



# Máster en Ingeniería Biomédica 69308 - Ergonomía y evaluación de la capacidad funcional

Guía docente para el curso 2014 - 2015

Curso: 1, Semestre: 2, Créditos: 3.0

---

## Información básica

---

### Profesores

- José Javier Marín Zurdo [jjmarin@unizar.es](mailto:jjmarin@unizar.es)

### Recomendaciones para cursar esta asignatura

No es necesario ningún conocimiento previo adicional al adquirido en las titulaciones de grado para poder cursar esta materia. Si bien, dependiendo de las titulaciones que dan acceso al máster, será recomendable o no el curso de fundamentos de mecánica. Para aquellos alumnos que no tengan conocimientos básicos de mecánica será recomendable haber cursado previamente la materia: Fundamentos de mecánica.

Esta asignatura, además, está relacionada con las siguientes: “Captura y Caracterización del Movimiento” y “Biomecánica de las Articulaciones”. Por lo que se recomienda cursarlas para acumular conocimientos sinérgicos y complementarios.

### Actividades y fechas clave de la asignatura

La asignatura se imparte en el cuatrimestre de primavera. Entre las principales actividades previstas se encuentran la exposición de los contenidos teóricos, la resolución de casos, la realización de prácticas de laboratorio y la realización de trabajos prácticos tutorizados relacionados con los contenidos de la asignatura.

Las fechas de inicio y fin de las clases teóricas y de problemas, así como las fechas de realización de las prácticas de laboratorio y las pruebas de evaluación global serán las fijadas por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura y publicadas en la página web del máster (<http://www.masterib.es>). Las fechas de entrega y seguimiento de los trabajos prácticos tutorizados se darán a conocer con suficiente antelación en clase y en la página web de la asignatura en el anillo digital docente, <https://moodle.unizar.es/> o bien en el servidor Alfresco del Máster).

---

## Inicio

---

### Resultados de aprendizaje que definen la asignatura

**El estudiante, para superar esta asignatura, deberá demostrar los siguientes resultados...**

**1:**

Conocer el **objeto de la Ergonomía y la Evaluación de la Capacidad Funcional** y sus campos de aplicación en el ámbito laboral, biomédico, médico legal y forense o diseño de productos.

- 2:** Ser capaz de **identificar los TME** (trastornos musculoesqueléticos) derivados de una actividad laboral. Identificar los factores claves a considerar a efectos de evaluar los riesgos ergonómicos de una actividad, considerando la normativa existente al respecto.
- 3:** Ser capaz de realizar un **análisis biomecánico y evaluación ergonómica** de un puesto de trabajo aplicando distintos métodos para valorar riesgos por manipulación de cargas, posturas forzadas, o por realizar tareas repetitivas a alta frecuencia.
- 4:** Ser capaz de medir la **capacidad funcional** de un sujeto, al objeto de valorar su grado de discapacidad temporal o permanente, apoyar su rehabilitación o su reinserción en un puesto de trabajo tras una enfermedad o accidente.
- 5:** Ser capaz de utilizar **hardware y software específico aplicado a la Ergonomía y Evaluación de la Capacidad Funcional**. Captura y caracterización del movimiento del sujeto a estudio y simulación dinámica con modelos biomecánicos.

## Introducción

### Breve presentación de la asignatura

La **Ergonomía es una metodología multidisciplinar** que pretende adecuar los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de los usuarios. En definitiva trata de acomodar el lugar de trabajo al trabajador y el producto al consumidor.

La **aplicación de la metodología Ergonómica proporciona beneficios tangibles**; por una parte, beneficios sociales por la mejora de la calidad de las condiciones de trabajo, y por otra, beneficios económicos derivados del incremento de la productividad y disminución de costes por errores, accidentes o bajas laborales. Asimismo **contribuye positivamente a la competitividad de la empresa**, mejorando la usabilidad y la seguridad de los productos que se diseñan y fabrican.

En relación a la Ergonomía esta asignatura pretende aproximar al alumno a la metodología ergonómica y su aplicación, capacitándole a realizar un análisis y evaluación ergonómica tanto en un **entorno laboral como de diseño de productos**. Será clave tener presente los aspectos legislativos y normativos existentes al respecto que condiciona y a la vez potencia también la acción o intervención ergonómica.

Para ese propósito será necesario proveer de ciertos **fundamentos sobre antropometría, biomecánica, trastornos musculoesqueléticos**, entre otros, así como conocer ciertos **métodos de evaluación ergonómica** ampliamente utilizados en la actualidad para realizar distintos análisis: biomecánico, carga postural, carga física, movimientos repetitivos o movilización de cargas.

Reseñar que se ha procurado que los conocimientos de los citados métodos se complementen con su aplicación real, haciendo **uso de software y hardware específico en cada caso**. Para ello se cuenta con sistemas desarrollados en el Instituto I3A (grupo Investigación y Desarrollo en Ergonomía) y utilizados en la actualidad por distintas entidades (Fremap, Mapfre, Mutua Universal, Mutualia, entre otros).

La **Evaluación de la Capacidad Funcional** abarca los aspectos relativos a evaluación de las lesiones, secuelas, incapacidades, invalideces que tiene su importancia en los procedimientos judiciales para determinar una reparación adecuada al daño provocado (en accidentes de tráfico, imprudencias médicas o agresiones), compensación a trabajadores, evaluación de pérdida de autonomía y dependencia, controles de evolución tras tratamientos quirúrgicos o fisioterápicos.

Dicha valoración de la discapacidad o daño corporal se basa en la aplicación de ciertas guías internacionales como "*American Medical Association's Guides to the Evaluation of Permanent Impairment*" (AMA Guides)", que permiten **estimar el grado en que una enfermedad o una lesión pueden disminuir la capacidad de un individuo** para el desempeño de las actividades de la vida diaria o provocarle un déficit que le impida tener suficiente capacidad para cumplir las demandas de una determinada profesión u ocupación. Se desprende el impacto social que esta materia implica.

En relación a la Evaluación de la Capacidad Funcional se expondrá los aspectos relacionados con la valoración de **capacidades relativas al sistema musculoesquelético**, específicamente de la movilidad articular. Para ello, se hará uso de un sistema de valoración basado en una medida objetiva de ciertos parámetros de movimiento y fuerza, utilizando

técnicas de captura de movimiento humano, electromiografía o dinamometría, mientras el sujeto realiza ciertas pruebas siguiendo protocolos específicos y haciendo uso de un instrumental de apoyo diseñado “ad-hoc” para tal propósito.

**La ergonomía y la Evaluación de la Capacidad Funcional se complementan y utilizan técnicas de valoración similares.** Por una parte, la metodología ergonómica permite determinar las exigencias musculoesqueléticas de las actividades a desarrollar en un determinado puesto de trabajo y por otra la Evaluación de la Capacidad Funcional permite determinar si el sujeto tiene capacidad para realizar dicho trabajo en condiciones saludables.

La asignatura consta de **3 créditos ECTS** o 75 horas de trabajo del alumno. Es una de las asignaturas optativas que forma parte de la materia *Biomecánica, Biomateriales e Ingeniería de Tejidos*, dentro de la especialidad en *Biomecánica y Biomateriales Avanzados*.

Esta asignatura da acceso a la realización de Trabajos Fin de Máster en la línea de biomecánica y ergonomía.

---

## Contexto y competencias

---

### Sentido, contexto, relevancia y objetivos generales de la asignatura

**La asignatura y sus resultados previstos responden a los siguientes planteamientos y objetivos:**

El fin último de esta asignatura es capacitar al alumno en aplicar la **metodología ergonómica** tanto en el ámbito laboral y como en el campo del diseño de productos. La **Evaluación de la Capacidad Funcional** nos posibilitará conocer las capacidades del sujeto y compararla con las demandas del producto o entorno productivo. Asimismo se pretende que el alumno sea conocedor de la **normativa** aplicable en este campo, imprescindible en cualquier actuación o intervención ergonómica.

En el **ámbito laboral** se hace necesario capacitarle para aplicar distintos **métodos de análisis y evaluación ergonómica** haciendo uso de software y hardware específico. Por una parte, sistemas para captura del movimiento, software para recreación en 3D del producto o entorno de trabajo y, por otra, aplicaciones informáticas para la simulación con modelos biomecánicos de diferente antropometría o para aplicar distintos métodos de evaluación ergonómica. Todo ello con el fin de detectar y reducir los **riesgos ergonómicos** derivados de carga postural, carga física, levantamiento de cargas, o movimientos repetitivos, entre otros.

En el **campo del diseño** se orienta al diseño y rediseño de productos desde el punto de vista de la adecuación a las necesidades de los usuarios y considerando las diferentes tipologías de usuarios en los aspectos antropométricos y de sus características o limitaciones funcionales. Asimismo mejorar la **usabilidad de los productos** mediante el análisis del interfaz de los mismos.

En el **ámbito biomédico** se pretende que el alumno sea conocedor de las implicaciones **médico-legales y forenses** derivadas de la Evaluación de la Capacidad Funcional de un sujeto que ha sufrido una lesión derivado de un accidente, desempeño de su trabajo, u otra causa y es necesario determinar el grado de incapacidad provocado. En los aspectos relativos al sistema musculoesquelético se enfoca a la utilización de técnicas de captura de movimiento combinado con modelos digitales humanos para valorar la pérdida de movilidad, pero se requiere también combinarlas con técnicas y métodos que permitan determinar posibles simuladores; aspecto relevante en este contexto.

### Contexto y sentido de la asignatura en la titulación

La titulación de Ingeniería Biomédica tiene el propósito de proporcionar un conjunto de metodologías, técnicas y herramientas para su aplicación en un contexto biomédico, y el cuerpo de conocimiento que las sustentan para que el alumno pueda profundizar en el futuro en aquellas de su interés.

En este contexto, la ergonomía proporciona una metodología capaz de **realizar un análisis integral de los aspectos físicos y emocionales del ser humano en su interacción con el entorno**, sea cual sea dicho entorno, cotidiano, laboral, ocio, deportivo o de otra índole. En consecuencia una actuación ergonómica, que analiza, evalúa y propone la intervención necesaria y realiza su seguimiento; puede llegar a tener una influencia directa en distintos aspectos:

- Reducir significativamente los accidentes y lesiones en el entorno laboral.

- Incrementar la productividad al mejorar la calidad de vida laboral.
- Mejorar la usabilidad de los productos diseñados.

En definitiva, la ergonomía pretende mejorar los productos y entornos productivos con el fin de procurar la salud de las personas con acciones “anticipadoras”. **Se pretende acciones preventivas y no correctivas**, éstas últimas objeto de otras disciplinas que se requieren cuando ya se ha producido la lesión de mayor o menor gravedad.

En consecuencia se considera necesario que un técnico en el área biomédica sea conocedor de **los trastornos musculoesqueléticos derivados de la realización de ciertas tareas**, de cómo analizarlos, evaluarlos y proponer las acciones correctoras pertinentes para que el usuario o trabajador no desarrolle en el futuro una determinada patología o enfermedad profesional.

La **Evaluación de la Capacidad Funcional** incluye los aspectos relativos evaluación de las lesiones, secuelas, incapacidades o invalideces provocadas por distintas causas, como accidentes, enfermedades u otras. Dicha valoración requiere la aplicación de ciertas técnicas, por una parte **medir el grado de la secuela e incapacidad y por otra, determinar el grado de colaboración del sujeto o sinceridad** durante la realización de la prueba. Ambos aspectos tiene su relevancia en los posibles procedimientos judiciales que se deriven hasta llegar a una acción indemnizatoria. Conocer dichas técnicas abriría posibilidades profesionales al alumno en un campo como las “valoraciones periciales” con una demanda creciente de técnicas de valoraciones objetivas como las que se van a aplicar en esta asignatura.

Los resultados del aprendizaje obtenidos en esa asignatura se podrán utilizar en otras asignaturas, en el proyecto fin de máster de la línea investigación en biomecánica, así como para el desarrollo profesional en las áreas citadas de ergonomía del trabajo y producto, así como en la valoraciones médico-legales o forenses.

### **Al superar la asignatura, el estudiante será más competente para...**

- 1:** Poseer y comprender conocimientos que aporten una base u oportunidad de ser originales en el desarrollo y/o aplicación de ideas, a menudo en un contexto de investigación (CB. 6)
- 2:** Que los estudiantes sepan aplicar los conocimientos adquiridos y su capacidad de resolución de problemas en entornos nuevos o poco conocidos dentro de contextos más amplios (o multidisciplinares) relacionados con su área de estudio (CB.7)
- 3:** Que los estudiantes sean capaces de integrar conocimiento y enfrentarse a la complejidad de formular juicios a partir de una información que, siendo incompleta o limitada, incluya reflexiones sobre las responsabilidades sociales y éticas vinculadas a la aplicación de sus conocimientos y juicios (CB.8)
- 4:** Que los estudiantes sepan comunicar sus conclusiones y los conocimientos y razones últimas que las sustentan a públicos especializados y no especializados de un modo claro y sin ambigüedades (CB.9)
- 5:** Que los estudiantes posean las habilidades de aprendizaje que les permitan continuar estudiando de un modo que habrá de ser en gran medida autodirigido o autónomo (CB.10)
- 6:** Poseer las aptitudes, destrezas y método necesarios para la realización de un trabajo de investigación y/o desarrollo de tipo multidisciplinar en cualquier área de la Ingeniería Biomédica (CG.1)
- 7:** Ser capaz de usar las técnicas, habilidades y herramientas de la Ingeniería necesarias para la resolución de problemas del ámbito biomédico y biológico (CG.2)
- 8:** Ser capaz de comprender y evaluar críticamente publicaciones científicas en el ámbito de la Ingeniería Biomédica (CG.3)
- 9:** Ser capaz de aprender de forma continuada y desarrollar estrategias de aprendizaje autónomo (CG.4)
- 10:**

Ser capaz de gestionar y utilizar bibliografía, documentación, legislación, bases de datos, software y hardware específicos de la ingeniería biomédica (CG.5)

**11:**

Ser capaz de analizar, diseñar y evaluar soluciones a problemas del ámbito biomédico mediante conocimientos y tecnologías avanzados de biomecánica, biomateriales e ingeniería de tejidos (CO.3)

### **Importancia de los resultados de aprendizaje que se obtienen en la asignatura:**

Dado que la ergonomía y Evaluación de la Capacidad Funcional son disciplinas multidisciplinares y transversales los resultados del aprendizaje para el alumno serán de aplicación directa en distintos ámbitos:

- **Diseño y rediseño de Puestos de trabajo.** Evaluación de riesgos músculo-esqueléticos derivados de la realización de tareas repetitivas a alta frecuencia, posturas forzadas o manipulación de cargas.
- **Diseño ergonómico de Productos:** Análisis biomecánico de la demanda funcional o Análisis de usabilidad. Propuesta de mejoras de diseño.
- **Valoración del daño corporal** (ámbito médico-legal o forense) en relación a la limitación de movilidad en las diferentes articulaciones, a efectos de clasificar el **grado de discapacidad** temporal o permanente. Conocerá técnicas que faciliten la **discriminación enfermo-sano** y potencialmente simulador, útil en valoraciones periciales dentro de procedimientos judiciales.
- **Adaptación Puestos de Trabajo a trabajadores sensibles:** Medir la capacidad funcional del trabajador con limitaciones funcionales y compararla con las demandas de su actividad laboral, permite proponer posibles ayudas técnicas adaptadas a las características del trabajador. Ello también facilita la **reinserción de trabajadores** tras una enfermedad o accidente.
- **Rehabilitación.** Estudiar la evolución del paciente antes y después de un tratamiento.
- En el ámbito deportivo, el **análisis del gesto deportivo**, permite mejorar la técnica y orientar el entrenamiento.

---

## **Evaluación**

---

### **Actividades de evaluación**

**El estudiante deberá demostrar que ha alcanzado los resultados de aprendizaje previstos mediante las siguientes actividades de evaluación**

**1:**

- **E1: Examen final (35%).**

Examen escrito de preguntas cortas sobre conceptos básicos de la asignatura. Durante las sesiones expositivas se puntualizará qué contenidos se considerarán a efectos de este examen.

Deberá aprobarse y no será compensable con la parte práctica.

Habrà un examen cada convocatoria en las fechas y horarios determinados por el Centro.

La nota de este examen final se guardará en la siguiente convocatoria.

**2:**

- **E2: Trabajos prácticos tutorizados (40%).**

Realización de casos prácticos relativos a los temas abordados en la asignatura. Básicamente un caso relativo al ámbito de ergonomía de producto o trabajo y otro de valoración de la capacidad funcional.

Se requerirá realizar una revisión bibliográfica y la utilización de software y hardware específico para completar los informes de evaluación de cada caso estudiado.

Se valorará el planteamiento metodológico, el rigor en los procedimientos aplicados, el análisis e

interpretación de los resultados, y la coherencia en las conclusiones finales.

**3:**  
• **E3: Presentaciones y debates de forma oral (25%)**

Los informes de los casos prácticos realizados deberán ser presentados de forma oral. Se valorará el nivel de aprendizaje alcanzado en las materias objeto de la asignatura, atendiendo a la presentación y a las respuestas durante el debate.

La nota del trabajo práctico y la presentación se guardará en la siguiente convocatoria caso de no superar el examen escrito, durante el curso académico correspondiente.

---

## Actividades y recursos

---

### Presentación metodológica general

**El proceso de aprendizaje que se ha diseñado para esta asignatura se basa en lo siguiente:**

**A01 Clase magistral participativa (22 horas).**

Exposición por parte del profesor de los principales contenidos de la asignatura. Esta actividad se realizará en el aula de forma presencial. Se contará con medios audiovisuales para exponer casos prácticos y demostraciones del software y hardware específico a utilizar en este campo. Se programará la participación de un médico forense del Instituto de Medicina Legal de Aragón para impartir una clase magistral sobre valoración del daño corporal y los procedimientos médico legales.

**A03 Prácticas de laboratorio. (4 horas).**

Se realizará prácticas en grupos reducidos de 2 o 3 alumnos con un hardware y software específico de aplicación en evaluaciones ergonómicas y Evaluación de la Capacidad Funcional. Se utilizarán sistemas de captura de movimiento basados en unidades ópticas o inerciales disponibles en el laboratorio de biomecánica del I3A y en dependencias del Area de Ingeniería de Proyectos de EINA. Dichos medios podrán ser utilizados posteriormente por los alumnos en el desarrollo de sus trabajos prácticos.

**A05 Realización de trabajos prácticos de aplicación.**

Se deberá llevar a cabo trabajos prácticos en grupos de 2 alumnos (máximo 3).

En concreto, uno de aplicación en el ámbito de la ergonomía del trabajo-producto y otro en el ámbito de la valoración de la capacidad funcional.

Para su realización se hará uso de los sistemas de valoración (software-hardware) utilizados en las prácticas y disponibles en los laboratorios y dependencias citadas.

Se deberá realizar un informe escrito de valoración de cada caso estudiado, incluyendo revisión bibliográfica, descripción del caso, métodos y procedimientos de valoración utilizados, análisis de resultados y conclusiones finales.

Dichos informes deberán ser presentados y defendidos oralmente.

**A06: Tutoría.**

Horario de atención personalizada al alumno con el objetivo de revisar y discutir los materiales y temas presentados en las clases tanto teóricas como prácticas y especialmente de apoyo a la realización de sus trabajos prácticos.

**A08: Evaluación.**

Conjunto de pruebas escritas teórico-prácticas y presentación de informes o trabajos utilizados en la evaluación del progreso del estudiante. El detalle se encuentra en la sección correspondiente a las actividades de evaluación.

## Actividades de aprendizaje programadas (Se incluye programa)

El programa que se ofrece al estudiante para ayudarle a lograr los resultados previstos comprende las siguientes actividades...

- 1: **Objeto de la Ergonomía.** Ergonomía del trabajo y del producto. Campos de aplicación. Metodología ergonómica.
- 2: **Ergonomía, productividad y calidad.**
- 3: **Trastornos Musculoesqueléticos (TME) de la actividad laboral.** Movimientos y Posturas. Sistema Musculoesquelético. Localización de TME. Intervención ergonómica.
- 4: **Biomecánica y Antropometría.** Modelo esquelético. Planos anatómicos, sistemas de referencia de los segmentos corporales y movimientos articulares. Modelos biomecánicos de diferentes percentiles de hombre y mujer. Modelos antropomórficos.
- 5: **Análisis y evaluación ergonómica basada en simulación 3D y modelos digitales.** Reproducir el entorno y el movimiento. Aplicación de sistemas MoCap para análisis ergonómico.
- 6: **Análisis ergonómico de productos sobre diseño 3D.** Análisis del campo visual.
- 7: **Análisis biomecánico.** Sistemas de referencias de los segmentos corporales. Angulos, desplazamientos, velocidades y aceleraciones lineales y angulares. Uso de software específico.
- 8: **Análisis de la carga postural.** Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Niveles de riesgo e intervención. Uso de software específico.
- 9: **Manipulación de cargas.** Ecuación NIOSH. Monotarea y multitarea. Uso de software específico.
- 10: **Evaluación de movimientos repetitivos a alta frecuencia** de los miembros superiores. UNE-ENE-1005-52007. Método *MoveHuman-FORCES* (UZ). Monotarea y multitarea.
- 11: **Evaluación de la Capacidad Funcional (FCE).** Objeto y campo de aplicación.
- 12: **Valoración del Daño Corporal.** Implicaciones médico-legales y forenses.
- 13: **Sistemas de aplicación en el ámbito de valoración de capacidades** del sistema musculoesquelético. Metodologías, procedimientos e interpretación de resultados.
- 14: **Aplicación de sistemas de realidad virtual** en el ámbito de la ergonomía y Evaluación de la Capacidad Funcional.

## Planificación y calendario

### Calendario de sesiones presenciales y presentación de trabajos

El calendario de la asignatura, tanto de las sesiones presenciales en el aula como de las sesiones de laboratorio, estará determinado por el calendario académico que el centro establezca para el curso correspondiente. El calendario de presentación de trabajos se anunciará convenientemente al inicio de la asignatura.

# Bibliografía

## Bibliografía y Recursos

- OSHA-Europa. Factsheet 71: Introduction to Work - Related Musculoskeletal Disorders. , 2007.
- INSHT. El Transtorno Musculoésquelético en el Ambito Laboral en Cifras. DE VICENTE, A., et al ed., Madrid: Departamento de Información e Investigación del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. MEYSS, 2012. Available from: <<http://www.oect.es/Observatorio/5%20Estudios%20tecnicos/Otros%20estudios%20tecnicos/Publicado/Ficheros/EI%20TME%20en%20el%20C3%A1mbito%20laboral%20en%20cifras.pdf>>.
- Chafin B, Anderson GBJ, Martin BJ. Occupational Biomechanics; 3d Ed., Wiley. Interscience, New York, 1999.
- Bascuas J, Hueso R, y otros. Ergonomía - 20 preguntas básicas para aplicar la Ergonomía en la Empresa. 2º Ed. Fundación MAPFRE. 2012.
- BERNARD, B. T. Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors- Musculoskeletal Disorders and Workplace Factors: A Critical Review of Epidemiologic Evidence for Work-Related Musculoskeletal Disorders of the Neck, Upper-Extremity, and Low Back. . Nº 97-141 ed., Cincinnati: NIOSH;US Department of Health and Human Services. , 1997. Available from: <<http://www.cdc.gov/niosh/docs/97-141/>>.
- National Research Council and Institute of Medicine. Musculoskeletal Disorders and the Workplace: Low Back and Upper Extremities. Panel on Musculoskeletal Disorder and the Workplace. Washington, DC: National Academies Press. , 2001. Available from: <<http://www.nap.edu/catalog/10032.html>>. ISBN ISBN: 0-309-51178-X.
- UNE-EN 1005-3. Límites de fuerza recomendados para la utilización de máquinas. Julio 2009.
- UNE-EN 1005-5: 2007. Seguridad En Las Máquinas. Comportamiento Físico Del Ser Humano. Parte 5: Evaluación Del Riesgo Por Manipulación Repetitiva De Alta Frecuencia.
- UNE-EN 1005-4: 2008. Seguridad En Las Máquinas. Comportamiento Físico Del Ser Humano. Parte 4: Evaluación De Las Posturas Y Movimientos De Trabajo En Relación Con Las Máquinas.
- UNE-EN 547-3: 2008. Seguridad de máquinas. Medidas del cuerpo humano. Datos antropométricos.
- Hignett, S and McATAMNEY, L. Rapid Entire Body Assessment: REBA Applied Ergonomics, 31, 201-5, 2000.
- NTP 601 Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment). Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España.
- NIOSH. National Occupational Research Agenda. Publication no. 96-115. . Department of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health, DHHS ed., Cincinnati, OH: U.S.: , 1996.
- NIOSH. Research Topics for the Next Decade A Report by the NORA Musculoskeletal Disorders Team. . U.S. Department of Health and Human Services ed., DHHS (NIOSH) Publication No. 2001-117 ed. Cincinnati, Ohio: , 2001.
- Alvarez, E.; Hernández, A.; Tello, S. Manual de evaluación de riesgos para la prevención de trastornos musculoésqueléticos (2009). Ed. Factors Humans.
- COLOMBINI, D.; OCCHIPINTI, E.and GRIECO, A. Risk Assessment and Management of Repetitive Movements and Exertions of Upper Limbs Job Analysis, Ocra Risk Indices, Prevention Strategies, and Design Principles. Amsterdam; Boston: Elsevier, 2002 /z-wcorg/. ISBN 9780080540603.
- Marín Zurdo J. J., et al. Proceedings of the Sixth International Conference on Occupational Risk Prevention. Mondelo, P., et al ed., 2008. "Move-Human Sensors: Sistema Portátil de Captura de Movimiento Humano basado en Sensores Inerciales para el Análisis de Lesiones Musculoésqueléticas y utilizable en entornos reales". ISBN 84-934256-5-6.
- Marín Zurdo, J. J.; Boné Pina, M.J, and Benito Gil, C. "Evaluación de Riesgos de Manipulación Repetitiva a Alta Frecuencia Basada en Análisis de Esfuerzos Dinámicos en las Articulaciones sobre Modelos Humanos Digitales". Ciencia & Trabajo, 2013, vol. 15, no. 47. pp. 86-93.
- Marín Zurdo JJ, Boné Pina MJ, Martínez Jarreta MB. "Método MH-FORCES para valoración del riesgo de Trastornos Musculoésqueléticos derivados de movimientos repetitivos, comparación con método OCRA". Congreso Internacional de Prevención de Riesgos Laborales. ORP 2014. Zaragoza 05/2014.
- Huston, Ronald L. Principles of Biomechanics (2009). CRC Press Taylor & Francis Group.
- Nordin M, Frankel V. Biomecánica básica del sistema musculoésquelético. McGraw-Hill. Interamericana, D.L. Madrid, 2004.
- American Medical Association (AMA) (2004) Guías para la evaluación de las deficiencias permanentes. Ministerio de Asuntos Sociales. Instituto Nacional de Servicios Sociales INSERSO.
- Ley 34/2003 de 4 de noviembre de modificación y adaptación a la normativa comunitaria de la legislación de seguros privados. BOE 5-11-2003.
- Real Decreto 8/2004, de 29 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre



responsabilidad civil y seguro en la circulación de vehículos a motor.

- Miralles RC. Valoración del daño corporal en el aparato locomotor. Masson. 2001. ISBN13: 978844581081-1.

Se dispondrá de los siguientes recursos de hardware y software:

- Sistema MoveHuman-Sensors (UZ) para análisis tridimensional del movimiento humano basado en captura de movimiento con sensores inerciales u ópticos y modelos digitales.
- Equipo con sensores inerciales para capturas en campo.
- Equipo de cámaras para captura de movimiento en laboratorio con unidades ópticas (sólidos rígidos) adheridos a los segmentos corporales a estudio.
- MH-Sensors. Módulos específicos para aplicación de distintos métodos de evaluación ergonómica.
- MH-FORCES para valoración de esfuerzos en las articulaciones.
- Sistema Move&Reach para evaluación de la movilidad articular y dispositivo específico para valoración funcional de la columna cervical y hombro.
- Sistema de captura de movimiento en tiempo real y gafas HMD, para aplicación de entornos inmersivos de realidad virtual en estudios ergonómicos y de valoración funcional.

## **Referencias bibliográficas de la bibliografía recomendada**