



# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**



## **FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA**

### **DISEÑO DE MOBILIARIO ERGONOMICO.**

**ANÁLISIS DE PARÁMETROS DE FUNCIONALIDAD Y EVALUACIÓN MULTI-  
CRITERIO DE LA INGENIERÍA CONCURRENTE, EN MOBILIARIO DE  
TELETRABAJO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO REQUISITO  
PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN MECÁNICA**

**CALVACHE ARIAS MICHAEL ANTONIO**  
michael.calvache@epn.edu.ec

**DIRECTOR: WILLIAM RICARDO VENEGAS TORO**

William.venegas@epn.edu.ec

## **CERTIFICACIONES**

Yo, Michael Antonio Calvache Arias declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**Michael Antonio Calvache Arias**

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Michael Antoni Calvache Arias, bajo mi supervisión.

---

**WILLIAM VENEGAS**  
**DIRECTOR**

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA**

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

Michael Antonio Calvache Arias

William Ricardo Venegas Toro

## **DEDICATORIA**

El presente estudio esta dedicado a mi familia, especialmente a mi abuela Cecilia Velasco y a mi tío Guido Calvache, quienes me dieron su apoyo y total cariño a lo largo de mi vida, por toda la confianza y amor depositados en mi a largo de estos años, así como las enseñanzas que cada uno me dio para lograr cumplir este sueño.

Y a mis profesores que a lo largo de estos años compartieron sus conocimientos para fórmame como un profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi tío Guido por ser un ejemplo en mi vida, quien siempre me ha guiado a lo largo de mi vida, y por quien tome la decisión de estudiar en la Escuela Politécnica Nacional.

Al Doctor William Venegas quien me dio su apoyo y guía durante la realización de este proyecto, que me permitió alcanzar este objetivo.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

CERTIFICACIONES.....	1
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	5
RESUMEN .....	6
ABSTRACT .....	7
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo general.....	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
1.3 Alcance .....	2
1.4 Marco teórico .....	3
1.4.1 Riesgos por teletrabajo.....	3
1.4.2 Ergonomía .....	5
1.4.3 Parametros antropometricos.....	6
1.4.4 Técnicas EMG e IMUS, Fotogrametria .....	7
1.4.5 Normativas .....	10
1.4.6 Herramientas multicriterio.....	10
2 METODOLOGÍA.....	12
2.1 Desarrollo casa de la calidad .....	12
2.2 Definición de Módulos.....	14
2.3 Protocolo de pruebas para evaluación de tareas en teletrabajo .....	24
3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	27
3.1 Resultados .....	27
3.2 Conclusiones.....	32
3.3 Recomendaciones.....	32
4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	34
5 ANEXOS.....	35
ANEXO I.....	36

## RESUMEN

En el presente trabajo busca realizar una evaluación a las características de los mobiliarios utilizados durante el teletrabajo en base a una encuesta y al criterio de residuos ponderados, así también conocer los deseos o requerimientos que expresan los usuarios sobre el mobiliario de trabajo.

Se realiza una metodología para conocer un patrón de funcionalidad adecuado en base a la experimentación, por medio de pruebas piloto se evalúa la postura de los individuos dentro de una estación de teletrabajo montada dentro del laboratorio de Biomecánica de la Escuela Politécnica Nacional, por medio de fotogrametría se evalúan los movimientos de los participantes para obtener dicho patrón.

**PALABRAS CLAVE:** Ergonomía, Fotogrametría, Evaluación de productos, Casa de la calidad.

## **ABSTRACT**

In the present work, it seeks to carry out an evaluation of the characteristics of the furniture used during teleworking based on a survey and the weighted waste criterion, as well as to know the wishes or requirements that users express about work furniture.

A methodology is carried out to know an adequate functionality pattern based on experimentation, through pilot tests the posture of individuals is evaluated within a teleworking station set up within the Biomechanics laboratory of the National Polytechnic School, through Photogrammetry evaluates the movements of the participants to obtain said pattern.

**KEYWORDS:** Ergonomics, Photogrammetry, Product evaluation, Quality house.

# 1 INTRODUCCIÓN

Debido al confinamiento y regulaciones presentes por la pandemia vivida durante el último año ha quedado claro la importancia que está teniendo el teletrabajo, gracias al desarrollo de diversas formas de comunicación, el teletrabajo es una opción rentable para casi todo tipo de empresas.

Para que el teletrabajo sea provechoso, es importante diferenciar la zona de trabajo del resto de la vivienda, esta debe estar constituida por los elementos necesarios para realizar las actividades de un día laboral, el trabajo de oficina que ha pasado de realizarse en entornos controlados y con equipos estándar paso a realizarse en hogares sin ninguna supervisión y con mobiliario y ambiente probablemente no adaptados para tal fin.

El teletrabajo no está exento de riesgos y puede ser agravado por el uso de equipamiento inadecuado, estudios sobre molestias musculoesqueléticas asociados al trabajo en oficina muestran gran prevalencia en problemas como: dolores de cuello, espalda y hombros asociados a los mobiliarios utilizados.

Es fundamental establecer alternativas para el diseño de un mobiliario adecuado, que guarde consideraciones ergonómicas para prevenir malas posturas y molestias físicas. El mobiliario, compuesto por silla, mesa de trabajo y equipo, con requisitos ergonómicos es capaz de generar confort y un desempeño laboral eficiente ya que se adapta a las diversas posturas, así como la antropometría de las personas.

Para el diseño de un mobiliario con requisitos ergonómicos se debe tener en cuenta que no todas las actividades son similares, estas cambian según el propósito de la tarea, se debe considerar así también que los individuos son diferentes en dimensiones y tipología anatómica.

El propósito de este proyecto de titulación es realizar un estudio de laboratorio, así como un estudio de los elementos que integran el espacio del teletrabajo. Del estudio de los elementos se obtendrá las diferentes opciones que se encuentra dentro del mercado nacional, así como sus ventajas y desventajas, se priorizarán los problemas ergonómicos más relevantes. En el estudio de laboratorio se analizarán las diferentes posturas y la carga física a la que se encuentra sometido la lumbar de una persona realizando teletrabajo.

## 1.1 Objetivo general

Analizar parámetros de funcionalidad y evaluación multicriterio de la ingeniería concurrente en mobiliarios de teletrabajo.

## 1.2 Objetivos específicos.

1. Levantar un estudio del estado del arte referente a las características del mobiliario, parámetros antropométricos y técnicas de valoración funcional en la lumbar.
2. Analizar y seleccionar alternativas de mobiliario de teletrabajo.
3. Desarrollar un protocolo experimental de pruebas pilotos de los movimientos críticos en teletrabajo revisados en el estado del arte.
4. Analizar los registros de fotogrametría y EMG, determinar los parámetros cinemáticos para establecer patrones funcionales de un grupo de sanos.
5. Analizar factores que influyen en la lumbar durante la actividad del teletrabajo.

## 1.3 Alcance

El estudio del diseño de mobiliario ergonómico para teletrabajo se enfoca en la revisión de alternativas, considerando los resultados del proyecto de investigación PIS-20-04.

### a) Fase de diseño o planteamiento

Análisis de mobiliario mediante criterios de diseño de ingeniería concurrente y criterios relacionados con la ergonomía (resultados tomados del proyecto PIS-20-04)

### b) Fase de implementación

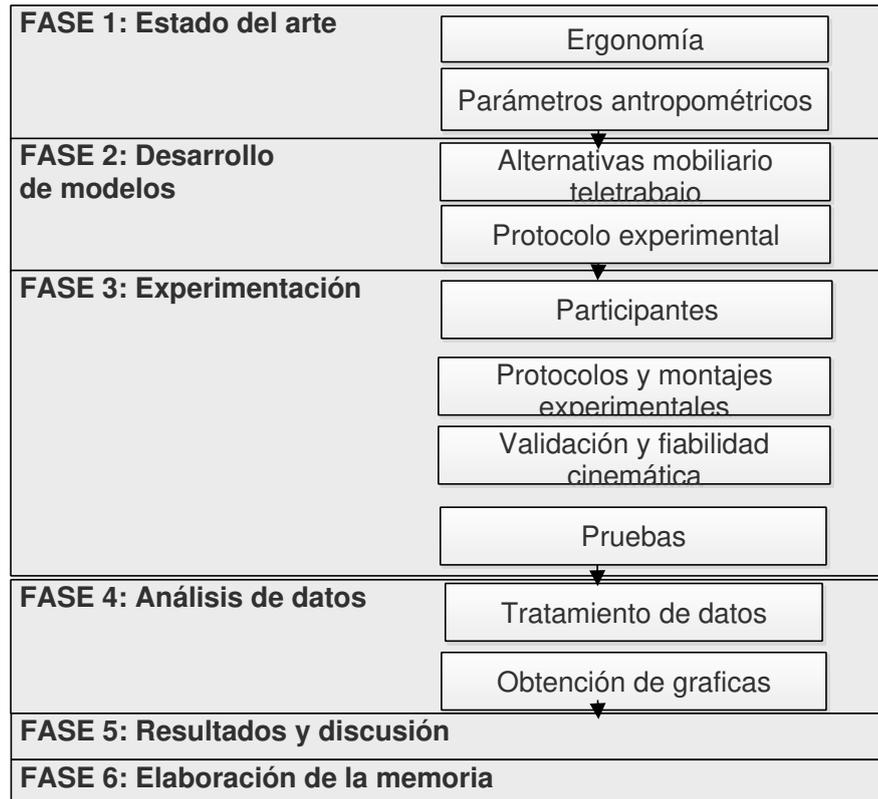
Montaje y simulación de dos puestos de trabajo dentro del laboratorio de Bioingeniería. Uno usando mobiliario estándar de oficina y un ordenador de sobremesa, y el otro un puesto de teletrabajo con ordenador portátil y mobiliario doméstico (muebles de cocina estudio o comedor).

### c) Fase experimental

Ejercicio de postura para la columna cervical y lumbar basado en respetabilidad cíclica y evaluar parámetros de posición angular.

### d) Análisis de resultados y conclusiones

Se presentará las evaluaciones de mobiliario (previo a su estudio de diseño) y los descriptivos de los estudios realizados relacionados con la postura.



**Figura 1.1.** Etapas del Proyecto (Fuente: propia).

## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 Riesgos por teletrabajo

Dentro de un contexto laboral, cualquier persona está expuesto a distintos riesgos que pueden desencadenar en molestias o trastornos musco esqueléticos, y el teletrabajo no está libre de estos. El teletrabajo es una manera de realizar un trabajo de forma remota, fuera de las instalaciones de una empresa por medio del uso de tecnologías de comunicación.

Los riesgos por teletrabajo se deben por inconvenientes que se deriven por el comportamiento que asuma el teletrabajador o por el mobiliario, estos últimos de tipo ergonómico (mala adecuación del espacio físico de trabajo, mala ubicación física del puesto de trabajo), condiciones de trabajo que exijan la adopción de posturas forzadas, movimientos repetitivos, entre otros aumentan la probabilidad de sufrir trastornos musculoesqueléticos (TME).

Los trastornos musculoesqueléticos son afecciones o problemas de salud que involucran a los tendones, músculos y nervios, que dan soporte y estabilidad al cuerpo humano, estos abarcan desde molestias leves temporales hasta lesiones irreversibles e incapacitantes. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS) los TME son característicos de enfermedades relacionadas con el trabajo de origen multicausal.

La diversidad de trastornos Musculo-esqueléticos a nivel de todo el cuerpo se puede clasificar de acuerdo al elemento anatómico afectado:

- a) Enfermedades articulares (mano, muñeca, codo, rodilla).
- b) Enfermedades periarticulares (tendón, ligamentos y músculos).
- c) Enfermedades óseas (huesos).

Según la región afectada del cuerpo donde se encuentra la dolencia:

- a) Trastornos en los miembros superiores.
- b) Trastornos de cuello y hombros.
- c) Trastornos de mano, muñeca.
- d) Trastornos del brazo y codo.
- e) Trastornos de la columna y miembros inferiores.

El trabajo en oficinas presenta riesgos específicos, sus consecuencias abarcan desde TME, fatiga visual, irritación de ojos, disconfort térmico, estrés, etc.



**Figura 1.2.** Relación entre problemas preventivos y diferentes elementos de gestión de la empresa (Ergonomía y Mueble de oficina, IBV)

Como se puede observar, algunos de los problemas posturales están asociados al mobiliario que se utiliza y a su regulación, también se debe considerar la forma en la que el entorno se encuentra ordenado (colocación de los mobiliarios y ordenador), así como la organización en el trabajo (movilidad, variedad de tareas, pausas en el trabajo). Las lesiones o enfermedades ocupacionales no solo se producen en puesto de trabajo con una alta carga física, sino también donde los trabajadores llevan una vida sedentaria.

Ciertas características del ambiente de trabajo están asociadas con lesiones, a estas características se las conoce como factores de riesgo de trabajo e incluyen:

- **Características físicas de la tarea:** Aquellas interacciones entre el trabajador y el ambiente laboral, como son: posturas, fuerza, repeticiones, carga dinámica, velocidad, duración, tiempo de recuperación, vibración entre otras.
- **Características ambientales:** Se producen con la interacción entre el trabajador y el ambiente laboral, como son: estrés por calor, por frío, iluminación, ruido, etc.
- **Postura:** Posición que el cuerpo adopta al desempeñar un trabajo. La postura agachada se asocia a un aumento en el riesgo de lesiones. Se considera que más de una articulación que se desvía de la posición neutral produce altos riesgos de lesiones. (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, 2009)

Es por tal motivo la importancia que tiene elegir unos muebles adecuados para la tarea a realizar, sino también informar al trabajador sobre la forma adecuada de organizar su puesto de trabajo, ajustar sus muebles y ordenar los diferentes elementos de trabajo. Por otro lado, la variedad de tareas, pausas y posibilidad de cambiar de postura contribuye de manera significativa a mejorar las condiciones físicas de trabajo.

#### 1.4.2. Ergonomía

La concepción ergonómica de los puestos y lugares de trabajo se pueden plantear a diferentes niveles, que abarca desde un diseño arquitectónico, la movilidad postural, las posibilidades de personalización, hasta la configuración física de cada puesto considerando las diferentes actividades que se realizan en los diferentes puestos de trabajo.

La ergonomía busca valorar por medio de diferentes técnicas y disciplinas los factores que pueden facilitar el control de riesgos en el trabajo. Existen varios estudios que permiten conocer las medidas del mobiliario a considerar teniendo en cuenta las diferentes tallas corporales.

La Asociación Internacional de Ergonomía a define como el “Conjunto de conocimientos científicos aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona” (Falagan et. Al, 2000, p.376).

En el Ecuador, la legislación define a la ergonomía como una técnica que permite adaptar el trabajo al hombre, considerando las características físicas, anatómicas, psicológicas y sociológicas con el fin de optimizar la productividad con un mínimo esfuerzo y sin perjudicar a la salud. (CISHT, 2007, p.4).

En relación al diseño del puesto de trabajo, la configuración y disposición de sus elementos

deben garantizar al trabajador una buena estabilidad postural y al mismo tiempo permitir una movilidad suficiente para utilizar las herramientas de trabajo de manera cómoda.

### 1.4.3. Parámetros antropométricos

Los datos antropométricos dentro de la ergonomía tienen un gran uso como la determinación general y específica de las características dimensionales de los usuarios en sus diversas agrupaciones. Un factor importante en el diseño de espacios de trabajo es la variedad que existe en el ser humano. Es decir, se puede tomar muestras dependiendo del sexo, edad, características físicas, etc.

Las dimensiones del cuerpo humano que influyen dentro del desempeño son de dos tipos, Dimensiones estructurales: son las dimensiones de las distintas partes estructurales del cuerpo, estatura, longitud de brazos, longitud de la mano; Dimensiones funcionales: son las dimensiones que incluyen el movimiento y la acción de segmentos corporales en el espacio de trabajo, por ejemplo, zona de alcance funcional máximo de la mano. (Chaurand, 2007)

Variable	n	IMC < 25	IMC > 25	General
		Mínimo	Máximo	Media ± DS
Edad	153			19,60 ± 1,88
Peso	153	54	84	64,51 ± 5,59 kg
Estatura	153	160	182	168,86 ± 5,59 cm
IMC	153	21,09	25,36	22,73 ± 2,76 kg/m <sup>2</sup>

Figura 1.3. Perfil antropométrico de oblación de aspirantes a soldados (Vaca, 2017)

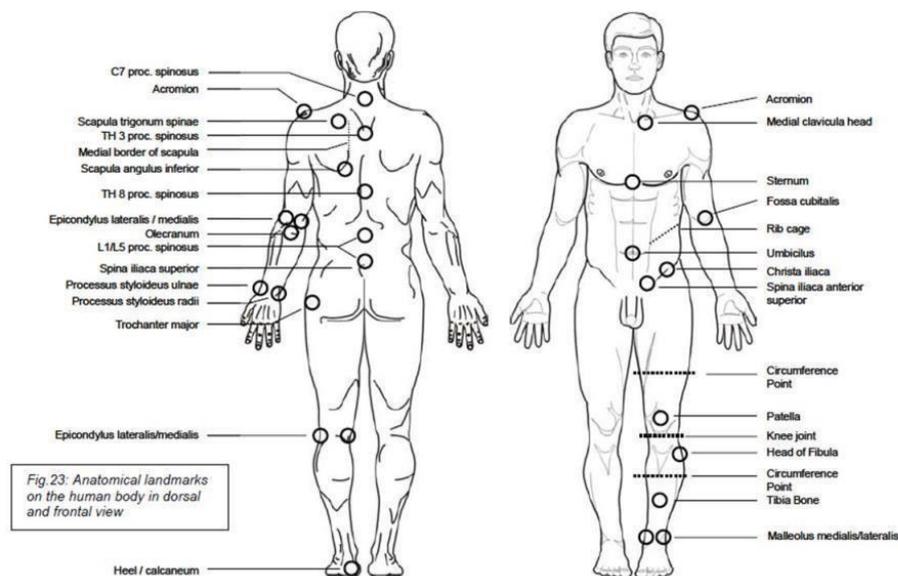


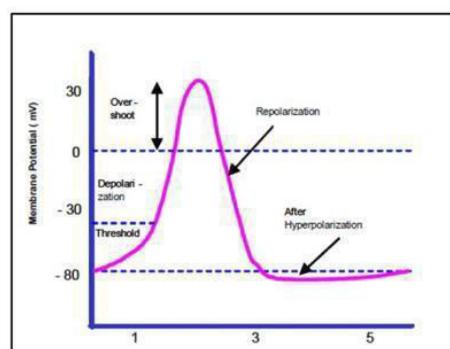
Figura 1.4. Marcas anatómicas de referencia (EMG Practicum 1: Electrode location and placement)

#### 1.4.4. Técnicas EMG e IMUS, Fotogrametría

La electromiografía (EMG) se basa en el estudio del sistema neuromuscular, se encarga de detectar, analizar y procesar las señales eléctricas producidas por músculos y nervios mediante el uso de electrodos de superficie (Farina & Merletti, 2004).

La electromiografía determina los patrones de activación de los músculos que participan en un movimiento. Es una herramienta para evaluar la actividad muscular desarrollado por un grupo muscular durante la realización de una tarea, permite identificar que músculos ejercen fuerza en determinados movimientos y detectar la fatiga. Las pruebas realizadas permiten valorar el comportamiento de un mismo grupo muscular en diferentes posiciones, bajo diferentes condiciones de trabajo, esto genera una retroalimentación para el rediseño de una estación de trabajo.

La unidad básica para describir el control neuronal de un proceso de contracción muscular se conoce como unidad motora, esta se encuentra formada por: neurona motora, placas motoras y fibras musculares. Las fibras musculares al encontrarse en reposo tienen un potencial negativo con respecto al exterior (-80 mV). Cuando la excita una neurona motora, se modifica el flujo de sodio y se produce la despolarización, el potencial se vuelve positivo, y la fibra muscular se contrae. Esto produce un pequeño pulso eléctrico (Potencial de acción) que genera la señal EMG

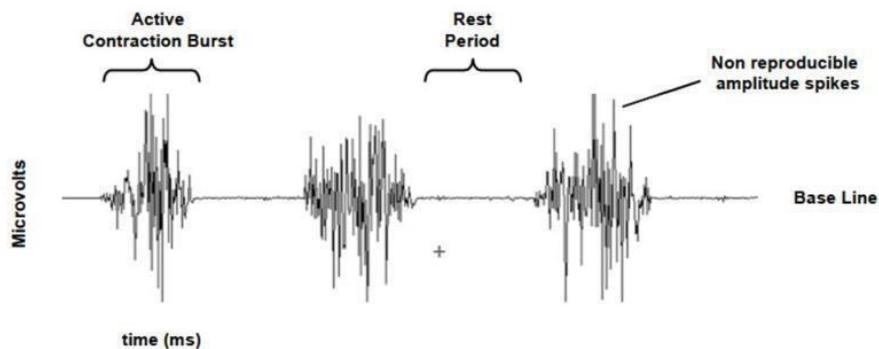


**Figura 1.5.** Registro potencial de acción.

Al realizar un esfuerzo se produce la activación de varias neuronas motoras y de diferentes fibras musculares. Los pulsos eléctricos se registran mediante electrodos y guardan una alta correlación con el nivel de activación muscular, al activarse la unidad motora se produce un pulso despolarización-repolarización que viaja como una onda a lo largo de un sarcómero por medio de dos electrodos conectados a un amplificador diferencial es posible detectar un diferencial de

potencial.

La señal registrada desde los electrodos es la superposición de todos los pulso y ondas generadas por diferentes fibras musculares que controla una unidad motora, la señal resultante como se capta con dos electrodos tiene el aspecto de una señal ruidosa, su amplitud y contenido en frecuencias está relacionado con dos mecanismos que controlan el nivel de fuerza muscular, Reclutamiento: a más unidades motoras excitadas, mayor nivel de fuerza; Frecuencia de disparo: El proceso de polarización y despolarización se repite rápidamente e incrementa el nivel de esfuerzo.



**Figura 1.6.** Registro típico de señal EMG, sin filtrar ni procesar.

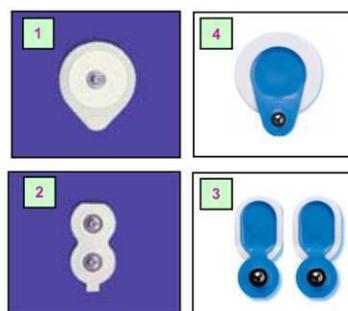
Para realizar el registro de datos se utilizan electrodos que pueden ser de superficie o electrodos de hilo, los electrodos de superficie presentan las siguientes ventajas:

Ventajas electrodos de Superficie:

- a) No invasivo.
- b) De bajo costo.
- c) Facilidad de colocación.
- d) Amplia variedad, capaz de adaptarse a diferentes tipos de estudios.

Inconvenientes electrodos de Superficie:

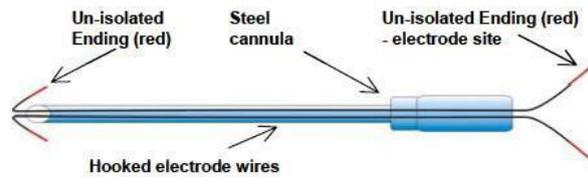
- a) Solo detecta músculos superficiales



**Figura 1.7.** Electrodo de superficie.

Electrodos de hilo

- a) Capaz de monitorear músculos profundos.
- b) Consisten en dos hilos metálicos muy finos que se insertan en el musculo por medio de una aguja.



**Figura 1.8.** Electrodo de hilo.

La Unidad de Medición Inercial (IMUS), es un dispositivo electrónico que mide e informa acerca de la velocidad, orientación y fuerzas gravitacionales de un aparato, usando una combinación de acelerómetros y giróscopos, permite efectuar mediciones de aceleración, cambios de posición y velocidad asociados a la masa en objetos o personas. Estos dispositivos se encuentran en pequeños estuches que pueden ser colocados en el cuerpo humano de manera no invasiva.

Las ventajas del uso de IMUS es la estabilidad del muestreo a diferencia del uso de cámaras donde se pueden perder los marcadores, logran identificar el movimiento del cuerpo con una amplia amplitud de variedad de entornos, sin tener en cuenta la velocidad de los fotogramas como otros sistemas de recolección de información.

A través de un software se traducen los datos de velocidad y aceleración recolectados, en datos tridimensionales como ángulos y posición en un espacio 3D. Al realizar una única integración de la velocidad angular y una doble integración de la aceleración nos permite obtener la orientación y la posición de un sensor inercial, siendo cada sensor montado en cada parte del cuerpo humano. (Tadano, 2013)

La técnica de fotogrametría permite realizar medidas del movimiento del cuerpo mediante imágenes filmadas por dos o más cámaras, se utilizan algoritmos de geometría proyectiva para transformar las coordenadas en las imágenes (píxeles) a coordenadas en el espacio XYZ. Esta herramienta permite realizar un análisis numérico y visualizar diferentes puntos de interés al mismo tiempo, de estos puntos se pueden definir vectores para calcular y ver el cambio de ángulos durante el movimiento del cuerpo.

#### **1.4.5. Normativas**

En la constitución del estado ecuatoriano, se consagra a la salud, el trabajo y seguridad de los trabajadores como derechos sociales a cargo del estado. De acuerdo a la constitución, sección octava Trabajo y seguridad social, Art. 33 dice textualmente “El trabajo es un derecho y un deber social, y un derecho económico, fuente de realización personal y base de la economía. El estado garantizara a las personas trabajadoras el pleno respeto a su dignidad, una vida decorosa, remuneraciones y retribuciones justas y el desempeño de un trabajo saludable y libremente escogido o aceptado”. (Constitucion de la Republica del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20 de octubre 2008, ).

En Ecuador, la normativa relacionada al aspecto laboral obliga a empresas no solo a identificar los riesgos, incluido el ergonómico, sino también a medirlos y tener medidas de control, como se determina en la resolución CD333 del Sistema de Auditorias de Riesgos del Trabajo (SART), que menciona “La identificación, evaluación, control y vigilancia ambiental de la salud de los factores de riesgos ocupacional deberá realizarse por un profesional especializado en ramas afines a la Gestión y salud en el trabajo de la empresa u organización” (Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social, 2010).

La norma técnica ecuatoriana NTE INEN-ISO 11226 es una traducción idéntica de la norma internacional ISO 11226:2000, Ergonomics. Evaluation of Static Working Postures. Esta norma proporciona información para determinar la aceptabilidad de las posturas de trabajo estáticas, esta norma establece recomendaciones ergonómicas para diferentes tareas de trabajo, dirigido para quienes se encuentran involucrados en el diseño y rediseño del lugar de trabajo, considerado la estructura corporal, así como los ángulos corporales del trabajador. (INEN, 2014)

#### **1.4.6. Herramientas multicriterio**

La casa de calidad es una herramienta QFD (Quality Function Deployment), que permite asegurar la calidad en creación de productos o prestación de servicios, se trata de un conjunto de tablas que se encuentran ubicadas de tal manera que forman una casa con tejado y alas laterales.

En estas tablas en primer lugar se ubica las exigencias o deseos del cliente y se valoran de manera independiente, es decir la casa de calidad traduce estas demandas en requerimientos técnicos.

Método de criterios ponderados

Para decidir entre diversas alternativas de solución para un mismo caso o problema, se utiliza

el método de criterios ponderados, que trata de dar un valor numérico a cada solución por medio de evaluación de criterios. Se basa en unas tablas donde cada criterio se confronta a los restantes y se asigna valores de la siguiente manera:

- 1 si el criterio de la fila es superior al criterio de la columna.
- 0.5 si el criterio de la fila es igual al criterio de la columna.
- 0 si el criterio de la fila es inferior al criterio de la columna.

Luego a cada criterio se suman los valores asignados en relación a los restantes criterios al que se añade una unidad, después en otra columna se calculan los valores ponderados para cada criterio. Finalmente, la evaluación para cada solución se da por la multiplicación de los pesos específicos de cada solución con el peso específico del respectivo criterio. (Riba, 2002)

## 2 METODOLOGÍA

En este capítulo se establecerá el procedimiento o metodología para realizar el estudio antropométrico enfocado al diseño de un mobiliario ergonómico. Primero se realizó una encuesta a personas que realizaron teletrabajo durante la época de pandemia para conocer sus deseos o requerimientos (voz del cliente) dentro de su espacio de trabajo, se desarrolla la casa de calidad, se definirá los módulos que existen en el espacio para teletrabajo, el análisis de mobiliario mediante criterios de diseño se establecen las funciones que se realizan dentro del espacio de teletrabajo, las funciones se basan en tres componentes que son: silla, mesa, y pantalla.

Para el apartado experimental se realizó un protocolo de fotogrametría, se tomaron medidas antropométricas de 6 voluntarios, con ayuda del equipo de video fotogrametría se realiza un estudio de movimientos comunes de un teletrabajador en un espacio acondicionado para establecer parámetros de fuerza y ángulos de inclinación a los que se ven sometidos tanto columna como cuello.

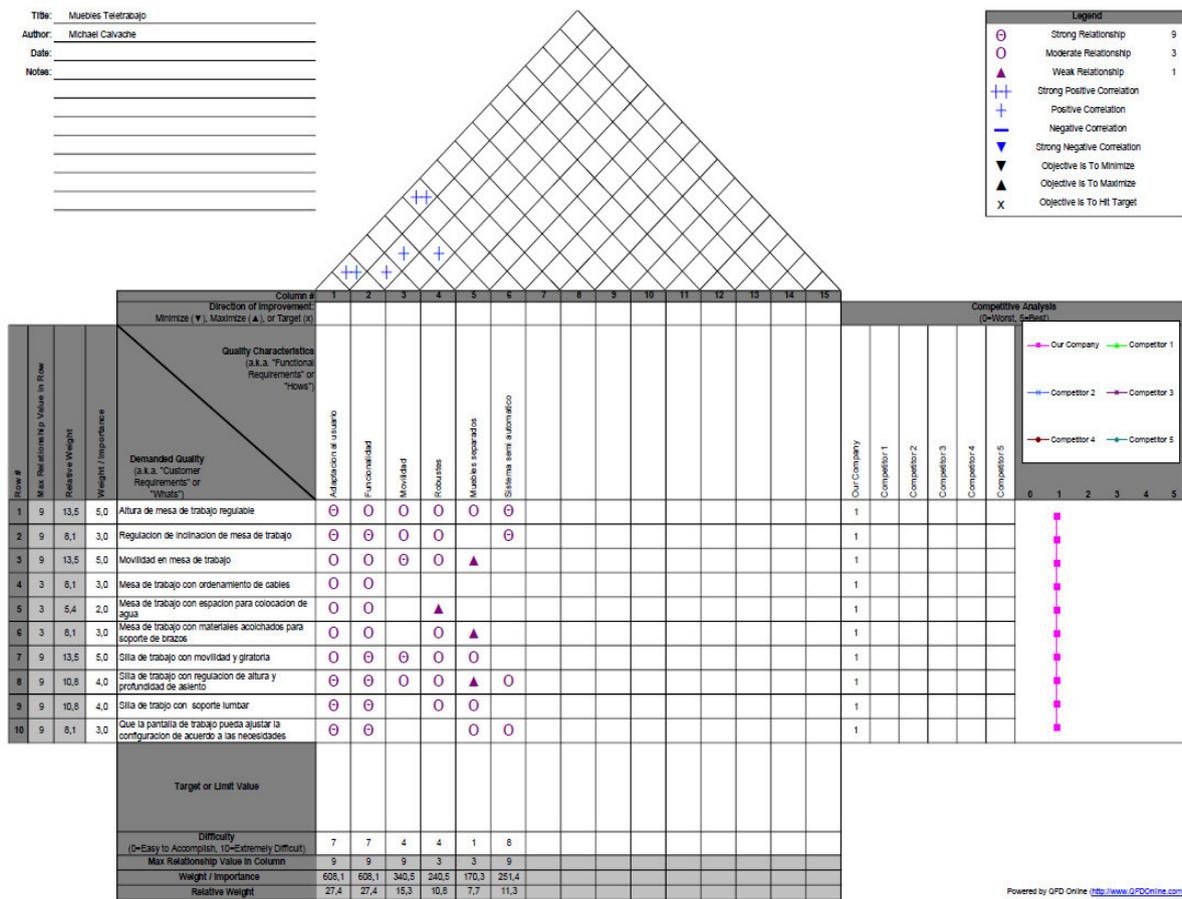
### 2.1 Desarrollo casa de la calidad

El asegurar la calidad del producto es un factor esencial al momento de entregar un sistema competitivo en el mercado y que cumpla con las exigencias el usuario, por dicha razón es necesario que se establezca en el análisis la voz del usuario y de igual manera el criterio técnico mediante la voz del ingeniero.

Se realizó una encuesta (Anexo I.) para determinar los requerimientos del cliente, esta encuesta fue llenada de manera anónima a personas que realizaron teletrabajo, se establecen los siguientes aspectos:

- Que la altura de la mesa de trabajo sea regulable.
- Que se permita la regulación de inclinación de la mesa de trabajo.
- Que la mesa de trabajo tenga movilidad.
- Que la mesa de trabajo permita ordenar cables.
- Que la mesa de trabajo tenga un espacio seguro para colocación de agua
- Que la mesa de trabajo tenga materiales acolchados para soporte de brazos.
- Que la silla de trabajo sea móvil y giratoria.
- Que la silla de trabajo permita regulación de altura y profundidad de asiento.
- Que la silla de trabajo presente apoya brazo.
- Que la silla de trabajo presente soporte lumbar.
- Que la pantalla de trabajo pueda ajustar la configuración de acuerdo a las necesidades.

En base a la voz del usuario y el criterio técnico se obtiene la siguiente matriz.



**Figura 2.1.** Casa de la calidad aplicada a las características de muebles para teletrabajo. Fuente: Propia.

### Análisis de la casa de la calidad

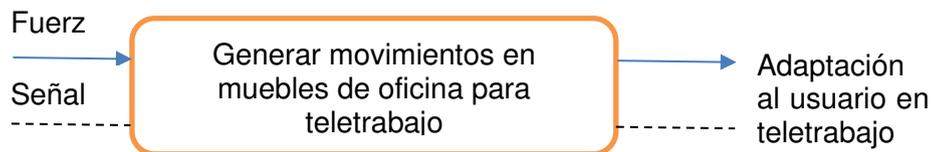
La matriz fue establecida en base a los parámetros del libro de Diseño Concurrente de Carles Riba. Teniendo como resultado los siguientes requerimientos más importantes que se deben tener en cuenta durante el diseño.

- Adaptación al usuario; poder dar al usuario la facilidad de acoplar un mueble a sus necesidades o requerimientos es esencial para poder reducir las molestias físicas.
- Funcionalidad; para que un producto sea adaptable este debe funcionar de manera adecuada, debe permitir generar los movimientos necesarios para que la persona se sienta cómoda.
- Movilidad; para controlar la posición de los muebles estos deben tener facilidad de movimiento.
- Sistema semiautomático; todos los módulos deben tener la facilidad de generar movimiento para adaptarse al usuario de manera fácil.

## Diagrama Funcional

En los diagramas funcionales se establecen funciones primarias y secundarias, en las funciones primarias se define las funciones reales del sistema, mientras que, en las funciones secundarias se establece las operaciones necesarias para llegar a cumplir las especificaciones primarias.

### NIVEL 0



**Figura 2.2.** Diagrama funcional. Fuente: propia.

Los elementos básicos de un mobiliario que interviene en esta actividad laboral son en términos sencillos, la silla, la mesa y pantalla, estos tienen una gran incidencia en los posibles trastornos que pueden llegar a padecer los diferentes usuarios.

De acuerdo a diferentes investigaciones, un número significativo de trabajadores manifiestan sufrir de dolencias asociadas al mobiliario que usan en el trabajo. Posturas rígidas frente a los instrumentos de trabajo u ordenadores generan tensiones que afectan a los músculos del cuello, hombros y espalda.

Según la información recopilada las personas tienen una gran gama de productos a elegir, para realizar sus actividades

## 2.2 Definición de Módulos

### Módulo 1. Silla

Una silla en contexto de trabajo debe ser ergonómica, ya que un usuario pasa mucho tiempo sentado, estas deben tener la posibilidad de adaptación al usuario y ofrecer un movimiento para acceder al entorno de trabajo. Deben considerarse los materiales, formas y texturas para un diseño ergonómico.

Una silla debe ser preferiblemente móvil o giratoria para facilitar los movimientos en el puesto de trabajo y regulable para el usuario de manera sencilla con respecto a la altura del asiento, altura de apoyo brazos, inclinación del respaldo y del soporte lumbar, las zonas en las que se asienta el peso deben ser confortables de preferencia acolchadas y de materiales adecuados.

- Disponer de mecanismos de regulación de fácil accionar y comodidad, que no se puedan desajustarse de forma no intencionada.
- Estabilidad ante condiciones desfavorables, disponer de cinco puntos de apoyo
- Debera procurar dar una postura confortable

## Alternativas módulo 1.

### Silla Multiuso



**Figura 2.3.** Silla multiuso. (mublex.com.ec)

En la mayoría de domicilios hay sillas que se usan para cualquier cometido, silla multiuso, silla sin posibilidad de adaptación para el usuario, postura adoptada media, esta debe tener una altura algo pequeña de tal manera que los pies no se encuentren colgando, asiento sin acolchar ni relieves marcados, no permite un cambio de postura.

#### **Ventajas.**

- Fácil de trasladar.
- Apoyo en 4 puntos.

#### **Desventajas.**

- Asiento sin acolchar.
- No cuenta con apoyo brazos.
- No cuenta con soporte lumbar.
- No permite moverse libremente en un espacio de trabajo.

### Silla Ergonomica (YON Synchro)



**Figura 2.4.** Silla Ergonómica (Catalogo Auron).

Silla presente dentro del mercado ecuatoriano producido por la empresa AURON, este modelo presenta mecanismos de regulación de altura por medio de un cilindro neumático, inclinación de espalda con fijación en cuatro posiciones, apoyo lumbar regulable en altura y profundidad,

brazos regulables en altura y profundidad, asiento con regulacion de profundidad. Fabricado bajo normas ISO 9001-2015, OHSAS18001.

**Ventajas.**

- Apoyo lumbar regulable.
- Permite movilidad dentro de un espacio de trabajo.
- Permite regular la altura.
- Reclinacion de espaldar.

**Desventajas.**

- Alto valor en el mercado

Con el objetivo de determinar la alternativa mas adecuada se enlistara a continuacion los criterios de valoracion.

- Adaptacion al usuario.
- Funcionalidad.
- Facilidad de movimiento.
- Sistema semiautomatico.

**Tabla 2.1.** Criterios de valoración determinantes Modulo 1. Fuente: propia.

	Adaptación al Usuario	Funcionalidad	Facilidad de movimiento	Sistema semiautomático	Sumatoria +1	Ponderación
Adaptación al Usuario		0,5	1	1	3,5	0,350
Funcionalidad	0,5		0,5	0,5	2,5	0,250
Facilidad de movimiento	0	0,5		0,5	2	0,200
Sistema semiautomático	0	0,5	0,5		2	0,200
				Suma	10	1

En las siguientes tablas se presenta la evaluacion para cada solucion.

**Tabla 2.2.** Evaluación para cada solución Modulo 1. Fuente: propia.

Adaptación al Usuario	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0	1	0,33
Solución 2	1		2	0,667
		Suma	3	1

Funcionalidad	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0,5	1,5	0,500
Solución 2	0,5		1,5	0,500
		Suma	3	1

Facilidad de Movimiento	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0	1	0,333
Solución 2	1		2	0,667
		Suma	3	1

Sistema semiautomático	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0	2	0,333
Solución 2	1		1	0,667
		Suma	3	1

**Tabla 2.3.** Conclusiones para Modulo 1. Fuente: propia.

Conclusiones	Adaptación al Usuario	Funcionalidad	Facilidad de movimiento	Sistema semiautomático	Sumatoria	Prioridad
Solución 1	$0,35 \cdot 0,333$	$0,25 \cdot 0,5$	$0,2 \cdot 0,33$	$0,2 \cdot 0,33$	0,4	2
Solución 2	$0,35 \cdot 0,667$	$0,25 \cdot 0,5$	$0,2 \cdot 0,667$	$0,2 \cdot 0,667$	0,6	1

Por consiguiente, según Tabla 2.3, se muestra que la alternativa 2 es la mas adecuada.

### Modulo 2. Mesa

Una mesa para trabajo debe estar a una altura adecuada con respecto al usuario y al asiento. Dependiendo de esta, el usuario deberá inclinarse o elevar los hombros para poder utilizar su superficie.

La mesa debe tener una superficie amplia para tener un espacio adecuado para los elementos necesarios, debe constar de un tablero delgado con bordes suaves, debe ser poco reflectante, y no invadir el espacio inferior para piernas. Existen mesas de altura regulable.

Requisitos funcionales y ergonomicos respecto a ISO 9241-5:

- La altura de la mesa ha de ser tal que permita disponer la pantalla al nivel de los ojos y el teclado al de las manos, en la postura de trabajo neutra (tronco ergido y brazos a 90°, sentado o de pie según sea la postura habitual del trabajador). La pantalla puede estar por debajo de la línea horizontal, pero el ángulo de la línea de visión ha de estar en un rango menor a 60° en el plano vertical.

- Las dimensiones deben permitir colocar una pantalla y teclado a la distancia y orientación adecuada. Entre el borde de la mesa y el teclado debe existir un espacio libre de apoyo.
- El material de la mesa no debe generar sensación termica.

## Alternativas módulo 2.

### Escritorio Multiuso



**Figura 2.5.** Mesa multipropósito. (Megamobilier.com)

Mesa de trabajo multiuso Kantor, de dimensiones fijas de 60 [cm] de ancho y 120 [cm] de largo, altura no regulable de 70 [cm], espacio adecuado para una pantalla, no posee cajones, no posee ruedas. Un gran número de domicilios utilizan una misma mesa para diferentes actividades, no necesariamente relacionadas al teletrabajo.

#### **Ventajas.**

- Amplia superficie de trabajo.
- Colocación estática.
- Espacio inferior libre para piernas.

#### **Desventajas.**

- Mesa de una sola posición.
- No permite desplazar con facilidad.
- 

### Escritorio Ergonomico (altura Regulable)



**Figura 2.6.** Mesa de altura regulable. ([articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-505837068-escritorios-mesas-electricas-ajustables-ergonomicas](http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-505837068-escritorios-mesas-electricas-ajustables-ergonomicas))

Escritorio con motor electico para poder ajustar en altura deseada. Diseñado para evitar trabajar en una sola posición, logrando una variación en el trabajo, se puede trabajar sentado por un determinado tiempo y levantado otro tiempo, así evitar dolores de espalda o problemas de salud y seguir siendo productivo.

**Ventajas.**

- Ajuste de altura.
- Gran espacio de trabajo.

**Desventajas.**

- No permite desplazar con facilidad.
- Alto precio dentro del mercado.

Con el objetivo de determinar la alternativa mas adecuada se enlistara a continuacion los criterios de valoracion.

- Adaptacion al usuario.
- Funcionalidad.
- Facilidad de movimiento.
- Sistema semiautomatico.

**Tabla 2.4.** Criterios de valoración determinantes Modulo 2. Fuente: propia.

	Adaptación al Usuario	Funcionalidad	Facilidad de movimiento	Sistema semiautomático	Sumatoria +1	Ponderación
Adaptación al Usuario		0,5	0,5	0,5	2,5	0,25
Funcionalidad	0,5		1	0,5	3	0,30
Facilidad de movimiento	0,5	0		1	2,5	0,25
Sistema semiautomático	0,5	0,5	0		2	0,20

Suma	10	1
------	----	---

En las siguientes tablas se presenta la evaluación para cada solución.

**Tabla 2.5.** Evaluación para cada solución Modulo 2. Fuente: propia.

Adaptación al Usuario	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0	1	0,333
Solución 2	1		2	0,667
		Suma	3	1

Funcionalidad	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0,5	1,5	0,500
Solución 2	0,5		1,5	0,500
		Suma	3	1

Facilidad de Movimiento	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0,5	1,5	0,500
Solución 2	0,5		1,5	0,500
		Suma	3	1

Sistema semiautomático	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0	1	0,333
Solución 2	1		2	0,667
		Suma	3	1

**Tabla 2.6.** Conclusiones para Modulo 2. Fuente: propia.

Conclusiones	Adaptación al Usuario	Funcionalidad	Facilidad de movimiento	Sistema semiautomático	Sumatoria	Prioridad
Solución 1	0,25*0,33	0,3*0,5	0,25*0,5	0,2*0,33	0,4	2
Solución 2	0,25*0,667	0,3*0,5	0,25*0,5	0,2*0,667	0,6	1

Por consiguiente, según Tabla 2.6, se muestra que la alternativa 2 es la mas adecuada.

### Modulo 3. Pantalla

En el mercado actual se ofrecen desde monitor de pantalla curva led hasta monitor de pantalla

CRT, con el aumento de teletrabajo estos aparatos se han convertido en el centro de trabajo, para que estos sean adecuados se buscan monitores que aumenten la productividad y disminuyan el cansancio visual, el uso de monitor y teclado externo ayuda a reducir problemas posturales. El gran número de horas de trabajo frente a una pantalla repercute negativamente a la salud visual.

- El monitor debe colocarse frente al trabajador, para evitar posturas forzadas del cuello, se recomienda una distancia entre los 50 [cm].
- Regular el brillo de la pantalla, así como también no colocarla en zonas donde se produzca deslumbramiento o reflejos.

### **Alternativas módulo 3.**

#### **Pantalla externa led (LG 20MK400H-B)**



**Figura 2.7.** Pantalla externa (Serie 20MK400H-B de LG Electronics)

Monitor externo, con modo de lectura que proporciona una protección a los ojos, disminuye la fatiga visual e incrementa la productividad. Los monitores externos son fáciles de manipular, facilidad de cambio de posición, dimensiones adecuadas para largas jornadas laborables.

#### **Ventajas.**

- Fácil colocación en diferentes lugares.
- Manejo fácil.
- Posible controlar la iluminación de la pantalla.

#### **Desventajas.**

- Una pantalla externa no proporciona todas las herramientas necesarias.
- Se mantiene en una posición.

#### **Tablet de trabajo**



**Figura 2.8.** Tablet de trabajo (teletrabajohoy.es/venta/tablets/)

Las tabletas actuales presentan potencia suficiente para ejecutar aplicaciones de comunicación y navegación, que hasta ahora solo se podían realizar en un ordenador de escritorio o en un ordenador portátil, con la ventaja de ser dispositivos ligeros y fáciles de trasladar.

Existen diversas tabletas dentro del mercado, las cuales varían por su uso, las más adecuadas para teletrabajo son aquellas que presentan tecnologías para protección de ojos, así como una batería de larga duración.

**Ventajas.**

- Liviana, fácil de portar en las manos.
- Se puede utilizar en cualquier lugar.
- Fácil de utilizar.

**Desventajas.**

- Tamaño de pantalla reducido.
- Elevado Precio.
- Batería no apta para largas jornadas.

Con el objetivo de determinar la alternativa mas adecuada se enlistara a continuacion los criterios de valoracion.

- Adaptacion al usuario.
- Funcionalidad.
- Facilidad de movimiento.
- Precio

**Tabla 2.7.** Criterios de valoración determinantes Modulo 3. Fuente: propia.

	Adaptación al Usuario	Funcionalidad	Facilidad de movimiento	Precio	Sumatoria +1	Ponderación
Adaptación al Usuario		0	0,5	0,5	2	0,20
Funcionalidad	1		1	1	4	0,40

Facilidad de movimiento	0,5	0		1	2,5	0,25
Precio	0,5	0	0		1,5	0,15
				Suma	10	1

En las siguientes tablas se muestra la evaluación para cada solución.

**Tabla 2.8.** Evaluación para cada solución Modulo 3. Fuente: propia.

Adaptación al Usuario	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		1	2	0,667
Solución 2	0		1	0,333
		Suma	3	1

Funcionalidad	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0	1	0,333
Solución 2	1		2	0,667
		Suma	3	1

Facilidad de Movimiento	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		0,5	1,5	0,500
Solución 2	0,5		1,5	0,500
		Suma	3	1

Precio	Solución 1	Solución 2	Sumatoria +1	Ponderación
Solución 1		1	2	0,667
Solución 2	0		1	0,333
		Suma	3	1

**Tabla 2.8.** Conclusiones para Modulo 3. Fuente: propia.

Conclusiones	Adaptacion al Usuario	Funcionalidad	Facilidad de movimiento	Precio	Sumatoria	Prioridad
Solución 1	$0,25 \cdot 0,33$	$0,3 \cdot 0,5$	$0,25 \cdot 0,5$	$0,2 \cdot 0,33$	0,5	1
Solución 2	$0,25 \cdot 0,667$	$0,3 \cdot 0,5$	$0,25 \cdot 0,5$	$0,2 \cdot 0,667$	0,5	1

Por consiguiente, según Tabla 2.8, se muestra que la alternativa 1 es la mas adecuada.

## 2.3 Protocolo de pruebas para evaluación de tareas en teletrabajo

En el laboratorio de Ergonomía de la facultad de Ingeniería Mecánica se han tomado medidas antropométricas enfocadas a las zonas de estudio previamente descritas. Fueron cuatro las medidas antropométricas tomadas a cada miembro de la muestra de estudio, se encuentran especificadas en la Tabla 2.1.

**Tabla 2.9.** Medidas antropométricas. Fuente: propia.

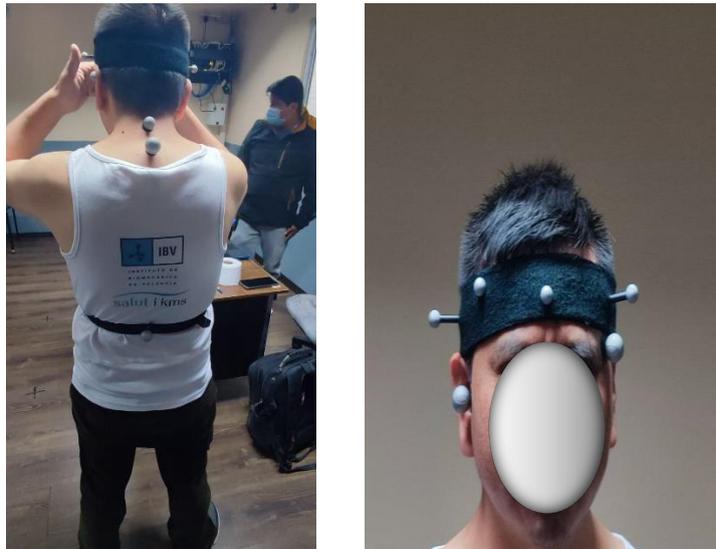
Sujeto	Perímetro cuello [cm]	Perímetro cabeza [cm]	Estatura [cm]	Peso [Kg]
1	43	58	180	95
2	44	56	172	66
3	39	57	169	75
4	42	55	160	66
5	43	57	173	110
6	39	55	168	70

Para la evaluación de tareas en teletrabajo se considera la zona de mayor afección, siendo esta la del cuello y lumbar según estudios realizados a teletrabajadores, con un 92% de incidencia en problemas en espalda baja. (Amendaño, 2021). Para obtener las fuerzas y ángulos que se ejercen en la lumbar se realizó un protocolo de análisis cinemático del movimiento de flexo extensión en la lumbar. Para ello se colocaron 9 marcadores de acuerdo a las recomendaciones ISB. Cuatro de los marcadores se colocaron alrededor de la cabeza, dos marcadores en sienes (uno a cada lado), un marcador en la parte posterior del cuello, un marcador en vertebra c7, y el ultimo marcador en lumbar.

**Tabla 2.10.** Puntos Anatómicos de Referencia. Fuente: propia.

Puntos Anatómicos de Referencia			
Punto	Ubicación	Punto	Ubicación
P1	Zona, frente	P6	Oído izquierdo
P2	Zona, frente	P7	Región cervical C2
P3	Zona Frente a la altura del Entrecejo	P8	Apófisis espinosa de la 7ma vertebra cervical
P4	Zona, frente	P9	Lumbar L3

P5	Oído Derecho		
----	--------------	--	--



**Figura 2.9.** Colocación de marcadores. Fuente: propia.

Se estandarizó la posición sedente normal pidiendo a cada sujeto que permaneciera sentado de manera natural en un taburete manteniendo la mirada en un punto fijo establecido en la pared frontal, para evitar flexión o extensión cervical, se colocaron las manos de manera relajada sobre los muslos. El taburete sin respaldo ni apoyabrazos, los pies completamente apoyados en el suelo, en una zona previamente establecida.

Para el estudio cinemático se pidió a cada participante realizar un desplazamiento del tronco superior, partiendo de la posición sedente normal hacia una mesa de trabajo, simulando el movimiento de una persona al acercarse al teclado de una computadora, para esto el sujeto mantiene sus pies y tronco inferior sin desplazamiento, solo generando flexión y extensión cervical apoyando los brazos sobre la mesa y manteniendo la mirada fija en un punto establecido en la pared frontal, para volver inmediatamente a la posición sedente normal, cada sujeto repitió el ejercicio diez veces.

### **Protocolo de medición**

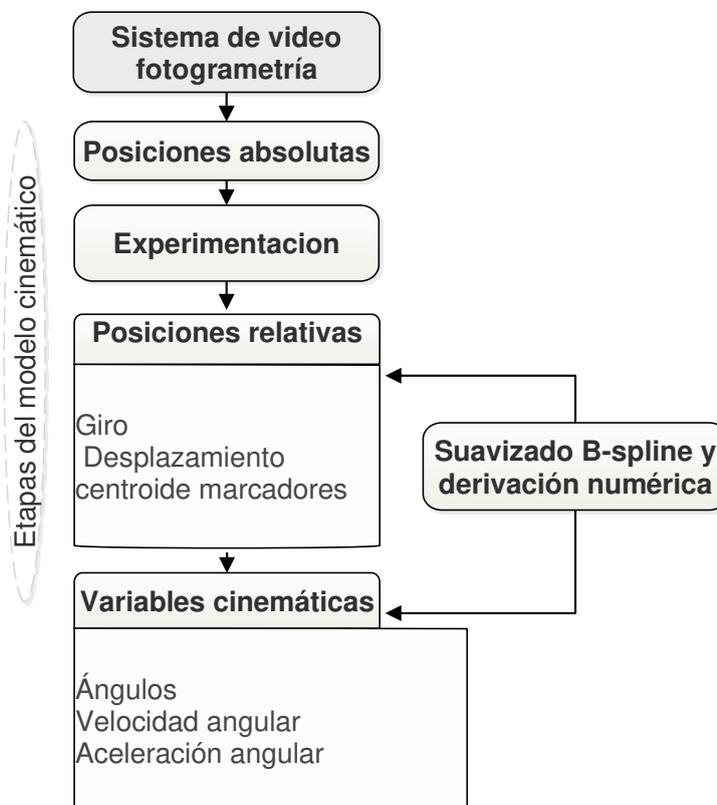
1. El sujeto debe ser informado del objetivo del estudio y estar de acuerdo con el mismo.
2. Se procede a explicar el tipo de experimento a ser realizado y la instrumentación utilizada.
3. El sujeto se ubica en el sistema de referencia y mantendrá una posición erguida.
4. Se coloca el sistema de marcadores.
5. Se toman las medidas antropométricas para el caso de estudio.
6. Se informa el tipo de movimiento a realizar y debe practicarlo al menos dos veces seguidas para evitar confusiones.

7. El sujeto deberá permanecer quieto en la posición de referencia.
8. Se empezará la grabación en dicha posición durante un tiempo determinado.
9. El sujeto debe realizar 10 ciclos completos del movimiento de flexo extensión de la lumbar.
10. La velocidad debe ser dada por el sujeto.

Se considerando como variables la medición de los ángulos cervicales y lumbares. Las mediciones se realizaron por fotogrametría en un plano sagital, por medio del software se recopila los datos del cambio de posición en el tiempo para cada uno de los participantes.

Para el análisis de datos se utilizó el software Matlab 2021b, el código utilizado fue desarrollado por el Instituto de Biomecánica de Valencia en conjunto con las Escuela Politécnica Nacional el cual se modificó para el caso de estudio, donde se obtiene los valores de media y rango, así como las gráficas de la variación de los ángulos de acuerdo al movimiento realizado, se filtran e interpolan los datos posición-tiempo (Tabla 2.11)

**Tabla 2.11.** Esquema de etapas del modelo cinemático. Fuente: propia.

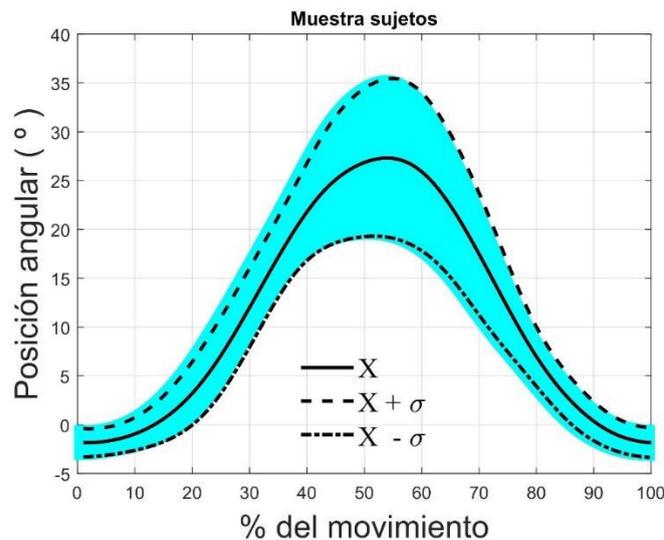


### 3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 3.1 Resultados

- **Resultados Flexo-extensión Lumbar**

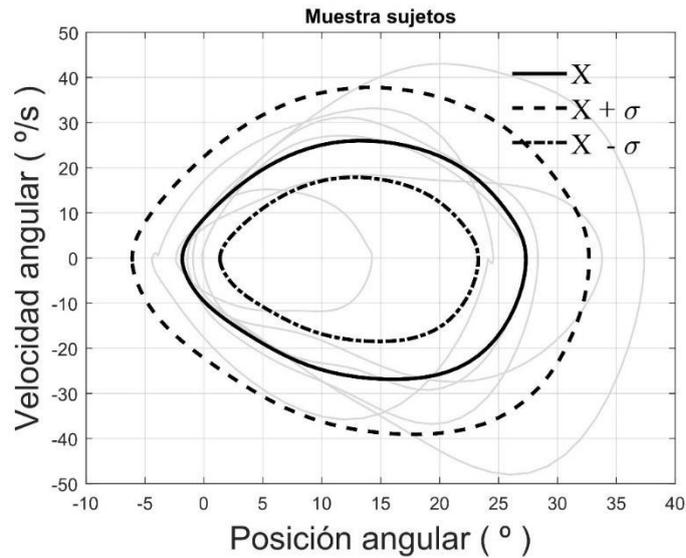
A continuación, se presentan las gráficas resultantes del proceso del modelo cinemático.



**Figura 3.1.** Resultados de la variación de la posición angular vs cantidad de movimiento

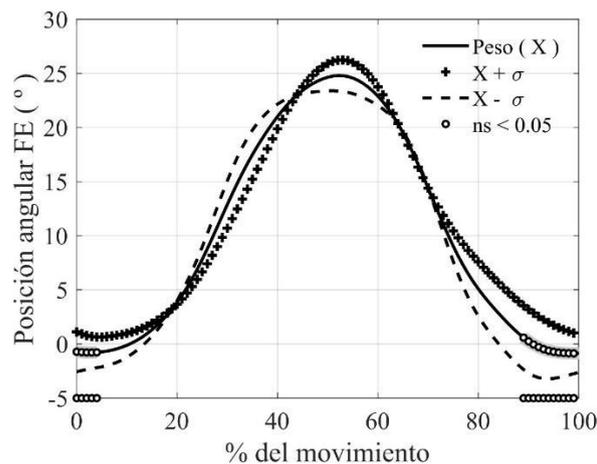
Fuente: propia.

La figura 3.1 se puede observar la media y los límites de la posición angular con relación al cambio de postura de la lumbar, esto describe el patrón funcional del estudio, del valor 0% de movimiento al 50 % se produce el movimiento completo desde la posición sedente normal hasta la posición adoptada en teletrabajo; del 50% al 100% se produce el retorno a la posición sedente normal, como podemos observar el valor máximo de la media se produce al 50 % del movimiento con un valor de 27°, es decir se produce a la máxima deformación de la lumbar, un patrón adecuado para el movimiento de la lumbar se encuentra determinado dentro de la zona, una persona que sufra una dolencia en la lumbar dará valores fuera de esta zona.



**Figura 3.2.** Velocidad angular vs posición angular. Fuente: propia.

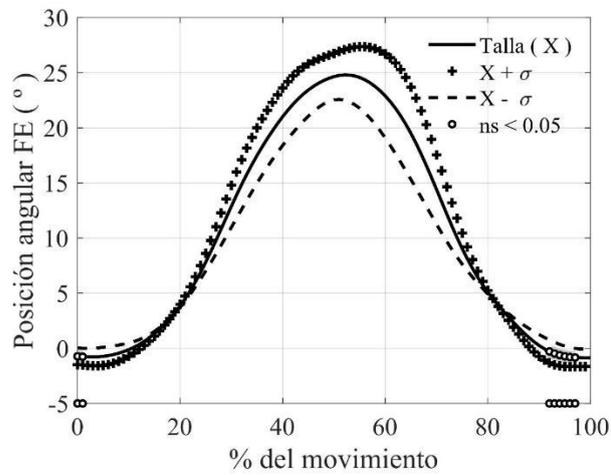
La figura 3.2 muestra la relación entre la velocidad angular y la posición angular para cada individuo, se obtiene el valor medio y los límites para el caso de estudio, se determina un patrón funcional, los valores negativos representan el movimiento de partida desde la posición sedente hasta la posición de teletrabajo, los valores positivos representan el movimiento desde la posición de teletrabajo hasta la posición sedente. La grafica no presenta un patrón armónico.



**Figura 3.3.** Influencia del peso sobre la lumbar. Fuente: propia.

En la figura 3.4 se utiliza el factor antropométrico para ver la influencia del peso del individuo sobre la lumbar, se puede observar que los problemas en la lumbar por influencia del peso se dan al momento de iniciar a mover el tronco superior (entre el 0% al 5% del movimiento), y al momento de volver a la posición sedente normal (entre el 90% al 100% del movimiento), esta

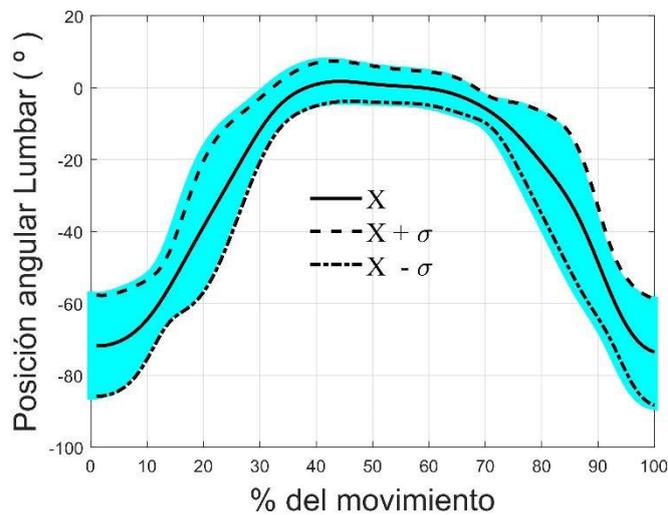
influencia es significativa de acuerdo a la probabilidad de que las medias sea iguales es escasa (ns).



**Figura 3.4.** Influencia de la talla sobre la lumbar. Fuente: propia.

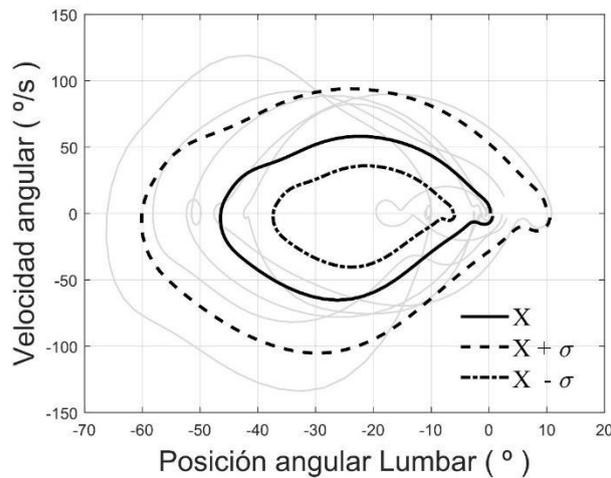
La figura 3.5 muestra la influencia de la talla o estatura del individuo sobre la lumbar, como se puede observar que existe mayor influencia al momento de llevar el tronco a la posición sedente normal (entre el 90% al 95% del movimiento).

- **Resultados Rotación Lumbar**



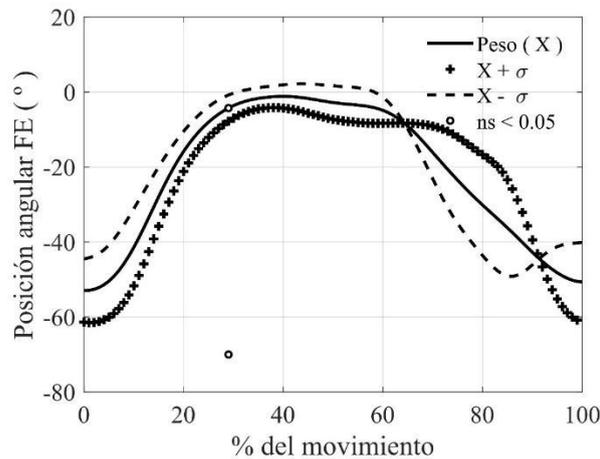
**Figura 3.5.** Posición angular de lumbar vs movimiento realizado. Fuente: propia.

En la figura 3.5 se presenta el caso de rotación en la lumbar, se observa que no existe afectación o esfuerzo en la lumbar durante el ejercicio de rotación.



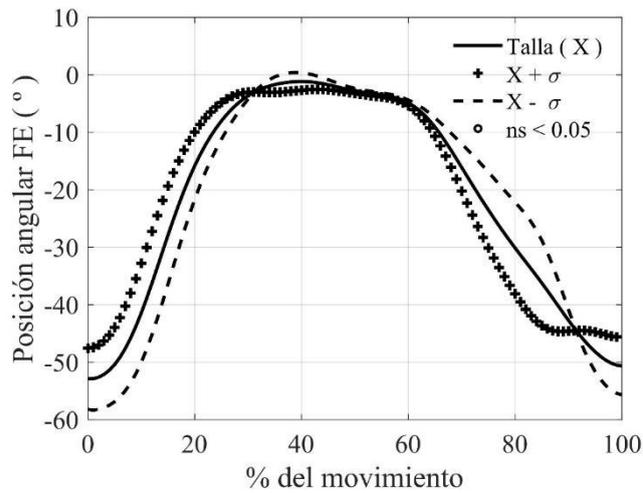
**Figura 3.6.** Velocidad angular vs posición angular lumbar. Fuente: propia.

La figura 3.6 muestra la relación entre la velocidad angular y la posición angular de la lumbar en el caso de estudio de la rotación del cuello, se obtiene el valor medio y los límites para el caso de estudio, se determina un patrón funcional, los valores negativos representan el movimiento de partida desde la posición sedente hasta la posición de teletrabajo, los valores positivos representan el movimiento desde la posición de teletrabajo hasta la posición sedente. La grafica no presenta un patrón armónico.



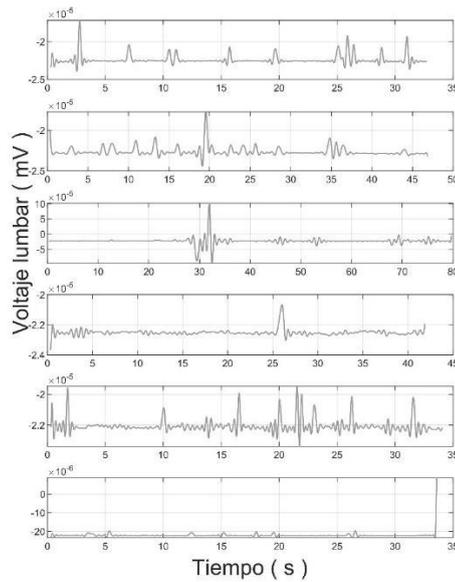
**Figura 3.7.** Influencia del peso sobre la lumbar. Fuente: propia.

En la figura 3.7 se observa que no existe influencia del peso en la lumbar durante el ejercicio de rotación, es decir que el movimiento no se ve afectado por el peso durante la rotación del cuello.



**Figura 3.8.** Influencia de la talla sobre la lumbar. Fuente: propia.

En la figura 3.8 se puede observar que no existe anomalías, es decir que la talla no influye sobre la lumbar durante la rotación de la misma.



**Figura 3.9.** Medición por EMG. Fuente: propia.

La figura 3.9 muestra las mediciones tomadas por EMG, estos resultados no son concluyentes ya que muestran diversas fallas en su forma, lo que se busca con el estudio EMG es obtener la fuerza que actúa en la lumbar a través de micro voltajes medidos durante la realización del experimento.

## **3.2 Conclusiones**

Para que un mobiliario se considere adecuado este debe ser capaz de adaptarse a un usuario, no todos los individuos presentan similares características físicas, es ideal que un mobiliario ergonómico presente funciones que permitan al individuo acoplar el mobiliario a sus necesidades.

De acuerdo al análisis de alternativas hechas a mobiliarios que se encuentran a nivel nacional, existen varios que se acoplan a las necesidades ergonómicas de los usuarios, pero al valorar las encuestas realizadas todavía existen varios deseos de los clientes que no son escuchados, así mismo la mayoría de usuario no utilizan un mobiliario adecuado para realizar sus actividades laborables.

La revisión de bibliografía y las encuestas realizadas dan a conocer que las personas que realizan teletrabajo presentan mayores dolencias en la zona lumbar y la zona del cuello, por lo cual se tomo como referencia estas zonas para el caso de estudio.

Las gráficas presentes dan a conocer un patrón de funcionalidad para el movimiento de la zona lumbar, esta permite verificar el estado de las personas que realizan teletrabajo, valores fuera de las curvas se consideran anormales, es decir que los individuos pueden presentar afecciones o dolencias.

Se puede observar de acuerdo a las 3.3 y 3.4. que el peso y talla de una persona pueden influir sobre la lumbar durante las actividades de teletrabajo, viendo que estos influyen mas cuando la persona inicia el movimiento y cuando retorna a la posición sedente normal durante la extensión de la lumbar, durante la rotación solo el peso del individuo genera influencia.

## **3.3 Recomendaciones**

Los datos obtenidos son correspondientes a estudios pilotos, para alcanzar un patrón mas adecuado se debe aumentar el numero de participantes dentro del protocolo de pruebas, una muestra mas significativa para generar una base de datos deberá ser alrededor de 30 sujetos.

De acuerdo a los deseos de los clientes obtenidos en las encuestas, se pueden realizar diseños de nuevos productos para el mercado de mobiliarios.

Se deberá realizar proyectos futuros que busque de mejor manera la sincronización entre el EMG y la fotogrametría para obtener mejores resultados.

## 4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Amendaño, S. E. (2021). Prevalencia de trastornos musculoesqueléticos por posturas forzadas en trabajadores que realizan teletrabajo en instituciones financieras. *Conecta Libertad*, 6.
- [2] Chaurand, R. Á. (2007). *Dimensiones Antropométricas de población Latinoamericana*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- [3] *Constitucion de la Republica del Ecuador*. (Registro Oficial 449 de 20 de octubre 2008, ). Ultima modificacion 25 de enero 2021.
- [4] Escuela Colombiana de Ingenieria Julio Garavito. (2009). *Diseño Antropometrico de Puestos de Trabajo*. Colombia.
- [5] Farina, D., & Merletti, R. a. (2004). *Electromyography: physiology, engineering*. USA: IEEE Press. Wiley-Interscience.
- [6] Riba, C. (2002). *Diseño Concurrente*. España: Edicions UPC.
- [7] Tadano, S. T. (19 de Julio de 2013). *Three dimensional gait analysis using wearable acceleration and gyro sensors based on quaternion calculations*. Obtenido de Sensors: [www.mdpi.com/journal/sens](http://www.mdpi.com/journal/sens)
- [8] Vaca, I. F. (2017). Perfil antropométrico y composición corporal en aspirantes de la Escuela de Formación de Soldados del Ejército. *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, vol.36.

## **5 ANEXOS**

ANEXO I. Formato de Encuestas.

## ANEXO I

1. Usted ha realizado teletrabajo en el periodo comprendido entre Marzo 2020- Marzo 2021 \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

2. Para la realización de sus actividades de trabajo en su hogar adquirió Un mueble o Equipo nuevo \*

Selecciona todos los que correspondan.

Solo Mueble

Solo Equipo

Ambos

Trabajo con muebles y equipos que disponía

3. ¿Conoce usted los daños o afecciones que se pueden producir por no utilizar muebles y equipos adecuados para el trabajo? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

4. ¿Durante la realización de sus actividades de trabajo ha sentido alguna molestia física o dolor durante los últimos meses que pueda afectar su desempeño laboral? \*

Max 2 respuestas

Selecciona todos los que correspondan.

No he sentido molestia a

Dolor o molestia en zona Lumbar

Dolor o molestia en cuello

Dolor o molestia en muñecas

Otro:



Solo en los casos señalados indique la intensidad de las molestias de acuerdo a la siguiente escala:

0: nada

1: A veces/ocasionalmente

2: A menudo / con cierta frecuencia

3: Muy o menudo

5. Para la realización de sus actividades con respecto al teletrabajo que tipo de mesa utiliza o utilizaba usted \*

Selecciona todos los que correspondan.

Mesa exclusiva para actividades relacionadas con el trabajo

Mesa de uso múltiple (mesa destinada para varias actividades)

Mesa de cocina

Otro:

6. Para la realización de sus actividades con respecto al teletrabajo que tipo de silla utiliza o utilizaba usted \*

Selecciona todos los que correspondan.

Silla de uso múltiple (silla de comedor, silla de habitación, etc.)

Silla de estudio con movilidad (ruedas)

Silla de estudio sin movilidad (no dispone de ruedas)

Taburete

Otro:

7. Para la realización de sus actividades con respecto al teletrabajo que tipo de Equipo (computador) o pantalla externa utiliza o utilizaba usted \*

Selecciona todos los que correspondan.

Laptop

Tablet

Celular

CPU con pantalla externa

Otro:

8. Al momento de realizar sus actividades de Teletrabajo. ¿Usted se sintió cómodo con su mesa de trabajo? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

9. Al momento de realizar sus actividades de Teletrabajo. ¿Usted se sintió cómodo con su silla de trabajo? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

10. Al momento de realizar sus actividades de Teletrabajo. ¿Usted se sintió cómodo con su equipo de trabajo? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

### **Voz Usuario Mesa de trabajo (Teletrabajo)**

Una mesa para trabajo debe estar a una altura adecuada con respecto al usuario y al asiento. Dependiendo de esta, el usuario deberá inclinarse o elevar los hombros para poder utilizar su superficie, la mesa debe tener una superficie amplia para tener un espacio adecuado para los elementos necesarios, debe constar de un tablero delgado con bordes suaves, debe ser poco reflectante, y no invadir el espacio inferior para piernas.

11. Cree usted que su mesa de trabajo cuenta con el espacio necesario para la realización de sus actividades de Teletrabajo? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

12. ¿Bajo la mesa, dispones de suficiente espacio para mover las piernas y cambiar de postura sin dificultad? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

13. ¿Qué funciones piensa usted que debe realizar o tener una mesa de trabajo para realizar sus actividades correctamente? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Regulación de altura

Movilidad

Regulación de inclinación de superficie de trabajo

Capacidad de aumentar la superficie de trabajo

Otro:

14. Que funciones o aditamentos te gustaría que tuviera tu mesa de trabajo aparte de los antes mencionados (materiales no reflectivos, que no genere sensación térmica, etc.) \*

### **Voz Usuario Silla de trabajo (Teletrabajo)**

Una silla en contexto de trabajo debe ser ergonómica, ya que un usuario pasa mucho tiempo sentado, estas deben tener la posibilidad de adaptación al usuario y ofrecer un movimiento para acceder al entorno de trabajo. Deben considerarse los materiales, formas y texturas.

15. ¿Puedes regular la altura de la silla de forma que los codos queden a nivel de la mesa de trabajo y puedas apoyar los pies en el suelo o sobre un reposapiés? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

16. ¿El respaldo es reclinable y regulable en altura? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

17. ¿Qué funciones piensa usted que debe realizar o tener una silla de trabajo para realizar sus actividades correctamente? \*

Varias respuestas

Selecciona todos los que correspondan.

Debe ser móvil y giratoria

Permite Regulación de altura del asiento

Tiene apoya brazos

Inclinación del respaldo

Posee soporte lumbar

Zonas acolchadas

Otro:

18. Que funciones o aditamentos te gustaría que tuviera tu silla de trabajo aparte de los antes mencionados (materiales permitan transpiración, acolchado suave en zonas específicas, regulación de profundidad de asiento, etc.) \*

### **Voz Usuario Pantalla de trabajo (Teletrabajo)**

En el mercado actual se ofrecen desde monitor de pantalla curva led hasta monitor de pantalla CRT, con el aumento de teletrabajo estos aparatos se han convertido en el centro de trabajo, para que estos sean adecuados se buscan monitores que aumenten la productividad y disminuyan el cansancio visual, el uso de monitor y teclado externo ayuda a reducir problemas posturales.

19. ¿Puedes colocar la pantalla a una distancia adecuada que te facilite la visión de acuerdo con tus necesidades? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

20. ¿Tiene que girar la cabeza para mirar la pantalla? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Si

No

21. ¿Puedes ajustar la configuración de pantalla (resolución, tamaño de caracteres, luminosidad, contraste, definición...) para poder visualizar nítidamente los caracteres de acuerdo con tus necesidades visuales? \*

Selecciona todos los que correspondan.

Sí

No

22. Habitualmente utiliza ratón (mouse)

Marca solo un óvalo.

Si, ratón con cable

Si, ratón inalámbrico

Uso interfaz táctil de portátil  
No uso ningún tipo de ratón  
Otro:

23. Qué tipo de pantalla preferirías Utilizar para realizar tus actividades laborables \*  
Selecciona todos los que correspondan.  
Me siento cómodo con la que ya utilizo  
Otro:

24. Que funciones o aditamentos te gustaría que tuviera tu pantalla de trabajo. Conociendo los problemas que se pueden generar derivado de las largas horas de trabajo frente a un monitor. (Disminución de brillo, portátil, etc.)

