	47	56	33	38	41	41	43	44	52	31</																										

Tabla 17. Arrastre Mujeres

Height Percent	2.1 m pull One pull every								7.6 m pull One pull every								15.2 m pull One pull every								30.5 m pull One pull every								45.7 m pull One pull every								61.0 m pull One pull every							
	6	12	1	2	5	30	8		15	22	1	2	5	30	8		25	35	1	2	5	30	8		1	2	5	30	8		1	2	5	30	8		2	5	30	8								
	s		min			hr		s		min			hr		s		min			hr		min		hr		min		hr		min		hr		min		hr												
Initial forces																																																
90	13	16	17	18	20	21	22	13	14	16	16	18	19	20	10	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	12	13	14	15														
75	16	19	20	21	24	25	26	16	17	19	19	21	22	24	12	14	16	16	18	19	20	14	16	17	18	20	14	16	17	18	20	14	16	17	18	20												
50	19	22	24	25	28	29	31	19	20	22	23	25	26	28	14	16	19	19	21	22	24	17	18	20	21	24	17	18	20	21	24	16	18	19	21													
25	21	25	28	29	32	33	35	21	26	25	26	29	30	32	16	19	21	22	25	26	27	19	21	23	24	27	19	21	23	24	27	19	20	22	25													
10	24	28	31	32	36	37	39	24	26	28	29	32	34	36	18	21	24	25	27	29	30	22	24	25	27	31	22	24	25	27	31	21	23	24	27													
90	14	16	18	19	21	22	23	14	15	16	17	19	20	21	10	12	14	14	16	17	18	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	12	13	14	16													
75	16	19	21	22	25	26	27	17	18	19	20	22	23	25	12	15	17	17	19	20	21	15	16	18	19	21	15	16	18	19	21	15	16	17	19													
50	19	23	25	26	29	30	32	19	21	23	24	26	27	29	14	17	19	20	22	23	25	18	19	21	22	25	18	19	21	22	25	17	18	20	22													
25	22	26	29	30	33	35	37	22	24	26	27	30	31	33	16	20	22	23	26	27	28	20	22	24	25	29	20	22	24	25	29	20	21	23	26													
10	25	29	32	33	37	39	41	25	27	29	30	33	35	37	18	22	25	26	29	30	32	23	25	26	28	32	23	25	26	28	32	22	24	25	29													
90	15	17	19	20	22	23	24	15	16	17	18	20	21	22	11	13	15	15	17	18	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17													
75	17	20	22	23	26	27	28	17	19	20	21	23	24	26	13	15	17	18	20	21	22	16	17	18	20	22	16	17	18	20	22	15	16	18	20													
50	20	24	26	27	30	32	33	20	22	24	25	28	29	30	15	18	20	21	23	24	26	18	20	22	23	26	18	20	22	23	26	18	19	21	23													
25	23	27	30	31	35	36	38	23	25	27	29	32	33	35	17	21	23	24	27	28	30	21	23	25	27	30	21	23	25	27	30	21	22	24	27													
10	26	31	34	35	39	40	43	26	28	31	32	35	37	39	19	23	26	27	30	31	33	24	26	28	30	34	24	26	28	30	34	23	25	27	30													
Sustained forces																																																
90	6	9	10	10	11	12	15	7	8	9	9	10	11	13	6	7	7	8	8	9	11	6	7	7	8	10	6	6	7	7	9	6	5	5	7													
75	8	12	13	14	15	16	20	9	11	12	12	13	14	18	7	9	10	10	11	12	15	8	9	10	10	14	8	9	9	9	12	7	7	7	10													
50	10	16	17	18	19	21	25	12	13	15	16	17	18	22	9	11	13	13	14	15	19	11	12	12	13	17	10	11	11	12	16	8	9	9	12													
25	13	19	21	21	23	25	31	14	16	18	19	21	22	27	11	14	15	16	17	19	23	13	15	15	16	21	12	12	14	14	19	10	11	11	15													
10	16	22	24	25	27	29	36	16	19	21	22	24	26	32	13	16	18	18	20	22	27	15	17	17	18	25	14	15	16	17	23	12	12	13	17													
90	6	9	10	10	11	12	14	7	8	9	9	10	10	13	6	6	7	7	8	9	11	6	7	7	7	10	5	6	6	7	9	5	5	5	7													
75	8	12	13	13	15	16	19	9	10	11	12	13	14	17	7	8	10	10	11	12	14	8	9	9	10	13	7	8	9	9	12	6	7	7	9													
50	10	15	16	17	19	20	25	11	13	15	15	16	18	22	9	11	12	13	14	15	18	10	12	12	13	17	9	11	11	12	15	8	8	9	12													
25	12	18	20	21	23	24	30	14	16	18	18	20	22	27	11	13	15	15	17	18	22	12	14	15	15	21	11	13	13	14	19	10	10	11	15													
10	14	21	23	24	26	28	35	16	18	21	21	23	25	31	13	15	17	18	20	21	26	15	16	17	18	24	13	15	16	16	22	12	12	13	17													
90	6	8	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	10	12	6	6	7	7	7	8	10	6	6	6	7	9	5	6	6	6	8	4	5	5	6													
75	7	11	12	12	13	14	18	8	9	11	11	12	13	16	7	8	9	9	10	11	13	7	8	8	9	12	7	8	8	8	11	6	6	6	9													
50	9	14	15	16	17	18	23	10	12	13	14	15	16	20	8	10	11	12	13	14	17	9	11	11	12	16	9	10	10	11	14	8	8	8	11													
25	11	17	18	19	21	22	27	13	15	16	17	19	20	24	10	12	14	14	16	17	21	11	13	13	14	19	11	12	12	13	17	9	10	10	13													
10	13	20	21	22	24	26	32	15	17	19	20	22	23	28	12	14	16	16	18	19	24	13	15	16	16	22	12	14	14	15	20	11	11	12	16													

3.3.3.2. Índice de empuje

Una vez obtenidos, a través de las tablas, los valores de fuerza inicial de empuje y fuerza sostenida de empuje se han de comparar con los valores reales. Para determinar los valores reales de las fuerzas ejercidas de forma inicial, así como sostenida, se pueden utilizar *dinamómetros* especialmente diseñados para ello.



Imagen 12. Dinamómetro

Para su comparación se utiliza el denominado *Índice de empuje o arrastre* (tanto de fuerza inicial, como de fuerza sostenida):

$$\text{Índice de empuje (Fuerza inicial)} = \frac{\text{Fuerza inicial de empuje}}{\text{Limite de fuerza inicial recomendado}} \quad (14)$$

$$\text{Índice de arrastre (Fuerza inicial)} = \frac{\text{Fuerza inicial de arrastre}}{\text{Limite de fuerza inicial recomendado}} \quad (15)$$

$$\text{Índice de empuje (Fuerza sostenida)} = \frac{\text{Fuerza sostenida de empuje}}{\text{Limite de fuerza sostenida recomendado}} \quad (16)$$

$$\text{Índice de empuje (Fuerza sostenida)} = \frac{\text{Fuerza sostenida de arrastre}}{\text{Limite de fuerza sostenida recomendado}} \quad (17)$$

De los dos índices obtenidos, ya sea empuje o arrastre, se ha de considerar el mayor de ellos.

Al igual que en el método NIOSH se establecen 3 zonas de tolerancia de riesgo según el índice de transporte obtenido:

- **Riesgo limitado (IL<1):** esto implica que se levanta menos peso del que podríamos manipular. Los trabajadores no deberían tener problemas a la hora de realizar la tarea.
- **Incremento moderado de riesgo (1<IL<3):** Este tipo de tareas pueden derivar en lesiones y conviene rediseñarlas o asignarlas a trabajadores con capacidad suficiente.
- **Incremento acusado del riesgo (IL>3):** Esta tarea debe ser obligatoriamente modificada hasta reducir su IL.

El INSHT al igual que con el método NIOSH sustituye el límite en valor de “3” por “1’6” debido al carácter poco restrictivo existente

3.3.3.3. Medidas correctivas

Al igual que en el resto de tablas de Snook y Ciriello al utilizarse como base los factores óptimos, no existen factores que puedan corregirse para adecuar la tarea a unas condiciones seguras.

3.3.3.4. Limitaciones:

Al ser un método basado en condiciones óptimas, y basado en tablas, conlleva muchas limitaciones, a saber:

- No tiene en cuenta condiciones desfavorables en el ambiente, como temperatura, humedad...
- No se contempla tareas que impliquen empujes y/o arrastres manuales a alturas comprendidas entre 64 y 144 cm para hombres, así como entre 57 y 135 cm para mujeres.
- No permite la evaluación de tareas que impliquen empujes y/o arrastres manuales a trayectos superiores a los 61 m.
- No contempla valores intermedios, por lo que hay que extrapolar si el valor real no se acerca al estipulado.
- No se contempla transportes en planos inclinados.
- No contempla torsión durante el transporte.

3.3.3.5. Ejemplo práctico empuje.

Determinar el índice de empuje inicial y sostenido de un operario de sexo masculino que recorre una distancia empujando una carga de 20 kg durante 60 m a una altura de 144 cm para que dicha tarea pueda realizarse por un percentil del 75%. Esta tarea se realiza 1 vez cada 5 minutos.

Resolución

Lo primero que hay que hacer es seleccionar la tabla correcta. En este caso iremos a la tabla de empuje para hombres a las columnas de 61m, dado que es la más próxima a los datos obtenidos.

Conocida la altura de transporte (de 144 cm) y el percentil 75% vamos a las correspondientes filas en dicha tabla, tanto para fuerza inicial como sostenida. A continuación, conociendo la frecuencia obtenemos la columna que nos dará el punto de corte, y por tanto la fuerza inicial y sostenida máxima recomendable:

Height Percent	2.1 m push One push every								7.6 m push One push every								15.2 m push One push every								30.5 m push One push every								45.7 m push One push every								61.0 m push One push every							
	6	12	1	2	5	30	8		15	22	1	2	5	30	8		25	35	1	2	5	30	8		1	2	5	30	8		1	2	5	30	8		2	5	30	8								
Initial forces																																																
90	20	22	25	25	26	26	31	14	16	21	21	22	22	26	16	18	19	19	20	21	25	15	16	19	19	24	13	14	16	16	20	12	14	14	18													
75	26	29	32	32	34	34	41	18	20	27	27	28	28	34	21	23	25	25	26	27	32	19	21	25	25	31	16	18	21	21	26	16	18	18	23													
144	50	32	36	40	40	42	42	51	23	25	33	33	35	35	42	26	29	31	31	33	33	40	24	27	31	31	38	20	23	26	26	33	20	22	22	28												
25	38	43	47	47	50	51	61	27	31	40	40	42	42	51	31	35	37	37	40	40	48	28	32	37	37	46	24	27	32	32	39	23	27	27	34													
10	44	49	55	55	58	58	70	31	35	46	46	48	48	58	36	40	43	43	45	45	55	32	37	42	42	53	28	31	36	36	48	27	31	31	39													
90	21	24	26	26	28	28	34	16	18	23	23	25	25	30	18	21	22	22	23	24	28	17	19	22	22	27	14	16	19	19	23	14	16	16	20													
75	28	31	34	34	36	36	44	21	23	20	20	32	32	39	24	27	28	28	30	30	36	21	24	28	28	35	18	21	24	24	30	18	21	20	26													
144	50	34	38	43	43	45	45	54	26	29	38	38	40	40	48	29	33	35	35	37	38	45	27	30	35	35	44	23	26	30	30	37	22	26	26	32												
25	41	46	51	51	54	55	65	31	35	45	45	48	48	58	35	40	42	42	45	45	54	32	36	42	42	52	27	31	36	36	45	27	31	31	38													
10	47	53	59	59	62	63	75	35	40	52	52	55	55	66	40	46	49	49	52	52	62	37	41	48	48	60	32	36	41	41	52	31	35	35	44													
90	19	22	24	24	25	26	31	13	14	20	20	21	21	26	15	17	19	19	20	20	24	14	16	19	19	23	12	14	16	16	20	12	14	14	17													
75	25	28	31	31	33	33	40	16	19	26	26	27	28	33	19	21	24	24	26	26	31	18	21	24	24	30	16	18	21	21	26	15	18	18	22													
144	50	31	35	39	39	41	41	50	20	23	32	32	34	35	41	23	27	30	30	32	33	39	23	26	30	30	37	20	22	26	26	32	19	22	22	28												
25	38	42	46	46	49	50	59	25	28	39	39	41	41	50	28	32	36	36	39	39	47	28	31	36	36	45	24	27	31	31	39	23	26	26	33													
10	43	48	53	53	57	57	68	28	32	45	45	47	48	57	32	37	42	42	44	45	54	32	36	41	41	52	27	31	36	36	44	26	30	30	38													
Sustained forces																																																
90	10	13	15	15	18	18	22	8	9	13	13	15	15	18	8	9	11	12	13	14	15	8	10	12	13	15	7	8	10	11	13	7	8	9	11													
75	13	17	21	22	24	25	30	10	13	17	18	20	21	25	11	13	15	16	18	18	22	11	13	16	18	21	10	11	13	15	18	9	11	13	15													
144	50	17	22	27	28	31	32	38	13	16	22	23	26	27	32	14	17	20	20	23	24	28	15	17	20	23	28	12	14	17	19	23	12	14	16	19												
25	21	27	33	34	38	40	47	16	20	28	29	32	33	39	17	20	24	25	28	29	34	18	21	25	29	34	15	18	21	24	28	15	17	20	24													
10	25	31	38	40	45	46	54	19	23	32	33	38	39	45	20	24	28	29	33	34	40	21	25	29	33	39	18	21	24	28	33	17	20	23	28													
90	10	13	16	17	19	19	23	8	10	13	13	15	15	18	8	10	11	12	13	13	16	8	10	12	13	15	7	8	9	11	13	7	8	9	11													
75	14	18	22	22	25	26	31	11	13	17	18	20	21	25	11	13	15	16	18	18	21	11	13	16	18	21	9	11	13	15	18	9	11	12	15													
144	50	18	23	28	29	33	34	40	14	17	22	23	26	27	32	14	17	19	20	23	23	28	15	17	20	23	28	12	14	17	19	23	12	14	16	19												
25	22	28	34	35	40	41	49	17	21	27	29	32	33	39	18	21	24	25	28	29	34	18	21	25	28	33	15	18	21	24	28	15	17	20	23													
10	26	33	40	41	46	48	57	20	24	32	33	37	38	45	20	25	28	29	32	33	40	21	25	29	33	39	17	20	24	27	32	17	20	23	27													
90	10	13	16	16	18	19	23	8	10	12	13	14	15	18	8	10	11	11	12	13	15	8	9	11	13	15	7	8	9	11	13	7	8	9	10													
75	14	18	21	22	25	26	31	11	13	17	17	19	20	24	11	13	14	15	17	17	21	11	13	15	17	20	9	11	12	14	17	9	10	12	14													
144	50	18	23	28	29	32	33	39	14	17	21	22	25	26	31	14	17	19	19	22	22	27	14	16	19	22	26	12	14	16	18	22	12	14	15	18												
25	22	28	34	35	39	41	48	17	21	26	27	31	32	37	18	21	23	24	27	28	33	17	20	24	27	32	14	17	20	23	27	14	17	19	22													
10	26	32	39	41	46	48	56	20	25	30	32	36	37	44	21	26	27	28	31	32	38	20	24	28	32	37	17	20	23	26	31	16	19	22	26													

Como podemos observar, la fuerza inicial máxima recomendable es de 18 kg mientras que la sostenida es de 11 kg.

Por tanto:

- Índice de empuje inicial = $F_{real} / F_{inicial\ max\ recom} = 20/18 = 1,11$
- Índice de empuje sostenido = $F_{real} / F_{sost\ max\ recom} = 20/11 = 1,81$

Dado que $1 < I_{inicial} < 1,6$ la tarea podría conllevar lesiones en el empuje inicial mientras que

Si analizamos la fuerza sostenida, $I_{sost} > 1,6$ por lo que la tarea ha de ser obligatoriamente modificada para reducir el Índice de empuje sostenido.

3.3.3.6. Ejemplo práctico arrastre.

Determinar el índice de arrastre inicial y sostenido de un operario de sexo femenino que recorre una distancia arrastrando una carga de 15 kg durante 2 m a una altura de 89 cm para que dicha tarea pueda realizarse por un percentil del 90%. Esta tarea se realiza 1 vez cada 1 minuto.

Resolución

Lo primero que hay que hacer es seleccionar la tabla correcta. En este caso iremos a la tabla de arrastre para mujeres de 2,1m, dado que es la más próxima a los datos obtenidos.

Conocida la altura de transporte (de 89 cm) y el percentil 90% vamos a las correspondientes filas en dicha tabla, tanto para fuerza inicial como sostenida. A continuación, conociendo la frecuencia obtenemos la columna que nos dará el punto de corte, y por tanto la fuerza inicial y sostenida máxima recomendable:

Height Percent	2.1 m pull One pull every				7.6 m pull One pull every				15.2 m pull One pull every				30.5 m pull One pull every				45.7 m pull One pull every				61.0 m pull One pull every										
	6	12	1	8	15	22	1	8	25	35	1	8	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	1	2	5	30	8	2	5	30	8
	s				min				hr				min				hr				min				hr						
144	90	13	16	17	18	20	21	22	13	14	16	16	18	19	20	10	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15
	75	16	19	20	21	24	25	26	16	17	19	19	21	22	24	12	14	16	16	18	19	20	14	16	17	18	20	14	15	16	18
	50	19	22	24	25	28	29	31	19	20	22	23	25	26	28	14	16	19	19	21	22	24	17	18	20	21	24	16	18	19	21
	25	21	25	28	29	32	33	35	21	26	25	26	29	30	32	16	19	21	22	25	26	27	19	21	23	24	27	19	20	22	25
	10	24	28	31	32	36	37	39	24	26	28	29	32	34	36	18	21	24	25	27	29	30	22	24	25	27	31	21	23	24	27
95	90	14	16	18	19	21	22	23	14	15	16	17	19	20	21	10	12	14	14	16	17	18	13	14	15	16	18	13	14	15	16
	75	16	19	21	22	25	26	27	17	18	19	20	22	23	25	12	15	17	17	19	20	21	15	16	18	19	21	15	16	17	19
	50	19	23	25	26	29	30	32	19	21	23	24	26	27	29	14	17	19	20	22	23	25	18	19	21	22	25	17	18	20	22
	25	22	26	29	30	33	35	37	22	24	26	27	30	31	33	16	20	22	23	26	27	28	20	22	24	25	29	20	21	23	26
	10	25	29	32	33	37	39	41	25	27	29	30	33	35	37	18	22	25	26	29	30	32	23	25	26	28	32	22	24	25	29
64	90	15	17	19	20	22	23	24	15	16	17	18	20	21	22	11	13	15	15	17	18	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17
	75	17	20	22	23	26	27	28	17	19	20	21	23	24	26	13	15	17	18	20	21	22	16	17	18	20	22	15	16	18	20
	50	20	24	26	27	30	32	33	20	22	24	25	28	29	30	15	18	20	21	23	24	26	18	20	22	23	26	18	19	21	23
	25	23	27	30	31	35	36	38	23	25	27	29	32	33	35	17	21	23	24	27	28	30	21	23	25	27	30	21	22	24	27
	10	26	31	34	35	39	40	43	29	28	31	32	35	37	39	19	23	26	27	30	31	33	24	26	28	30	34	24	25	27	30
Sustained forces																															
144	90	6	9	10	10	11	12	15	7	8	9	9	10	11	13	6	7	7	8	8	9	11	6	7	7	8	10	6	6	7	9
	75	8	12	13	14	15	16	20	9	11	12	12	13	14	18	7	9	10	10	11	12	15	8	9	9	10	14	8	9	9	12
	50	10	16	17	18	19	21	25	12	13	15	16	17	18	22	9	11	12	13	14	15	19	11	12	13	17	10	11	12	16	
	25	13	19	21	21	23	25	31	14	16	18	19	21	22	27	11	14	15	16	17	19	23	13	15	16	21	12	12	14	19	
	10	16	22	24	25	27	29	36	16	19	21	22	24	26	32	13	16	18	18	20	22	27	15	17	17	25	14	15	16	23	
95	90	6	9	10	10	11	12	14	7	8	9	9	10	10	13	6	7	7	7	8	9	11	6	7	7	7	10	6	6	6	7
	75	8	12	13	13	15	16	19	9	10	11	12	13	14	17	7	8	10	10	11	12	14	8	9	9	10	13	7	8	9	12
	50	10	15	16	17	19	20	25	11	13	15	15	16	18	22	9	11	12	13	14	15	18	10	12	12	13	17	9	11	12	15
	25	12	18	20	21	23	24	30	14	16	18	18	20	22	27	11	13	15	15	17	18	22	12	14	15	21	11	13	13	19	
	10	14	21	23	24	26	28	35	16	18	21	21	23	25	31	13	16	17	18	20	21	26	15	16	17	24	13	15	16	22	
64	90	5	8	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	10	12	5	6	7	7	7	8	10	6	6	6	7	9	5	6	6	8
	75	7	11	12	12	13	14	18	8	9	11	11	12	13	16	7	8	9	9	10	11	13	7	8	9	12	7	8	8	11	
	50	9	14	15	16	17	18	23	10	12	13	14	15	16	20	8	10	11	12	13	14	17	9	11	11	12	16	9	10	10	14
	25	11	17	18	19	21	22	27	13	15	16	17	19	20	24	10	12	14	14	15	17	21	11	13	13	19	11	12	12	13	
	10	13	20	21	22	24	26	32	15	17	19	20	22	23	28	12	14	16	16	18	19	24	13	15	16	22	12	14	14	20	

Como podemos observar, la fuerza inicial máxima recomendable es de 18 kg mientras que la sostenida es de 10 kg.

Por tanto:

- Índice de arrastre inicial = $F_{real} / F_{inicial\ max\ recom} = 15/18 = 0,83$
- Índice de arrastre sostenido = $F_{real} / F_{sost\ max\ recom} = 15/10 = 1,5$

Dado que $I_{inicial} < 1,6$ la tarea podría tener riesgos tolerables.

Si analizamos la fuerza sostenida, $1 < I_{sost} < 1,6$ por lo que la tarea conlleva un incremento de riesgo moderado y debería ser rediseñada para minimizar los riesgos, pero no resulta dicha modificación de carácter obligatorio.

4. Manual del usuario

En este capítulo se explica como utilizar a nivel usuario los diferentes métodos programados en Excel a través de macros. Para su mejor comprensión, se desarrollarán los ejemplos expuestos anteriormente de forma teórica.

4.1. NIOSH

Lo primero que nos mostrará la macro es una base teórica sobre el método NIOSH, así como la propia ecuación. En su pantalla inicial se muestran los criterios para el desarrollo de la ecuación, la ecuación, y una breve descripción de los factores que la componen.

Biomecánico:

Al levantar una carga de forma incorrecta se generan momento mecánicos que se transmiten hasta las vértebras lumbrales generando estrés

Fisiológico:

Los levantamientos repetitivos suponen un exceso de las capacidades energéticas de los trabajadores así como de su resistencia.

Psicofísico:

Se basa en el límite de peso que puede manejar una persona combinando los criterios anteriormente expuestos.

Basandose en dichos factores se determina la siguiente ecuación de Niosh:

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

LC= Constante de carga. Es el peso máximo permitido en las mejores condiciones posibles. Niosh establece un valor de 23, mientras que el INSHT y las normas ISO y CEN establecen 25.

HM= Factor de distancia horizontal. Este factor se basa en la distancia horizontal entre la carga y el cuerpo.

VM= Factor de distancia vertical. Este factor se basa en la distancia vertical entre la carga y el suelo.

DM= Factor de desplazamiento vertical. Se basa en el desplazamiento de la carga en dirección vertical.

AM= Factor de asimetría. Este factor penaliza los levantamientos que requieren torsión de tronco.

FM= Factor de frecuencia. Penaliza las elevaciones realizadas con mucha frecuencia.

CM= Factor de agarre. Este factor estudia el tipo de agarre de la carga.



COMENZAR TEST

Figura 13. Comienzo test NIOSH

Para comenzar solo hay que pulsar el botón “COMENZAR TEST”.

Para una mejor explicación, en este manual se utilizarán los ejemplos teóricos anteriormente resueltos.

Recordemos que los datos son los siguientes:

- Peso de cada caja: 15 kg.
- Distancia horizontal a la que transporta la carga: 25 cm
- Frecuencia: 1 caja por minuto
- Duración de la tarea: 2h.
- Agarre bueno
- El operario no gira el tronco, solo los pies.
- Posición vertical inicial: 50 cm
- Posición vertical final: 70 cm

Factor horizontal

El primer factor corresponde al factor horizontal.

HM= Factor de distancia horizontal. Este factor se basa en la distancia horizontal entre la carga y el cuerpo.

$HM = \frac{25}{H}$ siendo H la distancia entre el cuerpo y la carga.

¿Conoces la medida de H?
 Si
 No

Introduzca H

Calcular HM

Siguiente variable

V: Posición vertical.
 H: Posición horizontal.
 1: Proyección del punto medio entre los tobillos.
 2: Proyección del punto medio entre los agarres de la carga.

Figura 14. Excel factor horizontal

Para determinar dicho factor debemos conocer la variable “H” la cual viene claramente especificada en la imagen que acompaña la macro. Si conocemos el valor, como es el caso, dejaremos la opción de “SI” y apretaremos el botón de “Calcular HM”.

En caso contrario, nos mostrará la forma de calcularlo gracias a las variables “V” y “W”.

Introduzca v	
Introduzca w	

*En la figura se puede observar a qué corresponde "w" y "v"

Si $V < 25 \rightarrow H = 25 + w/2$

Si $V \geq 25 \rightarrow H = 20 + w/2$

Calcular HM

Siguiente variable

Figura 15. HM sin conocer H.

Como no es nuestro caso, dejaremos la opción de “SI” e introduciremos “H” en la casilla correspondiente. En este caso “H” equivale a 25 cm; después apretaremos el botón de “Calcular HM”:

Introduzca H	25	HM	1
--------------	----	----	---

Calcular HM

Figura 16. Calculo de HM y resultado

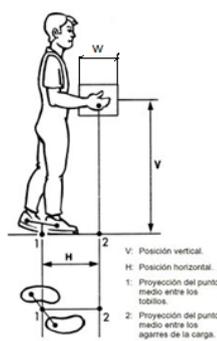
En ese momento la macro calculará el valor de HM, que en este caso equivale a 1.

Una vez determinada HM solo tenemos que pasar al siguiente factor pulsando el botón “Siguiente variable”.

El siguiente factor a calcular será el factor de distancia vertical.

Factor de distancia vertical

VM= Este factor penaliza levantamientos de cargas con orígenes muy próximos al suelo.



$$VM = (1 - 0.003 |V - 75|)$$

Siendo v la distancia entre el punto medio de los agarres y el suelo. Si V es mayor de 175 cm entonces VM se le asigna el valor 0

Introduzca el valor de V (en cm)

Calcular VM

Siguiente variable

Figura 17. Factor de distancia vertical Excel

Aquí obligatoriamente se ha de conocer la altura a la que se transporta la carga, algo relativamente sencillo de determinar. En nuestro caso toma el valor de 50 cm dado que es la altura inicial. Solo tenemos que introducir dicho valor en la casilla correspondiente y dar el botón “Calcular VM”.

Introduzca el valor de V (en cm)	50	VM=	0,925
----------------------------------	----	-----	-------

Calcular VM

Figura 18. Factor distancia vertical Excel

En este caso, VM equivale a 0,925.

A continuación, pasaremos al siguiente factor a través del botón “Siguiente variable”. Esto nos llevará hasta el siguiente factor, el factor de desplazamiento vertical.

Factor de desplazamiento vertical

DM= Factor de desplazamiento vertical que penaliza los desplazamientos de cargas grandes.



$$DM = 0.82 + (4.5 / D)$$

Siendo D la distancia desde el punto inicial al punto final.

Introduce altura del punto inicial (cm)	
Introduce altura del punto final (cm)	

Calcular DM

Siguiente variable

Figura 19. Factor desplazamiento vertical

Aquí deberemos introducir la altura del punto inicial en cm y la altura del punto final en cm y pulsar el botón "Calcular DM". En este caso la altura inicial es de 50 cm y la altura final 70cm.

Introduce altura del punto inicial (cm)	50
Introduce altura del punto final (cm)	70

Calcular DM

DM= 1,

Figura 20. Calculo DM.

DM en este caso tomará el valor 1. A continuación determinaremos la siguiente variable, yendo hacia ella pulsando el botón "Siguiente variable"; esto nos llevará a calcular el factor de asimetría.

Factor de asimetría

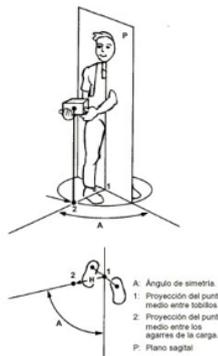
AM= Factor de asimetría que penaliza los levantamientos que requieran torsión del tronco.

$$AM = 1 - (0.0032 * A)$$

Siendo A el ángulo de giro en grados sexagesimales.

Se calculará A según la imagen anexa, el ángulo que forman la recta que une los tobillos con la recta que une los hombros.

Si $A > 135^\circ \rightarrow AM = 0$



Introduce A

Calcular AM

Siguiente variable

Figura 21. Factor de asimetría Excel

Introduciremos el ángulo de giro en la casilla correspondiente. La forma de medir el ángulo viene explicada en la imagen que acompaña a la macro. En nuestro caso A toma el valor 0, por lo que AM tomará el valor 1.

Introduce A

0

Calcular AM

AM

1

Siguiente variable

Figura 22. Calculo AM Excel

A continuación, y a través del botón "Siguiente variable", llegaremos al factor de frecuencia.

Factor de frecuencia

Para obtener el valor de FM, el cual es un valor obtenido mediante tablas, primero es preciso determinar la duración de la tarea

Duración	Tiempo	Tiempo de recuperación
Corta	≤ 1 h	Al menos 1,2 veces el tiempo de trabajo
Moderada	Entre 1 y 2h	Al menos 0,3 veces el tiempo de trabajo
Larga	Entre 2 y 8h	-

Duración: Corta Moderada Larga

Altura de carga: V > 75 V < 75

Elevaciones/minuto: < 0,2 0,5 1 11 12 13 14 15 > 15

Calcular FM

Siguiente variable

1: Proyección horizontal.
2: Proyección del punto medio entre los tobillos.
3: Proyección del punto medio entre los hombros de la carga.

Frecuencia elev/min	Duración corta		Duración moderada		Duración larga	
	V < 75	V > 75	V < 75	V > 75	V < 75	V > 75
< 0,2	1	1	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	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35
6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27
7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22
8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18
9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0
13	0	0,34	0	0	0	0
14	0	0,31	0	0	0	0
15	0	0,28	0	0	0	0

Figura 23. Factor de frecuencia Excel.

Aquí encontraremos una pequeña explicación de cómo se define la duración de las tareas.

En nuestro caso V=50 con duración de 2h (duración media- larga, por lo que nos quedaremos con la peor) y frecuencia es de 1 caja/min. Una vez seleccionados los parámetros presionaremos el botón “Calcular FM”.

Duración

Corta

Moderada

Larga

Altura de carga

V>75

V<75

Elevaciones/minuto

<input type="radio"/> <0,2	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 11
<input type="radio"/> 0,5	<input type="radio"/> 6	<input type="radio"/> 12
<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> 13
<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 8	<input type="radio"/> 14
<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 9	<input type="radio"/> 15
<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> >15

Calcular FM

Siguiente variable

FM=

0,88

Figura 24. Calculo FM Excel

El valor obtenido para FM es de 0,88. A continuación iremos a través del botón “siguiente variable” al factor de agarre.

Factor de agarre

CM= Este factor penaliza las elevaciones cuyo agarre es inadecuado.






Agarre bueno Permite agarrar la carga de forma comoda mediante asideros o perforaciones de tamaño adecuado

Agarre regular No posee asideros pero permite agarrar la carga flexionando los dedos en ángulos de 90º

Agarre malo No permite la flexión de los dedos al sujetar la carga

	V<75	V>75
Agarre bueno	1	1
Agarre regular	0,95	1
Agarre malo	0,9	0,9

¿A qué altura se transporta la carga?

< 75cm

> 75cm

¿Cómo es el agarre?

Bueno

Regular

Malo

Calcular Factor de Agarre

Determinar solución final

Figura 25. Factor de agarre Excel

Aquí se define los tipos de agarre existentes. En nuestro caso el agarre es bueno y V=50<75 por lo que tras presionar el botón “calcular factor de agarre” obtendremos el valor correspondiente, en este caso 1.

¿A qué altura se transporta la carga?

< 75cm

> 75cm

¿Cómo es el agarre?

Bueno

Regular

Malo

Calcular Factor de Agarre

Determinar solución final

CM=	1
-----	---

Figura 26. Calculo CM Excel

Ya tenemos todos los factores por lo que presionando “Determinar solución final” determinaremos la ecuación de NIOSH.

Solución

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

LC=	25	Modificar HM
HM=	1	Modificar VM
VM=	0,925	Modificar DM
DM=	1,045	Modificar AM
AM=	1	Modificar FM
FM=	0,88	Modificar CM
CM=	1	

$$RWL = 25 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,88 \cdot 1 = 20,35 \text{ Kg}$$

PESO LÍMITE RECOMENDADO DE CARGA	REINICIAR TEST
20,35KG	

Figura 27. Solucion NIOSH Excel

Aquí se muestran todos los valores de los factores, así como el Peso límite recomendado, que coincide con el determinado de forma teórica.

Los factores se encuentran en verde pues todos tienen un valor aceptable, de no ser el caso se pondrían en rojo; y presionando cualquiera de sus botones de “Modificar...” podríamos volver a ese parámetro para corregir cada factor.

LC=	25	Modificar HM
HM=	1	Modificar VM
VM=	0,925	Modificar DM
DM=	1,045	Modificar AM
AM=	0	Modificar FM
FM=	0,88	Modificar CM
CM=	1	

$$RWL = 25 \cdot 1 \cdot 0,93 \cdot 1 \cdot 0 \cdot 0,88 \cdot 1 = 0,00 \text{ Kg}$$

PESO LÍMITE RECOMENDADO DE CARGA	REINICIAR TEST
OKG	

Figura 28. Calculo RWL Excel.

Esto permite determinar de forma visual que factor es el que está penalizando la ecuación.

A continuación, introduciremos el peso real de la carga en la casilla correspondiente y haremos click en el botón “Calcular IL”.

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

LC=	25	Modificar HM
HM=	0	Modificar VM
VM=	0	Modificar DM
DM=	0	Modificar AM
AM=	0	Modificar FM
FM=	0	Modificar CM
CM=	0	

Índice de levantamiento

Carga real	15	Calcular IL
RWL	20,35	

Riesgo limitado
Los trabajadores no deberían tener problemas en realizar la tarea

$$RWL = 25 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0 \cdot 0 = 0,00 \text{ Kg}$$

PESO LÍMITE RECOMENDADO DE CARGA	REINICIAR TEST
OKG	

Figura 29. Calculo IL Excel

Como podemos observar el riesgo es limitado y la tarea podría ser realizada por cualquier operario.

Si se desea realizar otro test completamente distinto solo tenemos que presionar el botón “Reiniciar test”. Si quisiéramos modificar únicamente algún factor podemos hacerlo a través de los botones anteriormente indicados y luego volviendo a la pestaña de “solución”.

Presionando el botón de “Reiniciar test” volveremos a la pestaña inicio, borrando así todos los datos anteriores.

4.2. GINSHT

Para comprender mejor el uso de la macro de la guía del INSHT, conviene desarrollar el ejemplo práctico planteado anteriormente en el apartado teórico del método. Los datos son los siguientes:

“Calcular el peso aceptable a transportar por un operario logístico conociendo los siguientes datos:

- Peso real de cada caja: 15 kg.
- Desplaza la caja a una altura aproximadamente por encima de los codos
- Desplaza la caja manteniéndola cerca del tronco
- Se pretende dar una protección alta.
- La caja se coge a una altura de 50 cm y se eleva hasta una posición final de 75 cm.
- La caja tiene asideros, pero son de tamaño y forma inadecuados
- El tronco se gira 30º durante el desplazamiento
- La acción se realiza menos de una hora al día con una frecuencia de 4 veces por minuto.”

Al igual que en la macro de NIOSH, lo primero que encontraremos es una breve descripción teórica del método, su ecuación y los factores que la componen.

GINSHT

Este método está basado en la determinación de lo que se denomina "peso aceptable" y su comparación con el peso real de la carga que se está manipulando. La relación entre estos dos valores determinará el riesgo que supone para el manipulador de la carga.

**Nota: este método solo resulta significativo si la carga es superior a 3 kg.*

Los resultados podrán generalizarse como:

Riesgo tolerable:
No requieren medidas preventivas, pero no supone la inexistencia de riesgo, aun que pueda ser mínimo

Riesgo no tolerable:
Ponen en peligro la salud del manipulador de la carga y deben ser corregidas

$PESO\ ACEPTABLE = PESO\ TEÓRICO * FP * FD * FG * FA * FF$

FP= Factor de población protegida
FD= Factor de distancia vertical
FG= Factor de giro
FA= Factor de agarre
FF= Factor de frecuencia

Empezar TEST

¿Cómo se obtienen los valores?

Figura 30. GINSHT Excel

Si se desea una descripción más detallada de cómo obtener los valores de los diferentes factores, basta con hacer click en el botón “¿Cómo se obtienen los valores?”. Esta acción nos desplazará a la parte de debajo de la macro, en donde podremos comprobar la base teórica de cada factor.

PESO TEÓRICO RECOMENDADO



Peso teórico (kg)	Cerca de la carga	Lejos de la carga
Hasta la cadera	15	7
Hasta la codo	15	11
Hasta la mano	20	12
Hasta la pantorrilla	14	8

FACTOR DE POBLACIÓN PROTEGIDA

El peso teórico de la carga protegida (P) y el nivel de protección (N) se relacionan con el nivel de protección (N) y el nivel de protección (N) de la población protegida. De esta forma, se relaciona el nivel de protección (N) y el nivel de protección (N) de la población protegida con el nivel de protección (N) y el nivel de protección (N) de la población protegida.

Nivel de protección	Nivel de protección	Nivel de protección
Protección a nivel general	Protección alta	1,0
Operarios especialmente cualificados	Operarios especialmente cualificados	1
Operarios	Operarios	0,5

FACTOR DE DISTANCIA VERTI

Relaciona que altura se carga con respecto a la altura de la cabeza y la altura de la cadera.

Altura de la carga	Factor de distancia vertical
Hasta la cadera	1
Hasta la codo	0,91
Hasta la mano	0,82
Hasta la pantorrilla	0,84
Más de 175 cm	0

FACTOR DE GIRO (FG):

Relaciona la fuerza angular con la gravedad. No debe usarse para cargas que se cargan con un ángulo de giro.

Ángulo de giro	Factor de giro
Hasta 20°	0,9
Hasta 45°	0,8
Hasta 90°	0,2



FACTOR DE AGARRE (FA):

Mide el nivel de agarre de la carga, en función de la fuerza y la habilidad de la mano.

Agarre	Factor de agarre
Agarre fuerte: No se aplica que cambie con el tiempo y se puede usar la fuerza de la mano y la fuerza de la mano.	1
Agarre regular: Con una o ambas manos se aplica a la fuerza y la habilidad de la mano. También se puede usar la fuerza de la mano y la fuerza de la mano.	0,9
Agarre malo: Normalmente, con ambas, no se aplica a la fuerza y la habilidad de la mano.	0,5

FACTOR DE FRECUENCIA (FF):

Relaciona con el tiempo que se carga con respecto a la carga.

Tiempo de carga	< 1 hora	Hasta 1 a 2 h	Hasta 2 a 3 h	Hasta 3 a 4 h
1 vez a la semana	1	0,98	0,95	0,88
2 veces a la semana	0,94	0,88	0,78	0,72
3 veces a la semana	0,84	0,75	0,68	0,62
4 veces a la semana	0,82	0,72	0,65	0,6
12 veces a la semana	0,72	0,65	0,6	0,55
Más de 18 veces a la semana	0	0	0	0

Figura 31. Explicación factor GINSHT Excel

En esta macro podemos desplazarnos libremente sobre la pestaña, dado que la explicación y el test se encuentran en la misma pestaña.

Si volvemos otra vez a la parte superior, pulsando en el botón "Empezar test", la barra de desplazamiento bajará lo suficiente como para posicionar el test en un estado de visualización cómodo para su realización.

TEST DE GINSHT

Peso real de la carga (kg) (Introduzca el peso real indicando los decimales con coma)			
¿A qué altura se transporta la carga? <input type="radio"/> A la altura de la vista <input type="radio"/> Por encima del codo <input checked="" type="radio"/> Por debajo del codo <input type="radio"/> A la altura del muslo <input type="radio"/> A la altura de la pantorrilla	¿A qué distancia de cuerpo se transporta la carga? <input type="radio"/> Cerca del cuerpo <input checked="" type="radio"/> Lejos del cuerpo	¿Qué nivel de protección se desea alcanzar? <input checked="" type="radio"/> Protección a nivel general <input type="radio"/> Protección alta <input type="radio"/> Operarios especialmente cualificados	¿Qué desplazamiento vertical realiza la carga? <input type="radio"/> Hasta 25 cm <input checked="" type="radio"/> Hasta 50 cm <input type="radio"/> Hasta 100 cm <input type="radio"/> Hasta 175 cm <input type="radio"/> Más de 175 cm

Figura 32. Test de GINSHT

Lo primero que debemos hacer es rellenar el peso real de la carga, en nuestro caso 15 kg. A partir de ahí iremos rellenando cada pregunta una a una (a pesar de tener valores seleccionados por defecto).

- La primera pregunta corresponde a la altura a la que se desplaza la carga, en nuestro caso se transporta por encima de los codos, por lo que marcaremos esa opción.
- En cuanto a la posición horizontal de la caja en el ejemplo se transporta cerca del cuerpo, por lo que marcaremos esa opción.
- Se desea una protección alta, por lo que marcaremos esa opción.
- En cuanto al desplazamiento vertical de la caja, dado que la altura inicial es de 50 cm, llegando a elevarse hasta los 75cm, marcaremos la opción de que se desplaza hasta 25 cm.

A continuación, deberemos bajar la barra de desplazamiento para poder ver la segunda parte del test.

The screenshot shows a test interface with four questions and a 'FINALIZAR TEST/ RECALCULAR' button.

- ¿Se gira el tronco respecto a la línea de unión de los tobillos?:**
 - Sin giro
 - Hasta 30°
 - Hasta 60°
 - Hasta 90°

Diagram: A person is shown with a red line from the ankles to the shoulders. The trunk is rotated 30 degrees. Labels: 'Línea que une los tobillos', 'Línea que une los hombros', 'Giro del tronco'.
- ¿Cómo es el agarre de la carga?:**
 - Con asas o agarraderas de tamaño adecuado y bien diseñadas
 - Con asas o agarraderas de tamaño o forma inadecuadas. También fuerzan a la sujeción de la caja flexionando los dedos a 90° por debajo de la carga
 - Sin asas, mal diseñadas y que no permitan la flexión de los dedos

Images: Three illustrations showing different ways of holding a box: with a handle, with a strap, and with the hands.
- ¿Durante cuántas horas se realiza esta acción?:**
 - Menos de una hora al día
 - Entre una y dos horas al día
 - Entre dos y ocho horas al día
- ¿Y con que frecuencia?:**
 - 1 cada 5 minutos
 - 1 cada minuto
 - 4 cada minuto
 - 9 cada minuto
 - 12 cada minuto
 - Más de 15 cada minuto

Button: FINALIZAR TEST/ RECALCULAR

Figura 33. Test GINSHT 2 Excel

Aquí encontraremos las preguntas sobre el giro del tronco, el agarre y las dos preguntas relacionadas con la frecuencia de transporte de carga.

- En nuestro caso, el operario gira el tronco 30° respecto de la línea imaginaria que une los tobillos, por lo que marcaremos dicha opción.
- En cuanto a la pregunta sobre la calidad de agarre, en el problema se indica que la caja tiene asideros, pero no son de tamaño y forma adecuados, por lo que marcaremos la opción que indica dicha situación.
- La frecuencia de esta tarea es de menos de una hora al día con una realización de 4 veces por minuto, por lo que marcaremos las opciones correspondientes en las dos siguientes preguntas.

Una vez terminado el test, solo tenemos que pulsar el botón “finalizar test/recalcular” que se encuentra en la última pregunta.

¿Y con qué frecuencia?

1 cada 5 minutos

1 cada minuto

4 cada minuto

9 cada minuto

12 cada minuto

Más de 15 cada minuto

FINALIZAR TEST/
RECALCULAR

Figura 34. Finalizar test GINSHT Excel.

Al hacerlo, se abrirá una nueva pestaña que nos indicará el peso real introducido (importante haberlo introducido anteriormente), el peso aceptable y una clasificación del riesgo que supone; así como unas posibles medidas correctivas.

PESO REAL	15
PESO ACEPTABLE	8,18748
RIESGO	NO TOLERABLE
MEDIDAS CORRECTIVAS	Disminución del peso real Revisión de las condiciones cuyos factores de corrección sean menor que 1 Mecanizar operacioens Reducir distancia de movimiento de la carga Disminuir peso de la carga Mejorar entorno de trabajo Reorganizar trabajo

Figura 35. Solución test GINSHT.

En nuestro caso el peso aceptable sería de 8,19 kg tal y como se había calculado de forma teórica anteriormente. Al ser el peso real (15kg) mayor que el aceptable (8,19kg) el riesgo es “No tolerable” por lo que habrá que tomar medidas correctivas.

4.3. Transporte manual de cargas. Snook y Ciriello.

Al igual que en el resto de métodos, al abrir la hoja Excel encontraremos una introducción a las tablas de Snook y Ciriello, así como el criterio de aceptabilidad del riesgo en función del percentil de población al que se desea proteger.

Tablas de Snook y Ciriello

Las tablas de Snook y Ciriello (1991) establecen los Valores Máximos Aceptables de pesos y fuerzas para un determinado porcentaje de población en unas condiciones dadas.

Los estudios se realizaron sobre las tareas de levantamiento, descenso, transporte, empuje y tracción de cargas. Se estudiaron diferenciando ambos sexos, generando así un total de 9 tablas. Cabe destacar que las más utilizadas son las de **transporte y empuje y tracción**; sin embargo debido al uso incrementado de transpaletas eléctricas resulta innecesario calcular riesgos de tracción y empuje

Una tarea se considera adecuada si la puede realizar el 90% de la población, mejorable si la puede realizar entre el 90-75% y conllevará riesgo y deberá ser rediseñada si el porcentaje es inferior al 75%.

Tarea aceptable	>90%
Tarea mejorable	90%-75%
Tarea de riesgo	>75%

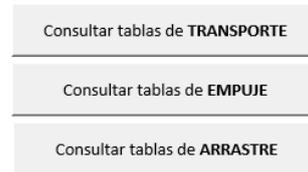


Figura 36. Tablas Snook y Ciriello Excel.

- Para ir a la tabla de transporte manual de cargas solo debemos hacer click en el botón “Consultar tablas de transporte”.
- Para ir a la tabla de empuje manual de cargas solo debemos hacer click en el botón “Consultar tablas de empuje”.
- Para ir a la tabla de arrastre manual de cargas solo debemos hacer click en el botón “Consultar tablas de arrastre”.

4.3.1. Transporte de carga

TRANSPORTE DE CARGA

Mediante estas tablas se pretende determinar el valor máximo aceptable de peso que puede transportar una persona dadas una serie de condiciones.

Se consideran los siguientes factores:

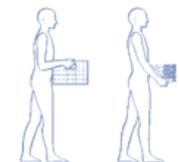
Frecuencia de transporte: De 1 cada 6 segundos, a cada 8 horas

Altura vertical a la que se transporta la carga: Se contemplan dos casos; altura de los nudillos y altura de los codos*

Sexo del operario

Porcentaje de población capaz de realizar en transporte: Percentiles 10,25,50,75,90

Distancia de transporte de la carga: tres posibles valores (2'1,4'3,8'5m)



* Alturas de transporte de carga

Seleccione los valores de los diferentes parámetros para obtener el VALOR MÁXIMO ACEPTABLE DE PESO:

Figura 37. Transporte manual de cargas Excel.

Tras una breve introducción a las tablas, nos encontraremos con el test que rellenaremos en base a los datos propuestos:

“Determinar el índice de transporte, así como el peso máximo aceptable para una mujer que transporta a la altura de los codos una carga de 15 kg recorriendo una distancia de 2m. Esta operaria transporte una carga que se pretende que sea transportable para el 90% de la población. Esta operación se realiza 1 vez cada minuto”.

Solo tendremos que seleccionar las opciones correspondientes en el test:

Sexo del operario

Hombre

Mujer

Altura de transporte

Codo

Nudillos

Porcentaje de población

10 % (tarea de riesgo)

25% (tarea de riesgo)

50 % (tarea de riesgo)

75 % (tarea mejorable)

90 % /tarea aceptable)

Distancia de transporte

Transporte de 2,1 m

Transporte de 4,3m

Transporte de 8,5 m

Frecuencia de transporte

1 cada 6-10s

1 cada 10-16s

1 cada 16-24s

1 cada 1 min

1 cada 2 min

1 cada 5 min

1 cada 30 min

1 cada 8 h

Figura 38. Test transporte manual de cargas Excel.

Una vez introducidas, presionaremos el botón “Finalizar test”. A continuación, nos aparecerá dicha tabla con la solución obtenida, resaltada en amarillo con los cruces de columnas y filas. Además, se mostrará a la derecha los criterios introducidos.

		HOMBRES																							
Codos	111	90	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20		
		75	14	19	23	23	26	29	34	13	16	21	21	23	26	30	13	15	18	18	20	23	27		
		50	19	25	30	30	33	38	44	17	20	27	27	30	34	39	17	19	23	24	26	29	35		
		25	23	30	37	37	41	46	54	20	25	33	33	37	41	48	21	24	29	29	32	36	43		
		10	27	35	43	43	48	54	63	24	29	38	39	43	48	57	24	28	34	34	38	42	50		
Nudillos	79	90	13	17	21	21	23	26	1	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26		
		75	18	23	28	29	32	36	42	16	19	25	25	28	32	37	17	20	24	24	27	30	35		
		50	23	30	37	37	41	46	54	20	25	32	33	36	41	48	22	26	31	31	35	39	46		
		25	28	37	45	46	51	57	67	25	30	40	49	45	50	59	27	32	38	38	42	48	56		
		10	33	43	53	53	59	66	78	29	35	47	47	52	59	69	32	38	44	45	50	56	65		
		MUJERES																							
Codos	105	90	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16		
		75	13	14	15	15	16	16	21	11	12	15	15	16	16	21	12	13	14	14	14	14	19		
		50	15	16	18	18	18	18	25	12	13	18	18	18	18	24	14	15	16	16	16	16	22		
		25	17	18	20	20	21	21	28	14	15	20	20	21	21	28	15	17	18	18	19	19	25		
		10	19	20	22	22	23	23	31	16	17	22	22	23	23	32	17	19	20	20	21	21	28		
Nudillos	72	90	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19		
		75	15	17	18	18	19	19	25	11	13	16	16	17	17	23	14	15	16	16	17	17	23		
		50	17	19	21	21	22	22	29	13	15	19	19	20	20	26	16	17	19	19	20	20	26		
		25	20	22	24	24	25	25	33	15	17	22	22	22	22	30	18	19	21	21	22	22	30		
		10	22	24	27	27	28	28	37	17	19	24	24	25	25	33	20	21	24	24	25	25	33		

Distancia	Transporte cada 2,1m
Sexo	Mujer
Frecuencia	1min
Altura	Codos
Porcentaje	90

Figura 39. Resultados tablas transporte manual de cargas Excel.

Tal y como se obtuvo de forma teórica, podemos observar que la carga máxima recomendada es de 13 kg.

Si deseamos modificar algún parámetro solo debemos hacer click en el botón “modificar parámetros” que hará que desaparezca la tabla y volvamos al cuestionario; allí modificaremos los parámetros como si empezáramos de 0.

A continuación, para obtener el índice de levantamiento, introduciremos el valor de la carga real, así como el valor obtenido mediante la tabla en las casillas correspondientes a la derecha de la tabla.

Introducir valor obtenido	
Introducir carga real	
<input type="button" value="Calcular Índice de levantamiento"/>	

Figura 40. Índice de levantamiento en transporte manual de cargas Excel.

En nuestro caso el valor obtenido es 13 kg mientras que la carga real es de 15 kg. Una vez introducidos los valores haremos click en el botón “Calcular índice de levantamiento”.

Entonces se calculará el índice de levantamiento, así como su clasificación según el criterio de valores del INSHT. Mostrando el tipo de riesgo y si se tiene o no que modificar la tarea.

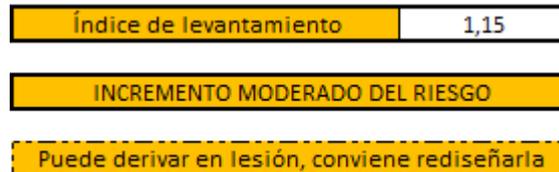


Figura 41. Solucion IL transporte manual de cargas Excel.

En nuestro caso, $15/13=1,15$ y $1 < 1,15 < 1,6$ Por lo que esta situación conlleva un incremento moderado del riesgo, y conviene rediseñarla.

4.3.2. Empuje de cargas

Lo primero que tendremos que hacer desde la pantalla inicial del método es seleccionar el botón “Consultar tablas de empuje”. Esto nos llevará a una pequeña introducción teórica al método.

TRANSPORTE DE EMPUJE

En este método se estudia el empuje de cargas que reposan sobre el suelo, como pueden ser transpaletas, carros u otros tipos de cargas. Estos movimientos también pueden presentar riesgos para la salud de los trabajadores, ya que implican grandes esfuerzos en la espalda

Se consideran los siguientes factores:

Fuerza máxima inicial: Corresponde con la fuerza necesaria inicial para poder vencer el rozamiento y acelerar el objeto con el fin de ponerlo en movimiento.

Fuerza sostenida: corresponde a la fuerza necesaria para desplazar la carga una vez se encuentra ya en movimiento.

Distancia recorrida con la carga: Se consideran varios niveles: 2'1,7'6,15'2,30'5 y 45'7 metros.

Altura de agarre: Se consideran 3 niveles dependiendo del sexo, si quisiéramos valores intermedios habría que extrapolar.

o Hombres: 64,95 y 144 cm

o Mujeres: 57,89 y 135 cm

Frecuencia de empuje: reflejada en varios intervalos que permiten la interpolación de datos

Sexo del trabajador: hombre o mujer.

Porcentaje de población: dividido en percentiles que indican que porcentaje de población puede realizar el empuje/arrastre.



Figura 42. Empuje de cargas Excel

Si desplazamos la barra hacia abajo encontraremos el sencillo test que nos permite determinar los valores que deseamos obtener sobre las fuerzas de empuje máximas (tanto inicial como sostenida).

Seleccione los valores de los diferentes parámetros para obtener las FUERZAS DE EMPUJE MÁXIMAS ACEPTABLES

Sexo del operario <input checked="" type="radio"/> Hombre <input type="radio"/> Mujer	Porcentaje población <input checked="" type="radio"/> 90% <input type="radio"/> 75% <input type="radio"/> 50% <input type="radio"/> 25% <input type="radio"/> 10%	Distancia <input checked="" type="radio"/> 2,1m <input type="radio"/> 15,2m <input type="radio"/> 30,5m <input type="radio"/> 45,7m <input type="radio"/> 61m	Frecuencia por empuje <input checked="" type="radio"/> 6s <input type="radio"/> 12-15s <input type="radio"/> 1min <input type="radio"/> 2min <input type="radio"/> 5min <input type="radio"/> 30min <input type="radio"/> 8h	Altura de empuje <input checked="" type="radio"/> 144(H)-135(M) <input type="radio"/> 95(H)-89(M) <input type="radio"/> 64(H)-57(M)	Carga real empujada <input type="text"/>	<input type="button" value="Obtener solución"/>	<input type="button" value="Consultar otra tabla"/>
---	--	--	---	--	---	---	---

Figura 43. Test Empuje Excel.

En nuestro caso el enunciado dice lo siguiente:

“Determinar el índice de empuje inicial y sostenido de un operario de sexo masculino que recorre una distancia empujando una carga de 20 kg durante 60 m a una altura de 144 cm para que dicha tarea pueda realizarse por un percentil del 75%. Esta tarea se realiza 1 vez cada 5 minutos.”

Por tanto, en primer lugar, introduciremos la carga de 20 kg en la casilla correspondiente, después seleccionaremos: “Hombre”, “75%”, “61m” (es la más parecida), “144cm” y “5min”. Una vez seleccionados los valores, hacemos click en el botón “Obtener solución”; esto nos permitirá obtener los resultados.

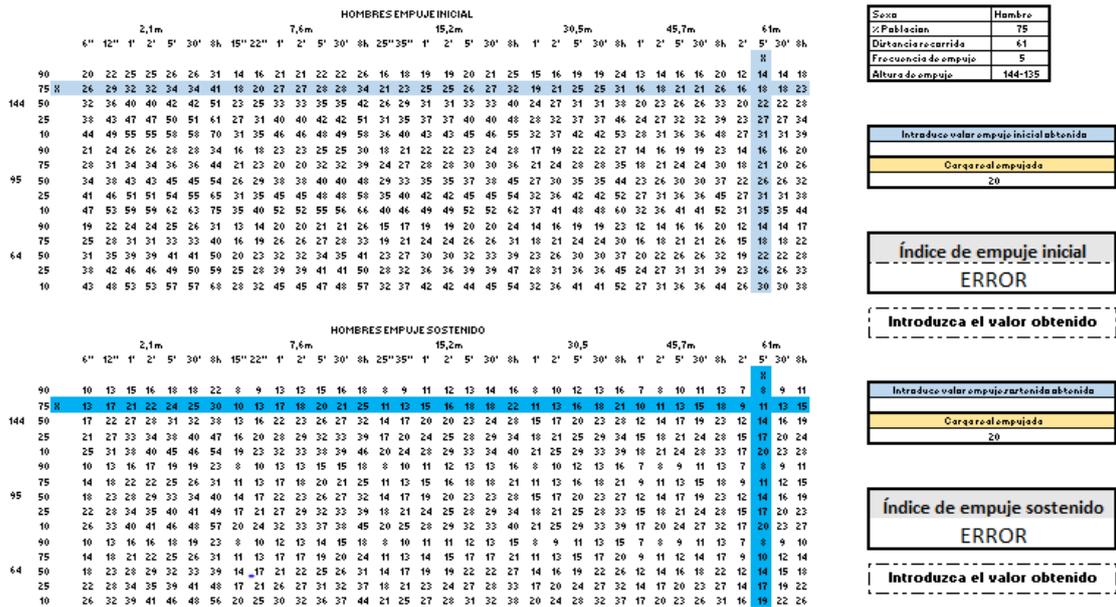


Figura 44. Resultado tablas empuje Excel.

Como podremos observar, en la tabla se ilumina el valor obtenido, que ha de ser introducido en las casillas de “Introducir valor de empuje inicial y sostenido obtenidos”, esto nos permitirá determinar los índices de empuje.

En este caso introduciremos los valores 18 y 11:

Sexo	Hombre
✓ Poblacion	75
Distancia recorrida	61
Frecuencia de empuje	5
Altura de empuje	144-135

Intruduce valor empuje inicial abtonida
18
Carqarealompujada
20

Índice de empuje inicial
1,1

Incremento moderado de riesgo

Intruduce valor empuje sostenida abtonida
11
Carqarealompujada
20

Índice de empuje sostenido
1,8

Incremento significativo de riesgo

Figura 45. Solucion Índice de empuje Excel.

Al igual que de forma teórica, los valores obtenidos son de 1,1 y 1,8, lo cual nos indica que la tarea conlleva posibles riesgos para los operarios si siguen empujando esa carga.

4.3.3. Arrastre de cargas

Lo primero que tendremos que hacer desde la pantalla inicial del método es seleccionar el botón "Consultar tablas de arrastre". Esto nos llevará a una pequeña introducción teórica al método.

TRANSPORTE DE ARRASTRE

En este método se estudia el **arrastre** de cargas que reposan sobre el suelo, como pueden ser transpaletas, carros u otros tipos de cargas. Estos movimientos también pueden presentar riesgos para la salud de los trabajadores, ya que implican grandes esfuerzos en la espalda

Se consideran los siguientes factores:

Fuerza máxima inicial: Corresponde con la fuerza necesaria inicial para poder vencer el rozamiento y acelerar el objeto con el fin de ponerlo en movimiento.

Fuerza sostenida: corresponde a la fuerza necesaria para desplazar la carga una vez se encuentra ya en movimiento.

Distancia recorrida con la carga: Se consideran varios niveles: 2'1,7'6,15'2,30'5 y 45'7 metros.

Altura de agarre: Se consideran 3 niveles dependiendo del sexo, si quisiéramos valores intermedios habría que extrapolar.

o Hombres: 64,95 y 144 cm

o Mujeres: 57,89 y 135 cm

Frecuencia de arrastre: reflejada en varios intervalos que permiten la interpolación de datos

Sexo del trabajador: hombre o mujer.

Porcentaje de población: dividido en percentiles que indican que porcentaje de población puede realizar el empuje/arrastre.



Figura 46. Transporte de arrastre Excel.

Si desplazamos la barra hacia abajo encontraremos el sencillo test que nos permite determinar los valores que deseamos obtener sobre las fuerzas de arrastre máximas (tanto inicial como sostenida).

Seleccione los valores de los diferentes parámetros para obtener las FUERZAS DE ARRASTRE MÁXIMAS ACEPTABLES

Sexo del operario

Hombre

Mujer

Porcentaje población

90%

75%

50%

25%

10%

Distancia

2.1m

15.2m

30.5m

45.7m

61m

Frecuencia por empuje

6s

12-15s

1min

2min

5min

30min

8h

Altura de empuje

144(H)-135(M)

95(H)-89(M)

64(H)-57(M)

Carga real arrastrada: 10

Obtener solución Consultar otra tabla

Figura 47. Test de arrastre Excel.

En nuestro caso el enunciado dice lo siguiente:

“Determinar el índice de arrastre inicial y sostenido de un operario de sexo femenino que recorre una distancia arrastrando una carga de 15 kg durante 2 m a una altura de 89 cm para que dicha tarea pueda realizarse por un percentil del 90%. Esta tarea se realiza 1 vez cada 1 minuto.”

Por tanto, en primer lugar, introduciremos la carga de 15 kg en la casilla correspondiente, después seleccionaremos: “Mujer”, “90%”, “2,1 m” (es la más parecida), “89cm” y “1min”. Una vez seleccionados los valores, hacemos click en el botón “Obtener solución”; esto nos permitirá obtener los resultados.

		MUJERES ARRASTRE INICIAL																																			
		2,1m				7,6m				15,2m				30,5				45,7m				61m															
		6"	12"	1'	2'	5'	30'	8h	15"	22"	1'	2'	5'	30'	8h	25"	35"	1'	2'	5'	30'	8h	1'	2'	5'	30'	8h	1'	2'	5'	30'	8h	1'	2'	5'	30'	8h
90	X	13	16	17	18	20	21	22	13	14	16	16	18	19	20	10	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	17	12	13	14	15	
75		16	19	20	21	24	25	26	16	17	19	19	21	22	24	12	14	16	16	18	19	20	14	16	17	18	20	14	16	17	18	20	14	15	16	18	
50		19	22	24	25	28	29	31	19	20	22	23	25	26	28	14	16	19	19	21	22	24	17	18	20	21	24	17	18	20	21	24	16	18	19	21	
25		21	25	28	29	32	33	35	21	26	25	26	29	30	32	16	19	21	22	25	26	27	19	21	23	24	27	19	21	23	24	27	19	20	22	25	
10		24	28	31	32	36	37	39	24	26	28	29	32	34	36	18	21	24	25	27	29	30	22	24	25	27	31	22	24	25	27	31	21	23	24	27	
90	X	14	16	18	19	21	22	23	14	15	16	17	19	20	21	10	12	14	14	16	17	19	13	14	15	16	18	13	14	15	16	18	13	14	15	16	
75		16	19	21	22	25	26	27	17	19	19	20	22	23	25	12	15	17	17	19	20	21	15	16	18	19	21	15	16	18	19	21	15	16	17	19	
50		19	23	25	26	29	30	32	19	21	23	24	26	27	29	14	17	19	20	22	23	25	18	19	21	22	25	19	21	22	25	19	21	22	25	19	
25		22	26	29	30	33	35	37	22	24	26	27	30	31	33	16	20	22	23	26	27	29	20	22	24	25	29	20	22	24	25	29	20	21	23	26	
10		25	29	32	33	37	39	41	25	27	29	30	33	35	37	18	22	25	26	29	30	23	25	26	28	32	23	25	26	28	32	22	24	25	29		
90		15	17	19	20	22	23	24	15	16	17	18	20	21	22	11	13	15	15	17	18	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17	19	13	14	15	17	
75		17	20	22	23	26	27	28	17	19	20	21	23	24	26	13	15	17	18	20	21	22	16	17	18	20	22	16	17	18	20	22	16	18	19	21	
50		20	24	26	27	30	32	33	20	22	24	25	28	29	30	15	18	20	21	23	24	26	18	20	22	23	26	18	20	22	23	26	18	19	21	23	
25		23	27	30	31	35	36	38	23	25	27	29	32	33	35	17	21	23	24	27	28	30	21	23	25	27	30	21	23	25	27	30	21	22	24	27	
10		26	31	34	35	39	40	43	26	28	31	32	35	37	39	19	23	26	27	30	31	33	24	26	28	30	34	24	26	28	30	34	23	25	27	30	

		MUJERES ARRASTRE SOSTENIDO																																			
		2,1m				7,6m				15,2m				30,5				45,7m				61m															
		6"	12"	1'	2'	5'	30'	8h	15"	22"	1'	2'	5'	30'	8h	25"	35"	1'	2'	5'	30'	8h	1'	2'	5'	30'	8h	1'	2'	5'	30'	8h	1'	2'	5'	30'	8h
90	X	6	9	10	10	11	12	15	7	8	9	9	10	11	13	6	7	7	8	8	9	11	6	7	7	8	10	6	6	7	7	9	5	5	5	7	
75		8	12	13	14	15	16	20	9	11	12	12	13	14	18	7	9	10	10	11	12	15	8	9	10	10	14	8	9	9	12	7	7	7	10		
50		10	16	17	18	19	21	25	12	13	15	16	17	18	22	9	11	13	13	14	15	19	11	12	13	17	10	11	11	12	16	8	9	9	12		
25		13	19	21	21	23	25	31	14	16	18	19	21	22	27	11	14	15	16	17	19	23	13	15	15	16	21	12	12	14	14	19	10	11	11	15	
10		15	22	24	25	27	29	36	16	19	21	22	24	26	32	13	16	18	19	20	22	27	15	17	17	18	25	14	15	16	17	23	12	13	13	17	
90	X	6	9	10	10	11	12	14	7	8	9	9	10	10	13	5	6	7	7	8	9	11	6	7	7	7	10	5	6	6	7	9	5	5	5	7	
75		8	12	13	13	15	16	19	9	10	11	12	13	14	17	7	8	10	10	11	12	14	8	9	9	10	13	7	8	9	12	6	7	7	9		
50		10	15	16	17	19	20	25	11	13	15	15	16	18	22	9	11	12	13	14	15	18	10	12	12	13	17	9	11	11	12	15	8	8	9	12	
25		12	18	20	21	23	24	30	14	16	18	18	20	22	27	11	13	15	15	17	18	22	14	15	15	15	21	11	13	13	14	19	10	10	11	15	
10		14	21	23	24	26	28	35	16	19	21	21	23	25	31	13	15	17	18	20	21	26	15	16	17	18	24	13	15	16	22	12	12	13	17		
90		5	8	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	10	12	5	6	7	7	7	8	10	6	6	6	6	7	9	5	6	6	8	4	5	5	6	
75		7	11	12	12	13	14	18	8	9	11	11	12	13	16	7	8	9	9	10	11	13	7	8	9	12	7	8	8	11	6	6	6	9			
50		9	14	15	16	18	23	10	12	13	14	15	16	20	8	10	11	12	13	14	17	9	11	11	12	16	9	10	10	11	14	8	8	8	11		
25		11	17	18	19	21	22	27	13	15	16	17	19	20	24	10	12	14	14	16	17	21	11	13	13	14	19	11	12	13	17	9	10	10	13		
10		13	20	21	22	24	26	32	15	17	19	20	22	23	28	12	14	16	16	18	19	24	13	15	16	22	12	14	14	15	20	11	11	12	16		

Figura 48. Solucion Tablas de arrastre Excel.

Como podremos observar, en la tabla se ilumina el valor obtenido, que ha de ser introducido en las casillas de “Introducir valor de arrastre inicial y sostenido”, esto nos permitirá determinar los índices de arrastre.

En este caso introduciremos los valores 18 y 10:

Sexo	Mujer
∅Poblacion	90
Distancia-carrida	2,1
Frecuencia de empuje	1
Altura de empuje	95-89

Intruduce valor arrastre inicial obtenida	18
Carga real arrastrada	15

Índice de arrastre inicial	0,8
----------------------------	-----

Riesgo tolerable

Intruduce valor arrastre inicial obtenida	10
Carga real arrastre	15

Índice de arrastre sostenido	1,5
------------------------------	-----

Incremento moderado de riesgo

Figura 49. Solucion Índice de arrastre Excel

Al igual que de forma teórica, los valores obtenidos son de 0,8 y 1,5, lo cual nos indica que la tarea conlleva riesgos tolerables durante el arrastre inicial mientras que se incrementa de manera moderada según se realiza el arrastre sostenido.

5. Manual del programador

5.1. NIOSH

Lo primero que necesitamos saber de este método es que cada factor que compone la ecuación se encuentra representado por una pestaña propia. Todas estas pestañas están ocultas y se van mostrando según las diferentes acciones realizadas por las macros; sin embargo, si seleccionamos “Mostrar” las pestañas podemos encontrarlas (figura 50).

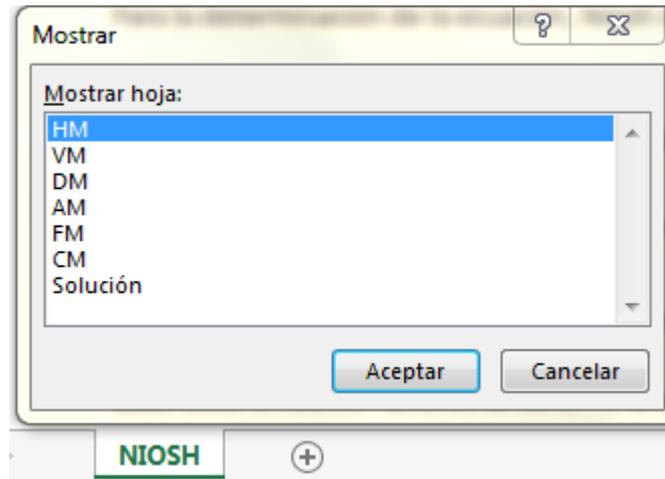


Figura 50. Macros NIOSH

El primer botón que encontraremos es el de “Comenzar test”, a este botón se le ha asignado la macro “a_HM”, la cual hace visible la pestaña “HM” la selecciona y selecciona la casilla A1 como origen. Con el fin de evitar incluir toda la codificación en basic de las macros, únicamente mostraremos “a_HM” a modo de ejemplo, a saber:

```
“Sheets(“NIOSH”).Select
```

```
Sheets(“HM”).Visible = True
```

```
Sheets(“HM”).Select
```

```
Range(“a1”).Select”
```

Programación en HM

En la pestaña HM por defecto estará seleccionada la opción “Si” y nos permitirá introducir el valor de “H” y dando a “Calcular HM” se utilizará la macro “HM_v_ok” que lo que hará será calcular en la celda K11 el valor de HM en función de H, que sería calculado en caso de no conocerse.

En caso de seleccionar que NO conocemos “H” lo que pasará es que la macro “HM_v” borrará la casilla para introducir “H” y lo sustituirá por la siguiente figura. Ocurriendo el caso opuesto si seleccionamos “Si” tras estar seleccionado “No”. El botón “Si” se encuentra linkado a la macro “HM_h” que borraría lo mostrado en la figura 51 y lo sustituiría con una celda para introducir el valor conocido de “H”

Introduzca v	
Introduzca w	

*En la figura se puede observar a qué corresponde "w" y "v"

Si $V < 25 \rightarrow H = 25 + w/2$
 Si $V \geq 25 \rightarrow H = 20 + w/2$

Calcular HM

Figura 51. Macro "HM"

Una vez se ha calculado "HM", la macro "**a_VM**" hará visible la pestaña "VM".

Programación en VM

En esta pestaña podemos encontrar 2 macros:

- "**VM**": se encarga de escribir en J10:K10 el valor de VM a través de la fórmula:

`"SI(H10="" ; "" ; SI(H10 >= 175 ; 0 ; 1 - 0,003 * ABS(H10 - 75)))"`

En esta fórmula se define que si V es mayor de 175 cm el valor deberá ser 0, mientras que si esto no ocurre calculará la fórmula usada en el método para calcular VM.

- "**a_DM**" esta macro asignada al botón "siguiente variable", por tanto, al hacer click en dicho botón, se hará visible la pestaña DM y nos llevará a ella.

Programación en DM

Una vez en la pestaña "DM" encontraremos 2 macros similares a las de la pestaña anterior:

- "**DM**": se encarga de escribir en J10:K10 el valor de DM a través de la fórmula:

`"SI(O(H10="" ; H11="" ; "" ; SI(ABS(H10 - H11) >= 175 ; "D no puede ser mayor de 175cm" ; SI(ABS(H10 - H11) <= 25 ; 1 ; SI((0,82 + (4,5 / ABS(H10 - H11))) > 1 ; 1 ; (0,82 + (4,5 / ABS(H10 - H11))))))"`

En esta fórmula se define que:

- Si los valores de altura inicial y/o altura final se encuentran en blanco, DM estará en blanco.
- Si la diferencia entre dichos valores es mayor de 175 cm muestra un mensaje que dice "D no puede ser mayor de 175cm".
- En caso de que esta diferencia sea menor o igual a 25, asignará el valor 1 a DM.
- Si no se dan ninguna de las condiciones anteriores se utilizará la propia fórmula del método.
- "**a_AM**" esta macro asignada al botón "siguiente variable" hará visible la pestaña AM y nos llevará a ella.

Programación en AM

En AM nos encontraremos las siguientes macros:

- “**AM**”: se encarga de escribir en H12:H13 el valor de AM a través de la fórmula:

“SI(E13="";"";SI(E13>=135;0;1-(0,0032*E13)))”

En esta fórmula se define que:

- Si el valor de A no ha sido introducido, no habrá valor para AM
 - Si el valor de A es mayor de 135, AM será 0.
 - Si no se dan ninguna de las condiciones anteriores se utilizará la propia formula del método.
- “**a_FM**” esta macro asignada al botón “siguiente variable” hará visible la pestaña FM y nos llevará a ella.

Programación en FM

En la pestaña FM podremos observar una tabla con diferentes preguntas:

Tiempo de recuperación		Frecuencia	Duración corta		Duración moderada		Duración larga	
menos 1,2 veces el tiempo de trabajo		elev/min	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75
menos 0,3 veces el tiempo de trabajo		< 0,2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85
-		0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81
Duración		1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75
○ Corta		2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65
● Moderada		3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55
○ Larga		4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45
Altura de carga		5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35
● V>75		6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27
○ V<75		7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22
Elevaciones/minuto		8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18
○ <0,2 ○ 5 ● 11		9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15
○ 0,5 ○ 6 ○ 12		10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13
○ 1 ○ 7 ○ 13		11	0,41	0,41	0	0,23	0	0
○ 2 ○ 8 ○ 14		12	0,37	0,37	0	0,21	0	0
○ 3 ○ 9 ○ 15		13	0	0,34	0	0	0	0
○ 4 ○ 10 ○ >15		14	0	0,31	0	0	0	0
Calcular FM		15	0	0,28	0	0	0	0
Siguiente variable		> 15	0	0	0	0	0	0

Figura 52. Preguntas sobre FM Macros.

Las columnas “P” y “Q” a pesar de parecer en blanco, contienen valores que se podrán hacer visibles si los ponemos en letra de color negro:

	I	J	K	L	M	N	O	P	Q
Frecuencia	Duración corta		Duración moderada		Duración larga				
elev/min	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75			
<0,2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85	0,95	0,95	
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81	0,92	0,92	
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75	0,88	0,88	
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65	0,84	0,84	
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55	0,79	0,79	
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45	0,72	0,72	
5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,6	0,6	
6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27	0,5	0,5	
7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22	0,42	0,42	
8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18	0,35	0,35	
9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15	0,3	0,3	
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13	0,26	0,26	
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0	0	0,23	
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0	0	0,21	
13	0	0,34	0	0	0	0	0	0	
14	0	0,31	0	0	0	0	0	0	
15	0	0,28	0	0	0	0	0	0	
>15	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 53. Columnas P y Q a color.

Estos valores varían en función de nuestra selección en el test.

- La primera pregunta sobre la duración estará linkada a las macros “*FM_c*” (duración corta) “*FM_m*” (duración moderada) y “*FM_l*” (duración larga). Estas macros lo que harán será copiar en P y Q todos los valores de la duración seleccionada (tanto para V<75 como para V>75).
- La segunda pregunta está relacionada con las macros “*FM_mayor*” y “*FM_menor*” las cuales cogerán y pegarán en R la columna P o Q dependiendo de si es mayor o menor; de esta forma vamos acotando el resultado.
- La tercera y última pregunta está relacionada con todas las macros denominadas “*FM_1*”, “*FM_2*”, etc... que lo que hacen es seleccionar en la celda S10 el valor seleccionado de la frecuencia entre los valores de la columna R. Si ponemos las letras en color negro podemos observar el proceso:

Frecuencia	Duración corta		Duración moderada		Duración larga					0,41
	elev/min	V<75	V>75	V<75	V>75	V<75	V>75			
<0,2	1	1	0,95	0,95	0,85	0,85	1	1	1	
0,5	0,97	0,97	0,92	0,92	0,81	0,81	0,97	0,97	0,97	
1	0,94	0,94	0,88	0,88	0,75	0,75	0,94	0,94	0,94	
2	0,91	0,91	0,84	0,84	0,65	0,65	0,91	0,91	0,91	
3	0,88	0,88	0,79	0,79	0,55	0,55	0,88	0,88	0,88	
4	0,84	0,84	0,72	0,72	0,45	0,45	0,84	0,84	0,84	
5	0,8	0,8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,8	0,8	0,8	
6	0,75	0,75	0,5	0,5	0,27	0,27	0,75	0,75	0,75	
7	0,7	0,7	0,42	0,42	0,22	0,22	0,7	0,7	0,7	
8	0,6	0,6	0,35	0,35	0,18	0,18	0,6	0,6	0,6	
9	0,52	0,52	0,3	0,3	0	0,15	0,52	0,52	0,52	
10	0,45	0,45	0,26	0,26	0	0,13	0,45	0,45	0,45	
11	0,41	0,41	0	0,23	0	0	0,41	0,41	0,41	
12	0,37	0,37	0	0,21	0	0	0,37	0,37	0,37	
13	0	0,34	0	0	0	0	0	0,34	0,34	
14	0	0,31	0	0	0	0	0	0,31	0,31	
15	0	0,28	0	0	0	0	0	0,28	0,28	
>15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 54. Macros de frecuencia.

En este caso podemos observar que se ha código duración corta con V>75 y frecuencia 11.

Como las columnas a partir de "P" tienen letra de color blanco, ese resultado de S10 no se muestra hasta que apretamos el botón "Calcular FM" que está relacionado con la macro "FM_R" que muestra en E28:F28 el resultado obtenido (sin mostrar las columnas anteriormente mencionadas).

A continuación, al pulsar el botón de siguiente variable, se utilizará la macro "A_cm" de funcionamiento similar a las anteriores de este tipo, es decir, mostrando la pestaña CM.

Programación en CM

Esta pestaña tiene un funcionamiento similar a la anterior, es decir, va acotando los resultados de la tabla. En la columna G y H oculta, mediante letra de color blanco los valores que se han seleccionado a través de las diferentes preguntas:

	V<75	V>75		
Agarre bueno	1	1	1	0,95
Agarre regular	0,95	1	0,95	
Agarre malo	0,9	0,9	0,9	

Figura 55. Macros de agarre.

En este caso se puede observar que se ha seleccionado "V<75" y "agarre regular".

La macro "CM_mayor" y "CM_menor" se encargan de copiar y pegar los valores en la columna G dependiendo de si V<75 o V>75.

A continuación "CM_b" (agarre bueno), "CM_r" (agarre regular) y "CM_m" (agarre malo) introducen en la casilla H19 el valor en función del agarre y de la columna anterior (linkada a la pregunta).

Al igual que en el factor anterior, y como he mencionado anteriormente, estos valores están en color blanco para que no se vea el proceso. A través de la macro "CM" se escribirá en O6:P6 el valor obtenido en H19 así como se le aplicará un formato.

A través de la macro "A_sol" haremos visible la pestaña solución.

Programación en SOL

En esta pestaña podemos observar todos los valores obtenidos de los factores:

LC=	25	
HM=	0	Modificar HM
VM=	0	Modificar VM
DM=	0	Modificar DM
AM=	0	Modificar AM
FM=	0,41	Modificar FM
CM=	0,95	Modificar CM

Figura 56. Modificación de parámetros Macro

A su lado encontraremos unos botones cada uno relacionados con las macros "A_xx" (por ejemplo "A_HM") que harían visible esta pestaña y nos llevarían a ella. En este caso ya están visibles, por lo que Excel obvia esa parte y solo nos conduce a ellas.

Los valores se pondrán en rojo si son igual a 0 para que llame la atención del usuario, dando a entender que ese factor es el que afecta negativamente a la ecuación.

En la mayoría de casos los valores están determinado por una formula que dice que, si el valor en la pestaña correspondiente está en blanco, aquí también lo estará, si no, tendrá el valor correspondiente. Sin embargo, el parámetro DM podría mostrar la opción que dice que la distancia no puede ser mayor de 175 cm, por esto se usa la función IZQUIERDA que determina que si la primera letra es una "D" el valor ha de ser 0 (dado que es la frase que indica que el valor no es posible).

A la derecha podemos hallar el índice de levantamiento:

Índice de levantamiento

Carga real	10
RWL	0,00

Figura 57. Índice de levantamiento NIOSH Excel Macro

El valor de RWL lo coge directamente de la formula de la misma pestaña en la que lo calcula, mientras que el valor de la carga real ha de ser introducida por el usuario. Una vez introducidos podemos pulsar el botón "Calcular IL" relacionado con la macro "IL" que indica en las filas de abajo si el valor supone un riesgo tolerable, con incremento moderado de riesgo o con incremento significativo de riesgo.

Esto se calcula a través de la siguiente formula:

"Si((P8/P9)<=1;"Riesgo limitado";Si(Y((P8/P9)>1;(P8/P9)<1,6);"Incremento de riesgo moderado";"Incremento acusado del riesgo"))"

Esta fórmula es básicamente el criterio descrito de forma teórica.

En base a este resultado, se indicará en la celda de abajo que se ha de hacer.

Índice de levantamiento

Carga real	10
RWL	12,00

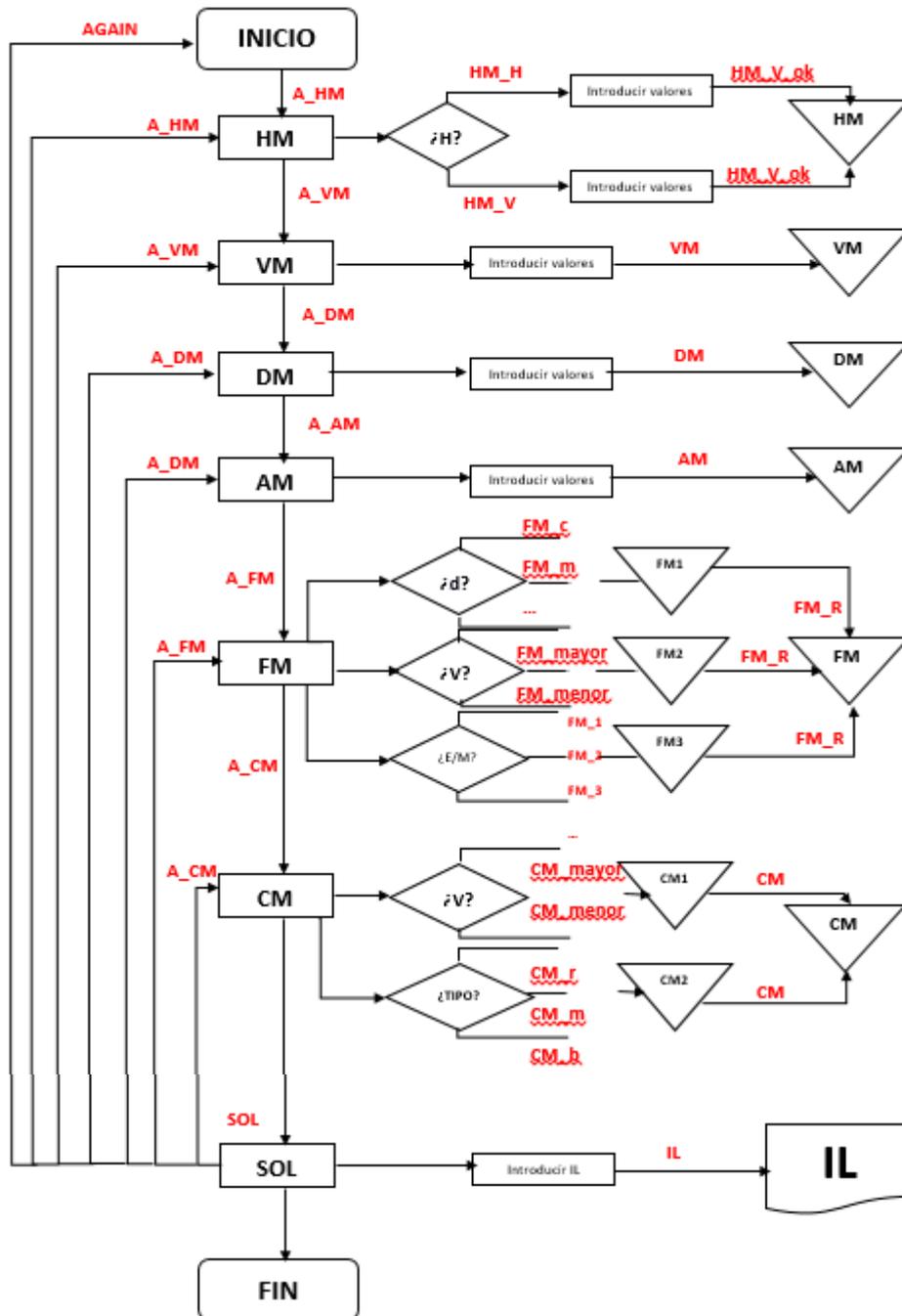
Riesgo limitado
Los trabajadores no deberían tener problemas en realizar la tarea

Figura 58. Macro Solución IL Excel.

Una vez tenemos todos los valores hallados podemos reiniciar el test a través del botón correspondiente. Este está relacionado con la macro "AGAIN" que lo que hace es ir pestaña por pestaña eliminando valores obtenidos y ocultando las mismas, después nos llevara a la pestaña inicial como si el test no se hubiera realizado con anterioridad.

DIAGRAMA

A modo de esquema podemos observar como se comunican las macros entre sí de forma aproximada, ya que el tamaño del diagrama y su complejidad se encuentran fuera de contexto dado el objetivo de representarlo de forma simple y comprensible.



5.2. GINSHT

Según abramos el Excel encontraremos 2 botones, “Empezar test” relacionado con la macro “**Empezar**” y el botón “¿Cómo se obtienen los valores?” relacionado con la macro “**Informacion**”.

La macro “**Informacion**” lo que hará será transportarnos a la parte del Excel en la que se explica cada parámetro del método y los posibles valores en tablas. Esto se hace únicamente mediante un scroll-row que nos posiciona de forma que la primera celda visible es la que nosotros indiquemos. En este caso, “ActiveWindow.ScrollRow = 66”.

En esta parte lo único que hay son tablas sin referenciar y explicaciones teóricas, sin carga de programación. Por otro lado, la macro “**Empezar**” lo que hace es transportarnos al test mediante otro scroll-row, en este caso “ActiveWindow.ScrollRow = 19”.

Una vez posicionados en el test, es de suma importancia que se rellene el cuadro correspondiente a la carga real, representado en la siguiente imagen, dado que es el valor que compara para establecer el ratio sobre la gravedad del riesgo.

Peso real de la carga (kg) (Introduzca el peso real indicando los decimales con coma)	
---	--

Figura 59. Peso real de la carga GINSHT.

En este test, todas las preguntas están relacionadas con las macros en función del número de pregunta, por ejemplo, la primera pregunta está relacionada con la macro “**T1a**”, “**T1b**”... mientras que la segunda pregunta se relaciona con las macros “**T2a**”, “**T2b**”...

PESO TEÓRICO

La primera pregunta que podemos encontrar es sobre la altura a la que se transporta la carga y las macros relacionadas con dicha pregunta son “**T1a**”, “**T1b**”, “**T1c**” ... Estas macros lo que hacen es escribir en las casillas B43 y C43 los posibles valores que tomaría el factor en función de la opción escogida. Por ejemplo, si se ha escogido “a la altura de la vista” podemos observar en la tabla que los valores son 13 y 7 dependiendo de la siguiente pregunta:

Peso teórico (Kg)	Cerca del cuerpo	Lejos del cuerpo
Altura de la vista	13	7
Encima del codo	19	11
Debajo del codo	25	13
Altura del muslo	20	12
Altura de la pantorrilla	14	8

Figura 60. Tabla peso teórico Excel.

Por lo que escribe en dichas casillas los posibles valores:

¿A qué altura se transporta la carga?

- A la altura de la vista
- Por encima del codo
- Por debajo del codo
- A la altura del muslo
- A la altura de la pantorrilla

13 7

Figura 61. Macros T1

Cabe destacar que estos valores están en color blanco por lo que no se ven a menos que les cambies el color de la fuente.

La siguiente pregunta, relacionada con la anterior, y linkada a las macros “T1a”, “T1b” ... lo que hace es seleccionar una de las celdas B43 y C43 (las de valor determinado en la pregunta anterior) en función de la opción seleccionada y copiarla en la celda G43.

Por ejemplo, si hemos escogido anteriormente la opción de “altura de la vista” y ahora seleccionamos “cerca del cuerpo”, según la tabla anterior el valor es de 13 kg.

¿A qué altura se transporta la carga?

- A la altura de la vista
- Por encima del codo
- Por debajo del codo
- A la altura del muslo
- A la altura de la pantorrilla

13 7

¿A qué distancia de cuerpo se transporta la carga?

- Cerca del cuerpo
- Lejos del cuerpo

13

Figura 62. Macros T2

Por tanto, a través de estas 2 preguntas se obtiene el peso teórico.

FACTOR DE PROTECCIÓN

La siguiente pregunta se encuentra linkada a las macros “T3a”, “T3b” y “T3c”. El funcionamiento es igual que el de las preguntas anteriores, coge de la tabla el posible valor del factor y lo muestra en la celda L43.

Nivel de protección	% Población protegida	Factor de corrección
Trabajador entrenado	Trabajadores especializados	1,6
General	85	1
Alto	95	0,6

Figura 63. FP Macros

¿Qué nivel de protección se desea alcanzar?

Protección a nivel general

Protección alta

Operarios especialmente cualificados

Figura 64. Macros T3.

FACTOR DE DISTANCIA VERTICAL

La 4ª pregunta, relacionada con las macros "T4a", "T4b", etc... funciona como el resto de preguntas, copiando en una celda con letra en color blanco, concretamente en la P43, el valor de la tabla en función de la opción escogida.

¿Qué desplazamiento vertical realiza la carga?

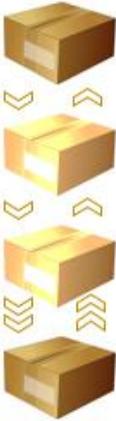
Hasta 25 cm

Hasta 50 cm

Hasta 100 cm

Hasta 175cm

Más de 175cm



Hasta 25 cm	1
Hasta 50 cm	0,91
Hasta 100 cm	0,87
Hasta 175 cm	0,84
Más de 175 cm	0

Figura 65. Macros T4.

FACTOR DE GIRO

La 5ª pregunta relacionada con las macros "T5a", "T5b", etc... escribe en E49 el valor de la tabla correspondiente a la opción escogida.

¿Se gira el tronco respecto a la línea de unión de los tobillos?

Sin giro

Hasta 30°

Hasta 60°

Hasta 90°



Linea que une los hombros

Giro del tronco

Linea que une los tobillos

Sin giro	1
Hasta 30°	0,9
Hasta 60°	0,8
Hasta 90°	0,7

Figura 66. Macros T5

FACTOR DE AGARRE

La 6ª pregunta relacionada con las macros "T6a", "T6b" y "T6c" escribe el valor de la tabla en G52 en función de la opción escogida.

¿Cómo es el agarre de la carga?

Con asas o agarraderas de tamaño adecuado y bien diseñadas

Con asas o agarraderas de tamaño o forma inadecuada. También fuerzan a la sujeción de la caja flexionando los dedos a 90° por debajo de la carga

Sin asas, mal diseñados y que no permitan la flexión de los dedos



Figura 67. Macros T6

FACTOR DE FRECUENCIA

Este factor se encuentra determinado por las 2 últimas preguntas, y funciona de manera similar a la forma de hallar el peso teórico, ya que necesita dos inputs para determinar el valor de la tabla.

Relacionadas con las macros “**T7x**” y “**T8x**” (siendo X la letra según la opción que se escoja), estas preguntas lo que hacen es copiar los valores de la tabla desde N48 a N53 y mediante la segunda pregunta elige de las anteriores el valor final.

	< 1 hora al día	Entre 1 y 2h al día	Entre 2 y 8h al día
1 cada 5 minutos	1	0,95	0,85
1 cada minuto	0,94	0,88	0,75
4 cada minuto	0,84	0,72	0,45
9 cada minuto	0,52	0,3	0
12 cada minuto	0,37	0	0
Más de 15 cada minuto	0	0	0

Figura 68. Tablas de frecuencia para Macro

Si escogiéramos “entre 1 y 2 h al día” y “1 cada minuto”, podemos observar los valores que toman las preguntas.

¿Durante cuántas horas se realiza esta acción?

- Menos de una hora al día 0,95
- Entre una y dos horas al día 0,88
- Entre dos y ocho horas al día 0,72
- Entre dos y ocho horas al día 0,3
- Entre dos y ocho horas al día 0
- Entre dos y ocho horas al día 0

¿Y con qué frecuencia?

- 1 cada 5 minutos 0,88
- 1 cada minuto
- 4 cada minuto
- 9 cada minuto
- 12 cada minuto
- Más de 15 cada minuto

FINALIZAR TEST/
RECALCULAR

Figura 69. Macros T7 y T8

PESO ACEPTABLE

A través del botón mostrado en la anterior imagen, “Finalizar test/Recalcular”, el cual está linkado a la macro “**RESULTADO**”, se creará una nueva pestaña en la que se mostrará la solución.

La macro escribirá el peso real introducido, multiplicará los factores determinados por las preguntas (hallando así el peso aceptable) y hallará el ratio obtenido. Además, la siguiente casilla comparará ambos valores y determinará si el riesgo es o no tolerable en función de quien de los dos sea mayor.

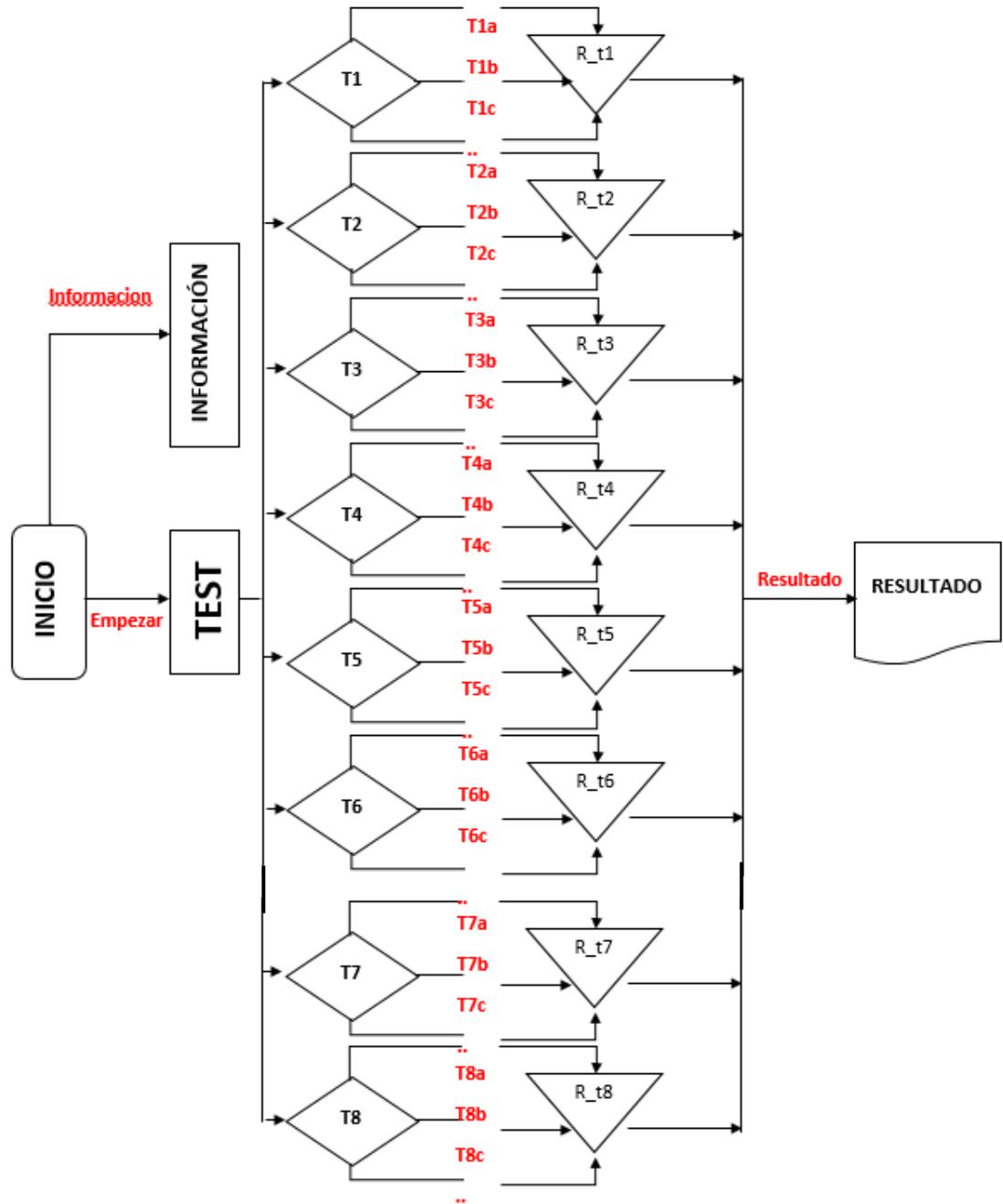
Una vez determinado si el riesgo es o no tolerable, en la casilla de debajo escribirá las posibles acciones a tomar.

PESO REAL	15
PESO ACEPTABLE	9,36936
RIESGO	NO TOLERABLE
MEDIDAS CORRECTIVAS	<p>Disminución del peso real</p> <p>Revisión de las condiciones cuyos factores de corrección sean menor que 1</p> <p>Mecanizar operacioens</p> <p>Reducir distancia de movimiento de la carga</p> <p>Disminuir peso de la carga</p> <p>Mejorar entorno de trabajo</p> <p>Reorganizar trabajo</p>

Figura 70. Macro Resultado GINSHT.

DIAGRAMA

En el diagrama siguiente se puede observar como se interrelacionan las macros entre sí:



Como podemos observar, el valor se determina mediante el coloreado de la línea de forma visual, lo cual ayuda a la comprensión del funcionamiento de la tabla.

Estos formatos condicionales se consiguen mediante fórmulas que escriben una "X" en la fila 52 y en la columna "K" en función de si los parámetros son los correctos. Esta "X" está en color amarillo por lo que cuando se cumplen las condiciones no se puede observar (debido al formato). Un ejemplo de condicional es el siguiente: "SI(Y(AC52="Transporte cada 2,1m";AC53="Hombre";AC54="6-10s");"X";"")".

Una vez la tabla nos muestra el valor obtenido, si queremos hallar el índice de levantamiento tendremos que introducir en las casillas correspondientes el valor obtenido, así como la carga real, una vez introducidos pulsaremos el botón "calcular índice de levantamiento", relacionado con la macro "IL" esto calculará el ratio y nos dirá como es el riesgo en función de los criterios descritos en la parte teórica.

Introducir valor obtenido	54
Introducir carga real	30
Calcular Índice de levantamiento	
Índice de levantamiento	0,56
RIESGO LIMITADO	
No hay problemas para realizar el levantamiento	

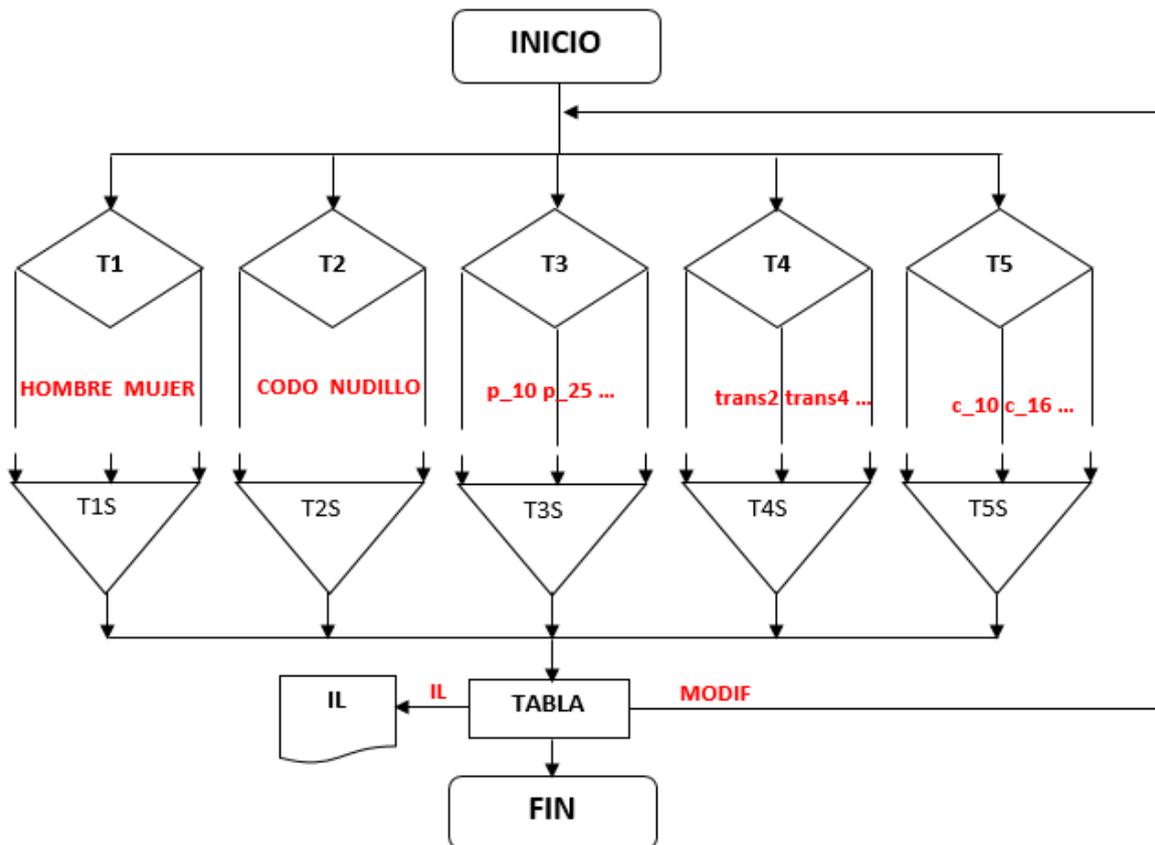
Figura 73. Macro IL.

Si deseamos modificar un parámetro, a través del botón "Modificar parámetros" linkado a la macro "modif", se borrarán los posibles valores del índice de levantamiento, así como su formato, y se ocultarán las filas de la tabla. Pulsando otra vez "Finalizar test" obtendremos los nuevos resultados una vez modificadas las opciones.

Si por el contrario deseamos utilizar otra tabla podemos utilizar el botón "Consultar otra tabla", el cual está relacionado con la macro "A_DEFT". Esta macro oculta la pestaña "TABLA DE TRANSPORTE" y nos lleva al menú principal.

DIAGRAMA

A continuación podemos observar en el siguiente diagrama la relación entre las diferentes macros:



5.3.2. TABLA DE EMPUJE

Para llegar a las tablas de transporte es necesario utilizar el botón de la pestaña principal linkado a la macro "**Aempuje**" la cual hace visible la pestaña "TABLAS EMPUJE".

Al igual que las tablas de transporte este método funciona a través de unas tablas (en este caso 4) en las que se ilumina la opción correspondiente a través de unas "X" en las filas y columnas deseadas.

- La primera pregunta corresponde al sexo del operario, y se encuentra relacionada con las macros "**E_sexH**" y "**E_sexM**" que lo que hacen es hacer visibles las tablas del sexo seleccionado y ocultar las otras, para facilitar la comprensión del resultado. Aparte, estas macros escriben en la celda AS37 el valor de "Hombre" o "Mujer". Como la fila 37 solo se muestra si se ha seleccionado la opción "Hombre", la celda AS82 contiene la fórmula "**=AS37**" para no tener que duplicar el trabajo. Estas macros contienen un scroll-row a línea número 9 para continuar con el test sin tener que desplazarnos por el Excel.
- La segunda pregunta está relacionada con las macros "**E_por10**,"**E_por25**", etc... las cuales escriben en AS38 el porcentaje seleccionado. Al igual que en la primera pregunta, la fila 38 solo es visible si la opción ha sido "Hombre" por lo que la celda AS83 contiene la fórmula "**=AS38**". Estas macros hacen un scroll-row a la línea 9 al igual que el resto de macros del test.
- La tercera pregunta está relacionada con las macros "**E_dis2**,"**E_dis15**", etc... Estas macros escriben en AS39 (y AS84 en caso de las mujeres) el valor de la distancia de empuje.

- La cuarta pregunta está relacionada con las macros “E_freq1”, “E_freq12”, etc... Dichas macros escriben en la celda AS40 (y AS85) el valor de la frecuencia.
- La quinta pregunta corresponde a las macros “E_alt64”, “E_alt95” y “E_alt144”, las cuales escriben en AS41 (y AS86) el valor de las alturas de empuje.

Una vez seleccionadas las diferentes opciones de las preguntas se deberá pulsar el botón “Obtener solución” relacionado con la macro “E_SOL” la cual pone el zoom al 50% y hace un scroll-row a la línea 36. Esto permite ver la totalidad de las tablas del sexo seleccionado, tanto la de empuje inicial como la de empuje sostenido.

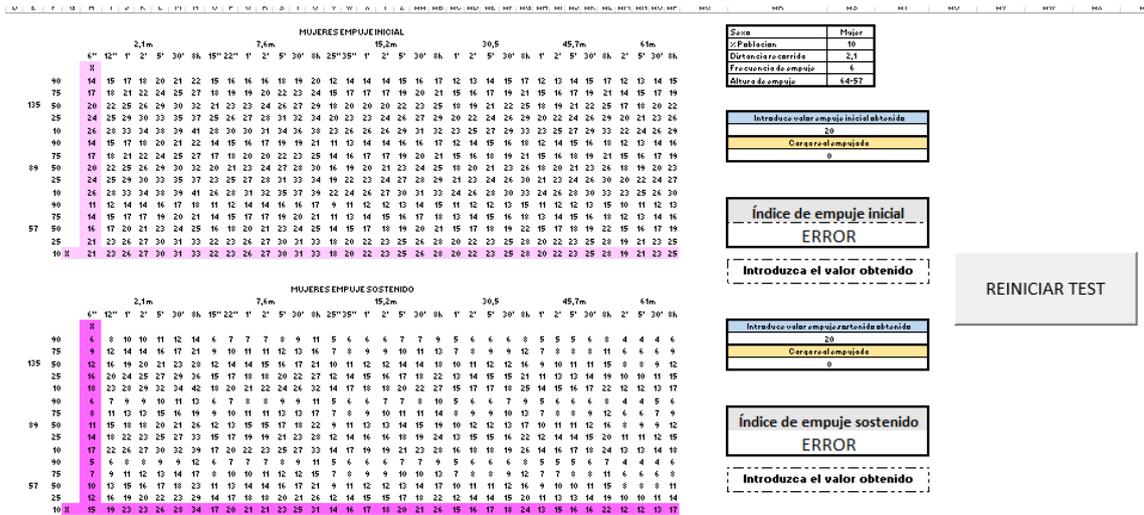


Figura 74. Macro E_SOL

Como se ha comentado anteriormente, las columnas y filas se colorean mediante condicionales en función de los parámetros que se hayan seleccionado. Se escribe una “X” en función de si cumple las condiciones o no, lo cual hace que el formato condicional salte.

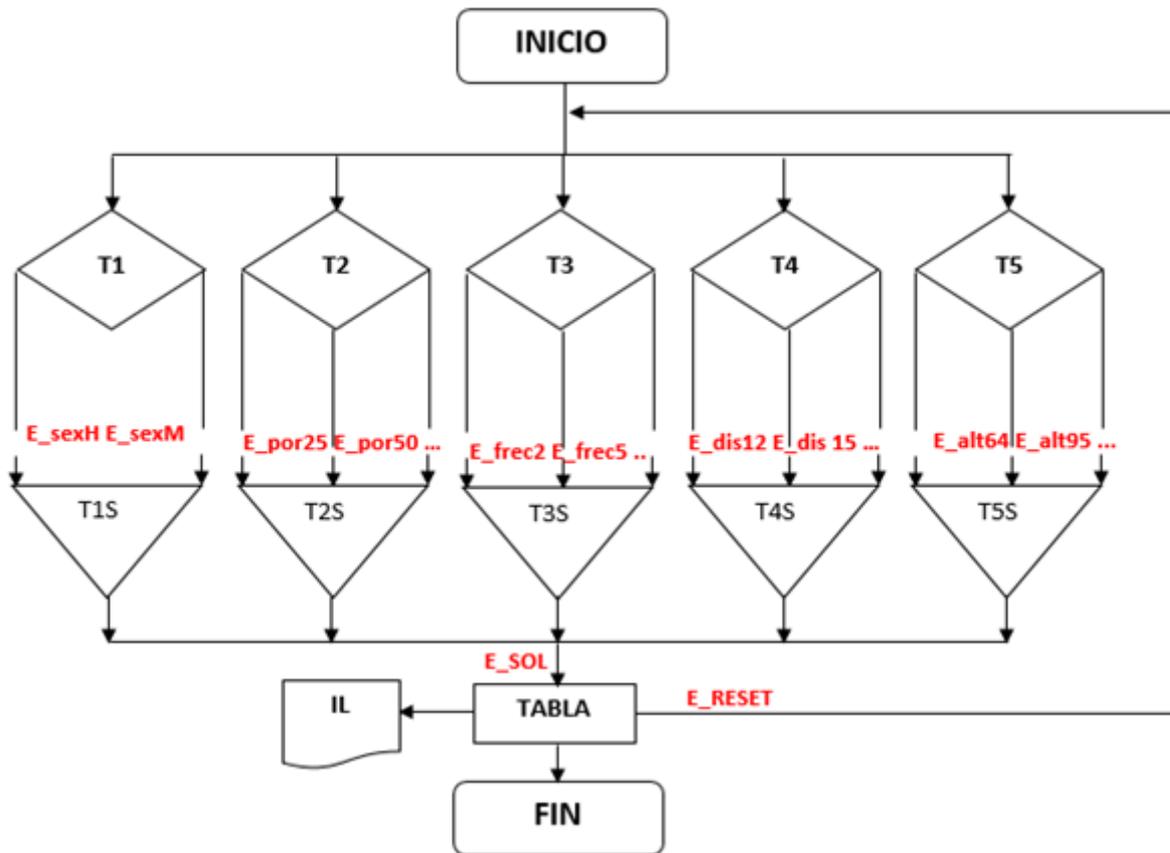
Si los valores seleccionados en frecuencia son más pequeños que el menor valor que haya, el condicional contará como si hubiéramos seleccionado el menor valor posible. Por ejemplo, si el menor valor es 1 minuto y seleccionamos 15 segundos, la tabla contará como que hubieras seleccionado 1 minuto, dado que es el valor que más se asemeja.

La carga real ha de ser introducido en el test de forma manual en la casilla AJ22. Las casillas AR48, AR65, AR92, AR109=AJ22.

Una vez se introduzca también los valores obtenidos en la tabla se mostrará el ratio de la tolerancia del riesgo, es decir el índice de empuje, así como si el riesgo es tolerable o supone incrementos de riesgo.

DIAGRAMA

El diagrama de esta tabla es el mismo que el de la de arrastre y las macros solo cambian la letra inicial E (empuje) por A (arrastre). Por tanto el diagrama siguiente es valido para ambas tablas:



5.3.3. TABLAS DE ARRASTRE

Para llegar a ellas usaremos el botón “Consultar tablas de arrastre” relacionada con la macro “**Aarrastre**” la cual hace visible la pestaña “TABLAS ARRASTRE”.

Esta pestaña es una copia de la pestaña “TABLAS EMPUJE”, solo varía:

El botón de “consultar otra tabla” que se relaciona con la macro “**A_DEFA**”, la cual oculta la pestaña de “TABLAS ARRASTRE”

Los propios valores de las tablas (no son los mismos valores en empuje y arrastre).

Los formatos de condicionales de colores en las tablas. Se han puesto diferentes formatos para hacerlo visualmente diferente.

Al ser las macros las mismas, si cambias una de ellas para una pestaña, también lo hará para la otra.

Si existen dudas sobre el funcionamiento de esta tabla, consultar la sección anterior.

6. Estudio Económico

Coste de implantación del proyecto

En este proyecto se ha realizado la implementación de Microsoft Excel para los métodos de ayuda al análisis ergonómico de los puestos de trabajo, enfocándose en la Manipulación Manual de Carga. Para una mejor comprensión se ha desarrollado una amplia introducción de dichos métodos, así como la ayuda de manuales para programador y usuario.

Se trata por tanto de un proyecto de implementación de métodos ergonómicos para la Manipulación Manual de Carga en Microsoft Excel y al evaluar los costes de implantación, no hará falta considerar un coste elevado de nuevos equipos, ni de locales, sino el coste de los recursos, tanto de tiempo como el capital humano empleado en el diseño y elaboración de cada una de las fases de desarrollo del proyecto. Nuestro proyecto es de una implantación sencilla por lo que no incurre en gastos sustanciales como la mayoría de los proyectos industriales.

En la gestión de este proyecto se ha puesto de suma importancia el interés por el cuidado de la salud y bienestar de los trabajadores, enfocándose en la ergonomía de los puestos de trabajo y en especial la Manipulación Manual de Carga. Un apartado muy importante es la gestión de presupuesto, por lo que se expondrán los principales aspectos a tener en cuenta, así como una breve exposición del personal que intervendrá en el desarrollo del mismo.

Personal que interviene en el proyecto.

El presente trabajo de fin de master está confeccionado por dos personas, pero el personal que habitualmente arbitran en la realización de un proyecto de este tipo pueden ser clasificadas según los siguientes roles:

- Director
- Analista de los métodos
- Encargado de implantar los métodos
- Auxiliar administrativo.

Para determinar la importancia y roles que ocupa el personal antes mencionado, se hace una breve descripción del papel que juega cada uno de ellos en el proyecto.

El director/coordinador, como su nombre lo indica, es el responsable de la puesta en marcha del proyecto, su planificación y encargado de validar el presupuesto económico. Gestiona los recursos, el control de los gastos y el liderazgo del equipo, orientándolos hacia la satisfacción de la meta. Como gestor, es responsable de asegurar que todos los integrantes del equipo conozcan su rol y sepan ejecutarlo, cuentan con los medios disponibles para hacerlo y con la información necesaria para comprender el alcance y limitaciones de cada tarea y actividad en la que intervendrán de forma activa. Por último, realizará la validación final del proyecto, antes de ser entregado al cliente.

Analista de los métodos: Debe ser una persona que tenga conocimientos sobre Ergonomía, Manipulación Manual de Carga y métodos de evaluación de riesgos ergonómicos, debido a que es el encargado de buscar la documentación necesaria para la fundamentación del proyecto, analizar y seleccionar los métodos a implementar en Microsoft Excel, realizando un diagnóstico general de ellos, conociendo el alcance de cada método y sus limitaciones, también se encargara de verificarlos una vez programados en Microsoft Excel para rectificar posibles errores conceptuales y ayudar al auxiliar administrativo a realizar la memoria en los apartados que requieran su tutoría.

Encargado de implantar los métodos: Por lo general tiene que ser un informático o tener grandes conocimientos sobre Microsoft Excel, puesto que es el responsable de realizar y verificar la programación de los métodos. Tiene que trabajar en conjunto con el analista ya que las especificaciones técnicas y la revisión de

los métodos son funciones del analista. Por último, tiene que realizar el manual de usuario y del programador junto con el auxiliar administrativo.

Por último, se encuentra el **auxiliar administrativo**, que tendrá labores administrativas, se encarga de realizar la memoria, requiere la ayuda de cada responsable, puesto que sus funciones se ven limitadas a redactar los estudios realizados.

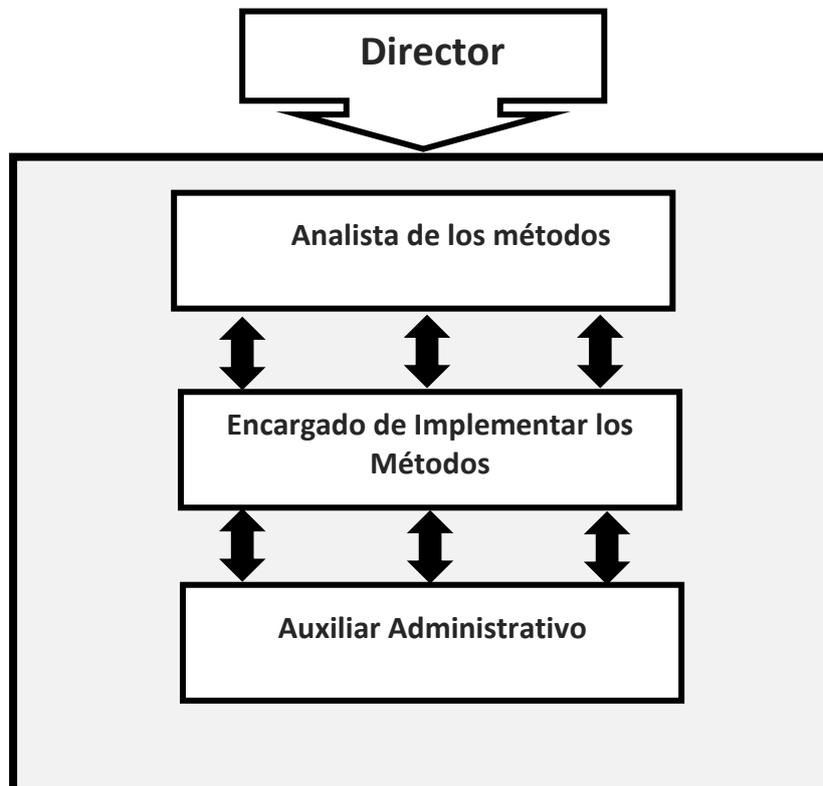


Figura 78. Organización del proyecto

Análisis del software a implementar

A continuación, se expondrá las características del software que se utiliza para informatizar los métodos ergonómicos (Microsoft Excel). Generalmente los softwares implicados en proyectos son realizados para el proyecto en particular, en este caso no es así. Debido a las características técnicas de Microsoft Excel, se puede adaptar a diversos escenarios y siendo muy flexible para cada situación que se presente. Por lo que hace que la gestión del proyecto sea distinta a las habituales y su orientación tenga una peculiar particularidad.

Es por esta razón *que la primera particularidad* que encontramos en el desarrollo del proyecto es en la implementación de los métodos. Ya que solo el coste asociado es de horas de ingeniería, no de fabricación del producto.

Otra de las diferencias se encuentra en la vida útil del producto. Los documentos de Microsoft Excel no pierden valor con el tiempo, es decir, no se degradan. Esto hace que una vez se hallan generado y adaptados al sistema, su correcto funcionamiento puede seguir a lo largo del tiempo. Eso sí, el mantenimiento del fichero mediante actualizaciones para su revisión y corrección implicará un coste a mayores.

La tercera particularidad es el mantenimiento. Todo producto después de un tiempo funcionando requiere un mantenimiento. Ya sea una máquina el cambio de una pieza para su adecuado funcionamiento. En el caso de nuestro estudio el mantenimiento nos conlleva a la revisión periódica de las metodologías

implementadas, al ser una materia que está relacionada con la salud del ser humano hace que esté en constante estudio, generando diversos criterios y cambios en los métodos. Por lo que cualquier mejora o transformación influye en los resultados. Los fallos nos pueden llevar a consecuencias graves, como son la productividad, gastos innecesarios y la salud de los trabajadores.

Etapas para el desarrollo del proyecto:

- Necesidad y decisión de confección del proyecto;
- Presentación del proyecto;
- Recopilar información;
- Estudio, selección e implementación
- Escritura, propagación y revisión del proyecto.

Necesidad y decisión de confeccionar el proyecto: En esta etapa se realiza un estudio sobre las diversas opciones disponibles para realizar un proyecto, se hace un estudio de las necesidades de la zona, las limitaciones que tienen las empresas y sus principales problemas, para lograr buscar una posible demanda en el mercado con respecto al proyecto a desarrollar. También puede darse la situación que una empresa te contrate para el desarrollo del proyecto. Luego de tener claro el proyecto a desarrollar, se analizan las posibles herramientas y metodologías a desarrollar, el personal que intervendrá, las características del proyecto, su alcance. Estableciendo objetivos, fechas para su confección y planificando las tareas a desarrollar. Luego se analiza si es viable el proyecto, para no incurrir en gasto posteriores por no detectar su rentabilidad en el comienzo.

Presentación del proyecto: Se realiza una presentación del personal que se implica en el proyecto, y a los responsables de cada rama, exigiendo su contribución al desarrollo e implementación de todos los métodos. Quedando creado el equipo de trabajo que hará posible el proyecto.

Recopilar la información: Ya creado el equipo, se procede a la búsqueda de información en todos los posibles factores que incurran la realización del proyecto, basándose en bibliografías, reales decretos y otras fuentes de información. Forjando las bases y cimientos del proyecto.

Estudio, selección e implementación: Se analiza la información recopilada, se estudia y seleccionamos los conceptos que vamos a interpretar en cada uno de los métodos a evaluar, buscando el máximo perfeccionamiento posible. En general, se realiza un filtro a la información obtenida en la etapa anterior para dejar solo la que vamos a implementar en el proyecto. También se procede a desarrollar la programación de los métodos en Microsoft Excel.

Escritura, propagación y revisión: Una vez ha culminado el desarrollo de los métodos en Microsoft Excel se pasa a su revisión para posibles errores tanto a nivel conceptual como a nivel de programación, si se encuentran errores, se retrocede a la etapa anterior para su rectificación. Luego de estar en perfecto estado el proyecto a nivel técnico y teórico se procede a realizar la creación de la memoria y sus respectivas copias. Se entrega la memoria y se expone el proyecto.

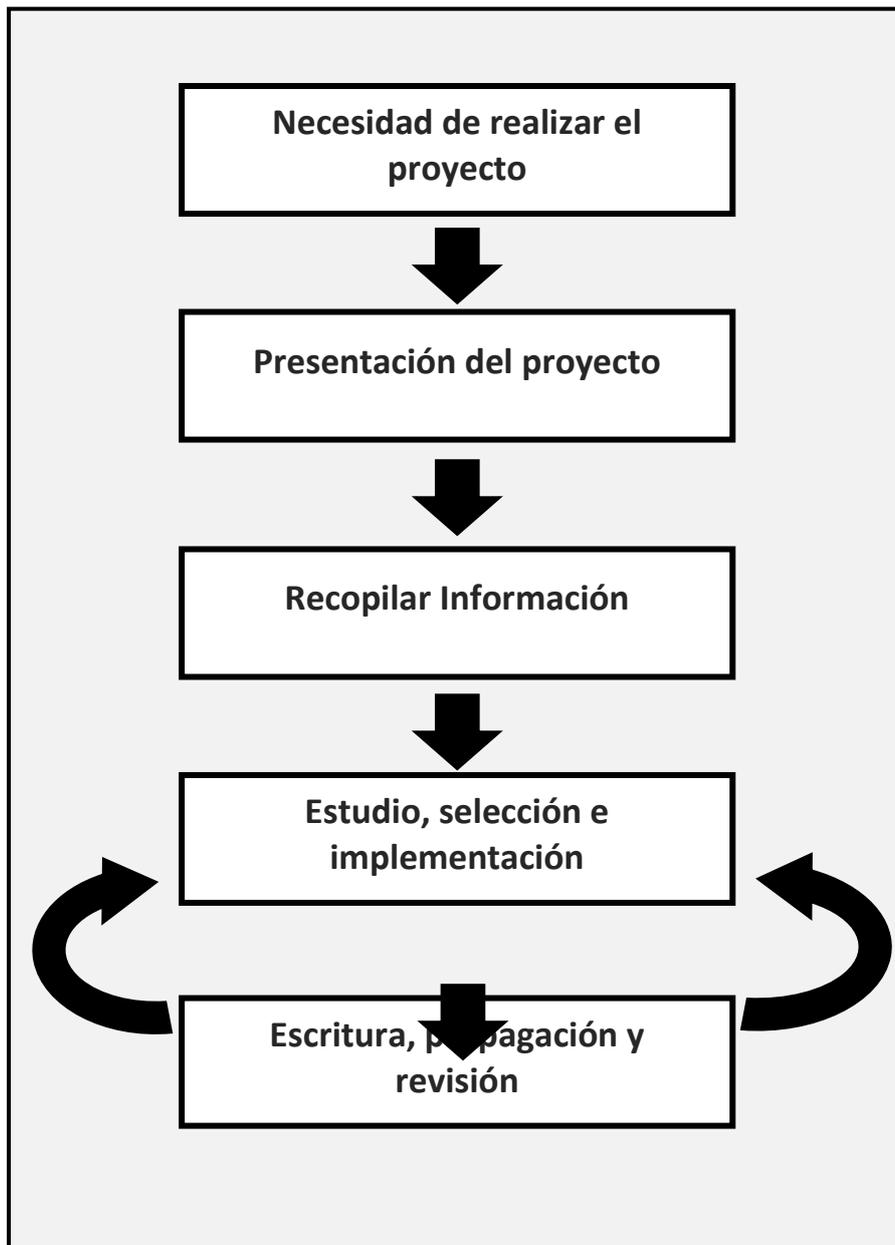


Figura 79. Desarrollo de las Etapas

Estudio económico

En este punto se desarrolla todo el estudio pertinente a los gastos que incurrirá realizar el proyecto en sus distintas etapas. Realizando el cálculo de todos los elementos que intervienen, desglosándolo para su mejor entendimiento y análisis.

Se llevará un balance contable por actividades, en la que se valorará los costes de cada actividad realizada hasta la obtención del producto final. De esta forma, será posible analizar la influencia de cada uno de los procesos que intervienen con relación al coste total del producto. Para realizar el estudio, se procederá de la siguiente manera:

- Cómputo de las horas efectivas anuales y de las tasas por hora de las pagas.
- Cálculo de las amortizaciones de los equipos.
- Importe por día y por persona de los materiales calificados como consumibles.
- Valor por día y por persona de los costes indirectos.
- Horas de personal dedicadas a cada una de las etapas

Horas efectivas y semanas laborables anuales

Para un mejor entendimiento se procede a la realización de tablas auxiliares.

Tabla referente a los días y horas efectivos al año:

Tabla 18. Días/horas efectivas anuales

Concepto	Días / horas
Año medio: (365,25)	365,25
Sábados y domingos: (365 * 2/7)	-104,36
Días efectivos de vacaciones:	-20,00
Días festivos reconocidos:	-12,00
Media de días perdidos por enfermedad	-15,00
Cursillos de formación, etc.:	-4,00
Total estimado días efectivos:	210
Total horas/año efectivas (8 horas/día):	1.680

Tabla referente a las semanas efectivas al año:

Tabla 19. Semanas efectivas anuales

Concepto	Días / horas
Año medio (semanas):	52
Vacaciones y festivos:	- 5
Enfermedad:	-2
Cursos de formación:	- 1

Total semanas:	44
----------------	-----------

Cómputo de las horas efectivas anuales y de las tasas por hora de las pagas

En uno de los apartados antes visto hacíamos mención del personal que participa en el proyecto. El análisis financiero es una tarea propicia para que la realice el director del proyecto, sus dotes gerenciales lo hacen el más apto para asumir la tarea. En la tabla mostrada a continuación realizaremos una relación de los sueldos que obtendrá cada participante, su tributo a la seguridad social, así como los costes por hora y semanal de cada uno.

Tabla 20. Cómputo de horas

Concepto	Director	Analista de los métodos	Encarg impl. métodos	Aux
Sueldo	44.800 €	24.000 €	24.000 €	12.000 €
Seguridad Social (35%)	15.680 €	8.400 €	8.400 €	4.200 €
Total:	60.480 €	32.400 €	32.400 €	16.200 €
Coste horario:	36 €	19,28 €	19,28 €	9,64 €
Coste Semanal:	1374,54 €	736,36 €	736,36 €	368,18 €

Cálculo de las amortizaciones de los equipos

Para los equipos informáticos adquiridos se considera un periodo de amortización de 5 años, con una cuota lineal. Los equipos se separarán en dos grupos diferentes para disminuir su coste, uno de ellos realizará las tareas de recopilación información, que este por las características de trabajo es más sencillo y menos potente incurriendo en un menor coste, para este caso escogimos en portátil.

Tabla 21. Coste de la Equipos

Concepto		Coste	Cantidad	Coste total
Portátil - Asus UX330UA-FC171T, i7-7500U, 8GB RAM, 256GB SSD, 13.3 pulgadas,		1.250 €	1	1.250 €
Software de desarrollo	Microsoft Windows 10	140 €	1	140 €
	Microsoft Word 2016	99 €	1	99 €
	Microsoft Excel 2016	99 €	1	99 €
Total a amortizar:				1.588 €
		Tipo	Número	Amortización

	Diaria	4.35€	0,87€
	Semanal	30.53€	6.10€

Para el desarrollo y edición de los métodos es necesario un equipo con más potencia y un nivel más profesional, así como un conjunto de accesorios y equipos, por lo cual se decidió un ordenador sobremesa.

Tabla 22.. Coste de equipo

Concepto		Coste	Cantidad	Coste total
Apple iMac 21.5 pulgadas 4K, i5-7500, 8 GB RAM, Fusion Drive 1 TB		1699	1	1699
Escáner HP 5200		275 €	1	275 €
HP LaserJet Pro MFP M521dw - Impresora multifunción		865 €	1	865 €
Software de desarrollo:	Microsoft Windows 10 Pro	279 €	1	279 €
	Microsoft Office Professional 2016	219,99 €	1	219,99€
Total a amortizar:				3 338€
		Tipo	Número	Amortización
		Diaria	9,14	1,83 €
		Semanal	64,19	12,83 €

Importe por día y por persona de los materiales calificados como consumibles.

En los materiales consumibles se realizó un promedio de su consumo diario por persona, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 23. Consumibles

Concepto	Coste
Papeles de impresora	50 €
Suministros para impresora	380 €

USB	500 €
Otros	450 €
Coste anual total por persona:	1380 €
Coste de horas por persona:	3,78 €

Valor por día y por persona de los costes indirectos.

Estos costes muchas veces son obviados en los proyectos, pero no dejan de asumir un responsable consumo para la organización. Los principales consumos por persona se expresan a continuación:

Tabla 24. Costes indirectos por día y persona

Concepto	Coste
Teléfono	100€
Alquileres	420 €
Electricidad	180 €
Otros	300 €
Coste anual por persona:	1000 €
Coste diario por persona:	2,74 €

Horas de personal dedicadas a cada una de las etapas.

Este apartado requiere un estudio de tiempo y consulta de otros estudios en proyectos de mismas características para asumir una idea de las horas que se emplean en cada una de las etapas, por cada persona vinculada a ella.

Tabla 25. Horas dedicadas a cada etapa

Personal	Etapas				
	1	2	3	4	5
Director	16	10	8	30	75
Analista de Método	16	20	20	120	60
Encargado de implementar los métodos	8	10	350	130	35
Auxiliar administrativo	0	16	30	76	110

TOTAL	40	56	408	356	280
-------	----	----	-----	-----	-----

Costes proporcionados a cada fase del proyecto.

Para determinar los costes en cada fase del proyecto, se tendrán en cuenta la tabla anterior expuesta, donde se hace una relación de las horas que cada persona dedica a cada etapa y los precios por hora del personal implicado, así como los importes estimados para el material consumible y los costes indirectos.

Etapa 1: Decisión de elaboración del proyecto

Personal que intervenga:

- Director
- Analista de los Métodos
- Encargado de implementar los Métodos

Relación del personal que interviene en la Etapa I, las horas trabajadas y el coste asociado a las respectivas horas. También se obtienen los materiales consumidos al día y los gastos indirectos.

Tabla 26. Costes asociados a la Etapa 1.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Director	16	36€	576 €.
	Analista de los Métodos	16	19,28€	308,48€
	Encargado de implementar los Métodos	8	19,28€	154,24€
	Aux. Administrativo			
Total		40		1038,72€
Equipos , materiales y coste indirecto.		Días	C.D	Coste total
Amortización	Portátil	3	0,87	2,61€
			0	
Material consumible	Varios	5	3,78	18,9 €.
Costes indirectos		5	2,74	13,7€.
Total:				35,21
Coste total de la Etapa				1073,93€

Etapa 2: Presentación y difusión del proyecto.

A partir de esta etapa todo el personal que fue asignado para este proyecto tiene participación de una manera u otra, pues el grado de complejidad aumenta.

Relación del personal que interviene en la Etapa II, las horas trabajadas y el coste asociado a las respectivas horas. También se obtienen los materiales consumidos al día y los gastos indirectos.

Tabla 27. Costes asociados a la Etapa II.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Director	10	36€	360 €.
	Analista de los Métodos	20	19,28€	385,6€
	Encarg.. de Imple. métodos	10	19,28€	192,8€
	Aux. Administrativo	16	9,64	154,24€
Total	64		1.093 €	
Equipos , materiales y coste indirecto.		Días	C.D	Coste total
Amortización	Portátil	7	0,87	6,09
	Pc mesa	1	1,83	1,83
Material consumible	Varios	8	3,78	30,24
Costes indirectos		8	2,74	21,92
Total:				60,08 €
Coste total de la Etapa				1.152,72 €

Etapa 3: Recopilar información.

Relación del personal que interviene en la Etapa III, las horas trabajadas y el coste asociado a las respectivas horas. También se obtienen los materiales consumidos al día y los gastos indirectos.

Tabla 28. Costes asociados a la Etapa III.

Concepto	Horas	C.H.	Coste total
----------	-------	------	-------------

Personal	Director	8	36€	288€.
	Analista de los Métodos	330	19,28€	385,6€
	Encarg. de Imple. métodos	40	19,28€	6.748€
	Aux. Administrativo	30	9,64€	289,2€
Total		408		7.711 €
Equipos , materiales y coste indirecto.		Días	C.D	Coste total
Amortización	Portátil	50	0,87€	43,5€
	Pc mesa	60	1,83 €	109,8€
Material consumible	Varios	76	3,78€	287,28€.
Costes indirectos		76	2,74€	208,24€
Total:				649€
Coste total de la Etapa				8.359,62 €

Etapa 4: Estudio, selección e implementación

Relación del personal que interviene en la Etapa IV, las horas trabajadas y el coste asociado a las respectivas horas. También se obtienen los materiales consumidos al día y los gastos indirectos.

Tabla 29. Costes correspondientes a la Etapa IV.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Director	20	36€	720€.
	Analista de los Métodos	120	19,28€	1157€
	Encarg. de Imple métodos	130	19,28€	3856€
	Aux. Administrativo	76	9,64€	732,6€
Total		356		6.465 €

Equipos , materiales y coste indirecto.		Días	C.D	Coste total
Amortización	Portátil	30	0,87€	26,1€
	Pc mesa	37	1,83€	67,71€
Material consumible	Varios	47	3,78€	177,66€.
Costes indirectos		47	2,74€	128,78€
Total:				400,25€
Coste total de la Etapa				6866 €

Etapa 5: Escritura, propagación y revisión.

Relación del personal que interviene en la Etapa V, las horas trabajadas y el coste asociado a las respectivas horas. También se obtienen los materiales consumidos al día y los gastos indirectos.

Tabla 30. Costes correspondientes a la Etapa V.

Concepto		Horas	C.H.	Coste total
Personal	Director	40	36€	1144€.
	Analista de los Métodos	60	19,28€	1156,8€
	Encarg. de Imple métodos	70	19,28€	674,8€
	Aux. Administrativo	110	9,64€	1.060,4€
Total		280		5007€
Equipos , materiales y coste indirecto.		Días	C.D	Coste total
Amortización	Portátil	30	0,87€	26,1€
	Pc mesa	37	1.83€	67,71€
Material consumible	Varios	40	3,78€	151,2€.
Costes indirectos		40	2,74€	109,6€
Total:				354,61€
Coste total de la Etapa				5361€

Cálculo del coste total.

El coste total se obtiene como suma de los costes totales de cada una de las cinco Etapas del proyecto tanto del personal como de los costes de equipos, material consumible y costes indirectos, que se detallaron en el anterior apartado. Los costes totales desglosados para cada una de las fases se muestran en la *Tabla 31*.

Tabla 31.. Costes totales de cada Etapa del proyecto.

Actividad	Hrs	Coste del personal	Coste de equipos, materiales y coste indirecto	Coste Total
Necesidad y decisión de confección del proyecto;	40	1.038,72 €	35,24 €	1.073,96 €
Presentación del proyecto;	64	1.093,00 €	60,08 €	1.153,08 €
Recopilar información;	408	7.711,00 €	649 €	8.360,00 €
Estudio, selección e implementación;	356	6.465,00 €	400,25 €	6.865,25 €
Escritura, propagación y revisión	280	5.007,00 €	354,61 €	5.361,61 €
TOTAL	1.148	21.314,72 €	1.499,18 €	22.813,90 €

Para tener una visión más específica de los costes por etapa nos ayudamos del siguiente gráfico

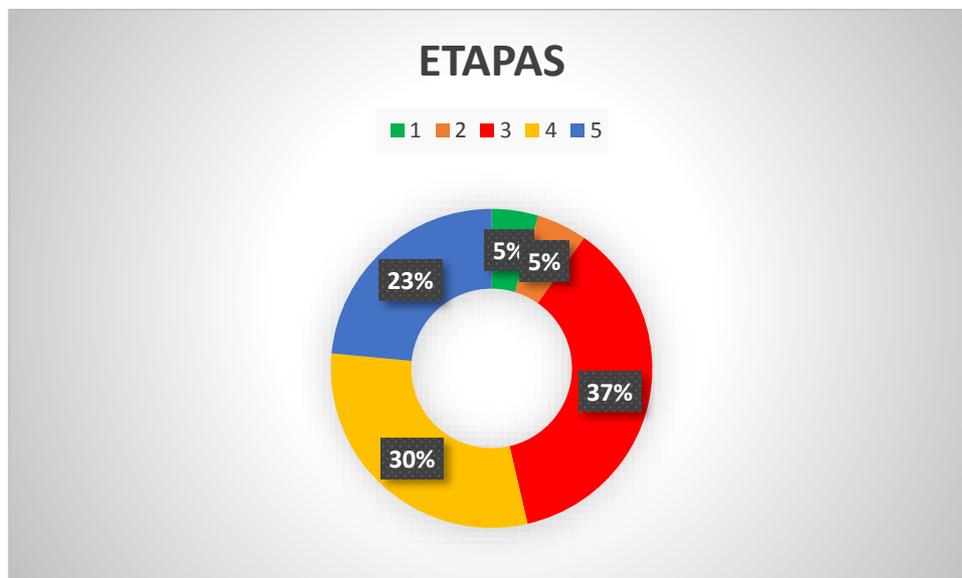


Figura 80. Gráfico de los costes del proyecto por etapa.

A estos costes hay que aplicar el Margen Comercial y los Impuestos Indirectos (IVA, recargo de equivalencia, etc).

7. Conclusiones y Futuros desarrollos.

7.1. Conclusiones

Una vez estudiado el ámbito de la ergonomía y habiendo desarrollado esta tesis, podemos resumir las conclusiones obtenidas mediante los siguientes puntos:

1. El resultado de la revisión de la literatura científica sobre los procedimientos y metodologías de Ergonomía en la Manipulación Manual de Carga en España y el mundo, comprueban la importancia de Ergonomía para la salud de los trabajadores, así como las posibilidades de abordar esta problemática desde diferentes aristas. Aún así queda demostrado que la integración de los objetivos económicos y sociales en el campo de la Ergonomía aún necesitan una mayor profundización, por lo cual, el proyecto realizado se considera actual y pertinente.

2. La implementación del software Microsoft Excel[®] en métodos de evaluación ergonómica para la Manipulación Manual de Carga como la herramienta de intervención aplicada, aporta una solidez en la evaluación de los riesgos que se exponen los trabajadores en los puestos de trabajo de las organizaciones, comprometiéndonos más con la salud de los operarios y proporcionalmente elevando la productividad.

3. En el documento de Microsoft Excel[®] que se ha desarrollado el proceso de programación de macros para dichas metodologías se ha reservado una hoja para cada uno de los métodos a implementar, luego cada hoja se va desplegando las distintas opciones que tienes para cada método.

4. Se desarrollaron sendos manuales para hacer más sencillo la interpretación y el fácil uso tanto a nivel de usuario como a nivel programador.

5. Se analizó de forma contundente el coste de toda la implementación del proyecto, desglosando por etapas el desarrollo del mismo, así como los costes incurridos por otros factores que se tuvieron en cuenta para un buen análisis económico del proyecto.

6. Como parte de la investigación se obtuvo la aplicación de métodos ergonómicos para la Manipulación Manual de Carga, enriquecido con la posibilidad de ser utilizado para cualquier instalación, cumpliendo con los objetivos trazados en el capítulo 1, sustentando en los principios de racionalidad, pertinencia y consistencia lógica.

7. Habiendo realizado un estudio sobre la implementación de este tipo de metodologías en diferentes empresas (ver tabla 32), en las que se han logrado resultados sorprendentes, se puede llegar a la conclusión que unas buenas prácticas ergonómicas conllevan a una mejora de la productividad en la empresa y por ende un resultado satisfactorio de esta.

Tabla 32. Ejemplos de empresas.

INVESTIGADOR AÑO	MEJORAS REALIZADAS	INCREMENTO PRODUCTIVIDAD	RETORNO INVERSIÓN
Francis – 1990	Rediseño de equipos de oficina	23.3%	10.8 meses
Thompson	Descansos para ejercicio	25%	n.d.

1990			
Sullivan 1990	Rediseño equipo de oficina - organización	64.2%	12 meses
Springer 1986	Sillas ajustables a los usuarios	5%	6 meses
Brown 1991	Rediseño del equipo de almacenamiento y manejo de materiales	85%	n.d.
Westing 1982	Rediseño de equipos de oficina	5.5%	23 meses
Gilbert 1990	Layout, para disminuir tiempos muertos en la operación "alcanzar"	Inversión \$5000 - Ahorros de \$125000 al año	2 1 mes
Wick 1990	Cambios en las estaciones de trabajo	36%	n.d.
Steele 1990	Cambios en las estaciones de trabajo	32%	n.d.
Rawling 1988	Cambios en el manejo manual de materiales	15%	3 meses

Fuente: MacLeod, Dan, 1995, The ergonomics Edge – Improving Safety, Quality and Productivity (New York: John Wiley & Sons)

7.2. Futuros desarrollos

Derivadas del estudio realizado, se sugieren los siguientes posibles desarrollos:

- Desarrollar los diferentes métodos que estudian la repetitividad de los movimientos que realizan los operarios, con el fin de determinar la mejor práctica posible en cuanto a la realización de este tipo de trabajos. Entre estos métodos podemos destacar el método OCRA y el método JSI.
- Desarrollar los diferentes métodos basados en el estudio de las diferentes posturas que se pueden adoptar a la hora de realizar un trabajo. Esto permitirá evitar posibles lesiones a los operarios y por tanto una mayor seguridad en el trabajo. Entre estos métodos de cargas posturales destacan el método RULA, REBA y OWAS.
- Desarrollar los métodos basados en el análisis biomecánico que permiten evaluar las sobrecargas, los esfuerzos y la estabilidad que genera cada postura. Respecto a esta metodología destacar el método FANGER.

- Implementación del método de Evaluación Global denominado LCE, el cual esta basado en una checklist de principios ergonómicos que sugieren intervenciones de bajo coste y sencillas de aplicar.
- Implementación de este trabajo de forma práctica en una empresa, midiendo el antes y el después para así determinar las mejoras obtenidas mediante las buenas prácticas.
- Divulgar esta investigación mediante artículos científicos, presentaciones en congresos y cursos de formación, para lograr su consolidación teórico-práctica, y extender progresivamente su implantación en empresas, con sus correspondientes adecuaciones, para continuar incrementando la capacidad generalizadora del instrumental metodológico desarrollado.
- Realizar un estudio que normalice el ámbito que rodea la Ergonomía, ya que no existe ningún parámetro a implementar de carácter obligatorio, si no más bien se trata de recomendaciones.

8. Bibliografía

- AEE, A. E. (2002). *Asociación Española de Ergonomía*. Recuperado el 9 de mayo de 2017, de <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>
- Álvarez, F. J. (2009). *Ergonomía y psicología aplicada : manual para la formación del especialista*.
- Álvarez, F. J. (2009). *Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista*. Valladolid.
- Alvarez, L. F. (2012). *La Ergonomía Forense y el papel de los Ergónomos como Perito Judicial.(Tesis Doctoral)*. Universidad de Oviedo.
- Alfaro, J. J., Ortiz, A., Poler, R. 2002. Definición de parámetros de prestaciones bajo un enfoque de integración empresarial. II Conferencia de Ingeniería de Organización, Vol. I, pp. 269-276.
- Barcelona, D. G. (2006). *Manual para la identificación y evaluación de riesgos laborales*. Barcelona. Obtenido de <http://www.usmp.edu.pe/recursos humanos/pdf/Manual-IPER.pdf>
- Cárcamo Solís, E. S. (1984). *Tendencias regionales de la ergonomía*. México.
- CROEM, C. R. (2006). *Prevención de Riesgos Ergonómicos*. Recuperado el 5 de mayo de 2017, de CROEM: www.croem.es
- Cuesta, A. P., Molina, C. V., Mercé, P. c., Casquete, J. G., Sigler, J. M., González, F. P., . . . Lacuesta, J. J. (2004). Evaluación de Riesgos Laborales en tareas de Manipulación Manual de Cargas con elevada variabilidad en las condiciones de manipulación. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV). Valencia: Generalitat Valencia IMPIVA.
- Diego-as, J. (2017). *Ergonautas- la ergonomía online*. [online] Ergonautas.upv.es. disponible en: <http://ergonautas.upv.es> [Accessed 8 Jun.2017]
- Directiva 90/269/CEE, d. C. (1990). *Directiva 90/269/CEE del Consejo, sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la manipulación manual de cargas*.
- Fernandez, A. F. (2002). *ERGONOMÍA DE LA INFORMACIÓN PARA ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS CON DISCAPACIDAD*. Barcelona.
- González Gallego, S. (1986). *La ergonomía y el ordenador*.
- González Maestre, D. (2007). *Ergonomía y psicología*. FC Editorial 4ta Edición.
- Grozdanovic, M. (2002). HUMAN ACTIVITY AND MUSCULOSKELETAL INJURIES AND DISORDERS. MEDICINE AND BIOLOGY. Yugoslavia: Vol 9.
- Ibermutuamur (2005). *Manual de ergonomía y psicología (1ª edición)*. Madrid
- IEA. (2000). *International Ergonomics Association*.
- INSHT, M. d. (2003). *Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas*. Madrid.
- ISO 6385:2004, U.-E. (1981). *Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo*. UNE-EN ISO 6385:2004.
- Kumar, S. (2001). Theories of musculoskeletal injury causation. Ergonomics. Canada: Vol 44.

- Laurig W, V. J. (1998). Ergonomía, herramienta y enfoque. ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO. En O. I. OIT, *ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO* (págs. 29.1-29.110). Ginebra.
- Leirós, L. I. (2009). Historia de la Ergonomía, o de cómo la Ciencia. *Revista de historia de la psicología*, 33-53.
- MacLeod, Dan, 1995, *The ergonomics Edge – Improving Safety, Quality and Productivity* (New York: John Wiley & Sons)
- Melo, J. (2004). *Historia de la Ergonomía*. México.
- Ministerio de Sanidad y Consumo. (1999). *Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos/as a riesgos derivados de la manipulación manual de cargas*. Madrid: Secretaría General Técnica.
- Murrell, H. (1965). *Ergonomic Research Society*. Reinhold Publishing.
- Ramírez, C. (1989). *Ergonomía y Productividad*. Mexico.
- Rescalvo, F. S. (2004). *Ergonomía y salud*. Valladolid.
- Rivas, R. R. (2007). *Ergonomía en el diseño y la producción industrial*.

