

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ**

**Colegio de Ciencias e Ingenierías**

**Confort en Oficina: Retos en el Diseño de Puestos de Trabajo  
con Pantallas de Visualización de Datos**

**Proyecto de Investigación**

**Adrián Fernando Benítez Erazo**

**Ingeniería Industrial**

Trabajo de titulación presentado como requisito  
para la obtención del título de  
Ingeniero Industrial

Quito, 22 de mayo de 2018

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ  
COLEGIO DE CIENCIAS E INGENIERÍAS

HOJA DE CALIFICACIÓN  
DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Confort en Oficina: Retos en el Diseño de Puestos de Trabajo con Pantallas de  
Visualización de Datos

**Adrián Fernando Benítez Erazo**

Calificación:

Nombre del profesor, Título académico

Ximena Córdova, Ph.D.

Firma del profesor

---

Quito, 22 de mayo de 2018

## Derechos de Autor

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma del estudiante: \_\_\_\_\_

Nombres y apellidos: Adrián Fernando Benítez Erazo

Código: 00127922

Cédula de Identidad: 1725722811

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2018

## RESUMEN

El estudio se enfoca en un análisis ergonómico en puestos de trabajo con Pantallas de Visualización de Datos (PVD), en un centro médico ubicado en el Distrito Metropolitano de Quito. El presente estudio se basa en la metodología de evaluación completa a 58 puestos de trabajo a fin de presentar una propuesta de rediseño del puesto de trabajo. Se encuestó a 58 empleados (25 hombres y 33 mujeres), distribuidos en las áreas: administrativa, centro de llamadas, recepción y cajas, a fin de identificar síntomas músculo esqueléticos iniciales en el lugar de trabajo. De estos, 52 empleados reportaron dolor en el último año y 43 empleados reportaron haber realizado actividades fuera de su jornada laboral en el centro médico. Las zonas del cuerpo con mayor nivel de intensidad de dolor son: cuello, región lumbar y muñeca. El estudio contempló una evaluación ergonómica con los métodos RULA y REBA a cada uno de los puestos de trabajo, a fin de evaluar la exposición de los empleados a factores de riesgo que implican una elevada carga postural. Según el análisis RULA, 38 empleados presentaron un nivel de acción de 3, con lo cual se concluye que se requieren investigaciones detalladas, cambios a corto plazo y rediseño del puesto de trabajo. Por otro lado, con el método REBA los 58 empleados presentaron un nivel de acción de 2, con lo cual se concluye que es necesaria la actuación en todos los puestos de trabajo. Se generó una tabla antropométrica para poblaciones combinadas (43 % hombres y 57 % mujeres) con el método de Roebuck a fin de determinar las dimensiones de la silla y de la mesa de trabajo. Se realizó un análisis de calce a los 58 individuos que componen la muestra para determinar la cantidad de empleados a los cuales el rediseño propuesto acomoda. Las dimensiones de la silla propuesta acomodan a 58 empleados en: altura, profundidad, ancho y distancia entre reposabrazos, mientras que la dimensión altura de la mesa de trabajo acomoda a la mayor parte de empleados. Finalmente, se elaboró el rediseño del mobiliario en el software de diseño gráfico SketchUp Pro en 3D con los valores de diseño y el mecanismo de ajuste para ambos casos.

Palabras clave: Pantallas de visualización de datos, Factores de riesgo ergonómico, Recolección de datos, Ergonomía Ocupacional, Tabla antropométrica, Poblaciones combinadas, Centro médico, Mobiliario

## ABSTRACT

The study focuses on an ergonomic analysis in workstations with video display terminals, in a medical center located in Quito, Ecuador. The present study is based on the methodology of full assessment applied to 58 workstations, in order to submit a proposal for the redesign of the workstation. A survey was filled by 58 workers (25 men and 33 women), distributed in the following areas: administration, call center, host and cashiers area, in order to identify initial musculoskeletal symptoms in the current workplace. From these analysis, 52 employees reported pain in the last year and 43 employees reported having carried out activities outside the regular working day within the medical center. According to the survey, the areas of the body with the highest level of pain intensity are: neck, small of the back and wrist. The study included an ergonomic evaluation to all the workstations through the methods RULA and REBA, in order to assess the risk exposure to factors that imply a high postural load. According to the RULA analysis, 38 employees presented an action level of 3, thus detailed research, short-term changes and redesign of the workstation is needed. On the other hand, the results from REBA analysis showed that all the 58 employees presented an action level of 2, thus all the workstations require preventive action. An anthropometric table was generated for combined populations (43 % men and 57 % women) through the method of Roebuck, in order to find the right dimensions of both, chair and desk. A fit analysis was conducted to find the number of employees to whom the proposed furniture redesign accommodates. The dimensions of the proposed chair accommodate 58 employees in: height, depth, width and distance among armrests, while the height dimension of the proposed desk accommodates the majority of employees. Finally, the 3D furniture redesign was designed in the graphic design software SketchUp Pro, with the respective values of design and adjustment mechanisms

*Key words:* Video Display Terminals, Ergonomic Risk Factors, Data Collection, Occupational Ergonomics, Anthropometric Table, Combined Populations, Medical Center, Furniture.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
1.1 Definición del problema.....	8
1.2 Objetivos.....	8
<b>2. Metodología.....</b>	<b>9</b>
2.1 Población objetivo .....	9
2.2 Método de Evaluación Completa .....	9
2.2.1 Observación y recorrido.....	9
2.2.2 Registro de las actividades en video.....	9
2.2.3 Mediciones del trabajador .....	9
2.2.4 Aportaciones del trabajador y gerencia .....	9
2.2.5 Evaluación y análisis .....	9
2.2.5.1 Método RULA.....	9
2.2.5.2 Método REBA.....	11
2.2.5.3 Rediseño del puesto de trabajo .....	12
<b>3. Resultados, análisis y discusión .....</b>	<b>13</b>
3.1 Resultados de la encuesta .....	14
3.2 Resultados RULA .....	16
3.3 Resultados REBA.....	17
3.4 Resultados rediseño antropométrico .....	17
<b>4. Conclusiones, recomendaciones y limitaciones .....</b>	<b>20</b>
<b>5. Referencias .....</b>	<b>22</b>
<b>6. Anexos.....</b>	<b>25</b>

# Confort en oficina: retos en el diseño de puestos de trabajo con Pantallas de Visualización de Datos

*Fernando Benítez Erazo\*, Ximena Córdova Vallejo*

*Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad San Francisco de Quito*

## INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

### *Historia del artículo:*

Recibido 26 de Noviembre de 2017

Recibido y Revisado 26 de Noviembre 2017

### *Palabras Clave:*

Pantallas de visualización de datos

Factores de riesgo ergonómico

Recolección de datos

Ergonomía Ocupacional

Tabla antropométrica

Poblaciones combinadas

Centro médico

Mobiliario

## ABSTRACT

El estudio se enfoca en un análisis ergonómico en puestos de trabajo con Pantallas de Visualización de Datos (PVD), en un centro médico ubicado en el Distrito Metropolitano de Quito. El presente estudio se basa en la metodología de evaluación completa a 58 puestos de trabajo a fin de presentar una propuesta de rediseño del puesto de trabajo. Se encuestó a 58 empleados (25 hombres y 33 mujeres), distribuidos en las áreas: administrativa, centro de llamadas, recepción y cajas, a fin de identificar síntomas músculo esqueléticos iniciales en el lugar de trabajo. De estos, 52 empleados reportaron dolor en el último año y 43 empleados reportaron haber realizado actividades fuera de su jornada laboral en el centro médico. Las zonas del cuerpo con mayor nivel de intensidad de dolor son: cuello, región lumbar y muñeca. El estudio contempló una evaluación ergonómica con los métodos RULA y REBA a cada uno de los puestos de trabajo, a fin de evaluar la exposición de los empleados a factores de riesgo que implican una elevada carga postural. Según el análisis RULA, 38 empleados presentaron un nivel de acción de 3, con lo cual se concluye que se requieren investigaciones detalladas, cambios a corto plazo y rediseño del puesto de trabajo. Por otro lado, con el método REBA los 58 empleados presentaron un nivel de acción de 2, con lo cual se concluye que es necesaria la actuación en todos los puestos de trabajo. Se generó una tabla antropométrica para poblaciones combinadas (43 % hombres y 57 % mujeres) con el método de Roebuck a fin de determinar las dimensiones de la silla y de la mesa de trabajo. Se realizó un análisis de calce a los 58 individuos que componen la muestra para determinar la cantidad de empleados a los cuales el rediseño propuesto acomoda. Las dimensiones de la silla propuesta acomodan a 58 empleados en: altura, profundidad, ancho y distancia entre reposabrazos, mientras que la dimensión altura de la mesa de trabajo acomoda a la mayor parte de empleados. Finalmente, se elaboró el rediseño del mobiliario en el software de diseño gráfico SketchUp Pro en 3D con los valores de diseño y el mecanismo de ajuste para ambos casos.

© 2018. All rights reserved.

## 1. Introducción

En la actualidad las empresas alrededor del mundo cuentan con sistemas informáticos que permiten recopilar, almacenar, procesar y distribuir de forma rápida grandes cantidades de información, y al mismo tiempo, reducir la carga de trabajo (OIT, 2012). Con la introducción de estos sistemas informáticos en puestos de trabajo administrativos, nace el concepto de Pantallas de Visualización de Datos (Málaga, Alonso, Amo & Ayora, 2016). Si bien es cierto que el aumento incesante en el uso de Pantallas de Visualización de Datos (PVD) en el campo laboral en general y en las oficinas, en particular, ha permitido agilizar el desarrollo de diferentes tareas y reducir la carga de trabajo, también ha traído consigo la aparición de ciertos problemas de salud como fatiga visual, trastornos músculo esqueléticos y fatiga mental (INSHT, 2006).

De acuerdo al Real Decreto 488/1997 de España, en su Artículo N°2, literal a), se entiende por PVD a “una pantalla alfanumérica o gráfica independientemente del método de representación visual utilizado” (INSHT, 2006), y al puesto de trabajo con P.V.D. como “el constituido por un equipo con pantalla de visualización provisto, en su caso, de un teclado o dispositivo de adquisición de datos, de un programa para la interconexión persona/máquina, de accesorios ofimáticos y de un asiento y mesa o superficie de trabajo, así como el entorno laboral inmediato” (INSHT, 2006). La Ergonomía es considerada un sistema integral que engloba tres elementos de interacción: el hombre o ser humano, el ambiente o entorno y

el objeto o máquina de trabajo (UMB).

El trabajo constituye un factor de suma importancia en la vida de las personas y es un pilar fundamental para la estabilidad de los hogares y de la sociedad, en general (OIT, 2006). Los nuevos empleados cuando se incorporan a sus puestos de trabajo se encuentran con condiciones de trabajo no tan favorables en cuanto a su diseño, espacio físico y/o ubicación (Torres & Jaramillo, 2000). Actualmente, una de las causas de enfermedades ocupacionales constituye el entorno de trabajo en el que el trabajador está expuesto a condiciones ergonómicamente inadecuadas (Asensio, Bastante & Diego, 2012). Las consecuencias a largo plazo de trabajar bajo estas condiciones incluyen lesiones en las manos, muñecas, articulaciones, espalda, ojos u otras partes del cuerpo (Albers & Estill, 2007). Más aún, el incumplimiento de una o más normas de higiene o salud en el trabajo implica para cualquier organización, el indemnizar a cualquier trabajador por los accidentes que padezca en el trabajo o por las enfermedades profesionales, de acuerdo al Art. 42 del Código de Trabajo, sección Infracciones Graves (Ministerio del Trabajo, 2017).

Los trastornos musculo esqueléticos (TME) constituyen uno de los principales problemas de salud en el trabajo, tanto en los países desarrollados como en países en vías de desarrollo (OIT, 2001). Los casos de trastornos musculo esqueléticos en el trabajo han aumentado de forma exponencial en las últimas décadas, causando perjuicio a trabajadores de todos los sectores y ocupaciones, independientemente de la edad y el género

(Ulzurrun, Jiménez, Macaya & Izquierdo, 2007). De hecho, según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en su último reporte sobre casos reportados de lesiones ocupacionales no fatales por actividad económica, sólo en el Ecuador el número de casos pasó de 1785 en 2011 a 2698 en 2012 en lo que respecta a actividades de servicio (OIT, 2018).

Según un estudio realizado en España por el INSHT, el índice de incidencia de trastornos músculo esqueléticos en actividades administrativas y servicios auxiliares es una de las más altas, con un total de 50.9 en 2011 (De Vicente, Díaz, Zimmermann & Galiana, 2012). En un estudio realizado en la India, se demostró que el uso o exposición prolongada a pantallas de visualización de datos conlleva al padecimiento no solo de problemas músculo esqueléticos, sino también a problemas visuales como el ojo seco, visión borrosa e inclusive síntomas astenópicos (Parihar et al., 2016).

En un estudio realizado en Dublín, Irlanda con el objetivo de evaluar la postura de los niños relacionada con el uso de la computadora y ver la confiabilidad del método RULA. Se seleccionaron a 6 individuos y se analizó las posturas con videgrabaciones y se demostró que el nivel de confiabilidad del método para este propósito es elevado (Dockrell et al., 2012).

En una industria de la construcción en Filipinas se llevó a cabo un estudio para evaluar los riesgos asociados a actividades en la construcción, para lo cual se utilizó los métodos RULA y REBA. Los resultados obtenidos indicaron que todas las tareas consideradas en el análisis, como astillado, demolición y soldadura, representan un riesgo para el bienestar del trabajador. Los puntajes RULA y REBA oscilaron de 4 a 7 y de 5 a 11, respectivamente, lo que indica que se debe implementar un cambio en las tareas (Renier et al., 2015).

En Canadá, un grupo de investigadores a través del método ROSA demostró que las partes del cuerpo que presentan mayores niveles de disconformidad al trabajar frente a una pantalla de visualización fueron el cuello, la cabeza y la parte inferior de la espalda. (Sonne, Villalta & Andrews, 2012).

En los Estados Unidos se han implementado herramientas de información tecnológica que han demostrado su eficacia en la creación de diseños ergonómicos tridimensionales adecuados de las estaciones de trabajo en centros y edificios administrativos, dando un gran paso en temas de Seguridad Ocupacional (Margaritis & Marmaras, 2007).

En Indoesia se realizó un estudio en las industrias de tejas de Sundanse basado en un enfoque antropométrico, con el fin de rediseñar el lugar de trabajo y se desarrolló una tabla antropométrica para el trabajador indonesio de Sundanse (Sutalaksana & Widyanti, 2016).

Estudios similares se han realizado en México al tomar medidas antropométricas de operadores de una planta de producción de motores eléctricos con el fin de rediseñar puestos de trabajo en áreas operativas (Lavender, Marras, & Sabol, 2002).

En Colombia se publicó un artículo acerca de los parámetros antropométricos de la población colombiana. Se generó una tabla antropométrica como herramienta para el diseño de espacios, equipos de protección, máquinas y sitios especiales de los operadores (Estrada, Camacho, Restrepo, & Parra, 1998).

En cuanto a la utilización de la tabla antropométrica en poblaciones combinadas para un rediseño de puestos de trabajo, en Arabia Saudita se propuso un método para calcular percentiles en una población combinada de hombres y mujeres, conocida la proporción para cada subpoblación. En este estudio se demostró la aplicación del método de Roebuck para generar percentiles combinados para rediseñar una estación de trabajo considerando las diferencias antropométricas existentes entre hombres y mujeres (Al-Haboubi, 1997).

### 1.1 Definición del problema

En el caso particular de la empresa Sistemas Médicos SIME – USFQ, las molestias musculares en la región del cuello y la espalda, la fatiga o el estrés constituyen los principales problemas manifestados por los empleados con mayor frecuencia que inciden en la productividad. Estos problemas se manifiestan en forma de dolor y están asociados con la adopción de posturas incorrectas, uso inadecuado del mobiliario actual, y falta de consideraciones ergonómicas previas en el diseño del mobiliario (A. Vásquez, conversación personal, 12 de noviembre de 2017). Más aún, si bien es cierto que la gravedad de los problemas reportados por los empleados dentro de la empresa Sistemas Médicos SIME – USFQ es mucho menos acusada que en otro tipo de ocupaciones en la industria de manufactura, se debe abordar un estudio que proponga soluciones efectivas y una de ellas es la propuesta de rediseño antropométrico con la cual se podrá reducir el grado de dolor e incomodidad que resultan del mobiliario actual.

### 1.2 Objetivos

El objetivo general del presente estudio es realizar un análisis ergonómico de los puestos de trabajo con PVD dentro del centro médico SIME – USFQ a través de métodos de evaluación ergonómica usados en diversos estudios, con la finalidad de proponer un rediseño en las áreas de trabajo.

Antes de aplicar la metodología, se requiere conocer la situación actual del centro médico SIME – USFQ e identificar condiciones críticas en los puestos de trabajo con PVD a través de levantamiento de información, para determinar el método de evaluación ergonómica adecuado, de acuerdo al libro de Ergonomía Ocupacional: Diseño y Administración del Trabajo (Fernández, Marley, Noriega & Ibarra, 2011). Uno de los objetivos del estudio es determinar la población objetivo y el tamaño de muestra con la información levantada. De esta forma es posible inferir acerca de la población (Devore, 2016).

Como parte de los objetivos del presente estudio se propone un rediseño de los espacios de trabajo en base al análisis antropométrico que recomienda el texto de Ergonomía Ocupacional (Fernández et al., 2011). Por último, se presenta la propuesta en un software de diseño asistido (CAD).



## 2. Metodología

### 2.1 Población objetivo

El primer paso consistirá en identificar a la población objetivo de la cual se pretende obtener información. Se realizará un levantamiento de información mediante entrevista personal con el jefe de Seguridad Ocupacional y con el jefe del departamento de Recursos Humanos de SIME – USFQ, a fin de tener acceso a la lista actualizada de los empleados a nivel nacional. Se procederá a filtrar la lista de empleados considerando únicamente a los que trabajan en la matriz Cumbayá y en las sucursales: La Carolina, Los Chillos y Carcelén.

La matriz de identificación de riesgos del centro médico permitirá determinar los puestos de trabajo con pantallas de visualización de datos con un nivel de riesgo de “moderado” a “grave”, que serán los que se toman en cuenta (Vásconez, 2017).

En base a la matriz de identificación de riesgos proporcionada y al criterio del jefe de Seguridad Ocupacional del centro médico, se define a la población objetivo del estudio, como: *“los empleados en puestos de trabajo administrativo cuya jornada laboral diaria es de 6 a 8 horas, frente a una pantalla de visualización de datos en posición sedente, con o sin pausas activas dependiendo de la actividad que desempeñen dentro de SIME – USFQ en el Distrito Metropolitano de Quito”* (A. Vásconez, conversación personal, 12 de noviembre de 2017).

Cabe mencionar que la población objetivo para el presente estudio corresponde a una muestra de la población económicamente activa de la ciudad de Quito.

### 2.2 Método de Evaluación Completa

Se va a utilizar el procedimiento de evaluación del espacio de trabajo presentado en el libro de Ergonomía Ocupacional: Diseño y Administración del Trabajo. (Fernández, Marley, Noriega & Ibarra, 2011).

#### 2.2.1 Observación y recorrido

En este paso se va a realizar un recorrido por las áreas y puestos de trabajo de interés. Se observará cada uno de los puestos de trabajo, las actividades que se realizan y su distribución. En esta fase se analizarán los factores de riesgo ergonómico (Fernández et al., 2011).

#### 2.2.2 Registro de las actividades en video

De acuerdo a la metodología de Evaluación Completa, se procederá a filmar cada puesto de trabajo por un período de tiempo de 10 minutos y se tomará en cuenta el ciclo de trabajo en cada vista de grabación. En esta fase se tomarán fotografías considerando posturas críticas que adopte el empleado durante su jornada laboral (Fernández et al., 2011).

#### 2.2.3 Mediciones del trabajador

Para el presente estudio será necesario establecer un método de medición apropiado para la toma de medidas antropométricas de los empleados en el centro médico Sistemas Médicos SIME – USFQ. El procedimiento de medición para el presente estudio se presenta a través de un diagrama de

flujo en la Figura No. 1 dentro de la sección de anexos.

#### 2.2.4 Aportaciones del trabajador y gerencia

En esta fase el aporte del empleado constituye la herramienta de recolección de datos más útil (Fernández et al., 2011). A fin de detectar y analizar síntomas músculo esqueléticos en el trabajo, se le presentará a cada empleado una encuesta que contiene ocho preguntas basadas en el test nórdico de Kuorinka (Kuorinka et al., 1987) y en la Forma de Recolección de Datos en Oficinas que presenta el libro de Ergonomía Ocupacional (Fernández et al., 2011).

- *Encuesta de recolección de datos para identificación de síntomas músculo esqueléticos en el trabajo*

Se solicitará a cada empleado contestar las preguntas en la encuesta propuesta que se muestra en las figuras 2 y 3 en la sección de anexos. El fin de la encuesta es recolectar información acerca de problemas músculo esquelético que resulten del trabajo. Las respuestas de los empleados a las preguntas propuestas servirán para identificar aquellas tareas que presenten el nivel más alto de factores de riesgo (Fernández et al., 2011), así como para detectar la existencia de síntomas músculo esqueléticos iniciales que todavía no han constituido enfermedad, o no han llevado aún a consultar al médico (Kuorinka et al., 1987). La encuesta en cuestión se muestra en la Figura No.2 en la sección de anexos. A fin de cuantificar con objetividad la impresión subjetiva de los empleados sobre el dolor (Rodríguez, 2006) y de realizar un análisis estadístico paramétrico (Malouf & Baños, 2006), se incluirá en la encuesta escalas visuales analógicas graduadas para cada zona corporal (cuello, hombro, codo o antebrazo, muñeca o mano y piernas). Las escalas analógicas graduadas que serán usadas son las de Walco y Howite, diseñadas para pacientes mayores a 7 años en urgencias de pediatría (Bárcena, 2014). Se usará las escalas numéricas de Walco y Howite ya que las escalas numéricas graduadas con marcas son más fidedignas y preferidas por los voluntarios que participen (Rodríguez, 2006). Las escalas numéricas de Walco y Howite se representan con una línea horizontal de 10 cm en la que en el extremo inferior se escribe “0: no dolor”, de 1 a 2 “dolor leve”, de 3 a 6 “dolor moderado”, de 7 a 8 “dolor intenso” y de 9 a 10 “máximo dolor imaginable” (Fernández, s.f.). En la Figura No.3 que se muestra en la sección de anexos, se presentan las escalas que incluirá la encuesta.

#### 2.2.5 Evaluación y análisis

En esta fase se aplicarán las metodologías de evaluación por exposición a carga postural: RULA y REBA. Se usará la información de una tabla antropométrica de la población económicamente activa de la ciudad de Quito para generar una tabla antropométrica combinada a través del método de Roebuck (Córdova & Fernández, 1994), usando las proporciones de hombres y mujeres presentes en esta muestra. En base a la información generada en la tabla antropométrica combinada se definirán los valores de diseño para la silla y la mesa de trabajo. Por último, se presentará el rediseño tridimensional con las especificaciones de diseño en un software asistido por computador.

##### 2.2.5.1 Método RULA

El método Rapid Upper Limb Assessment (RULA) fue desarrollado en 1993 por Lynn McAtamney y Esmond Nigel Corlett en la Universidad de Nottingham, con la finalidad de evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que implican una elevada carga postural y que pueden

ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo (McAtamney & Corlett, 1993). De acuerdo a McAtamney y Corlett (1993), para la evaluación del riesgo se considera la postura adoptada por el empleado, la duración, la frecuencia y las fuerzas ejercidas cuando esta mantiene. Se procederá a analizar las posturas de cada empleado por puesto de trabajo en base al procedimiento de evaluación en dos grupos con zonas corporales superiores e inferiores mediante un sistema de puntuaciones por miembro o extremidad. Por último, se obtendrá el nivel de actuación para cada empleado de acuerdo a su puntuación final (McAtamney & Corlett, 1993).

A fin de evaluar la exposición de los trabajadores a riesgos debidos a la carga postural se procederá a filmar con una cámara de video las actividades y movimientos en cada uno de los puestos de trabajo, tal como sugiere el libro de Ergonomía Ocupacional (Fernández et al., 2011). Para lo cual, se procederá a filmar cada puesto en ambos lados cuando sea posible durante un periodo de 10 minutos.

Cabe mencionar que las filmaciones se realizarán en las horas críticas de trabajo cuando los trabajadores están más ocupados, a fin de analizar las posturas más frecuentes de los trabajadores en sus puestos. Se asumirá que las actividades ejercidas en cada puesto de trabajo son las mismas en ambos lados del cuerpo, por lo que el análisis de los videos para RULA se lo hará considerando un solo lado del cuerpo. Se procederá a observar cada filmación, y se identificarán las posturas más significativas en el ciclo de trabajo, considerando duración y carga postural. A través de la herramienta "KINOVEA ®" se medirán los ángulos de las distintas zonas corporales. Una vez que se obtengan los distintos valores de los ángulos medidos para cada zona corporal, se procederá a compararlos con los valores de los ángulos en diagramas de posturas con las puntuaciones estándar respectivas tal y como se indica en las Figuras 4 y 5 en la sección de anexos, y de esta forma se asignará puntuaciones individuales tanto para los integrantes del Grupo A (brazo, antebrazo y muñeca), como para los integrantes del Grupo B (cuello, tronco y piernas) (McAtamney & Corlett, 1993). De acuerdo a McAtamney y Corlett (1993), para brazos, antebrazos, muñeca, cuello y tronco se modificarán las puntuaciones individuales cuando amerite, tal y como se muestra en las Figuras 4 y 5 en la sección de anexos (McAtamney & Corlett, 1993).

Posteriormente se usarán las Tablas 1 y 2 que se muestran a continuación, como guía para obtener las puntuaciones finales tanto para el grupo A, como para el grupo B en cada uno de los puestos de trabajo (CARM, 2011).

Cabe mencionar que los números que se muestran en las Tablas 1 y 2 representan los posibles valores de las puntuaciones individuales resultantes con o sin modificación para cada zona corporal. Se empleará el criterio de cruce de puntuaciones individuales resultantes en la Tabla 1 en el orden (brazo, antebrazo, muñeca y giro de muñeca) y se obtendrá la puntuación final de A y del mismo modo se obtendrá la puntuación final de B al cruzar las puntuaciones individuales resultantes en el orden (cuello, tronco y piernas) con la Tabla 2, tal como establece el método RULA (CARM, 2011).

Se va a considerar la actividad muscular y la fuerza ejercida por los trabajadores en su ciclo de trabajo. De acuerdo al criterio establecido por McAtamney & Corlett (1993) que se muestra en la Figura No. 6 en la sección de anexos, se modificarán los puntajes de A y B, y se obtendrán los puntajes C y D. Como se puede observar en la Tabla 3 que se muestra a continuación, en sentido vertical se indican los posibles valores resultantes del grupo C y en sentido horizontal se indican los posibles valores

resultantes del grupo D. Con el criterio de cruce de puntuaciones entre C y D, se obtendrá el puntaje final (CARM, 2011).

**Tabla 1 - Puntuación Grupo A (RULA) (Fuente: CARM, 2011).**

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

**Tabla 2 - Puntuación Grupo B (RULA) (Fuente: CARM, 2011).**

Cuello	Tronco											
	1		2		3		4		5		6	
	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	Piernas	
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

**Tabla 3 - Puntuación Final (RULA) (Fuente: CARM, 2011).**

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

Por último, en base a los resultados obtenidos con la Tabla 3, se determinará el nivel de actuación de acuerdo al criterio establecido por el método RULA que se muestra en la Tabla 4 (McAtamney & Corlett, 1993).



En base a la puntuación intermedia C obtenida con la Tabla 7, se obtendrá la puntuación final del método REBA, al modificar la puntuación C de acuerdo al tipo de actividad muscular (Stack, Ostrom & Wilhelmsen, 2016).

Por último, en base a la puntuación final, se determinará el nivel de actuación de acuerdo al criterio establecido por Hignett y McAtamney (2000), que se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8 - Nivel de actuación según puntuación final obtenida REBA (Fuente: Hignett & McAtamney, 2000).**

Nivel de acción	Puntaje REBA	Nivel de riesgo	Actuación
0	1	Despreciable	No es necesaria la actuación
1	2 - 3	Bajo	Puede ser necesaria la actuación
2	4 - 7	Medio	Es necesaria la actuación
3	8 - 10	Alto	Es necesaria la actuación cuanto antes
4	11 - 15	Muy alto	Es necesaria la actuación de inmediato

### 2.2.5.3 Rediseño del puesto de trabajo

El objetivo de las mediciones es obtener información antropométrica de uno, varios o de un gran número de individuos de una forma precisa una vez que se haya analizado el puesto de trabajo de interés al cual se pretende diseñar o rediseñar (Mondelo et al., 1998).

- *Instrumental para medir a mano*

De acuerdo a Valero (2008), los instrumentos dependen del tipo de medición que se quiere efectuar. En el presente estudio lo que interesa son las dimensiones del cuerpo en reposo, por tanto no se analizarán ni fuerzas ni movimientos continuos. Los instrumentos que se utilizarán son antropómetro digital y flexómetro (Valero, 2008). En la Tabla 9 se describen las herramientas de medición que se usaran en el presente estudio para la toma de mediciones antropométricas del cuerpo humano.

Según Mondelo, Gregori, Blasco y Barrau (1998), la silla antropométrica es necesaria para la toma de medidas del sujeto sentado. Esta silla tiene el asiento paralelo al suelo y respaldo en plano perpendicular, formando un ángulo recto con el asiento, con superficies duras y fácilmente desplazable (Mondelo et al., 1998). En la Figura No. 10 se muestra la silla utilizada para las mediciones en posición sedente.

**Tabla 9 - Instrumentos de medición Fuentes: (Valero, 2008), (Vega & López, 2006) y (Machine - Dro, 2018).**

Instrumento de medición	Función	Especificación técnica
Antropómetro digital	Medir segmentos lineales del cuerpo	Certificado: si Precisión: 2 mm
Flexómetro	Medir alcances: horizontal y vertical	Longitud máxima: 8 metros

- *Equipo de medición*

Como señalan Mondelo, Gregori, Blasco y Barrau (1998), para efectuar las mediciones a mano de un grupo de personas es necesario un equipo previamente capacitado, instrumentos de medición certificados y una metodología aprobada. Se recomienda que el equipo esté conformado por un medidor, un anotador, un auxiliar y uno o varios suplentes (Mondelo et al., 1998). Sin embargo, para el presente estudio el equipo se conforma por una persona encargada de tomar las medidas antropométricas y por otra persona encargada de registrar las mediciones en una base de datos en Excel. En la Tabla 10 se muestra el equipo de medición en cuestión.

**Tabla 10 - Equipo de medición (Fuente: Mondelo et al., 1998).**

Responsable	Función asignada
Fernando Benítez	Tomar medidas antropométricas
Javier Rodríguez	Anotar medidas antropométricas/auxiliar

- *Posiciones y condiciones para medir al sujeto*

De acuerdo a Mondelo, Gregori, Blasco y Barrau (1998), dado que las mediciones se efectúan con objetivos específicos y a una pequeña población, se recomienda tomar las mediciones con la ropa y calzado propios de la actividad que desempeña. No obstante, se deben tomar en cuenta los márgenes de holgura tanto para la ropa como para el calzado. Cabe mencionar que las mediciones se efectuarán en posición de atención antropométrica (PAA) y en posición de atención antropométrica modificada, que se muestran en las figuras 11 y 12 en la sección de anexos, respectivamente. La posición de atención antropométrica demanda las siguientes condiciones (Mondelo et al., 1998):

- De pie, con talones unidos y cuerpo perpendicular al suelo.
- Glúteos recostados y espalda a un plano imaginario perpendicular al suelo.
- Brazos descansando verticalmente a ambos lados y con manos extendidas.
- Hombros relajados, sin hundir el pecho y cabeza en posición del plano de Frankfort.

La PAA modificada toma en cuenta que el sujeto esté en posición sedente y debe cumplir las siguientes condiciones (Mondelo et al., 1998):

- Glúteos y espalda apoyados en silla antropométrica y cabeza en posición del plano de Frankfort.
- Muslos, rodillas, pantorrillas y talones unidos.
- Muslos formando un ángulo recto con las pantorrillas y pies descansando totalmente sobre el suelo.

- *Selección de medidas antropométricas*

Para el presente estudio se analizarán 7 medidas antropométricas consideradas las más relevantes para el diseño de puestos de trabajo sentado/parado. Sin embargo, esto no quiere decir que las medidas antropométricas que no se tomarán en cuenta no sean importantes para un rediseño del puesto de trabajo. El detalle de las medidas antropométricas se muestra en la Tabla 11 en la sección de anexos.

- *Definición del tipo de diseño*

Para el presente estudio será necesario tomar en cuenta el principio de diseño para la silla y para la mesa de trabajo (Mondelo et al., 1998). En el caso en que se requiera definir las dimensiones de un espacio interior como una abertura, un espacio o un hueco se debe tomar como medida de partida la dimensión antropométrica del sujeto grande, mientras que para medidas exteriores como un pupitre de control el diseño se lo hace en base a las medidas de los sujetos pequeños, por ejemplo para fijar la ubicación de un control tipo pulsador, esto es el principio de diseño para los extremos (Llaneza, 2009). Por otro lado, en el diseño para un intervalo ajustable el objetivo es decidir los límites de los intervalos de cada dimensión que se quiera hacer ajustable (Llaneza, 2009). Este diseño es adecuado si se pretende rediseñar un espacio de trabajo para un grupo de personas, dado que cada operario ajusta el objeto a su medida y a sus necesidades (Mondelo et al., 1998).

- *Poblaciones combinadas*

Para el presente estudio se va a rediseñar el espacio de trabajo tanto para hombres como para mujeres, por tanto se realizará un análisis de poblaciones combinadas (Córdova & Fernández, 1994). Cabe mencionar que una población combinada es aquella que se compone de dos subpoblaciones con características diferentes que están combinadas en estado natural (Córdova & Fernández, 1994). De acuerdo a Córdova y Fernández (1994), cuando se diseña un producto destinado a una población combinada, el diseñador debe considerar la necesidad de ajustes a las mediciones. Por tanto, no se puede asumir que una población es similar a otra, ni mucho menos que la información antropométrica de una población pueda aplicarse para propósitos de diseño a otra segunda población (Córdova & Fernández, 1994). La importancia de trabajar con una población combinada radica en que no siempre las funciones de densidad de dos poblaciones individuales siguen la misma distribución, por tanto es necesario combinar ambas funciones en una función de densidad compuesta y encontrar así los percentiles para la población combinada. Cuando se requiere un diseño antropométrico que involucre a dos poblaciones individuales, es necesario combinarlas y estimar los percentiles con métodos de integración numérica (Al-Haboubi, 1997).

- *Método de Roebuck*

Roebuck *et al.* (1975) propuso un método para estimar los percentiles para una población combinada como la suma de los percentiles ponderados de las poblaciones individuales (Al-Haboubi, 1997). El método asume que las proporciones de la composición de las poblaciones individuales son conocidas. De igual manera, asume que los percentiles para una determinada dimensión antropométrica de una población individual son conocidos (Córdova & Fernández, 1994). A continuación se muestra la ecuación de Roebuck (1) para la determinación de percentiles en poblaciones combinadas (Roebuck, Kroemer & Thomson, 1975).

$$p = a * p_1 + b * p_2 \quad (1)$$

Donde:

$p$ : valor del percentil deseado.

$a$ : proporción de mujeres.

$b$ : proporción de hombres.

$p_1$  y  $p_2$ : porcentajes acumulados de la medida antropométrica en cuestión dentro de la población de hombres y mujeres, respectivamente.

El cálculo de los nuevos percentiles y parámetros estadísticos para generar la tabla antropométrica combinada se lo hará en base a la información contenida en la tabla antropométrica ecuatoriana elaborada por estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad San Francisco de Quito. La tabla antropométrica (O. Andrade & A. Mejía, 2014) que se tomará como referencia para la generación de la tabla combinada se muestra en la Figura No. 13 en la sección de anexos. Cabe mencionar que los percentiles calculados con la ecuación (1) servirán para determinar los valores específicos de diseño de la silla y la mesa de trabajo.

- *Esquema del puesto de trabajo propuesto en CAD*

Se elaborará en el programa SketchUp Pro (2018) un diseño tridimensional del puesto de trabajo tomando en cuenta los valores obtenidos para las especificaciones de diseño de la tabla antropométrica combinada. El diseño tridimensional ofrecerá una mejor comprensión y apreciación del puesto de trabajo y se presentará como una propuesta en caso de que la empresa tenga planes de construir nuevas oficinas o cambiar la ubicación actual de sus instalaciones.

### 3. Resultados, análisis y discusión

La población objetivo analizada, es decir, los 58 puestos de trabajo con PVD son realmente una muestra de la población económicamente activa de la ciudad de Quito. Dado que existen ciertas variantes en cuanto a tiempo de exposición a pantallas de visualización, períodos de pausas activas y tipo de actividad en los puestos de trabajo de interés, se clasificó a la muestra analizada de acuerdo a las características de trabajo. Por tanto, se evaluó a 58 puestos de trabajo. En la Tabla 12 se muestra la composición de la muestra analizada por tipo de puesto de trabajo con PVD.

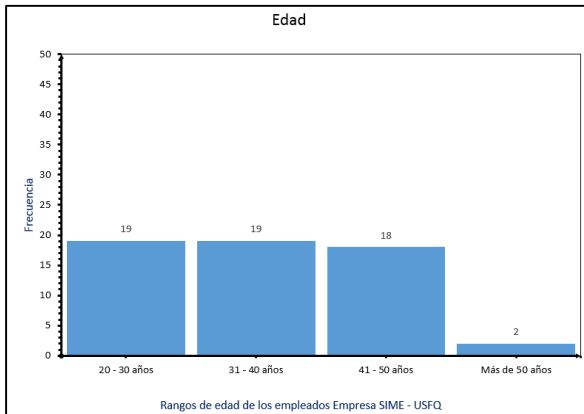
**Tabla 12 - Distribución de los puestos de trabajo con PVD (Fuente: RRHH SIME, 2018).**

Tipo de puesto de trabajo con PVD	Tamaño de la subpoblación afín
Administrativos	26
Cajeros	23
Teleoperadores	6
Recepcionistas	3

Se tomó en cuenta que la muestra analizada para este estudio está conformada por hombres y mujeres. De acuerdo a la información levantada, se determinó que la muestra se compone de 25 hombres y 33 mujeres. Por tanto, la proporción de hombres es del 43 %, en tanto que la proporción de mujeres es del 57 %.

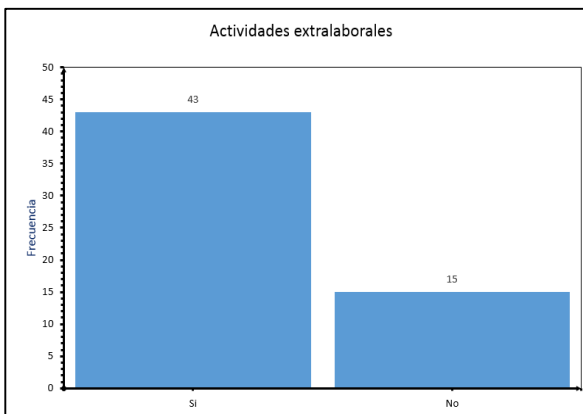
**3.1 Resultados de la encuesta**

A continuación se muestran los resultados de las encuestas llenadas por los 58 operadores del centro médico SIME – USFQ usando estadística descriptiva.



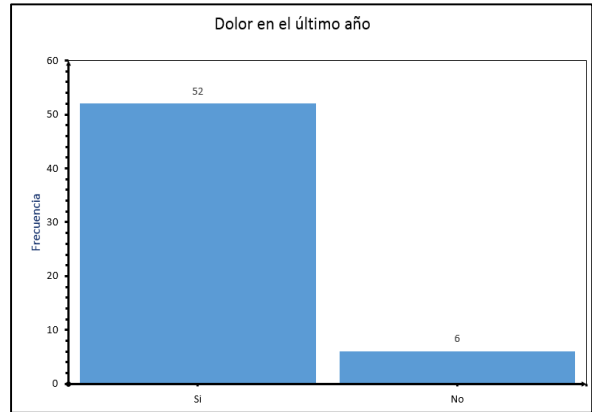
**Gráfico No.1: Histograma por edades. (Elaboración propia)**

En base al Gráfico No.1 que muestra la composición de la muestra por edades se observa que 19 empleados tienen de 20 a 30 años, 19 empleados tienen de 31 a 40 años, 18 empleados tienen de 41 a 50 años y 2 empleados tienen más de 50 años.



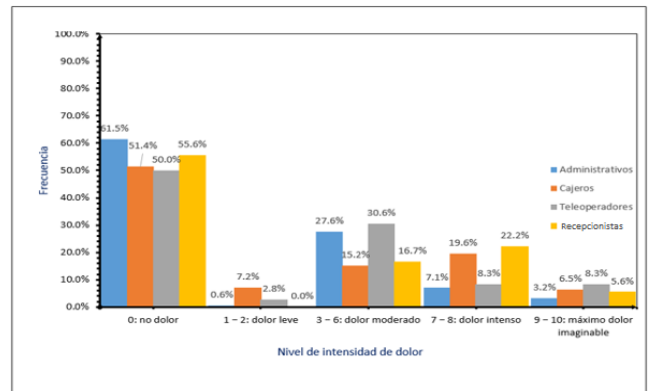
**Gráfico No.2: Histograma por actividades fuera de la jornada laboral. (Elaboración propia)**

En base al Gráfico No.2 se observa que 43 empleados si realizan algún tipo de actividad fuera de su jornada laboral, mientras que 15 empleados no reportaron haber realizado otras actividades fuera de su jornada laboral diaria.



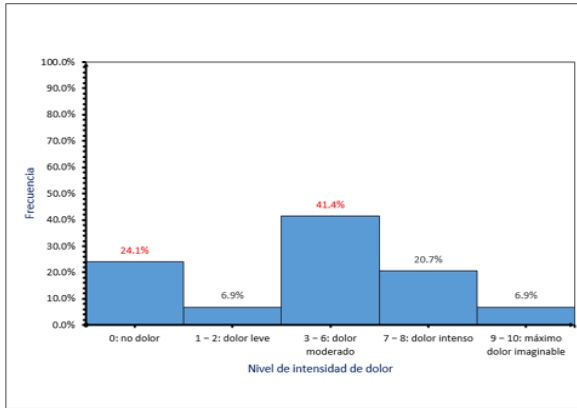
**Gráfico No.3: Histograma por presencia de dolor en el último año. (Elaboración propia)**

En base al Gráfico No.3 se observa que 52 empleados si reportaron haber sentido algún tipo de dolor en los últimos 12 meses, mientras que apenas 6 empleados no reportaron dolor alguno en el último año.



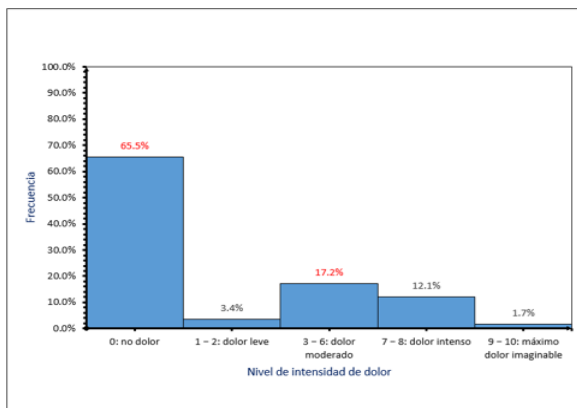
**Gráfico No.4: Histograma de intensidad de dolor por tipo de cargo. (Elaboración propia)**

En base al histograma que se muestra en el Gráfico No.4, se tiene que 32 empleados presentaron un nivel de intensidad de dolor nulo. Esto, debido a que en muchos casos nuevos empleados se han incorporado recientemente al centro médico o no realizan actividades fuera de su jornada laboral que impliquen riesgos por exposición a cargas posturales. Por otro lado, 7 administrativos (28.2 %), 5 cajeros (22.4 %), 2 teleoperadores (33.4 %) y 1 recepcionista (16.7%) presentaron un nivel de intensidad de dolor de leve a moderado. Esto, dado que para el análisis estadístico se hizo un recuento general de la estimación del dolor. Finalmente, 3 administrativos (10.3 %), 6 cajeros (26.1 %), 1 teleoperador (16.6 %) y 1 recepcionista (27.8 %) presentaron un nivel de intensidad de dolor de intenso a máximo imaginable.



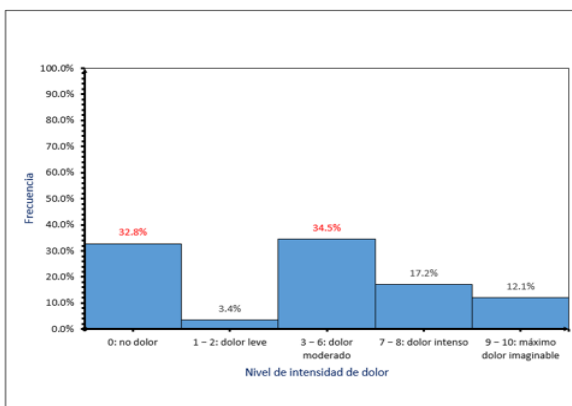
**Gráfico No.5: Histograma de intensidad de dolor: Cuello.**  
(Elaboración propia)

De acuerdo al histograma que se muestra en el Gráfico No.5, 14 empleados (24.1 %) no reportaron dolor en cuello, mientras que 24 empleados (41.4 %) reportaron dolor moderado en cuello y 4 empleados (6.9 %) reportaron dolor máximo imaginable en cuello.



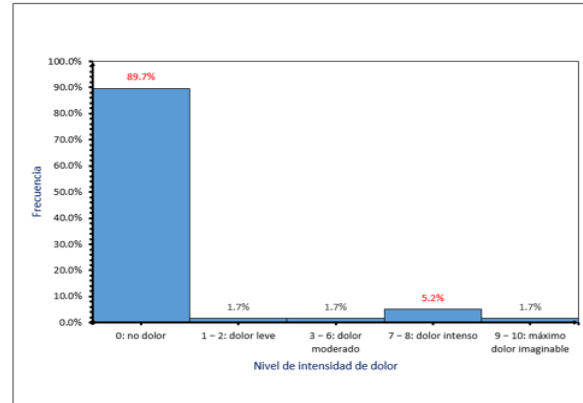
**Gráfico No.6: Histograma de intensidad de dolor: Hombro.**  
(Elaboración propia)

En lo que respecta a hombros, el histograma que se muestra en el Gráfico No.6 demuestra que 38 empleados (65.5 %) no reportaron dolor en hombros, mientras que 10 empleados (17.2 %) reportaron dolor moderado en hombros y 1 empleado (1.7 %) reportó dolor máximo imaginable en hombros.



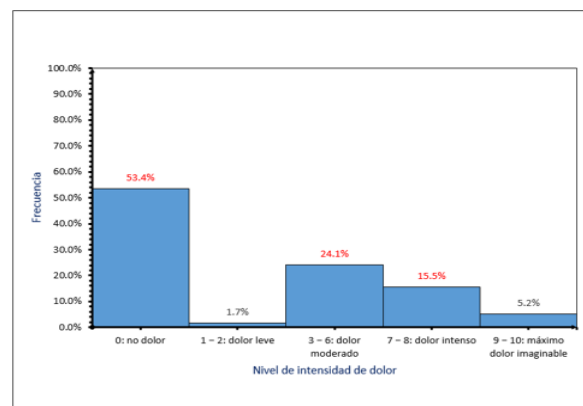
**Gráfico No.7: Histograma de intensidad de dolor: Dorsal o lumbar.** (Elaboración propia)

En cuanto al nivel de intensidad de dolor en la zona dorsal o lumbar, el histograma del Gráfico No.7 demuestra que 19 empleados (32.8 %) no reportaron dolor en la zona dorsal o lumbar, mientras que 20 empleados (34.5 %) reportaron dolor moderado en la zona lumbar y 7 empleados (12.1 %) reportaron dolor máximo imaginable en la zona dorsal o lumbar.



**Gráfico No.8: Histograma de intensidad de dolor: Codo o antebrazo.** (Elaboración propia)

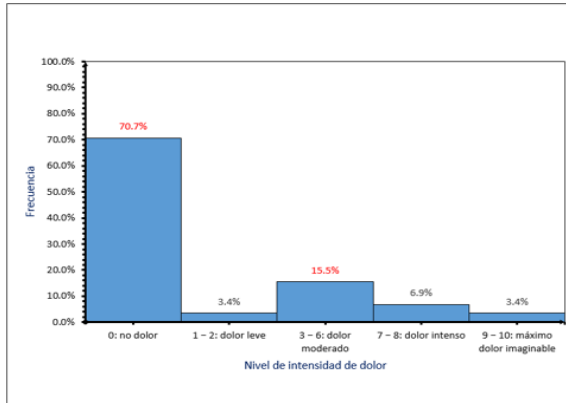
Respecto al nivel de intensidad de dolor en codo o antebrazo, el histograma del Gráfico No.8 demuestra que 52 empleados (89.7 %) no reportaron dolor en codo o antebrazo, mientras que 3 empleados (5.2 %) reportaron dolor intenso en codo o antebrazo y 1 empleado (1.7 %) reportó dolor máximo imaginable en codo o antebrazo.



**Gráfico No.9: Histograma de intensidad de dolor: Muñeca o mano.** (Elaboración propia)

En cuanto al nivel de intensidad de dolor en la muñeca o mano, el histograma que se muestra en el Gráfico No.9 demuestra que 31 empleados (53.4 %) no reportaron dolor alguno en la muñeca o mano, mientras que 14 empleados (24.1 %) reportaron dolor moderado en la muñeca o mano, 9 empleados (15.5 %) reportaron dolor intenso y 3 empleados (5.2 %) reportaron dolor máximo imaginable en la muñeca o mano.

Por último, de acuerdo al histograma de intensidad de dolor en piernas que se muestra en el Gráfico No.10, 41 empleados (70.7 %) no reportaron dolor en piernas, mientras que 9 empleados (15.5 %) reportaron dolor moderado en piernas y 2 empleados (3.4 %) reportaron dolor máximo imaginable en piernas.



**Gráfico No.10: Histograma de intensidad de dolor: Piernas.**  
(Elaboración propia)

### 3.2 Resultados RULA

A continuación se muestran los resultados del análisis RULA. Se determinó la puntuación final del nivel de riesgo en base a las calificaciones A, B, C y D. En relación a los puntajes finales de los grupos A y B, se obtuvo que para A los valores oscilaron entre nivel de riesgo 2 y 4. En tanto que para el grupo B, los valores resultantes oscilaron entre 2 y 7. Para las puntuaciones C y D se añadió un valor de +1 tanto para A como para B, debido a que la actividad de los empleados es netamente estática y las posturas analizadas se mantienen más de un minuto seguido (McAtamney & Corneet, 1993). La Tabla 13 que se muestra a continuación presenta los resultados obtenidos por tipo de puesto de trabajo con el método RULA. En la columna “Cargo” se muestran letras que representan las iniciales de los cargos analizados dentro de la empresa SIME – USFQ (A: administrativo; C: cajero; T: teleoperador; R: recepcionistas). En tanto que las columnas (de “Grupo A” a “Grupo D”) muestran los resultados de las puntuaciones finales obtenidas de cada grupo con el método RULA. En la Figura No. 8 en la sección de anexos se puede apreciar las fotografías analizadas en el software Kinovea para un operador en base a los ángulos medidos.

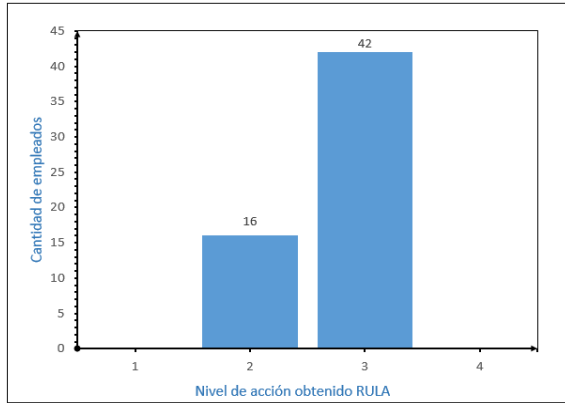
En base a la Tabla 13, se obtuvo que el 73 % de los empleados administrativos tuvieron una puntuación final de 5 o 6, lo cual demuestra que el 73 % de los puestos de trabajo administrativo requieren investigaciones y cambios a corto plazo, pues presentaron un nivel de acción de 3. El 27 % de los puestos de trabajo administrativos presentaron un puntaje final de 3 o 4, por lo que se requieren investigaciones complementarias y cambios en la tarea. En el caso de los cajeros, el 61 % presentó un puntaje final de 5 o 6, por tanto requieren investigaciones y cambios a corto plazo. En tanto que el 39 % de los puestos de trabajo en cajas requieren investigaciones complementarias y cambios en la tarea. Para los teleoperadores, el 50 % presentaron un puntaje final de 5 o 6, por lo que se requieren investigaciones y cambios a corto plazo, mientras que para el 50 % restante se requiere cambios e investigaciones complementarias. Por último, para el 67 % de los puestos de trabajo para los recepcionistas se requiere investigaciones y cambios a corto plazo ya que presentaron un puntaje final de 5 o 6. En tanto que el 33 % de los puestos de trabajo de los recepcionistas requieren investigaciones complementarias y cambios en la tarea.

**Tabla 13 - Resultados análisis RULA (Elaboración propia).**

Empleado	Cargo	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D	Puntuación Final	Nivel de actuación
1	A	3	4	4	5	5	3
2	A	2	2	3	3	3	2
3	A	3	5	4	6	6	3
4	C	3	4	4	5	5	3
5	C	2	5	3	6	5	3
6	A	3	3	4	4	4	2
7	T	3	1	4	2	3	2
8	C	3	4	4	5	5	3
9	R	3	6	4	7	6	3
10	C	3	6	4	7	6	3
11	T	2	3	3	4	4	2
12	C	3	3	4	4	4	2
13	A	4	3	5	4	5	3
14	A	2	7	3	8	6	3
15	T	3	5	4	6	6	3
16	A	3	2	4	3	3	2
17	C	3	2	4	3	3	2
18	C	3	4	4	5	5	3
19	A	3	5	4	6	6	3
20	T	3	5	4	6	6	3
21	T	3	7	4	8	6	3
22	A	3	5	4	6	6	3
23	C	3	3	4	4	4	2
24	C	3	6	4	7	6	3
25	C	3	3	4	4	4	2
26	T	3	3	4	4	4	2
27	R	3	4	4	5	5	3
28	A	3	5	4	6	6	3
29	A	4	3	5	4	5	3
30	A	4	3	5	4	5	3
31	A	3	5	4	6	6	3
32	A	3	5	4	6	6	3
33	A	4	3	5	4	5	3
34	A	3	4	4	5	5	3
35	A	3	3	4	4	4	2
36	A	3	7	4	8	6	3
37	A	3	4	4	5	5	3
38	A	2	3	3	4	4	2
39	A	3	2	4	3	3	2
40	A	3	4	4	5	5	3
41	C	3	4	4	5	5	3
42	C	2	7	3	8	6	3
43	C	4	3	5	4	5	3
44	A	3	5	4	6	6	3
45	C	2	3	3	4	4	2
46	C	3	4	4	5	5	3
47	A	3	3	4	4	4	2
48	C	2	3	3	4	4	2
49	C	4	3	5	4	5	3
50	C	3	3	4	4	4	2
51	A	3	5	4	6	6	3
52	C	3	2	4	3	3	2
53	R	3	3	4	4	4	2
54	C	4	3	5	4	5	3
55	C	3	2	4	3	3	2
56	C	3	4	4	5	5	3
57	C	3	4	4	5	5	3
58	A	3	4	4	5	5	3

Para un mejor entendimiento de los resultados con el método RULA, el gráfico de barras que se muestra a continuación en el Gráfico No. 11 representa la cantidad de individuos que obtuvieron un nivel de acción específico.



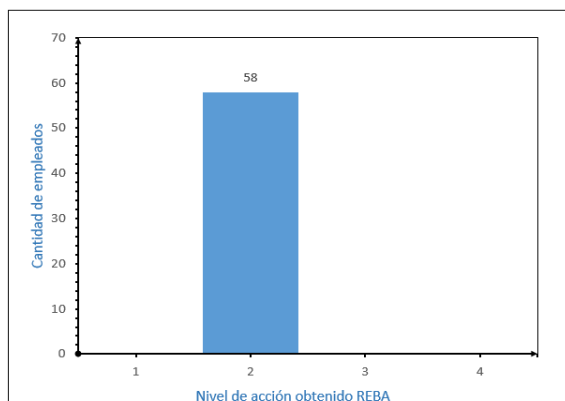


**Gráfico No.11: Diagrama de barras evaluación. RULA.**  
(Elaboración propia)

### 3.3 Resultados REBA

A continuación se muestran los resultados del análisis REBA. Se determinó la puntuación final del nivel de riesgo en base a las calificaciones A, B y C. En cuanto a los puntajes finales de los grupos A y B, se obtuvo que para A los valores oscilaron entre nivel de riesgo 2 y 6. En tanto que para el grupo B, los valores resultantes oscilaron entre 2 y 4. A la puntuación C se añadió + 1 debido a que las partes del cuerpo permanecen estáticas, y + 1 pues se evidenció cambios de postura importantes y presencia de posturas inestables al analizar los videos en el software “KINOVEA®”. La Tabla 14 que se muestra a continuación presenta los resultados obtenidos por cargo (A: administrativo; C: cajero; T: teleoperador; R: recepcionista) con el método REBA. En base a la Tabla 14, se obtuvo que el 100 % de los empleados administrativos tuvieron un nivel de riesgo medio ya que la puntuación final obtenida osciló entre 4 y 7. Por tanto, su nivel de acción fue de 2 y es necesaria la actuación. Todos los empleados en caja obtuvieron un nivel de riesgo medio ya que su puntuación final osciló entre 4 y 7. El nivel de acción para los cajeros fue de 2 y es necesaria la intervención. Finalmente, tanto para teleoperadores como para recepcionistas, es necesaria la actuación puesto que el nivel de acción para ambos fue de 2, con una puntuación final que osciló entre 4 y 7. En la Figura No. 9 en la sección de anexos se puede apreciar las fotografías analizadas en el software Kinovea para un operador en base a los ángulos medidos.

Para un mejor entendimiento de los resultados con el método REBA, el gráfico de barras que se muestra a continuación en el Gráfico No. 12 representa la cantidad de individuos que obtuvieron un nivel de acción específico.



**Gráfico No.12: Diagrama de barras evaluación REBA.**  
(Elaboración propia)

**Tabla 14 - Resultados análisis REBA (Elaboración propia).**

Empleado	Cargo	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Puntuación Final	Nivel de actuación
1	A	4	3	4	6	2
2	A	2	2	2	4	2
3	A	5	3	4	6	2
4	C	4	3	4	6	2
5	C	4	2	4	6	2
6	A	3	2	3	5	2
7	T	2	3	2	4	2
8	C	4	2	4	6	2
9	R	5	2	4	6	2
10	C	5	2	4	6	2
11	T	3	2	3	5	2
12	C	3	3	3	5	2
13	A	3	4	3	5	2
14	A	6	2	6	8	3
15	T	5	2	4	6	2
16	A	2	2	2	4	2
17	C	2	2	2	4	2
18	C	2	2	2	4	2
19	A	3	2	3	5	2
20	T	3	2	3	5	2
21	T	4	3	4	6	2
22	A	4	3	4	6	2
23	C	3	2	3	5	2
24	C	5	2	4	6	2
25	C	3	2	3	5	2
26	T	3	2	3	5	2
27	R	4	3	4	6	2
28	A	4	2	4	6	2
29	A	3	4	3	5	2
30	A	3	4	3	5	2
31	A	4	2	4	6	2
32	A	4	2	4	6	2
33	A	3	3	3	5	2
34	A	2	2	2	4	2
35	A	3	2	3	5	2
36	A	6	2	6	8	3
37	A	4	2	4	6	2
38	A	3	1	2	4	2
39	A	2	3	2	4	2
40	A	4	2	4	6	2
41	C	4	2	4	6	2
42	C	6	1	6	8	3
43	C	3	3	3	5	2
44	A	5	3	4	6	2
45	C	3	1	2	4	2
46	C	4	3	4	6	2
47	A	3	2	3	5	2
48	C	3	2	3	5	2
49	C	3	4	3	5	2
50	C	3	3	3	5	2
51	A	4	2	4	6	2
52	C	2	2	2	4	2
53	R	3	2	3	5	2
54	C	3	4	3	5	2
55	C	2	3	2	4	2
56	C	4	3	4	6	2
57	C	4	2	4	6	2
58	A	4	2	4	6	2

### 3.4 Resultados rediseño antropométrico

#### a) Selección de las variables antropométricas relevantes para la silla de trabajo

De acuerdo a Mondelo, Gregori, Blasco y Barrau (1998), para el diseño de la silla se deben tomar en cuenta las siguientes variables antropométricas: altura poplíteo, ancho caderas sentado, distancia sacro - poplíteo, altura codos - asiento, altura subescapular, altura iliocrestal y distancia codo a codo (Mondelo et al., 1998). Sin embargo, debido a que la tabla

antropométrica de la población económicamente activa de Quito que se muestra en la Figura No. 13 en anexos, no presenta información antropométrica de altura subescapular ni de altura iliocrestal, entonces las variables antropométricas que se tomaron en cuenta se muestran en la Tabla 15, a continuación:

**Tabla 15 - Variables antropométricas para rediseño de la silla de trabajo (Fuente: Mondelo et al., 1998).**

Variable de diseño	Variable antropométrica que define
Altura de la silla	Altura poplítea
Profundidad de la silla	Distancia sacro - poplítea
Distancia entre reposabrazos	Ancho codo a codo
Ancho de la silla	Ancho de cadera
Altura de reposabrazos	Altura codo - asiento

La Tabla 16 muestra los resultados de los percentiles calculados con el método de Roebuck para el rediseño de la silla de trabajo.

**Tabla 16 - Dimensiones de la silla de trabajo (Elaboración propia).**

Variable de diseño	Medida antropométrica que define	Tipo de diseño	Valor mínimo Percentil 5 en (cm)	Valor máximo Percentil 95 en (cm)	Desde valor en Percentil 5 en (cm)	Hasta valor en Percentil 95 en (cm)
Altura de la silla	Altura poplítea	Intervalo ajustable	-	-	35.52	47.82
Profundidad del asiento	Distancia sacro - poplítea	Extremos	41.75	-	-	-
Distancia entre reposabrazos	Ancho codo a codo	Intervalo ajustable	-	-	39.22	52.59
Ancho del asiento	Ancho de cadera	Extremos	-	41.58	-	-
Altura de reposabrazos	Altura codo - asiento	Extremos	21.50	-	-	-

Los percentiles en la Tabla 16 representan las dimensiones de la silla de trabajo que provienen de la tabla antropométrica combinada generada de la población económicamente activa de Quito que se muestra en la Figura No.14 en la sección de anexos. El cálculo, determinación y justificación de los percentiles se muestra en el ejemplo para altura poplítea en el Apéndice A en la sección de anexos.

#### b) Selección de las variables antropométricas relevantes para la mesa de trabajo

Según Mondelo, Gregori, Blasco y Barrau (1998), para el diseño de la mesa de trabajo se deben considerar las siguientes variables antropométricas: altura codo - suelo, altura muslo – suelo, alcance máximo del brazo hacia

adelante, alcance mínimo del brazo hacia adelante y distancia sacro – rótula (Mondelo et al., 1998).

Sin embargo, para el presente estudio se tomaron en cuenta la altura codo - suelo y el alcance máximo horizontal del brazo. Las variables antropométricas en cuestión se muestran en la Tabla 17.

**Tabla 17 - Variables antropométricas para el rediseño de la mesa de trabajo (Fuente: Mondelo et al., 1998).**

Variable de diseño	Medida antropométrica que define
Altura de la mesa	Altura codo – suelo sentado
Distancia máxima sobre el plano de trabajo	Alcance máximo horizontal con agarre

La Tabla 18 muestra los resultados de los percentiles calculados con el método de Roebuck para el rediseño de la mesa de trabajo.

**Tabla 18 - Dimensiones de la mesa de trabajo (Elaboración propia).**

Variable de diseño	Medida antropométrica que define	Tipo de diseño	Valor mínimo Percentil 5 en (cm)	Valor máximo Percentil 95 en (cm)	Desde valor en Percentil 5 en (cm)	Hasta valor en Percentil 95 en (cm)
Altura de la mesa	Altura codo – suelo sentado	Intervalo ajustable	-	-	57.02	79.17
Distancia máxima sobre el plano de trabajo	Alcance máximo horizontal con agarre	Extremos	65.94	-	-	-

Los percentiles en la Tabla 18 representan las dimensiones de la mesa de trabajo que provienen de la tabla antropométrica combinada generada de la población económicamente activa de Quito que se muestra en la Figura No.14 en la sección de anexos.

#### c) Análisis de ajuste de la muestra

Posteriormente, se hace un análisis de la cantidad de individuos de la muestra para quienes el rediseño propuesto se ajusta a sus dimensiones corporales. Para lo cual se ordenó en forma ascendente los datos medidos de cada uno de los 58 empleados para cada una de las siete variables antropométricas seleccionadas en orden ascendente y uno por uno se determinó dentro de que rango percentil estaba incluido en la tabla antropométrica combinada. De esta forma, se determinó el valor mínimo y el valor máximo correspondientes a los extremos del intervalo percentil. Se realizó una interpolación lineal entre ambos valores a fin de determinar el percentil por debajo del cual se encuentra el dato medido de cada individuo para una determinada variable antropométrica y de esta forma encontrar la cantidad de individuos a los que el rediseño propuesto acomoda perfectamente. En la Tabla 19 se muestra los resultados del ajuste para la

muestra analizada.

**Tabla 19 – Ajuste de la muestra analizada (Elaboración propia).**

Variable antropométrica	Cantidad de individuos por debajo del percentil 5	Cantidad de individuos por encima del percentil 5	Cantidad de individuos por debajo del percentil 95	Cantidad de individuos por encima del percentil 95	Cantidad de individuos dentro del rango percentil [5 - 95]
Altura poplítea	0	No aplica	No aplica	0	58
Distancia sacro - poplítea	3	55	No aplica	No aplica	No aplica
Ancho codo a codo	3	No aplica	No aplica	4	51
Ancho de cadera	No aplica	No aplica	55	3	No aplica
Ancho codo - asiento	36	22	No aplica	No aplica	No aplica
Altura codo - suelo sentado	0	No aplica	No aplica	0	58
Alcance máximo horizontal con agarre	33	25	No aplica	No aplica	No aplica

De acuerdo a la Tabla 19 para la variable antropométrica altura poplítea, se tiene que la cantidad de individuos de la muestra que se encuentran dentro del rango percentil es de 58. Por lo tanto, todos los individuos de la muestra podrán ajustar la altura de la silla de acuerdo a sus necesidades y no tendrán problemas de ajuste.

Se puede observar en la Tabla 19 que para la variable antropométrica distancia sacro – poplítea, apenas 3 individuos de la muestra están por debajo del percentil 5. Por lo tanto, 3 individuos de la muestra tendrán inconvenientes en colocar sus pies sobre el suelo y sentarse contra el espaldar de la silla. Mientras que 55 individuos de la muestra no tendrán inconvenientes y podrán adoptar una postura ergonómica.

Con respecto a la variable antropométrica ancho codo a codo en la Tabla 19, se tiene que la cantidad de individuos de la muestra que se encuentran dentro del rango percentil es de 51. Apenas 3 individuos están por debajo del percentil 5 y 4 individuos por encima del percentil 95. Por lo tanto, 51 individuos de la muestra podrán regular la distancia entre los reposabrazos de acuerdo a sus necesidades y no tendrán problemas de ajuste. En tanto que los 3 individuos más delgados y los 4 individuos más anchos tendrán inconvenientes con la ubicación de los reposabrazos.

En base a la Tabla 19 para la variable antropométrica ancho de cadera, se tiene que la cantidad de individuos de la muestra por debajo del percentil 95 es de 55, mientras que la cantidad de individuos de la muestra por encima del percentil 95 es de 3. Por lo tanto, los 3 individuos con el ancho de cadera mayor tendrán inconvenientes al sentarse y los 55 individuos de la muestra si serán capaces de sentarse sin inconveniente alguno.

En lo que respecta a la altura codo – asiento, se observa en la Tabla 19 que la cantidad de individuos de la muestra por debajo del percentil 5 es de 36, mientras que la cantidad de individuos de la muestra por encima del percentil 5 es de 22. Por lo tanto, 36 individuos de la muestra tendrán inconvenientes en apoyar los codos sobre los reposabrazos. En tanto que 22 individuos de la muestra serán capaces de apoyar los codos sobre los reposabrazos formando 90° entre brazo y antebrazo. En cuanto a la variable antropométrica altura codo – suelo sentado, se observa en la Tabla 19 que la cantidad de individuos de la muestra que se encuentran dentro del rango percentil es de 58. Por ende, todos los individuos de la muestra analizada serán capaces de ajustar o regular la altura de la mesa de acuerdo a sus necesidades y no tendrán problemas de ajuste.

Por último, en cuanto a la variable antropométrica alcance máximo horizontal con agarre, se observa en la Tabla 19 que la cantidad de individuos de la muestra por debajo del percentil 5 es de 33, mientras que la cantidad de individuos de la muestra por encima del percentil 5 es de 25. Por ende, 33 individuos de la muestra tendrán inconvenientes en alcanzar objetos a una determinada distancia sobre la mesa de trabajo y 25 individuos de la muestra no tendrán inconvenientes en alcanzar objetos a cierta distancia sobre la mesa de trabajo.

### c) Diseño gráfico del mobiliario

Con la ayuda del software de diseño gráfico SketchUp Pro 2018 se diseñó el mobiliario que comprende: silla de trabajo y mesa de trabajo en tres dimensiones. En base a los percentiles calculados presentados en las tablas 16 y 18 y el tipo de diseño se definió los valores específicos de diseño de la silla y de la mesa de trabajo.

- **Silla de trabajo**

Para el diseño de la silla se tomó en cuenta: la altura desde el suelo al asiento, la profundidad del asiento, la distancia horizontal entre los reposabrazos, el ancho del asiento y la altura de los reposabrazos con respecto al asiento.

La altura mínima de la silla corresponde al valor del percentil 5 de la medida antropométrica altura poplítea en la tabla antropométrica combinada, por tanto se diseñó de tal forma que del suelo al asiento haya como mínimo 35.52 cm. La altura máxima de la silla corresponde al valor del percentil 95 de la medida antropométrica altura poplítea en la tabla antropométrica combinada, por tanto se diseñó de tal forma que la altura de la silla se pueda regular alcanzando un máximo de 47.82 cm con respecto al suelo.

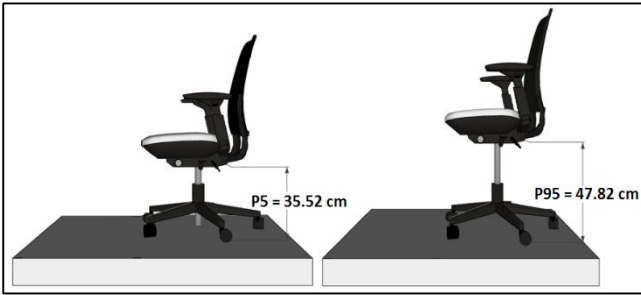
Se diseñó la profundidad del asiento considerando el valor del percentil 5 de la medida antropométrica distancia sacro - poplítea en la tabla antropométrica combinada, por tanto la profundidad del asiento es de 41.75 cm.

Los reposabrazos deben ser regulables en el eje horizontal, por tanto se diseñó los reposabrazos de tal forma que la distancia mínima horizontal que los separe corresponda al valor del percentil 5 de la medida antropométrica ancho codo a codo y la distancia máxima horizontal que los separe corresponda al valor del percentil 95 de la medida antropométrica ancho codo a codo en la tabla antropométrica combinada, que son 39.22 cm y 52.59 cm, respectivamente.

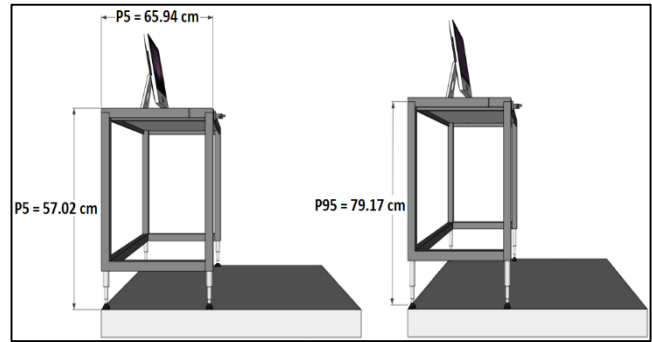
Se diseñó el ancho del asiento considerando el valor del percentil 95 de la medida antropométrica ancho de cadera en la tabla antropométrica combinada, por tanto el ancho del asiento es de 41.58 cm.

Finalmente, se diseñó la altura de los reposabrazos considerando el valor del percentil 5 de la medida antropométrica altura codo – asiento en la tabla antropométrica combinada, por tanto la altura de los reposabrazos es de 21.50 cm.

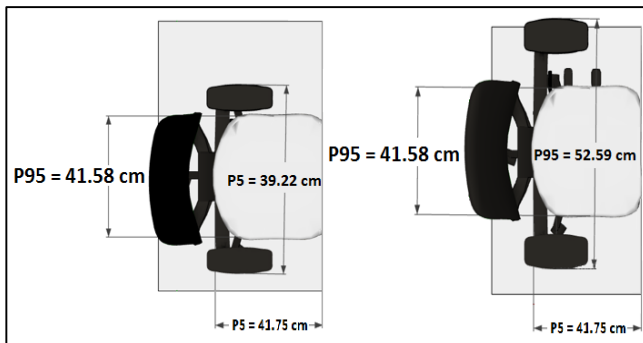
A continuación se presentan los esquemas de la silla diseñada en vista lateral y superior en los gráficos 13 y 14, considerando las especificaciones de diseño anteriormente mencionadas.



**Gráfico No.13: Vista lateral de la silla de trabajo con mecanismo de ajuste de altura. (Elaboración propia)**



**Gráfico No.15: Vista lateral de la mesa de trabajo con mecanismo de ajuste de altura. (Elaboración propia)**



**Gráfico No.14: Vista superior de la silla de trabajo con mecanismo de ajuste de distancia entre reposabrazos. (Elaboración propia)**

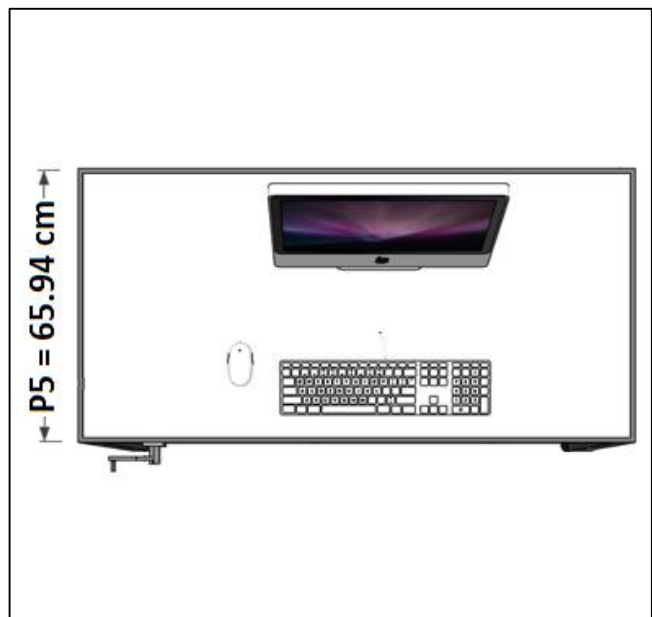
- **Mesa de trabajo**

Para el diseño de la mesa de trabajo se tomó en cuenta: la altura desde el suelo al borde externo de la mesa y la distancia máxima sobre el plano de trabajo.

La altura mínima de la mesa corresponde al valor del percentil 5 de la medida antropométrica altura codo – suelo sentado en la tabla antropométrica combinada, por tanto se diseñó de tal forma que del suelo al borde externo de la mesa haya como mínimo 57.02 cm. La altura máxima de la mesa corresponde al valor del percentil 95 de la medida antropométrica altura codo – suelo sentado en la tabla antropométrica combinada, por tanto se diseñó de tal forma que la altura de la mesa se pueda regular con un mecanismo de ajuste mecánico alcanzando un máximo de 79.17 cm con respecto al suelo.

Se diseñó la profundidad de la mesa considerando el valor del percentil 5 de la medida antropométrica alcance máximo horizontal con agarre en la tabla antropométrica combinada, por tanto la profundidad de la mesa es de 65.94 cm.

A continuación se presentan los esquemas del diseño de la mesa de trabajo en vista lateral y superior en los gráficos 15 y 16, considerando las especificaciones de diseño anteriormente mencionadas.



**Gráfico No.16: Vista superior de la mesa de trabajo. (Elaboración propia)**

#### 4. Conclusiones, recomendaciones y limitaciones

- En base a los resultados de la encuesta de recolección de datos se determinó que las condiciones físicas actuales de los puestos de trabajo dentro de la empresa no constituyen la única fuente de riesgo ergonómico. De hecho, se evidenció que los empleados que reportaron haber desempeñado actividades fuera de su jornada laboral en la empresa tales como: labores domésticas, actividades deportivas y administrativas, si reportaron un nivel de intensidad de dolor mayor, en comparación con aquellos empleados que no reportaron haber realizado actividades fuera de su jornada laboral dentro de la empresa Sistemas Médicos SIME – USFQ.

- Por otro lado, a través de la encuesta de recolección de datos se determinó que las zonas del cuerpo con mayor nivel de intensidad de dolor son: cuello, región dorsal o lumbar y muñeca o mano. Por tanto se concluye que si no se toman medidas correctivas en el puesto de trabajo cuanto antes se puede incurrir en enfermedades ocupacionales como lumbalgia, dolor cervical o el síndrome del túnel carpiano.
- Mediante el uso de herramientas de evaluación ergonómica RULA y REBA se demostró que las posturas adoptadas por los empleados no son correctas y se requiere por tanto cambios o rediseño del puesto de trabajo en algunos casos.
- En lo que respecta al método RULA, se concluye 19 empleados administrativos obtuvieron puntaje final de 5 o 6, lo cual representa un nivel de acción de 3. Por tanto, se concluye que es necesaria una investigación profunda, cambios a corto plazo y rediseño de la tarea en los puestos de trabajo tipo administrativo.
- En cuanto a los empleados en cajas, 14 presentaron un puntaje final de 5 o 6, lo cual implica un nivel de acción de 3 y se concluye que se requiere investigaciones detalladas de los puestos de trabajo de los cajeros así como cambios a corto plazo y el rediseño de la tarea o del puesto de trabajo.
- Con respecto a los puestos de trabajo de los teleoperadores, 3 empleados obtuvieron un puntaje final de 5 o 6, lo cual implica un nivel de acción de 3 y por ende, los puestos de trabajo de los teleoperadores requieren investigaciones a mayor profundidad, cambios a corto plazo y un rediseño.
- Finalmente, para los puestos de trabajo de los recepcionistas, se concluye que 2 empleados presentaron un puntaje final de 5 o 6, lo cual representa un nivel de acción de 3 y esto significa que se requieren investigaciones detalladas, cambios a corto plazo y rediseño de la tarea en los puestos de trabajo para los recepcionistas en la empresa Sistemas Médicos SIME – USFQ.
- Con respecto al método REBA, se concluye que todos los puestos de trabajo tipo administrativo presentaron un nivel de riesgo medio, lo que representa un nivel de acción de 2 y por ende es necesaria la actuación sobre los puestos de trabajo administrativos.
- En cuanto a los empleados en caja se concluye que todos sus puestos de trabajo presentaron un nivel de riesgo medio, lo que representa un nivel de acción de 2 y por tanto se necesita intervenir en los puestos de trabajo tipo cajero.
- Finalmente, tanto para teleoperadores como para recepcionistas se concluye que es necesaria la actuación puesto que el nivel de acción para ambos fue de 2 y reducir el nivel de riesgo.
- Con respecto al análisis de ajuste del mobiliario propuesto se concluye que, para la silla, la dimensión altura de la silla, acomoda de forma correcta a todos los individuos usuarios de la muestra, es decir, la altura de la silla se ajusta a las necesidades y requerimientos de todos los empleados en la empresa Sistemas Médicos SIME – USFQ, por tanto la elección de los percentiles 5 y 95 para el diseño es el correcto.
- Para la silla propuesta, se concluye que la dimensión profundidad del asiento, acomoda de forma adecuada a 55 individuos de la muestra analizada, es decir, la profundidad del asiento está diseñada de forma que los 55 empleados actuales en la empresa Sistemas Médicos SIME – USFQ no tengan problema alguno para sentarse manteniendo una postura correcta, por tanto la elección del percentil 5 para el diseño es el correcto.
- Para la silla propuesta, se concluye que la dimensión distancia entre reposabrazos, acomoda de forma correcta a 51 individuos usuarios de la muestra analizada, o sea, la distancia regulable entre reposabrazos permite que los 51 empleados actuales puedan regular la posición de los reposabrazos y así mantener un ángulo recto entre brazo y antebrazo, por tanto la elección de los percentiles 5 y 95 para el diseño es el correcto.
- Para la silla propuesta, se concluye que la dimensión ancho del asiento, acomoda de forma correcta a 55 individuos usuarios de la muestra analizada, o sea, el ancho del asiento diseñado permite que casi todas las caderas de los empleados entren en el asiento sin inconveniente alguno, por lo que la elección del percentil 95 para el diseño es el correcto.
- Para la silla propuesta, se concluye que la dimensión altura de reposabrazos, acomoda de forma correcta a 22 individuos usuarios de la muestra analizada, es decir, la altura de reposabrazos que se determinó con el valor del percentil 5 no permite que la mayoría de empleados en Sistemas Médicos SIME – USFQ puedan colocar los antebrazos sobre la superficie de los reposabrazos sin ejercer presión alguna.
- Con respecto a la mesa de trabajo propuesta, se concluye que para la dimensión altura de la mesa, se acomoda de forma correcta a todos los individuos que componen la muestra analizada, es decir, la altura de la silla regulable se ajusta a las necesidades y requerimientos de todos los empleados en la empresa Sistemas Médicos SIME – USFQ y por tanto, la elección de los percentiles 5 y 95 para el diseño es el correcto.
- Por otro lado, se concluye que la dimensión profundidad de la mesa acomoda de forma correcta a 25 individuos usuarios de la muestra, es decir, la profundidad de la mesa que se determinó con el valor del percentil 5 no permite que la mayoría de los empleados en Sistemas Médicos SIME – USFQ puedan alcanzar objetos a cierta distancia sin levantarse o estirar sus brazos innecesariamente.

#### Recomendaciones y limitaciones

- Se recomienda para el diseño de sillas que la altura de los reposabrazos disponga también de un mecanismo de ajuste y en el caso particular de la empresa Sistemas Médicos SIME – USFQ redefinir el tipo de diseño para un intervalo ajustable que acomode al 95 % de la población, o sea desde el percentil 3 hasta el percentil 98.
- Dado que el mobiliario debe disponer de dimensiones regulables

que permitan la adaptación a distintas tareas y usuarios, se recomienda que la altura de los reposabrazos también disponga de un mecanismo de ajuste de manipulación segura, fácil y factible desde la misma postura sedente. Con esto se garantiza que los empleados en Sistemas Médicos SIME – USFQ utilicen correctamente las posibilidades de ajuste y logren una correcta adaptación a sus necesidades y tareas cotidianas, sin necesidad de levantarse.

- Por último, se sugiere colocar los objetos que se usen con mayor frecuencia a una distancia apropiada sobre la mesa de trabajo, de tal forma que cada empleado sea capaz de alcanzarlos sin necesidad de levantarse.
- En cuanto a las limitaciones durante el desarrollo del presente estudio no se dispuso de información antropométrica para definir la dimensión de la altura máxima asiento – borde superior del respaldo de la silla (altura subescapular), ni tampoco de información antropométrica para definir la dimensión de la altura mínima asiento – borde inferior del respaldo de la silla (altura iliocrestal).
- Por otro lado, no se dispuso de información antropométrica para definir la distancia mínima sobre la mesa de trabajo (alcance mínimo del brazo hacia adelante).
- Finalmente, no se dispuso de información antropométrica para definir la profundidad bajo la superficie interior de la mesa de trabajo (distancia sacro – rótula + holgura).
- Se recomienda para un posterior estudio contar con estas medidas importantes para el diseño de un puesto de trabajo para la silla y para la mesa de trabajo.

CARM. (2011). MÉTODO RULA [Xls]. Murcia: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

CARM. (2011). MÉTODO REBA [Xls]. Murcia: Comunidad Autónoma de la Región de Murcia.

Córdova Vallejo, X., & Fernandez, J. (1994). *Conceptual Errors in Anthropometric Percentile Values for Mixed Populations*. Wichita State University, Department of Industrial Engineering. Wichita: Taylor & Francis.

De Vicente, A., Zimmermann, M. & Galiana, L. (2012). El Trastorno Musculoesquelético en el Ámbito Laboral en Cifras. Extraído Noviembre 24, 2017, desde <http://www.oect.es/Observatorio/5%20Estudios%20tecnicos/Otros%20estudios%20tecnicos/Publicado/Ficheros/El%20TME%20en%20el%20C3%A1mbito%20laboral%20en%20cifras.pdf>

Devore. J. (2016). *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias* (9na ed.). Massachusetts, Boston: Cengage Learning.

Dockrell, S., O' Grady, E., Bennett, K., Mullarkey, C., Mc Connell, R., Ruddy, R., Twomey, S. & Flannery, C. (2012). An investigation of the reliability of Rapid Upper Limb Assessment (RULA) as a method of assessment of children's computing posture. *Applied Ergonomics*, 43(2012), 632-636. doi.org/10.1016/j.apergo.2011.09.009

Ergonautas. (2017). Método RULA. Extraído Noviembre 24, 2017, desde <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Ergonautas. (2017). Método REBA. Extraído Noviembre 24, 2017, desde <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>

Escuela Colombiana de Ingeniería. (2009). *Diseño Antropométrico de Puestos de Trabajo Protocolo*. Extraído Febrero 19, 2018, desde <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/ERGO/DISENO%20DE%20PUUESTO%20DE%20TRABAJO%202009-2.pdf>

Estrada, J., Camacho, J., Restrepo, M., & Parra, C. (1998). Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995. *Revista Facultado Nacional Salud Pública*, 15(2), 112-139.

Fernández, Y. (s.f.). Valoración y tratamiento del dolor en Urgencias de dolor en Urgencias de Pediatría. Extraído Marzo 20, 2018, desde [http://seup.org/pdf\\_public/gt/analg\\_valoracion.pdf](http://seup.org/pdf_public/gt/analg_valoracion.pdf)

Fernández, J. y Marley, R. (2007). *Applied Occupational Ergonomics*, 2a. Ed.

Fernández J., Marley R., Noriega S. e Ibarra G. (2011). *Ergonomía Ocupacional: Diseño y Administración del Trabajo*. 1era ed. México: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez.

INSHT. (2006). *Guía Técnica. Evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de equipos con pantallas de visualización*. Extraído 3 de octubre de 2017 desde [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnlineGuias\\_Ev\\_Riesgos/Instruccion\\_Pantallas/Instruccion\\_basica.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnlineGuias_Ev_Riesgos/Instruccion_Pantallas/Instruccion_basica.pdf)

---

## REFERENCIAS

Albers, J. & Estill, C. (2007). Soluciones ergonómicas para trabajadores de la construcción. Extraído Noviembre 24, 2017, desde [https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2007-122\\_sp/pdfs/2007-122.pdf](https://www.cdc.gov/spanish/niosh/docs/2007-122_sp/pdfs/2007-122.pdf)

Al - Haboubi, M. (1997). Statistics for a composite distribution in anthropometric studies, *Ergonomics*, 40:2, 189-198, DOI: 10.1080/001401397188297

Andrade, O., & Mejía, A. (2014). ¿Sufre de molestias debido a su puesto de trabajo? Cómo una tabla antropométrica puede ayudar a mejorar los diseños de puestos de trabajo (Tesis Pregrado, USFQ, 2014). Cumbaya: Repositorio Digital USFQ.

Asensio, S., Bastante, M., & Diego, J. (2012). *Evaluación Ergonómica de Puestos de Trabajo*. Madrid: Paraninfo.

Bárcena, E. (2014). Manejo del dolor pediátrico en el centro de salud. *Revista Pediatría De Atención Primaria*, 1-7. doi:http://scielo.isciii.es/pdf/pap/v16s23/foro2.pdf

- ISAK. (2001). *International Standards for Anthropometric Assessment*. Adelaide: University of South Australia.
- Kuorinka, B. Jonsson, A. Kilbom, H. Vinterberg, F. Biering-Sørensen, G. & Andersson, K. Jørgensen. (1987). Standardised Nordic questionnaires for the analysis of musculoskeletal symptoms. *Applied Ergonomics*, 233-237. Extraído Febrero 12, 2018, desde [http://www.ergonomia.cl/eee/Inicio/Entradas/2014/5/18\\_Cuestionario\\_Nor\\_dico\\_de\\_Kuorinka.html](http://www.ergonomia.cl/eee/Inicio/Entradas/2014/5/18_Cuestionario_Nor_dico_de_Kuorinka.html)
- Lavender, S., Marras, W., & Sabol, R. (2002). A Study of Female Mexican Anthropometric Measures Useful for Workstation Design in Light Manufacturing Facilities. *AIHA Journal*, 63(3), 300-304. doi:10.1080/15428110208984717
- Llaneza, F. (2009). *Ergonomía y psicología aplicada: Manual para la formación del especialista*. Lex Nova. doi:[https://books.google.com.ec/books?id=EAq3\\_YLOjIC&dq=diseño de puestos de trabajo con antropometría&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=EAq3_YLOjIC&dq=diseño+de+puestos+de+trabajo+con+antropometría&source=gbs_navlinks_s)
- Machine – Dro. (2018). Products. Extraído Febrero 13, 2018, desde <https://www.machine-dro.co.uk/digital-dial-vernier-calipers-mitutoyo-metric-moore-wright/standard-digital-calipers/over-625mm-25.html>
- Málaga D., Alonso I., Amo A. & Ayora J. (2016). Relación entre trabajo con pantalla de visualización de datos (PVD) y aumento de la presión intraocular (PIO) en los trabajadores de la Junta de Andalucía en Málaga. *ORP Journal*, 1-12. Extraído Octubre 5, 2017, desde <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:XQxgm8MTRF0J:www.orpjournal.com/index.php/ORPjournal/article/download/25/70&cd=8&hl=es-419&ct=clnk&gl=ec>
- Malouf, J. & Baños, J. (2006). La evaluación clínica del dolor. *Revista Clínica Electrónica en Atención Primaria*, 1-8. doi:[https://ddd.uab.cat/pub/rceap/rceap\\_a2006m9n10/rceap\\_a2006m9n10a4.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/rceap/rceap_a2006m9n10/rceap_a2006m9n10a4.pdf)
- Margaritis, S. & Marmaras, N. (2007). Supporting the design of office layout meeting ergonomics requirements. *Applied Ergonomics*, 38(2007), 781-790. doi:10.1016/j.apergo.2006.10.003
- McAtamney, L. & Corlett, E. (1993). RULA: A Survey Method for the Investigation of Work-related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomics*, Pages 91-99.
- McAtamney, L. & Hignett, S. (2000). Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Applied Ergonomics*, Pages 201-205.
- Ministerio del Trabajo. (2017). Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo. Extraído 5 de Octubre de 2017 desde <http://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/12/Reglamento-de-Seguridad-y-Salud-de-los-Trabajadores-y-Mejoramiento-del-Medio-Ambiente-de-Trabajo-Decreto-Ejecutivo-2393.pdf>
- Moblibar. (2017). Sillas y Bancos Oficina. Extraído Octubre, 15, 2017 desde <http://moblibar.com.mx/categoria-producto/sillas-y-bancos/sillas-y-bancos-oficina/>
- Mondelo, P., Gregori, E., Blasco, J. & Barrau, P. (1998). *Ergonomía 3: Diseño de Puestos de Trabajo (1era ed.)*. Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Morales, P. (2012). Tamaño necesario de la muestra: ¿Cuántos sujetos necesitamos? *Estadística aplicada a las Ciencias Sociales*, 1-24. Extraído Febrero 10, 2018, desde <http://www.ilo.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc95/pdf/rep-i-c.pdf><http://web.upcomillas.es/personal/peter/investigacion/Tama%flomuestra.pdf>
- OIT. (2018). Cases of non-fatal occupational injury by economic activity. Extraído Enero 5, 2018, desde [http://www.ilo.org/ilostat/faces/oracle/webcenter/portalapp/pagehierarchy/Page27.jspx?subject=OSH&indicator=INJ\\_NFTL\\_ECO\\_NB&datasetCode=A&collectionCode=YI&\\_afLoop=397837848417470&\\_afWindowMode=0&\\_afWindowId=la8us59nx\\_1#!%40%40%3Findicator%3DINJ\\_NFTL\\_ECO\\_NB%26\\_afWindowId%3Dla8us59nx\\_1%26subject%3DOSH%26\\_afLoop%3D397837848417470%26datasetCode%3DA%26collectionCode%3DYI%26\\_afWindowMode%3D0%26\\_adf.ctrl-state%3Dla8us59nx\\_45](http://www.ilo.org/ilostat/faces/oracle/webcenter/portalapp/pagehierarchy/Page27.jspx?subject=OSH&indicator=INJ_NFTL_ECO_NB&datasetCode=A&collectionCode=YI&_afLoop=397837848417470&_afWindowMode=0&_afWindowId=la8us59nx_1#!%40%40%3Findicator%3DINJ_NFTL_ECO_NB%26_afWindowId%3Dla8us59nx_1%26subject%3DOSH%26_afLoop%3D397837848417470%26datasetCode%3DA%26collectionCode%3DYI%26_afWindowMode%3D0%26_adf.ctrl-state%3Dla8us59nx_45)
- OIT. (2012). Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo. Extraído Noviembre 24, 2017, desde <https://higieneysseguridadlaboralcv.s.files.wordpress.com/2012/04/oit-enciclopedia-de-salud-y-seguridad-en-el-trabajo.pdf>
- OIT. (2006). Cambios en el Mundo del Trabajo. Extraído Octubre 28, 2017, desde <http://www.ilo.org/public/spanish/standards/relm/ilc/ilc95/pdf/rep-i-c.pdf>
- OIT. (2001). Sistema músculo-esquelético. Enciclopedia de Salud y Seguridad en el trabajo. Tercera ed.
- Parihar, M., Jain, V., Chaturvedi, L., Kaushik, L., Jain, G. & Parihar, A. (2016). Computer and visual display terminals (VDT) vision syndrome (CVDTs). *Medical Journal Armed Forces India*, 72(2016), 270-276. doi:10.1016/j.mjafi.2016.03.016
- Renier, J., Domingo, T., De Pano, D., Ecat, N., Sanchez, A. & Custodio, B. (2015). Risk Assessment on Filipino Construction. *Procedia Manufacturing*, 3(2015), 1854-1860. doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.226
- Rodríguez, M. (2006). Valoración y manejo del dolor. Madrid: Arán Ediciones, S.L. doi:[https://books.google.com.ec/books?id=IlxKyUrcEC&pg=PA49&dq=escalas de intensidad de dolor&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwitreagoI\\_aAhUPjq0KHZdoATIQ6AEILDAB#v=onepage&q=escalas de intensidad de dolor&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=IlxKyUrcEC&pg=PA49&dq=escalas+de+intensidad+de+dolor&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwitreagoI_aAhUPjq0KHZdoATIQ6AEILDAB#v=onepage&q=escalas+de+intensidad+de+dolor&f=false)
- Roebuck, J., Kroemer, K., & Thomson, W. (1975). *Engineering Anthropometry Methods*. New York: Wiley-Interscience
- RRHH SIME. (2017). Sistemas Médicos SIME USFQ. Extraído Octubre 8, 2017, desde [http://www.usfq.edu.ec/sobre\\_la\\_usfq/servicios/salud/Paginas/salud.aspx](http://www.usfq.edu.ec/sobre_la_usfq/servicios/salud/Paginas/salud.aspx)
- SIAFA. (2003). Mandos: Ergonomía de Diseño y Accesibilidad. Extraído Octubre 15, 2017 desde

<http://www.siafa.com.ar/notas/nota182/mandos.htm>

Sonne, M., Villalta, D. & Andrews, D. (2012). Development and evaluation of an office ergonomic risk checklist: ROSA e Rapid office strain assessment. *Applied Ergonomics*, 43(2012), 98-108. doi:10.1016/j.apergo.2011.03.008

Stack, T., Ostrom, L., & Wilhelmsen, C. (2016). *Occupational Ergonomics: A Practical Approach*. New Jersey: John Wiley & Sons. doi:[https://books.google.com.ec/books?id=zT3hCgAAQBAJ&dq=rapid entire body assessment&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=zT3hCgAAQBAJ&dq=rapid+entire+body+assessment&source=gbs_navlinks_s)

Sutalaksana, I. & Widyanti, A. (2016). Anthropometry approach in workplace redesign in Indonesian Sundanese roof tile industries. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 53(2016), 299-305. doi:10.1016/j.ergon.2016.03.002

Torres, J. & Jaramillo, O. (2000). *Diseño y análisis del puesto de trabajo: Herramienta para la gestión del talento humano*. Barranquilla: Universidad del Norte.

Ulzurriñ, M., Jiménez, A. & Izquierdo, J. (2007). *Trastornos músculo-esqueléticos de origen laboral*. Gobierno de Navarra. Departamento de Salud.

UMB. (s.f.). SISTEMA ERGONOMICO Y FACTORES DETERMINANTES DE LA ERGONOMIA. Extraído Octubre 25, 2017, desde <http://virtualnet2.umb.edu.co/virtualnet/archivos/open.php/388/mod2/pdf/ergonomia.pdf>

Valero Cabello, E. (2008). *Antropometría*. Extraído el 14 de Febrero de 2018, de Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo: [http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20de l%20puestos/DTEAntropometriaDP.pdf](http://www.insht.es/Ergonomia2/Contenidos/Promocionales/Diseno%20de%20puestos/DTEAntropometriaDP.pdf)

Vásconez, A. (2017). *Identificación, Estimación Cualitativa y Control de Riesgos (Rep.)*. Cumbayá.

Vásconez, A. (2017). *Información sobre SIME USFQ*. Entrevista personal.

Vega, J., & López, J. (2006). *Oficial de mantenimiento*. España: Editorial MAD



## ANEXOS

Figura No.1: Diagrama de flujo del proceso de medición. (Elaboración propia)

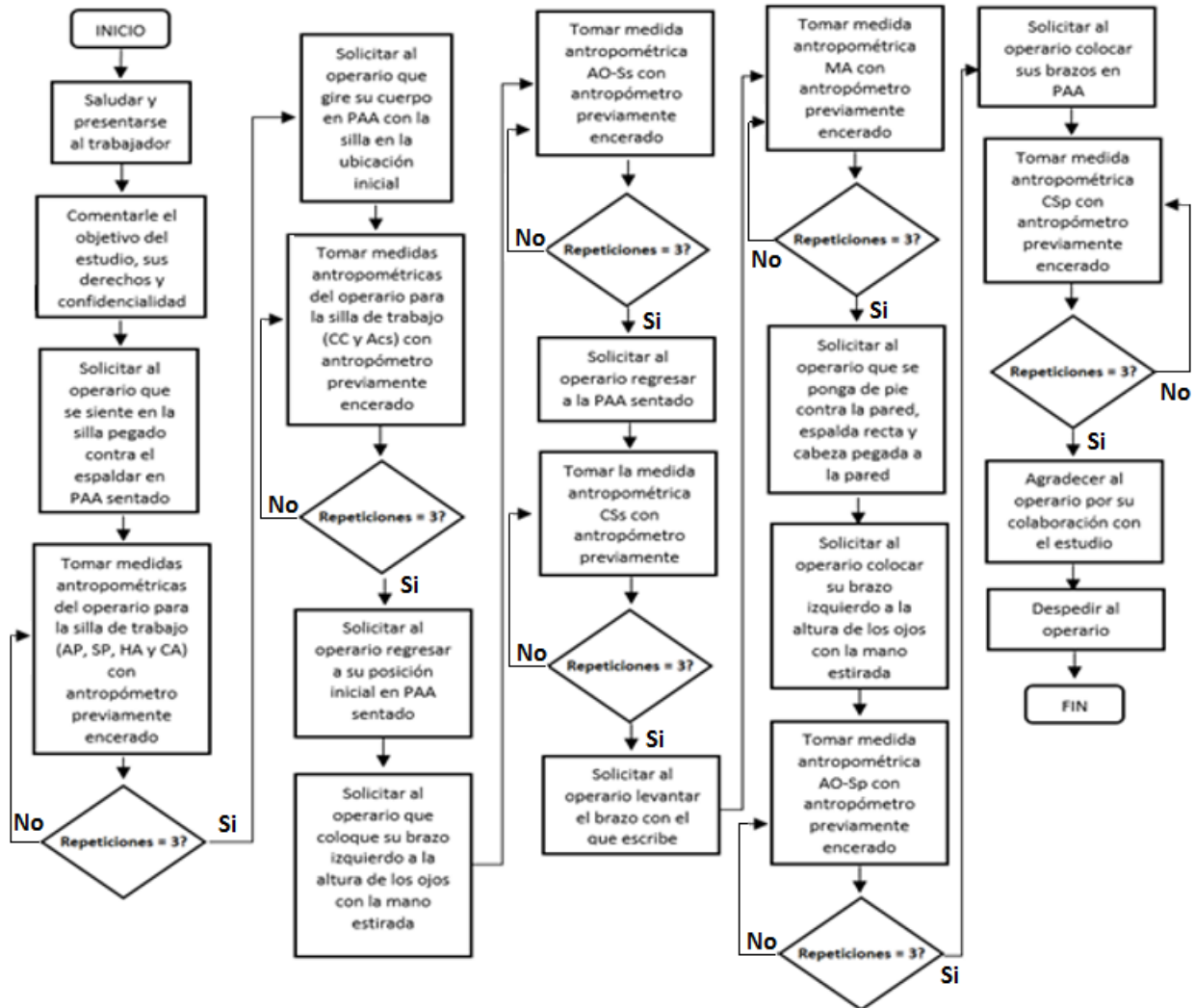




Figura No. 2: Encuesta de recolección de datos para identificación de síntomas músculo esqueléticos en el trabajo. (Elaboración propia). Información obtenida de: (Fernández et al., 2011 y Kuorinka et al., 1987).

El objetivo de esta encuesta es recolectar información acerca de problemas musculo-esqueléticos que resultan del trabajo en la empresa, con el fin de mejorar las condiciones en que se realizan las tareas y brindar un mayor bienestar al empleado.



Toda la información aquí recopilada será usada con fines académicos para la realización de un proyecto de investigación en cooperación con la Universidad San Francisco de Quito. La encuesta es ANÓNIMA y nada en esta puede informar qué persona en específico ha respondido la misma, ni afectar en forma alguna su trabajo en la empresa.

Le solicitamos responder las siguientes preguntas con veracidad y de la forma más precisa que sea posible.

- Sexo: Hombre \_\_\_\_\_ Mujer \_\_\_\_\_
- Edad:
  - De 20 a 30 años
  - De 31 a 40 años
  - De 41 a 50 años
  - Más de 50 años
- ¿Durante cuantos años y meses ha realizado el tipo de trabajo que realiza actualmente en la empresa?  
\_\_\_\_\_ años \_\_\_\_\_ meses
- ¿Cuántas horas al día trabaja en la empresa?
  - De 2 a 4 horas
  - De 4 a 6 horas
  - De 6 a 8 horas
  - De 8 a 12 horas
- ¿Realiza alguna(s) actividad(es) fuera de su jornada de trabajo en la empresa? (Ej. Tareas domésticas, deporte, otro trabajo/empleo, etc.) Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_
- En caso de haber contestado "Si", describa brevemente dicha(s) actividad(es) que realiza fuera de su jornada de trabajo en la empresa.  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
- ¿Durante cuánto tiempo realiza dicha(s) actividad(es)?
  - Menos de 2 horas
  - De 2 a 4 horas
  - De 4 a 6 horas
- En los últimos 12 meses:
 

	Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	Codo o antebrazo	Muñeca o mano	Piernas
1. ¿Ha tenido molestias en...?	Si _____ No _____	Si _____ izquierdo _____ No _____ derecho _____	Si _____ No _____	Si _____ izquierdo _____ No _____ derecho _____ No _____ ambos _____	Si _____ izquierdo _____ No _____ derecho _____ No _____ ambos _____	Si _____ No _____

Figura No. 3: Escalas numéricas de Walco y Howite usadas para cada zona corporal. (Elaboración propia). Información obtenida de: (Fernández, s.f. y Kuorinka et al., 1987).

Por favor, en caso de haber contestado "Sí" en alguna zona del cuerpo, encierre con un círculo el valor que usted considere apropiado en la escala de intensidad de dolor. Para cada zona corporal hay su escala respectiva.

**Cuello:**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0: no dolor; 1-2: dolor leve; 3-6: dolor moderado;  
7-8: dolor intenso; 9-10: máximo dolor imaginable

**Hombro:**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0: no dolor; 1-2: dolor leve; 3-6: dolor moderado;  
7-8: dolor intenso; 9-10: máximo dolor imaginable

**Dorsal o lumbar:**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0: no dolor; 1-2: dolor leve; 3-6: dolor moderado;  
7-8: dolor intenso; 9-10: máximo dolor imaginable

**Codo o antebrazo:**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0: no dolor; 1-2: dolor leve; 3-6: dolor moderado;  
7-8: dolor intenso; 9-10: máximo dolor imaginable

**Muñeca o mano:**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0: no dolor; 1-2: dolor leve; 3-6: dolor moderado;  
7-8: dolor intenso; 9-10: máximo dolor imaginable

**Piernas:**

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

0: no dolor; 1-2: dolor leve; 3-6: dolor moderado;  
7-8: dolor intenso; 9-10: máximo dolor imaginable

	Cuello	Hombro	Dorsal o lumbar	Codo o antebrazo	Muñeca o mano	Piernas
2. ¿Cuánto tiempo estas molestas le han impedido hacer su trabajo en los últimos 12 meses?						
3. ¿Ha ido al médico en los últimos 12 meses por molestias en...?	Sí ___ No ___	Sí ___ No ___	Sí ___ No ___	Sí ___ No ___	Sí ___ No ___	Sí ___ No ___

¡Gracias por su colaboración!

Figura No. 4: Puntajes para zonas corporales del Grupo A con el método RULA (Fuente: McAtamney & Corlett, 1993).

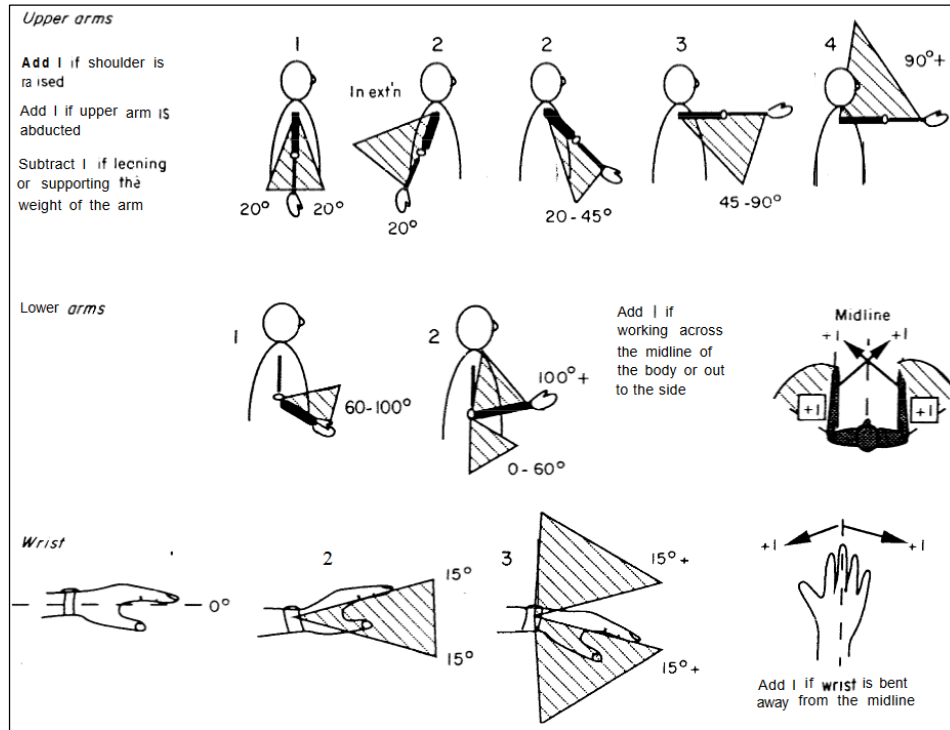


Figura No. 5: Puntajes para zonas corporales del Grupo B con el método RULA (Fuente: McAtamney & Corlett, 1993).

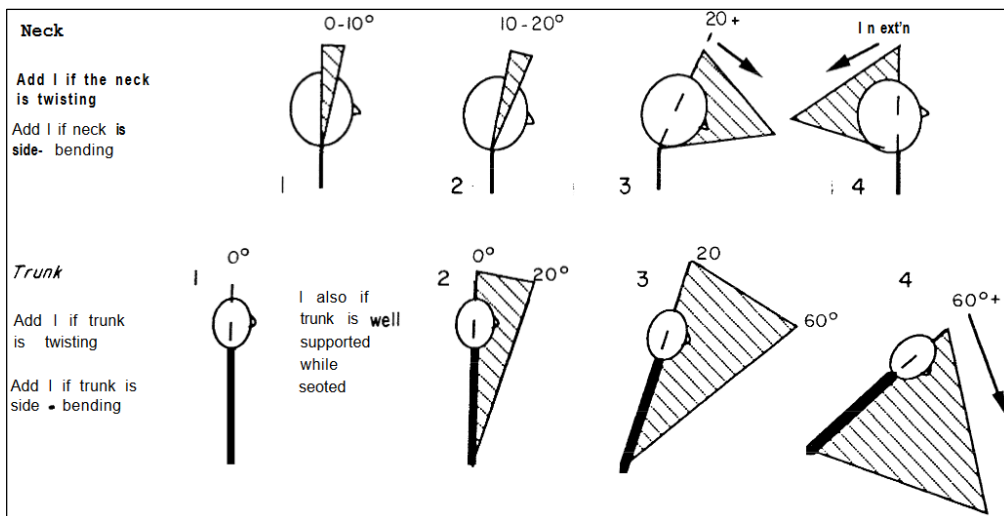


Figura No. 6: Modificación en puntajes A y B de acuerdo a actividad muscular y fuerza/carga ejercida con el método RULA (Fuente: McAtamney & Corlett, 1993).

Give a score of 1 if the posture is

- mainly static, eg held for longer than 1 min
- repeated more than 4 times /min

The muscle use scores which are added to posture score A and B

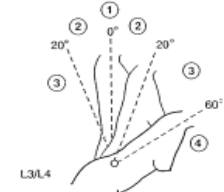
<p>0</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No resistance or less than 2 kg intermittent load or force</li> </ul>	<p>1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-10 kg intermittent load or force</li> </ul>	<p>2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2-10kg static load</li> <li>• 2-10kg repeated load or force</li> </ul>	<p>3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10kg or more static load</li> <li>• 10kg or more repeated loads or forces</li> <li>• Shock or forces with a rapid build-up</li> </ul>
---	---	--	---

The force or load score which is added to posture score A and B


Figura No. 7: Puntajes para zonas corporales del Grupo A y del Grupo B con el método REBA (Fuente: McAtamney & Hignett, 2000).

**Group A body part diagrams.**

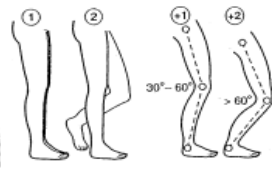
Movement	Score	Change score:
Upright	1	+1 if twisting or side flexed
0°-20° flexion 0°-20° extension	2	
20°-60° flexion >20° extension	3	
>60° flexion	4	



Movement	Score	Change score:
0°-20° flexion	1	+1 if twisting or side flexed
>20° flexion or in extension	2	

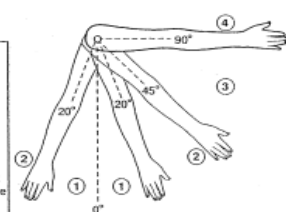


Position	Score	Change score:
Bilateral weight bearing, walking or sitting	1	+1 if knee(s) between 30° and 60° flexion  +2 if knee(s) are >60° flexion (n.b. Not for sitting)
Unilateral weight bearing Feather weight bearing or an unstable posture	2	

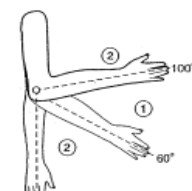


**Group B body part diagrams.**

Position	Score	Change score:
20° extension to 20° flexion	1	+1 if arm is: • abducted • rotated
>20° extension 20°-45° flexion	2	
45°-90° flexion	3	+1 if shoulder is raised  -1 if leaning, supporting weight of arm or if posture is gravity assisted
>90° flexion	4	



Movement	Score
60°-100° flexion	1
<60° flexion or >100° flexion	2



Movement	Score	Change score:
0°-15° flexion/extension	1	+1 if wrist is deviated or twisted
>15° flexion/extension	2	




Figura No. 8: Análisis RULA para operador administrativo con herramienta Kinovea. (Elaboración propia).

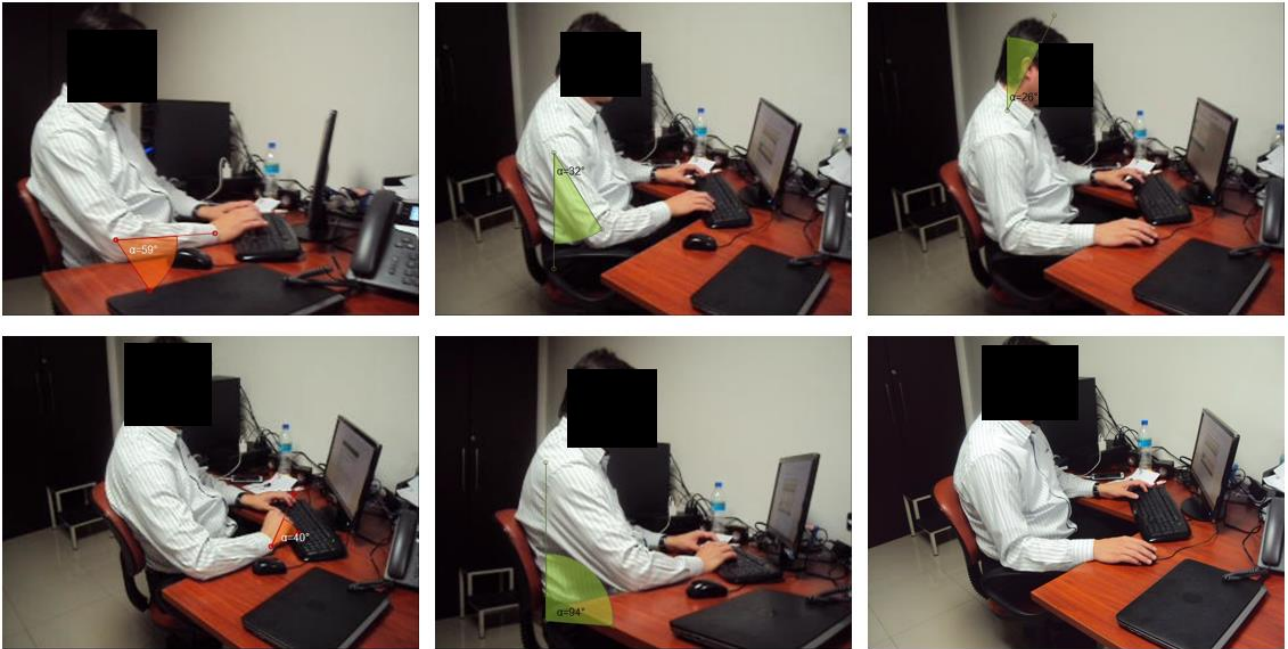


Figura No. 9: Análisis REBA para operador cajero con herramienta Kinovea (Elaboración propia).

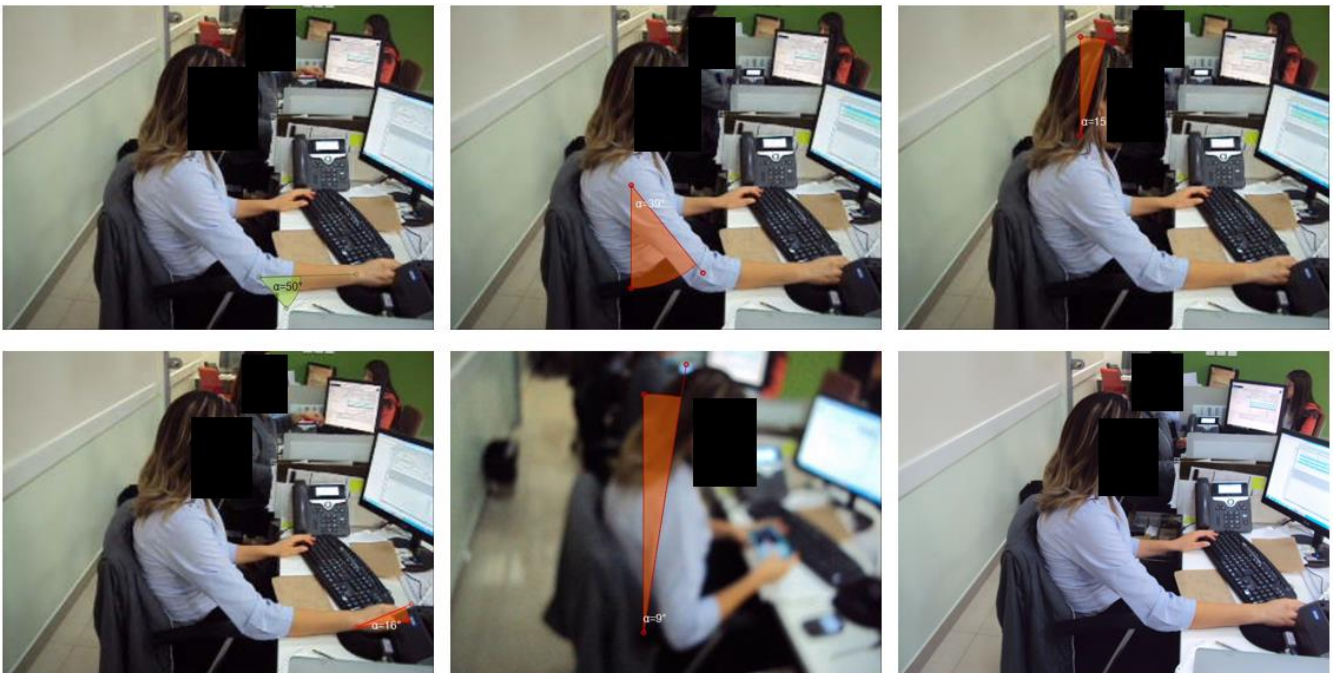


Figura No. 10: Silla utilizada para las mediciones en posición sedente. Imagen obtenida de (Moblibar, 2017). Editada por el autor.



Figura No. 11: Posición de Atención Antropométrica (PAA). Imagen obtenida de: (SIAFA, 2003). Editada por el autor.



Figura No. 12: Posición de Atención Antropométrica Modificada. Imagen obtenida de: (SIAFA, 2003). Editada por el autor.







---

proporción de hombres ( $b$ ) = 0.431

$p5_1$  = percentil 5 para altura poplítea de mujeres

$p5_1 = 35.80 \text{ cm}$

$p95_1$  = percentil 95 para altura poplítea de mujeres

$p95_1 = 47.38 \text{ cm}$

$p5_2$  = percentil 5 para altura poplítea de hombres

$p5_2 = 35.16 \text{ cm}$

$p95_2$  = percentil 95 para altura poplítea de hombres

$p95_2 = 48.39 \text{ cm}$

**Incógnitas:**

$p5$  = percentil 5 combinado

$p95$  = percentil 95 combinado

**Desarrollo:**

$p5 = a * p5_1 + b * p5_2$  (Ecuación de Roebuck)

$p5 = (0.569) * (35.80 \text{ cm}) + (0.431) * (35.16 \text{ cm})$

$p5 = 35.52 \text{ cm}$

$p95 = a * p95_1 + b * p95_2$  (Ecuación de Roebuck)

$p95 = (0.569) * (47.38 \text{ cm}) + (0.431) * (48.39 \text{ cm})$

$p95 = 47.82 \text{ cm}$

**Tabla 11 – Medidas antropométricas a tomar, realizado por el autor. Información obtenida de (Fernández et al., 2011).**

N°	Medida antropométrica	Descripción (Fernández et al., 2011)	Instrumento utilizado
1	Altura poplítea (AP)	Distancia vertical medida del suelo al ángulo poplíteo <b>Aplicación:</b> define altura máxima aceptable del asiento <b>Margen de holgura:</b> calzado hombres (2.5 cm), calzado mujeres (4.5 cm)	Antropómetro digital
2	Distancia sacro – poplíteo (SP)	Distancia horizontal medida desde punto correspondiente a depresión poplíteo de la pierna hasta el plano vertical en la espalda del individuo <b>Aplicación:</b> profundidad máxima aceptable del asiento <b>Margen de holgura:</b> por ropa pesada para exterior (2 cm)	Antropómetro digital
3	Ancho codo - codo (CC)	Distancia horizontal medida entre los codos <b>Aplicación:</b> anchura máxima para reposabrazos <b>Margen de holgura:</b> No	Antropómetro digital
4	Anchura de caderas (Acs)	Distancia horizontal máxima de caderas y en posición sentado <b>Aplicación:</b> dimensión mínima para el ancho del asiento <b>Margen de holgura:</b> 1 cm ropa ligera, 2.5 cm ropa mediana y 5 cm ropa pesada	Antropómetro digital
5	Altura codo - asiento (CA)	Distancia medida desde el plano del asiento hasta depresión del codo <b>Aplicación:</b> altura de reposabrazos, referencia para altura de mesa, teclado, en relación al asiento <b>Margen de holgura:</b> 2 cm ropa pesada para exterior	Antropómetro digital
6	Alcance máximo horizontal con agarre (AmaxHa)	Distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, escápulas y glúteos hasta eje vertical cuando el individuo tiene el brazo extendido y puño cerrado <b>Aplicación:</b> referencia profundidad de la mesa y alcance máximo a objetos <b>Margen de holgura:</b> no	Flexómetro
7	Altura codo - suelo sentado (CSs)	Distancia vertical medida del piso a la sección proximal del radio por superficie externa del codo, sentado <b>Aplicación:</b> referencia estándar para altura de mesa <b>Margen de holgura:</b> no	Antropómetro digital