

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3559>

## **Análisis biomecánico de los altos riesgos laborales en los diferentes quehaceres universitarios**

Biomechanical analysis of high occupational risks in different university activities

**Oscar Iván Analuiza Maiza**

oi.analuiza@uta.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-4383-6073>  
Universidad Técnica de Ambato  
Ambato – Ecuador

**Thalía Daniella San Antonio Serrano**

t.sanantonio@uta.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-5660-2233>  
Universidad Técnica de Ambato  
Ambato – Ecuador

**Alejandra Marlene Lascano Moreta**

am.lascano@uta.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0001-9981-0473>  
Universidad Técnica de Ambato  
Ambato – Ecuador

**David Omar Guevara Aulestia**

dguevara@uta.edu.ec  
<https://orcid.org/0000-0002-0410-4398>  
Universidad Técnica de Ambato  
Ambato – Ecuador

Artículo recibido: 22 de febrero de 2025. Aceptado para publicación: 08 de marzo de 2025.  
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

### **Resumen**


Un grupo ocupacional importante enfrenta riesgos ergonómicos y trastornos musculoesquelético. Por lo tanto, el presente estudio tiene como objetivo analizar los factores de riesgo postular de los quehaceres universitarios mediante el programa de Predicción de Fuerza Estática Tridimensional para evaluar la resistencia estática y la estimación de los discos L4/L5. Se analizaron 10 actividades de alto y muy alto riesgo. Para las simulaciones se establecieron los parámetros de entrada como valores antropométricos, ángulos de articulaciones y cargas. Se determinó los valores de las fuerzas de compresión y las fuerzas ejercidas sobre el cuerpo para finalmente comparar con las pautas de NIOSH. La actividad de mayor riesgo en la capacidad funcional del cuerpo son las rodillas de las actividades de cimentación e instalación y el torso de la actividad de corte. En la duración estática la muñeca es la articulación de mayor riesgo en las actividades de inspección y corte. La mayor distribución de carga en las piernas está en la actividad de instalación. Finalmente, la mayor carga de los discos L4/L5 en la actividad de mantenimiento e instalación y el mayor valor de cizalla en la actividad de delimitación. En consecuencia, la tarea de mantenimiento de jardines fue la más crítica debido a la capacidad funcional, fatiga y carga de discos.

*Palabras clave:* biomecánico, riesgos, laborales, universitarios

## Abstract

An important occupational group faces ergonomic risks and musculoskeletal disorders. Therefore, the present study aims to analyze the risk factors of university tasks using the Three-Dimensional Static Strength Prediction Program to evaluate static endurance and estimate the L4/L5 disc forces. Ten high and very high-risk activities were analyzed. For the simulations, input parameters such as anthropometric values, joint angles, and loads were established. The compression force values and forces exerted on the body were determined and finally compared with NIOSH guidelines. The activity posing the highest risk to the body's functional capacity involves the knees during foundation and installation tasks and the torso during cutting tasks. In terms of static duration, the wrist is the joint at greatest risk during inspection and cutting activities. The largest load distribution on the legs occurs during installation tasks. Finally, the highest L4/L5 disc load was observed in maintenance and installation tasks, with the highest shear value occurring during boundary-setting activities. Consequently, garden maintenance tasks were the most critical due to functional capacity, fatigue, and disc loading

*Keywords:* biomechanical, risks, occupational, university

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons. 

Cómo citar: Analuiza Maiza, O. I., San Antonio Serrano, T. D., Lascano Moreta, A. M., & Guevara Aulestia, D. O. (2025). Análisis biomecánico de los altos riesgos laborales en los diferentes quehaceres universitarios. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (1), 3081 – 3097. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i1.3559>

## **INTRODUCCIÓN**

El estudio biomecánico de los empleos se ha establecido como un instrumento esencial para detectar y valorar los peligros laborales vinculados a movimientos reiterados, posturas impuestas y cargas altas. Por lo tanto, es fundamental realizar un análisis detallado que permita comprender cómo estos factores impactan a los diferentes actores dentro del entorno universitario. En el contexto universitario, donde las tareas académicas y administrativas a menudo conllevan una serie de tareas y posturas, el uso de este tipo de análisis es especialmente importante para evitar trastornos musculoesqueléticos (TME) y potenciar la calidad de vida de los empleados. A pesar de las investigaciones sobre los riesgos biomecánicos en otros sectores laborales, existe un vacío en el conocimiento respecto a cómo estos factores afectan a los diferentes roles dentro de los quehaceres universitarios. No existen estudios que consideren la diversidad de tareas y responsabilidades de este entorno, dejando a muchos trabajadores sin medidas preventivas óptimas. Esta falta de información conlleva a consecuencias negativas tanto a la salud individual como en la productividad institucional. El presente proyecto aborda los puestos de trabajo con mayor potencial de riesgo de las diferentes actividades de los trabajadores de la Universidad Técnica de Ambato. En el análisis el nivel de riesgo mediante el método Valoración Rápida del Cuerpo Completo (REBA), considera que el 96.3% de las actividades evaluadas fueron identificados y requieren cambios o ajustes para prevenir la aparición de TME, específicamente el 22.22% de las actividades evaluadas tienen un nivel de riesgo alto y el 14.81% tiene un nivel de riesgo muy alto. Por lo tanto, como segunda parte de la investigación se establece como objetivo el análisis biomecánico de mayores riesgos laborales en los diferentes quehaceres universitarios y solventar las inquietudes: ¿Cuáles son los principales factores de alto riesgo de que afectan los quehaceres universitarios? y ¿Cómo varían estos factores según el tipo de actividad realizada? Con ello proponer estrategias de prevención y adaptación que promuevan entornos laborales más seguros y saludables.

## **DESARROLLO**

### **Trastornos Musculoesquelético (TME)**

Los TME son una de las enfermedades más comunes y una de las principales causas de la reducción de la capacidad y la productividad de la fuerza laboral (Amirmahani et al., 2023). Los TME relacionados con el trabajo son comunes entre los trabajadores y suelen tener efectos dolorosos y duraderos (Marcum & Adams, 2017). También, los TME son las enfermedades profesionales más estudiadas por ser las más frecuentes en el entorno industrial y por producir la mayor tasa de ausentismo que repercute directamente en la productividad (Arenas-Ortiz & Cantú-Gómez, 2013). En el ámbito educativo, tanto los profesores como el personal administrativo están expuestos a una variedad de factores de riesgo ergonómico que pueden provocar trastornos de salud como dolor en la espalda, cuello y hombros, además del túnel carpiano. Estos desórdenes no sólo perjudican la salud de los empleados, sino que también influyen de manera adversa en la productividad y el desempeño de la institución. Por esta razón las tareas de levantamiento manual de carga repetitivas de la espalda se han considerado como las principales causas de fatiga muscular, trastornos y lesiones en la columna.

El riesgo de desarrollar trastornos de la espalda se puede evaluar mediante la fuerza máxima de compresión ejercida sobre los discos intervertebrales lumbares. Se cree que la compresión excesiva y las fuerzas de corte que actúan sobre la columna o las articulaciones pueden provocar TME (Amirmahani et al., 2023). En Chile los TME son el grupo de enfermedades más prevalentes en la población laboral, el año 2019 representaron el 43% de las enfermedades profesionales. Sin embargo, se desconoce cuántas corresponden a lesiones de zona lumbar y cervical (Ibarra-Villanueva & Astudillo-Cornejo, 2021). En el Ecuador, las estadísticas del Seguro General de Riesgos del Trabajo, reportan que la mayor parte de los diagnósticos de enfermedades ocupacionales se centran en problemas relacionados con la columna y extremidades superiores. Los diagnósticos que predominan

dentro de las enfermedades profesionales en Ecuador son lumbalgia crónica más hernia de disco con 22,9% de casos en el 2015 y 16,1% casos en el 2016 (Mendoza Zurita, 2023).

### **Riesgos Laborales**

El riesgo laboral al que se exponen los trabajadores puede ser considerado como la probabilidad de que la exposición a un factor o proceso peligroso en el trabajo cause enfermedad o lesión (Real Pérez et al., 2018). En la actualidad, la prevención de riesgos laborales en los diferentes sectores productivos o de servicios es una tarea de alta prioridad, por cuanto se relaciona con la garantía de que los trabajadores en los distintos puestos laborales realicen un trabajo decente, seguro y saludable, creando condiciones de trabajo que no afecten su salud y bienestar. Los trabajadores satisfechos tienden a ser más adaptables, cooperadores, y dispuestos al cambio (Luis Hernández Juárez et al., 2017). La gestión de riesgos es un proceso continuo, que demanda alta responsabilidad, y constituye una prioridad de los directivos en las empresas. Quienes deben asumir la seguridad y salud, como una inversión en la que se protege la vida de los trabajadores, se contribuye al equilibrio social y se mejora el rendimiento en la empresa (Ocupacional & I, 2020). Aunque los ambientes universitarios están vinculados con el saber y la inteligencia, no están exentos de los peligros laborales que caracterizan a cualquier otro ambiente laboral. Específicamente, los peligros biomecánicos, vinculados a las posturas, movimientos reiterados y cargas, pueden influir de manera considerable en la salud de los empleados universitarios, ya sean docentes o administrativos. Se pueden identificar tres grupos principales de factores que pueden aumentar el riesgo de trastornos musculoesqueléticos, estos son los factores biomecánicos o físicos, los factores organizativos y psicosociales, y los factores individuales o personales; dentro de los factores biomecánicos pueden mencionarse la aplicación de fuerza, los movimientos repetitivos, las posturas forzadas y estáticas, y otros vinculados a condiciones del entorno de trabajo (Márquez & Márquez, 2015).

### **Programa de predicción de fuerza estática en 3D (3DSSPP).**

El Centro de Ergonomía de la Universidad de Michigan creó este software para investigar las fuerzas biomecánicas y estáticas en función de los entornos de trabajo. Es uno de los programas informáticos más populares (Taylor et al., 2013). El software 3D SSPP predice los requisitos de fuerza estática para tareas como levantar, presionar, empujar y tirar. El programa proporciona una simulación aproximada del trabajo que incluye datos de postura, parámetros de fuerza y antropometría masculina/femenina (Michigan, 2020). El 3DSSPP es un software que se utiliza para evaluar las capacidades biomecánicas y la resistencia estática de las actividades de los trabajadores de la Universidad Técnica de Ambato. El software permite predecir los requerimientos de resistencia estática a través de las fuerzas de compresión de los discos en L4/L5 al realizar cada actividad que se realiza. Esto se realiza mediante una simulación de 3D de las posturas, que incluye las cargas externas, mediciones de las secciones del cuerpo y la posición de las articulaciones (Lascano et al., 2021). En nuestra investigación, se propone hacer un análisis exhaustivo de los diferentes puestos de trabajo universitarios con el objetivo de analizar los factores de riesgo postural de los trabajadores mediante el programa de Predicción de Fuerza Estática Tridimensional (3DSSPP) para evaluar la resistencia estática y la estimación de los discos L4/L5. Los resultados pueden ser utilizados como fuente importante de información para los quehaceres universitarios y brindar intervenciones más efectivas y capacitaciones ergonómicas para reducir los TME.

### **METODOLOGÍA**

La investigación se enfocó en el análisis cuantitativo. En el estudio se describió y analizó los riesgos biomecánicos presentes en diferentes puestos de trabajo universitario en un momento específico, que se describen a continuación:

## Participantes

La Tabla 1 presenta una clasificación de distintos puestos de trabajo de mayor riesgo asociado a las tareas que se realizan en los quehaceres universitarios. Esta clasificación es útil para identificar las actividades en términos de seguridad y salud ocupacional (Quispe Juan, 2023)

**Tabla 1**

*Actividades de los diferentes puestos de trabajo*

ID	Actividades	Puestos de trabajo
1	Conformado	Albañiles
2	Cimentación	
3	Verificación	Chofer
4	Inspección	
5	Delimitación	Guardia
6	Señalética vial	
7	Mantenimiento	Jardineros
8	Corte	
9	Reparación	Plomeros
10	Instalación	

**Fuente:** (Quispe Juan, 2023)

En las actividades de la Tabla 1, existe riesgo porque hay actividades que ponen en peligro la seguridad y la salud del trabajador, como el trabajo en alturas, la manipulación de sustancias peligrosas o el uso de maquinaria pesada. Las actividades del día, la duración, la frecuencia, la postura adoptada y la carga se determinan en la población de investigación con trabajadores universitarios para realizar un análisis biomecánico. De la recopilación de datos y análisis REBA, se evaluaron diez actividades diarias de los trabajadores universitarios que se consideraban de alto y muy alto riesgo. Se evaluaron videos de cada actividad considerando: la duración, frecuencia y desviación de la posición de las posiciones del cuerpo.

## Instrumentos

Se utilizó el software 3DSSPP para analizar las fuerzas que afectan la columna lumbar. El 3DSSPP puede ayudar al analista ergonómico como herramienta de diseño y evaluación en el análisis proactivo y reactivo de los lugares de trabajo y las tareas laborales. Además, ayuda al análisis ergonómico como herramienta de diseño y evaluación en el análisis activo y reactivo de los lugares de trabajo y las tareas laborales. Los resultados de este software muestran que es un programa de computador muy adecuado para la evaluación ergonómica y biomecánica (análisis del movimiento de los órganos y aplicación de fuerza en diferentes tejidos del cuerpo) (Amirmahani et al., 2023).

## Procedimiento

En la primera etapa del presente estudio se analizó los factores de riesgo posturales y antropométricos para trastornos musculoesquelético de los trabajadores universitarios. De ellas se consideran 10 actividades de mayor riesgo para nuestra simulación. Se consideró a las tareas con posturas inadecuadas, ciclos de trabajo repetitivo, el tiempo de postura. Además, se tomaron fotografías de los trabajadores universitarios desde 3 ángulos: lateral, frontal y posterior. La Figura 1 presenta las cuatro actividades (a, b, c y d) consideradas de alto riesgo.

**Figura 1**

*Algunas fotografías de las actividades universitaria con un nivel de riesgo muy alto*



Para este análisis se recopiló la información como altura y peso de los trabajadores, las posturas que toma el trabajador para ejecutar la actividad y el peso de la carga levantada. Esta información se introduce en el programa 3DSSPP considerando la posición más exigente. En la Tabla 2, se indican los datos de antropometría, ángulos de articulaciones y factores de las actividades realizadas por los trabajadores.

**Tabla 2**

*Antropometría, ángulos y factores de las tareas*

Actividad	Antropometría		Ángulos Articulares						Factores
	Altura (cm)	Peso (kg)	Tronco (o)	Cuello (o)	Piernas (o)	Brazo (o)	Antebrazo (o)	Muñeca (o)	Carga (kg)
1	165	65	69.0	11.3	47.3	61.6	31.7	2.3	<5
2	160	70	30.7	22.1	133.7	7.0	75.6	11.3	<5
3	170	70	50.4	1.2	127.4	95.7	39.4	6.9	<5
4	173	75	58.8	3.3	99.1	49.4	2.5	2.6	<5
5	168	85	69.7	22.8	36.7	75.3	4.6	15.6	5-10
6	175	87	18.6	4.7	13.4	28.7	42.0	3.0	5-10
7	157	75	79.2	2.0	23.2	47.1	74.2	4.5	<5
8	160	73	9.6	16.2	40.5	61.8	46.9	6.0	5-10
9	169	85	41.6	9.8	132.2	64.5	87.4	12.1	<5
10	174	69	68.3	6.2	149.1	25.8	6.6	4.6	<5

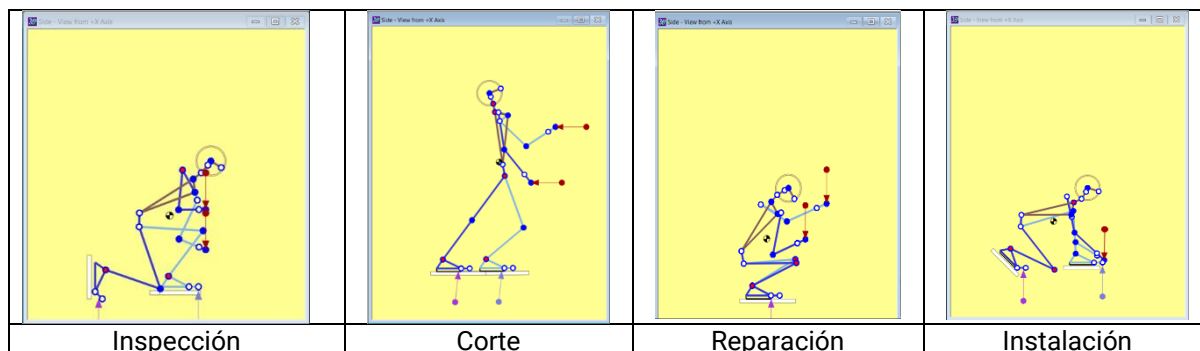
**Fuente:** (Quispe Juan, 2023)

Utilizando la información de la Tabla 2, se realizó una estimación de los distintos ángulos de las articulaciones. En el cuadro de diálogo se ingresó directamente los ángulos de variación articular. Posteriormente, los ángulos de las articulaciones se configuraron con mayor precisión para que coincidieran con los ángulos de las tareas universitarias. En la Figura 2, muestra los diagramas de cuerpo libre de las cuatro tareas de mayor riesgo. Los parámetros de entrada en el modelo 3DSSPP incluyen altura corporal, peso, ángulos articulares y las masas sostenidas con las manos. Los modelos se establecieron en una posición crítica en el software 3DSSPP, con los ángulos del tronco, cuello,

piernas, brazo, antebrazo y muñeca y las cargas sostenidas con las manos variadas en cada condición. Estos modelos son una herramienta en el análisis biomecánico permiten visualizar y cuantificar las fuerzas que actúan en el cuerpo durante el análisis.

**Figura 2**

*Diagrama de cuerpo libre de las tareas universitaria con un nivel de riesgo muy alto*



El estudio biomecánico detecta y valora los elementos que pueden provocar la fatiga localizada en los trabajadores. La fatiga localizada hace referencia a la percepción de agotamiento o molestia en músculos o articulaciones determinadas, provocada por la repetición de acciones o la permanencia en posturas inmóviles durante largos periodos de tiempo. Finalmente, la simulación del software evaluó las fuerzas en otras partes del cuerpo y el equilibrio corporal, obteniendo como parámetros de salida a las fuerzas de compresión y los cortes en el disco L4 /L5.

**Análisis**

El 3D SSPP proporcionó varios análisis mediante el menú informe. Incluye cálculos de vectores de fuerza y momento, las capacidades de resistencia y las fuerzas de compresión en la espalda baja en donde proporciona información sobre las fuerzas de compresión L4/L5 y el porcentaje capaz de realizar esta tarea. Finalmente se realizó una representación e interpretación del análisis de las actividades respecto al límite del ciclo de trabajo de esfuerzo (EDCL), los límites de duración estática (EDL), las carga en las piernas, la capacidad funcional y la compresión y cizalla en el disco L4/L5.

**RESULTADOS**

En el gráfico 3, se muestran los resultados de software 3DSSPP de la actividad 10 universitarias. En la primera parte se indica el porcentaje de capacidad de las diferentes articulaciones. La barra está dividida en tres secciones: sección verde o valores altos, representa un porcentaje de la población que puede realizar una tarea o movimiento específico con esa articulación. La sección amarilla es considerada como intermedio. La sección roja o valores bajos indica el porcentaje de la población que no puede realizar la tarea o movimiento. Por ejemplo, para la actividad 10 el límite de fuerza en la muñeca: 98%; codo: 100%; hombro: 99%; torso: 95%; cadera: 77%; rodilla: 2% y tobillo: 84%. La NIOSH tiene un límite de fuerza permisible para articulaciones de hombre del mínimo 25%. Estos resultados indican que todas las articulaciones de esta actividad están funcionando correctamente a excepción de la rodilla que tiene un valor del 2% y está bajo el límite inferior. En la segunda parte se indica la fatiga localizada de la muñeca 8.9%, codo 28.6% y hombro 4.8% considerando a un valor bajo como crítico; el límite de duración estática de la muñeca es de 70 s, 201 s y 26 s. En la tercera parte se presenta los niveles de compresión 943.8 lb y cizalla con 10 lb en el disco L4/L5 considerando como rango óptimo desde 0 a 770 lb como el Límite de Diseño de Compresión de la Espalda (BCDL). Además, se considera como riesgo moderado desde 770 a 1430 lb denominado el Límite Superior de Compresión de la

Espalda (BCUL). Y mayores a 1430 lb considerado como zona de alto riesgo ya que la estructura está sometida a un estrés o carga excesiva, lo que aumenta significativamente el riesgo de lesión.

### Gráfico 1

Muestras de las posturas simuladas y analizadas en el entorno del software 3DSSPP



A continuación, se detalla los resultados de todas las actividades analizadas en el cual se realiza una discusión del informe presentado.

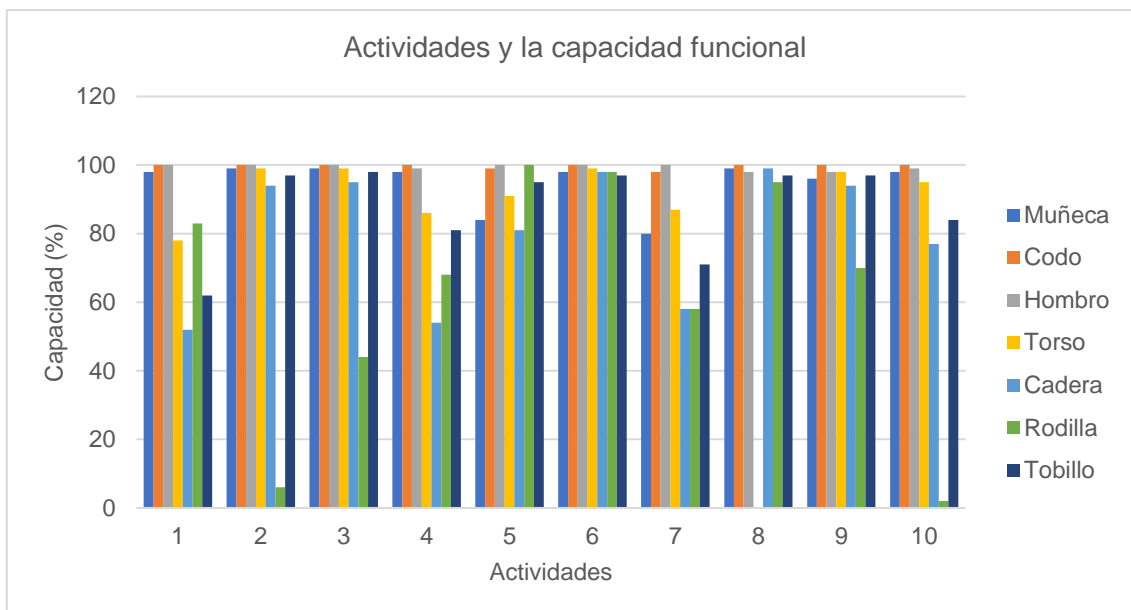
### Capacidad funcional del cuerpo

El gráfico 2, proporciona un exhaustivo estudio biomecánico de la habilidad funcional de varias articulaciones o regiones del cuerpo humano (muñeca, codo, hombro, torso, cadera, rodilla y tobillo) en las distintas tareas universitarias.

Las extremidades superiores, que incluyen la muñeca, el codo y el hombro, exhiben elevados grados de capacidad funcional en las muñecas entre 84 y 99%, en los codos entre 99 y 100% y en los hombros entre un 98 y 100%, lo que señala que la mayoría de las actividades tienen la capacidad de efectuar movimientos con estas articulaciones sin mayores restricciones. Esto indica que las labores que implican estas articulaciones suelen ser menos físicamente exigentes. Adicionalmente, las extremidades inferiores, como la cadera, la rodilla y el tobillo, muestran una mayor variabilidad en su capacidad de funcionamiento por ejemplo la cadera en la actividad 1, 4 y 7 que representa el 52, 54 y 58 % respectivamente requieren una exigencia media. Las rodillas en la actividad 2 y 10 tiene un 2 y 10% respectivamente requieren una alta exigencia. Y los tobillos en la actividad 1 con 62% requiere una exigencia media. Esto señala que los requerimientos físicos en estas articulaciones pueden fluctuar considerablemente entre distintas actividades. Finalmente, la actividad 8 en el análisis del torso tiene una ponderación del 0% lo que indica un alto grado de exigencia. Además, los resultados presentan también una variabilidad en su capacidad funcional, lo que indica que las distintas actividades pueden requerir distintos grados de flexión, rotación y carga en esta zona.

## Gráfico 2

Actividad y capacidad funcional del cuerpo



### Fatiga Localizada

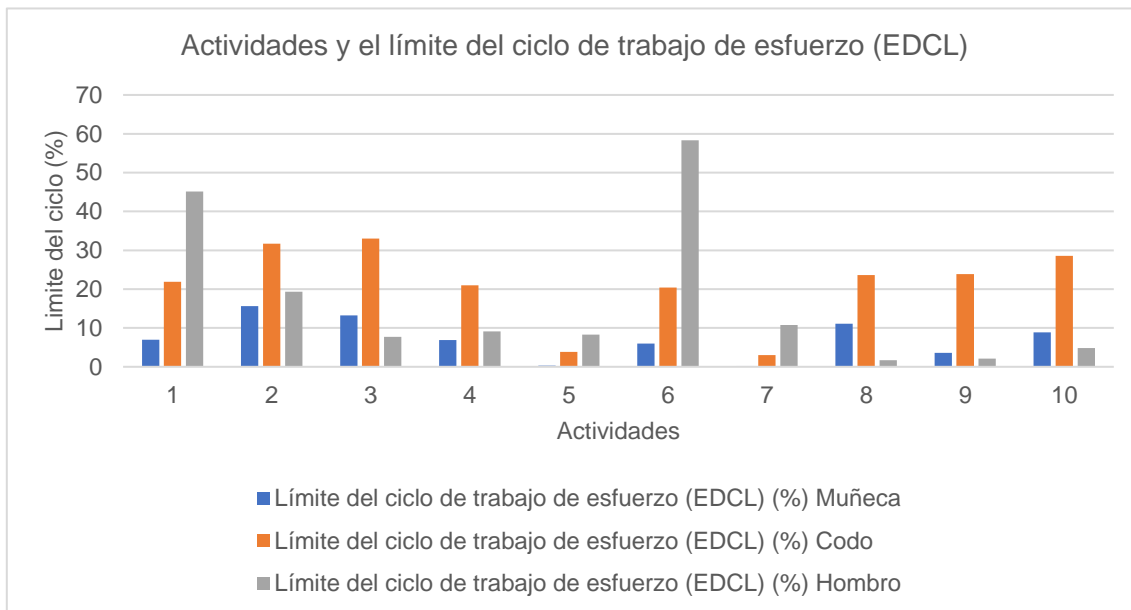
Las áreas más frecuentemente impactadas por la fatiga localizada son la muñeca, el codo y el hombro. Esto es habitual en labores que demandan movimientos constantes o posiciones obligadas de las extremidades superiores. Se indica a detalle los niveles de fatiga localizada en las diferentes actividades laborales universitarias. Evaluando el límite de ciclo de trabajo de esfuerzo (EDCL), los límites de duración estática (EDL) y las cargas en las piernas de los trabajadores.

En el gráfico 2 se realiza el análisis EDCL donde se determina que las muñecas de las actividades 5 y 7 son las de menor valor lo que conlleva a mayor susceptibilidad a la fatiga. Las muñecas de las actividades 5 y 7 tienen menor valor lo que también conlleva a la fatiga. Finalmente, los hombros en la actividad 8 y 9 representa el porcentaje mínimo de tiempo durante el cual se puede realizar la actividad con fatiga. Las actividades 5 y 7 presentan menos valores en los codos.

El gráfico 3 presenta las restricciones de duración estática (EDL) en segundos para la muñeca, el codo y el hombro de las 10 actividades universitarias. Los EDL se refieren al tiempo máximo que un individuo puede sostener una postura estable sin sentir cansancio o peligro de sufrir una lesión.

### Gráfico 3

Actividad y límite de ciclo de trabajo de esfuerzo

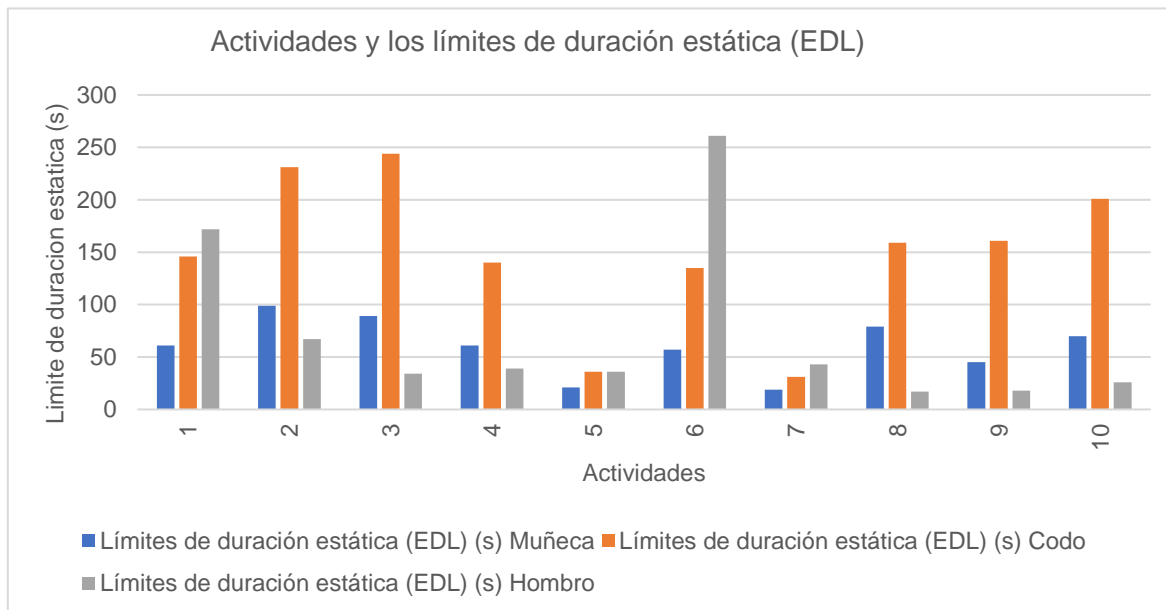


En la mayoría de las actividades, la muñeca tiene los EDL más reducidos en comparación con el codo y el hombro. Esto señala que la muñeca es más propensa a la fatiga y a sufrir lesiones en situaciones estáticas extendidas. En los EDL, el codo presenta una variabilidad moderada, usualmente ubicado entre la muñeca y el hombro. El hombro suele presentar los EDL más elevados en relación a las otras dos articulaciones, lo que indica una mayor tolerancia a las posiciones estáticas extendidas. La actividad 6 se distingue por poseer los EDL más elevados en las tres articulaciones, en particular en el hombro. Esto indica que esta tarea podría ser menos rigurosa en cuanto a la conservación de posturas estables. Las actividades 4 y 8 evidencian un descenso en los EDL en la muñeca, lo que señala un riesgo elevado de cansancio y lesión en esta articulación al llevar a cabo estas tareas de manera estática.

El gráfico 5, muestra la distribución de la carga en las piernas izquierda y derecha, se expresan en porcentajes. El peso en las piernas fluctúa significativamente entre las distintas actividades, algo que se anticipaba. Algunas actividades, como 2 y 8, presentan una repartición de carga balanceada, mientras que otras, como la 3 y la 10, muestran diferencias considerables entre ambas piernas. Las actividades 3 y 10 evidencian la mayor diferencia en la carga entre la pierna derecha e izquierda. En la actividad 3, la pierna derecha lleva una carga significativamente superior a la izquierda, en cambio, en la actividad 10 sucede lo contrario. Esto podría señalar movimientos o posiciones particulares de estas actividades que demandan un esfuerzo superior de una pierna en comparación con la otra.

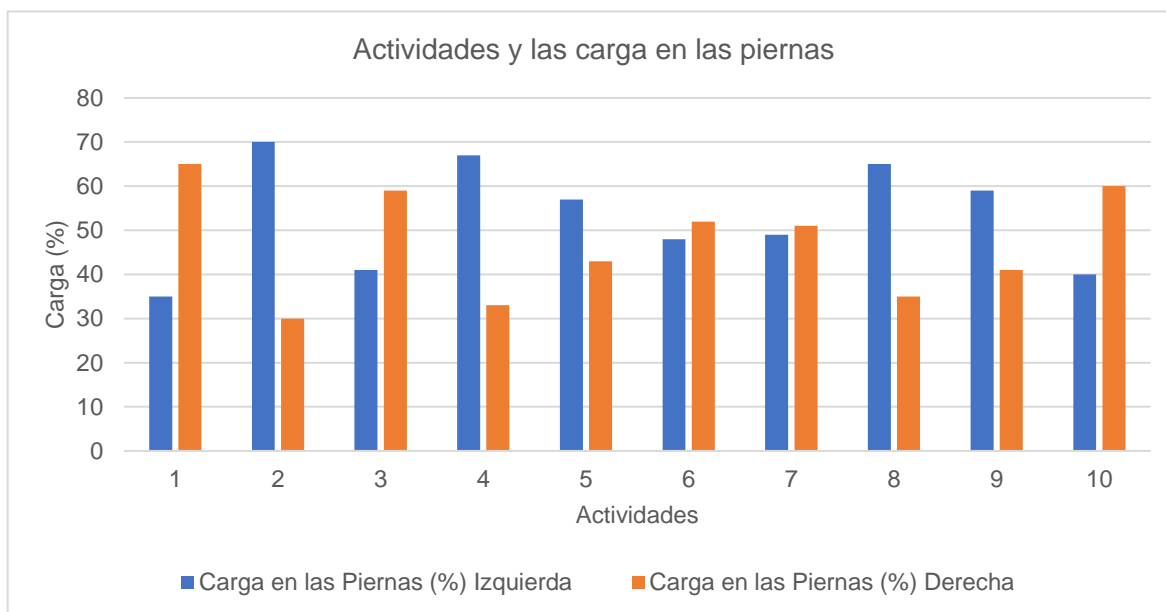
**Gráfico 4**

*Actividad y límites de duración estática*



**Gráfico 5**

*Actividad y carga en las piernas*



Por lo tanto, los resultados indican una considerable variabilidad en los grados de cansancio localizado entre las distintas actividades analizadas. Algunas tareas muestran valores de EDCL y EDL significativamente inferiores a los de otras, lo que indica un incremento en el riesgo de fatiga para los empleados que las llevan a cabo. Asimismo, la ubicación de la carga en las piernas también tiene un impacto en la manifestación de cansancio. Finalmente, los resultados obtenidos permiten identificar

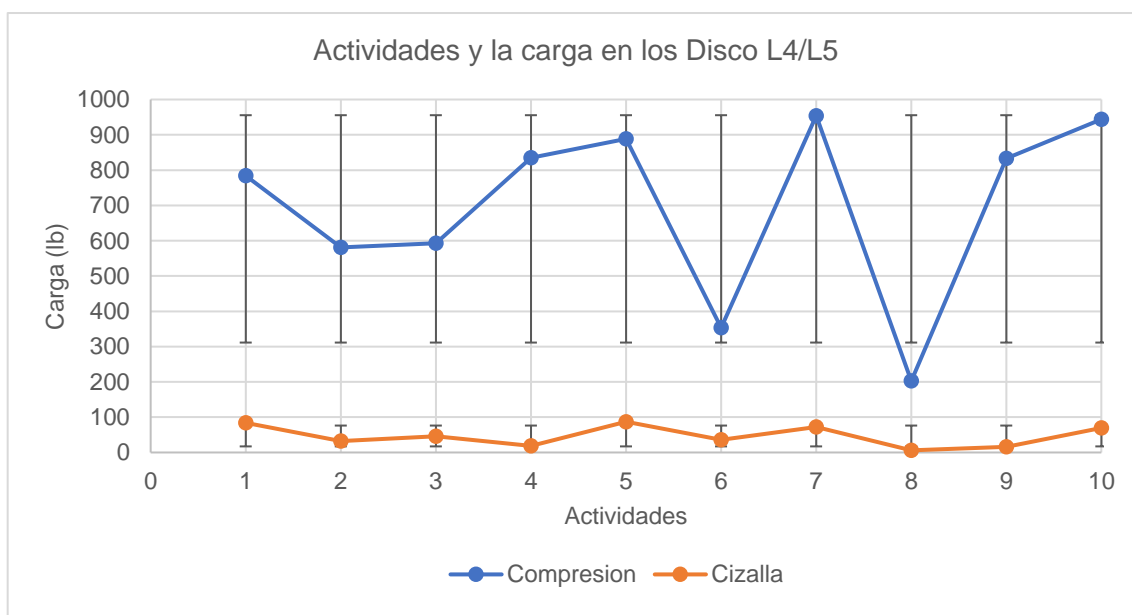
las actividades 5 y 7 como las zonas del cuerpo más vulnerables a la fatiga localizada, las actividades 5 y 8 en las muñecas con menos duración estática y la actividad 10 con mayor diferencia de carga en las piernas. Con esta información, es posible implementar medidas preventivas para reducir el riesgo de lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores universitarios, tales como: rotación de tareas, pausas activas, diseño ergonómico de puestos de trabajo y capacitaciones de concientización de los trabajadores.

### Disco L4/L5

Los niveles de compresión en el disco L4/L5 difieren significativamente entre las distintas tareas. Los valores elevados de compresión señalan un incremento en la carga sobre el disco, lo que podría incrementar la probabilidad de sufrir lesiones. Los valores de cizalla también exhiben una notable variabilidad. El término cizalla hace referencia a una fuerza que suele separar las vértebras, y valores elevados pueden aportar al deterioro del disco. Por lo tanto, las actividades que implican grandes niveles de compresión y cizalla en el disco L4/L5 suponen un incremento en el riesgo de padecer problemas de espalda, como hernias discales o lumbalgia.

### Gráfico 6

Cargas de compresión y cizalla del Disco L4/L5



El gráfico 6 exhibe los resultados del estudio biomecánico que mide la carga sobre el disco intervertebral L4/L5, situado en la región lumbar de la columna vertebral, durante la ejecución de diversas tareas universitarias. La actividad que genera mayor carga de compresión es la actividad 7 y 10 con 954.1 y 943.8 libras respectivamente. Esto provoca un mayor riesgo de lesiones del disco como hernias discales, o degradación discal, ya que la compresión excesiva puede dañar el tejido cartilaginoso. La cizalla es considerada como un factor de riesgo adicional en vista que la fuerza de compresión aplicada tiende a separar las vértebras, contribuye al desgaste de los discos y el aumento de riesgos de lesiones, especialmente cuando se combinan con las altas cargas de compresión. Se determina un máximo de 87 libras en la actividad 5. Por lo tanto, la actividad que genera la mayor carga de compresión de discos L4/L5 es el mantenimiento de jardines y la mayor carga de cizallamiento se produce en la actividad de delimitación que realizan los guardias. Estos análisis posibilitan reconocer las actividades universitarias que ejercen una mayor presión sobre el disco L4/L5, lo cual es crucial

para establecer acciones preventivas e identificar las actividades de alto riesgo, que conlleva a implementar programas de entrenamiento en ergonomía y fortalecimiento muscular para prevenir lesiones en la espalda. Esto se puede reducir mediante rotación de puestos de trabajo, pausas activas, capacitaciones y evaluación en ergonomía, fortalecimiento muscular y mantenimiento de un peso saludable.

### **DISCUSIÓN**

Las diferentes actividades en los quehaceres universitarios implican diferentes movimientos repetitivos, posturas forzadas y hasta levantamiento de cargas pesadas. Estos factores aumentan considerablemente la exposición a riesgos biomecánicos. (Beno et al., 2022) realizó un estudio enfocado en la evaluación de peligros biomecánicos en distintos contextos laborales. Los factores biomecánicos que más afectan es la carga física, esto debido a que los trabajadores permanecen en una postura prolongada. En nuestra investigación se genera la mayor carga de compresión de discos L4/L5 en el mantenimiento de jardines y la mayor carga de cizallamiento se produce en la actividad de delimitación que realizan los guardias, esto debido a que en las dos actividades requieren de movimiento de carga. Por lo tanto, la actual propuesta ofrece una sólida base para futuros estudios en el campo de la ergonomía y la biomecánica laboral. Además, se buscará vincular los resultados de las investigaciones con las necesidades de la comunidad, promoviendo la transferencia del conocimiento y la mejora de las condiciones de trabajo en diversos ámbitos.

Considerando a la observación directa como un aspecto clave dentro del análisis biomecánico. Este proceso incluye la identificación de patrones posturales incorrectos, la evaluación de la carga física y consideraciones de factores psicosociales que inciden en el rendimiento laboral y pueden exceder los factores negativos de los riesgos biomecánicos. Por lo que, (Tello et al., n.d.) indica que “la ergonomía y la biomecánica son la base teórica principal para la creación de entornos de trabajo que promuevan la salud, la seguridad, la eficiencia y benefician tanto a las personas como a las organizaciones”. En nuestra investigación fue primordial la toma de datos y la visualización directa de cada una de las actividades para el análisis y beneficio de los trabajadores. Por lo tanto, es fundamental que los trabajadores reciban formación constante en prácticas ergonómicas y biomecánicas adecuadas, lo que les permitirá una participación activa en la mejora de sus puestos de trabajo. Finalmente es fundamental promover una cultura de prevención, basándose en el análisis de la biomecánica.

### **CONCLUSIÓN**

En conclusión, en el análisis de la capacidad funcional del cuerpo las extremidades inferiores como la cadera de la actividad 1, 4 y 7 requieren una exigencia media, las rodillas de las actividades 2 y 10 requieren una alta exigencia y el torso de la actividad 8 requiere alta exigencia debido a la fuerza muscular y resistencia.

El estudio biomecánico de los grados de riesgo en empleos universitarios es un recurso útil para detectar y valorar los elementos que inciden en la fatiga localizada tal es que las muñecas de las actividades 5 y 7, los hombros las actividades 8 y 9, y los codos de las actividades 5 y 7 están propensas a fatiga en vista que presenta los menores valores.

Respecto a la duración estática la muñeca es la articulación de mayor riesgo específicamente en las actividades 4 y 8. La mayor distribución de carga en las piernas se produce en la actividad 10, por lo tanto, los resultados de esta investigación resaltan la relevancia de aplicar acciones preventivas para disminuir el peligro de lesiones musculoesqueléticas en los empleados universitarios.

La mayor carga de los discos L4/L5 se producen en la actividad 7 (954.1 lb) y 10 (943.8 lb) y el mayor valor de cizalla se produce en la actividad 5 (87 lb).

Las actividades 5, 7, 8 y 10 son las de mayor riesgo laboral y sus resultados pueden emplearse para optimizar la ergonomía de las posiciones laborales, evitar lesiones en la espalda y potenciar la salud de los empleados.


Finalmente, el análisis biomecánico de los quehaceres universitarios debe abordarse desde una perspectiva de los factores físicos y psicosociales. Con ello identificar tempranamente peligros e implementar estrategias efectivas para proteger la salud del trabajador y mejorar la productividad de la institución.

## REFERENCIAS

- Amirmahani, M., Hasheminejad, N., & Tahernejad, S. (2023). Biomechanical evaluation of midwifery tasks and its relationship with the prevalence of musculoskeletal disorders: Biomechanical evaluation of midwifery tasks. *Heliyon*, 9(9), e19442. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e19442>
- Arenas-Ortiz, L., & Cantú-Gómez, Ó. (2013). Factores de riesgo de trastornos músculo-esqueléticos crónicos laborales. *Medicina Interna de Mexico*, 29(4), 370–379.
- Beno, J., Silen, A. ., & Yanti, M. (2022). Evaluación del Riesgo biomecánico en las áreas administrativa, comercial y operativa de una empresa dedicada a la prestación de servicios de ingeniería a través del método RULA. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.
- Ibarra-Villanueva, C., & Astudillo-Cornejo, P. (2021). Lumbar biomechanical risk factors due to manual handling of loads in the distribution of meat products. *Archivos de Prevencion Riesgos Laborales*, 24(4), 342–354. <https://doi.org/10.12961/apr.2021.24.04.02>
- Lascano, A., Antonio, T. S., Guevara, D., & Larrea, A. (2021). Estimation of Spine Loads During Daily Activities and Its Relationship with Musculoskeletal Disorders in Elderly Indigenous Women. *Lecture Notes in Networks and Systems*, 273, 84–91. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-80713-9\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-80713-9_12)
- Luis Hernández Juárez, J., René, J., & Morales, M. (2017). Evaluación de la motivación y satisfacción laboral en un organismo autónomo de la administración pública del Estado de Sinaloa (Assessing the motivation and job satisfaction in an autonomous body of the public management of the state of Sinaloa). *Daena: International Journal of Good Conscience*, 12(2), 107–147.
- Marcum, J., & Adams, D. (2017). Work-related musculoskeletal disorder surveillance using the Washington state workers' compensation system: Recent declines and patterns by industry, 1999-2013. *American Journal of Industrial Medicine*, 60(5), 457–471. <https://doi.org/10.1002/ajim.22708>
- Márquez, M., & Márquez, M. (2015). Factores de Riesgo Biomecánicos y Psicosociales Presentes en la Industria Venezolana de la Carne. *Ciencia & Trabajo*, 17(54), 171–176. [www.cienciaytrabajo.cl%7C171/176](http://www.cienciaytrabajo.cl%7C171/176)
- Mendoza Zurita, C. (2023). " Métodos de evaluación ergonómica en el levantamiento manual de cargas: revisión sistemática exploratoria ." Tesis de Posgrado, 1–24. [https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4984/1/Mendoza Zurita Catalina Del Rocio .pdf](https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/4984/1/Mendoza_Zurita_Catalina_Del_Rocio.pdf)
- Michigan, U. ok. (2020). Centro de Ergonomía. Centro de Ergonomia. <https://c4e.engin.umich.edu/tools-services/3dsspp-software/>
- Ocupacional, S. Y. S., & I, C. A. L. (2020). Prevención de Riesgos Laborales en el cultivo de Pitahaya en. *XLI(2)*, 1–14.
- Quispe Juan. (2023). EVALUACIÓN DE LA CARGA POSTURAL EN TRABAJADORES DE LA U.T.A DESDE UN PUNTO DE VISTA ANTROPOMÉTRICO. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK558907/>
- Real Pérez, G. L., Hidalgo Ávila, A. A., Ramos Alfonso, Y., Rodríguez Sánchez, Y., & León Rosales, L. C. (2018). La evaluacion de riesgos en la prevencion de enfermedades profesionales, incidencias y accidentes laborales en el cultivo intensivo de tilapia. *Revista Médica Electrónica*, 6, 2005–2029. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revmedele/me-2018/me186q.pdf>

Taylor, P., Lee, P. J., Lee, E. L., & Hayes, W. C. (2013). The ratio of thoracic to lumbar compression force is posture dependent. August 2014, 37–41. <https://doi.org/10.1080/00140139.2013.775354>

Tello, P. T., José, A., & Bracho, L. (n.d.). ERGONOMÍA Y BIOMECÁNICA: FUNDAMENTOS TEÓRICOS PARA EL DISEÑO ERGONOMICS AND BIOMECHANICS : AND HEALTHY WORKPLACES.

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons .

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen a la Dirección de Investigación y Desarrollo (DIDE) y a la Universidad Técnica de Ambato-Ecuador por el apoyo en el proyecto de investigación.