

LA ANTROPOMETRÍA COMO HERRAMIENTA EN LA PREVENCIÓN DE LOS  
DESÓRDENES MUSCULOESQUELÉTICOS EN EL SECTOR  
MANUFACTURERO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE 2000-2020.

JHON JAIRO QUINTERO ROMERO

EDWIN ARMANDO PUERCHAMBUD ASCUNTAR

VICTORIA EUGENIA USSA SANCHEZ

UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI

FACULTAD DE SALUD

PROGRAMA DE FISIOTERAPIA

2020

LA ANTROPOMETRÍA COMO HERRAMIENTA EN LA PREVENCIÓN DE LOS  
DESÓRDENES MUSCULOESQUELÉTICOS EN EL SECTOR  
MANUFACTURERO. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE 2000-2020.

JHON JAIRO QUINTERO ROMERO

EDWIN ARMANDO PUERCHAMBUD ASCUNTAR

VICTORIA EUGENIA USSA SANCHEZ

**MONOGRAFÍA**

ASESOR

FT. CHRISTIAN RODRIGUEZ MUÑOZ

UNIVERSIDAD SANTIAGO DE CALI

FACULTAD DE SALUD

PROGRAMA DE FISIOTERAPIA

2020

## TABLA DE CONTENIDO

### CAPÍTULO I

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>
<b>1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>11</b>
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b>	<b>14</b>
<b>3. OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
3.1 OBJETIVO GENERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16

### CAPÍTULO II

<b>4. MARCOS DE REFERENCIA</b>	<b>17</b>
4.1 MARCO TEÓRICO	17
4.1.1 Teoría de interacción multivariada de Kumar (2001)	17
<b>4.2 MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>19</b>
4.2.1 La Antropometría	19
4.2.1.1 Antropometría estática	20
4.2.1.2 Dimensiones dinámicas	20
4.2.1.3 La variabilidad humana	21
4.2.1.4 Distribución normal	22
4.2.1.5 Percentiles	22
4.2.1.6 Planos de referencia del cuerpo humano	23
4.2.1.7 Equipos de medida	24
4.2.2 Posición de pie	25
4.2.2.1 Peso	25
4.2.2.2 Estatura	25
4.2.2.3 Alcance vertical	26
4.2.2.4 Altura de ojos	27
4.2.2.5 Altura de hombros	27
4.2.2.6 Altura de codos	28
4.2.2.7 Alcance máximo vertical	29
4.2.2.8 Altura espina iliaca	29
4.2.2.9 Altura rodilla	29
4.2.2.10 Alcance máximo con agarre	30
4.2.3 Posición sentada	30
4.2.3.1 Altura cabeza-asiento	31

4.2.3.2	Altura poplítea	32
4.2.3.3	Distancia sacro- poplíteo	32
4.2.3.4	Altura muslo-asiento	32
4.2.3.5	Altura muslo-suelo	33
4.2.3.6	Altura rodilla-suelo (sentado)	33
4.2.3.7	Altura cresta iliaca	33
4.2.3.8	Altura cervical	33
4.2.3.9	Anchura de hombros	34
4.2.3.10	Anchura bideltoidea	34
4.2.3.11	Anchura codo-codo	34
4.2.3.12	Anchura de cadera sentada	34
4.2.3.13	Longitud sacro –rodilla	35
4.2.3.15	Profundidad de pecho	35
4.2.3.14	Profundidad de abdomen	36
4.2.4	Estudio antropométrico	36
4.2.5	Diseño antropométrico de puesto de trabajo	37
4.2.5.1	Diseño para los extremos	37
4.2.5.2	Diseño para la ajustabilidad	37
4.2.5.3	Diseño para el tamaño promedio	38
4.2.6	Ergonomía	38
4.2.7	Productividad desde la ergonomía	39
4.2.8	Herramienta	39
4.2.9	Trabajo	39
4.2.10	Esfuerzo	40
4.2.11	Carga	40
4.2.12	Manipulación manual de cargas	40
4.2.13	Posturas	40
4.2.13.1	Postura prolongada:	40
4.2.13.2	Postura mantenida	41
4.2.13.3	Postura forzada	41
4.2.13.4	Postura antigravitacional	41
4.2.14	Desórdenes músculo esqueléticos	41
4.2.15	Sector manufacturero	42
<b>4.3</b>	<b>MARCO LEGAL</b>	<b>43</b>

NORMA INTERNACIONAL PARA DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO ISO 9241	43
NORMA TÉCNICA COLOMBIANA PRINCIPIOS PARA EL DISEÑO ERGONÓMICO DE SISTEMAS DE TRABAJO (NTC 5655)	43
DECRETO 1477	43
RESOLUCIÓN No. 2844 DE 2007	44
DECRETO NÚMERO 1443 DE 2014	45
<b>4.4 MARCO DISCIPLINAR</b>	<b>47</b>
LEY 528 de 1999	47
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>5. METODOLOGÍA</b>	<b>50</b>
5.1 TIPO DE ESTUDIO	50
5.2 MÉTODO	50
5.3 DISEÑO	50
5.4 MUESTREO DOCUMENTAL	50
<b>DESCRIPTORES DEcs</b>	51
<b>DESCRIPTORES MeSH</b>	51
<b>5.2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA</b>	52
<b>A. Criterios de inclusión</b>	52
<b>B. Criterios de exclusión</b>	52
5.3 CATEGORÍAS DE ANÁLISIS	53
5.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	55
<b>5.4.1 Técnicas</b>	55
<b>5.4.2 Instrumentos</b>	55
5.5 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	55
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>6. RESULTADOS</b>	<b>57</b>
6.1 Dimensiones corporales de referencia para el trabajo de pie y sentado reportadas en la literatura	58
6.3 Tipos de diseños para la aplicación de datos antropométricos en los puestos de trabajo.	63
6.4 Desórdenes músculo esqueléticos más frecuentes en los trabajadores del sector manufacturero.	65
<b>7. DISCUSIÓN</b>	<b>68</b>
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>8. CONCLUSIONES</b>	<b>74</b>

<b>9. RECOMENDACIONES</b>	<b>75</b>
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>10. BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>76</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelo conceptual del NRC y el IOM.....	18
Figura 2. Dimensiones de pie y sentado.....	21
Figura 3. Planos de referencia del cuerpo humano.....	23
Figura 4. Estatura.....	26
Figura 5. Alcance vertical.....	26
Figura 6. Altura de ojos.....	27
Figura 7. Altura de hombros.....	28
Figura 8. Altura de codos.....	28
Figura 9. Altura espina iliaca.....	29
Figura 10. Altura de rodilla.....	30
Figura 11. Altura cabeza-asiento.....	31
Figura 12. Altura cervical.....	33
Figura 13. Anchura de cadera sentado.....	35
Figura 14. Profundidad de pecho.....	35
Figura 15. Flujograma de búsqueda de artículos.....	57

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categorías de Análisis.....	53
Tabla 2. Dimensiones antropométricas para trabajo de pie y sentado.....	58
Tabla 3. Dimensiones antropométricas de referencia para trabajo de pie.....	60
Tabla 4. Dimensiones antropométricas de referencia para trabajo sentado.....	61
Tabla 5. Tipos de diseño para puestos de trabajo.....	63
Tabla 6. Desordenes musculo esqueléticos en el sector manufacturero.....	65

## INTRODUCCIÓN

Los desórdenes músculo esqueléticos (DME) afectan a músculos, huesos, articulaciones y tejidos asociados, estos vienen en aumento de manera significativa en la población, causando que este sea un problema de salud pública. En el año 2013 según la organización internacional del trabajo (OIT) de manera global los DME ocupan un porcentaje del 59% de las enfermedades profesionales (1) para lo OIT a nivel de América latina se habla entre el 9 y 12% en el aumento de pérdidas del producto interno bruto (PIB) ocasionadas por enfermedades y lesiones laborales.(2) Según la Organización panamericana de la salud (OPS), en el continente americano se registran diariamente un aproximado de 770 casos nuevos de personas con enfermedades profesionales (3) En Colombia, Según datos de la Federación de Aseguradores Colombianos (Fasecolda) en el 2018 las enfermedades laborales registraron un incremento del 7.1% obteniendo un total de 10.435 casos, denotando de que por cada 100.000 afiliados al sistema general de riesgo laborales (SGRL) 273 trabajadores reportan enfermedades laborales, siendo así el sector manufacturero el segundo más afectado. En cuanto a los departamentos, el Valle del Cauca registró un aumento del 12% en la tasa por cada 100.000 trabajadores. (4)

Los factores de riesgo que pueden coadyuvar en la manifestación de los DME en la población obrera son múltiples y pueden ser de tipo biomecánico, por posturas prolongadas, mantenidas, forzadas y anti gravitatorias, esfuerzos, movimientos repetitivos y manipulación de cargas; de tipo físico como ruido, iluminación, vibración y temperaturas extremas; y de tipo organizacional por la distribución del tiempo y las exigencias requeridas en la tarea. Sin embargo, uno de los factores de mayor impacto sobre la aparición de los DME se debe al diseño inadecuado de los puestos de trabajo, los cuales no se adaptan a las características antropométricas del trabajador, afectando de manera significativa su salud física, reflejando un aumento de enfermedades osteomusculares en la población. (5)

En el sector manufacturero se presenta una alta prevalencia de DME, debido a que en las áreas de producción se pueden evidenciar problemáticas de impacto, en

donde el trabajador debe desarrollar sus tareas en una posición bípeda y sedente. Las tareas que se desarrollan de pie o sentado pueden ser nocivas sino se cuenta con una adecuada geometría de diversos elementos que influyen en el desarrollo de las tareas como sillas, mesas, bandas de empaque etc., provocando en el trabajador altas exigencias biomecánicas.

Es por tanto que la antropometría toma gran relevancia como una de las herramientas más adecuadas cuando se realiza el diseño o rediseño de los puestos de trabajo teniendo en cuenta las medidas antropométricas de la población colombiana. Gómez, 2005; Narváez, 2013 consideran que la antropometría, con fines ergonómicos, tiene como fin aportar datos antropométricos que puedan servir como guía para dimensionar objetos que estén adecuadas a las características de cada trabajador.(6) En consecuencia, a la importancia que toma la antropometría, el objetivo de este estudio es Identificar las dimensiones antropométricas para el diseño de puestos de trabajo como herramienta para la prevención de los desórdenes musculo esqueléticos en el sector manufacturero, según la literatura relacionada durante el periodo de 2000 a 2020.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por sus altos costos sociales y sanitarios los DME se convirtieron en un problema de salud pública, donde se les atribuye como la principal razón de baja productividad en el ámbito laboral. Los DME son trastornos que limitan de manera significativa la movilidad, las destrezas y capacidades funcionales obligando a jubilaciones anticipadas, reducen la capacidad para trabajar y participar en la vida social (7), acarreando grandes costos a los empleados y a su entorno familiar, de igual manera para el desarrollo social y económico.

Las estadísticas de la organización internacional del trabajo (OIT) refieren que los DME son el 59% de las enfermedades laborales a nivel global. Teniendo así una prevalencia entre el 13.5% y 47%. (1). La OIT pronostica que anualmente se reporta un aproximado de 160 millones de casos nuevos de enfermedades que no son mortales relacionadas con el trabajo, por lo que el desarrollo social y económico de los países se ve afectado en gran medida, dicha organización advierte que las enfermedades y los accidentes laborales generan una pérdida cerca de 2.8 billones de dólares un 4% del producto interno bruto (PIB). (8). De acuerdo con datos obtenidos en los Estados Unidos de América, costaron alrededor de US \$213.000 millones en 2011, es decir, el 1,4% del producto interior bruto (7). Un estimado de entre 84 y 254 millones de libras esterlinas se debe al coste médico de trastornos musculoesqueléticos de origen laboral en gran Bretaña. En Finlandia (Europa) cerca de un 2% del gasto público en servicios sanitarios se debe al coste médico de los TEM originados laboralmente. Por su parte en España se estima que anualmente un promedio del 10% de trabajadores consultan al servicio médico por molestias físicas de origen laboral. (9)

La organización mundial de la salud (OMS) prevé que en Latinoamérica y el Caribe el promedio de casos de enfermedades laborales oscila entre 1 y 5%, ya que son reportados únicamente los casos que obtienen una incapacidad sujeta a indemnización. (10). En el 2015 la superintendencia de seguridad nacional de Chile realizó un sondeo de las denuncias por enfermedades laborales, en donde en su mayoría (60%) concuerdan con molestias musculoesqueléticas y (23%) se debe a

la salud mental de los trabajadores, estas dos categorías conforman más del 80% de las anamnesis totales de las denuncias profesionales. Teniendo un aproximado de 61 días no trabajados por enfermedades profesionales en el año de 2015 con un aumento constante en los últimos años. (11)

En Colombia la Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo publicada en el 2017 por el Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional en el Trabajo, los desórdenes músculo esqueléticos siguen siendo uno de los problemas de salud más frecuentemente, en donde se reportaron el dolor de espalda, cuello, hombros y extremidades superiores. (12)

El Ministerio de la Protección Social de Colombia en el año 2007, hizo pública la encuesta nacional de condiciones de salud y trabajo en el Sistema General de Riesgos Profesionales, en la cual se demostró que los factores de riesgo hallados con mayor frecuencia (más del 50%) estaban relacionados con movimientos repetidos de manos o brazos, las condiciones ergonómicas, posturas prolongadas e incómodas que podían ocasionar dolor o cansancio. (13) Según la apreciación de los entrevistados, durante más de la mitad o toda la jornada laboral los agentes más notables de exposición son los asociados con la falta de condiciones ergonómicas en el puesto de trabajo: mantenimiento de la misma postura (43%), posiciones que producen cansancio o dolor (24%) y movimientos repetidos de las manos y los brazos (51%) (13).

De acuerdo a lo anterior, no existe una causa única atribuible a la aparición de estos trastornos, sino más bien componentes multifactoriales como las causas físicas, vibraciones, iluminación deficiente o entornos de trabajo con bajas temperaturas, los factores organizacionales como la exigencias de la tarea a un ritmo elevado; y finalmente los de tipo biomecánicos como la manipulación de cargas, los movimientos repetitivos o forzados, posturas fuera de los ángulos de confort, posturas prolongadas y el inadecuado diseño de los espacios de trabajo por no ser acordes a las características antropométricas del trabajador, etc. (21)

En las áreas de producción las exigencias biomecánicas son mayores, dada la combinación de trabajo manual y automatizado adicional a los puestos de trabajo con factores de riesgo. De acuerdo con la Agencia europea para la salud y seguridad en el trabajo las posibilidades de que un DME de origen laboral ocasione la pérdida de jornadas de trabajo es 3 veces mayor en ausencia de intervención ergonómica que cuando se ha efectuado dicha intervención. (14) Al no tenerse en cuenta las dimensiones antropométricas de la población que hará uso de las herramientas, mobiliario, ayudas mecánicas y equipo, constituirá un elevado riesgo para la salud de los trabajadores lo cual provoca la adopción de posturas forzadas, fatiga, esfuerzo, manipulación inadecuada de cargas, movimientos repetitivos y demás peligros biomecánicos ocasionando DME, ausentismos e incapacidades. Generando en el sector económico una baja en la productividad, acarreando costes económicos tanto para los empleadores como para los empleados. (15)

La antropometría cobra importancia en este sentido siendo una de las herramientas más importantes de la ergonomía para el rediseño y diseño de espacios de trabajo y para la elaboración de los implementos necesarios para la labor. Esta disciplina científica tiene por objeto de estudio las dimensiones corporales y medidas del ser humano, lo que permite establecer particularidades entre razas, regiones, países y comunidades. (21)

Una de las problemáticas de la Ergonomía con las que se encuentran las empresas en el sector industrial para el diseño de puestos de trabajo, maquinaria o herramientas, podría darse debido a la escasa información o a la falta de uso de datos antropométricos que les permita tomar decisiones acordes a las necesidades de la población trabajadora. Debido a esto es importante conocer estudios dentro de los cuales se evidencie el uso de dimensiones antropométricas en el sector manufacturero en Colombia, siendo un gran aporte para la salud del trabajador y aumento de la productividad en las empresas. (40) Teniendo en cuenta lo anterior surge la siguiente pregunta problema ¿Cuáles son las dimensiones antropométricas de referencia para el diseño de puestos de trabajo como herramienta en la prevención de los desórdenes músculo esqueléticos en el sector manufacturero?

## 2. JUSTIFICACIÓN

La antropometría es una de las principales herramientas de la Ergonomía, definida por la Organización internacional de Ergonomía (IEA) como el estudio de las relaciones entre el hombre, los elementos del sistema en el que se halla inmerso y la actividad que realiza, con el fin último de reducir las cargas mentales, físicas y psíquicas de la persona y de ajustar los puestos de trabajo, sistemas, productos y entornos a las particularidades, necesidades y limitaciones de sus usuarios buscando optimizar su confort, seguridad y el funcionamiento general del sistema. (16)

Por lo cual se hace importante para el Fisioterapeuta identificar y analizar la relación entre las dimensiones antropométricas y los elementos de trabajo, los cuales de no ser adecuados inciden sobre el movimiento corporal humano, ocasionando desórdenes musculoesqueléticos, lo cual impacta de manera negativa tanto la salud física y mental como la productividad de la empresa. (13)

Para el sector manufacturero son de gran aporte los estudios antropométricos que se logran realizar, ya que permiten adaptar las condiciones laborales al trabajador, ante las demandas biomecánicas de los diferentes procesos y operaciones, convirtiéndose en una de las medidas más efectivas de intervención según el orden o jerarquización del control de los riesgos, disminuyendo los costos por incapacidades laborales temporales o permanentes. (40)

Los estudios antropométricos toman gran importancia no solo en el sector manufacturero, ya que también abarcan interés a nivel social y demográfico dado que estos aportan datos de la variabilidad dimensional de las personas y como han cambiado con el transcurso del tiempo, permitiendo que otras empresas o sectores que presten un servicio público se adapten a estos cambios previniendo que sus trabajadores sean propensos a sufrir una enfermedad osteomuscular.

Los estudios de antropometría son importantes en el área de salud ya que es de vital importancia conocer las características propias de nuestro cuerpo y sus cambios a través del tiempo, entre etnias y razas; y como el ambiente que nos rodea influyen en ellas. Para la academia, la antropometría cobra importancia en la formación de profesionales con una visión holística del cuerpo humano y más precisamente en la fisioterapia, en el movimiento corporal humano y su relación con su ambiente, de esta manera garantiza que el actuar de los futuros profesionales siempre será el más pertinente y eficiente.

La relevancia de esta revisión radica en la búsqueda de información sobre estudios que hayan realizado intervenciones en diseño o rediseño puestos de trabajo utilizando como herramienta la antropometría, para así prevenir la aparición de desórdenes músculo esquelético, aumentar la productividad, reducir el desperdicio de materiales, reducir costos de operación y de seguros. Este trabajo arrojará luz de la situación actual del sector manufacturero en el mundo en cuanto a la utilización y utilidad de diseñar o rediseñar puestos de trabajo basados en mediciones antropométricas; expondrá los avances y los limitantes en el conocimiento y utilización de la antropometría en la salud laboral, será un punto de referencia clave para futuras investigaciones a nivel mundial.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar las dimensiones antropométricas para el diseño de un puesto de trabajo como herramienta para la prevención de los desórdenes musculoesqueléticos en el sector manufacturero, según la literatura relacionada durante el periodo del año 2000 al 2020.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar las dimensiones corporales de referencia para el trabajo de pie y sentado.
- Especificar los tipos de diseños para puestos de trabajo en la aplicación de datos antropométricos.
- Identificar los desórdenes musculoesqueléticos más frecuentes en los trabajadores del sector manufacturero.

## 4. MARCOS DE REFERENCIA

### 4.1 MARCO TEÓRICO

#### 4.1.1 Teoría de interacción multivariada de Kumar (2001)

El modelo conceptual planteado por el Consejo Nacional para la Investigación y el Instituto de Medicina, en el marco del Panel sobre TME y el lugar de trabajo celebrado en el año 2001, muestra los posibles roles e influencias que varios factores pueden desempeñar en el desarrollo de TME. Según Kumar el mecanismo de aparición de las lesiones músculo esqueléticas es de naturaleza biomecánica; cuatro teorías explican el mecanismo de aparición y pueden interrelacionarse o presentarse aisladas en la evolución de un trastorno osteomuscular (ver figura 1), dichas teorías son:

- La teoría de interacción multivariante en la cual la afectación del componente mecánico del cuerpo humano esta predispuesta por factores individuales y sus propiedades mecánicas, las cuales pueden ser afectadas por partes genéticas, características morfológicas, composición psicosocial y por los riesgos biomecánicos a los que se esté expuesto en el trabajo.
- La teoría diferencial que se explica por desequilibrio y asimetría en actividades laborales creando fatigas diferenciales, y de ese modo desequilibrio cinético y cinemático en diferentes articulaciones precipitando la aparición de lesiones.
- La teoría de carga acumulativa nos dice que cuando existe un rango de carga superior o cuando existe un movimiento repetitivo que no permiten que todos los tejidos tengan un periodo de recuperación adecuado va a producir una sobrecarga en los músculos y tejidos asociados que a futuro se transformara en una lesión.
- La teoría de sobre-esfuerzo que indica que el exceso de esfuerzo precipita al límite de tolerancia en las lesiones laborales locomotoras. (13)



Figura 1. Teoría de interacción multivariada de Kumar (2001)

Debido a que los DME son de origen multifactorial, se puede dividir en dos grandes grupos primero los que están relacionados a la persona como los son los factores individuales y los otros que son los factores dados por el lugar de trabajo. Dentro de los factores individuales podemos encontrar variables como la edad el sexo, o la raza, pero también se ve involucrados los hábitos como fumar o si realiza actividad física, los factores dados por el puesto de trabajo como por ejemplo los factores organizacionales también toman importancia a la hora de hablar del desarrollo de los DME. La carga biomecánica se ve afectada también por factores individuales como la antropometría de ahí la importancia de realizar estudios actuales de las dimensiones antropométricas de la población colombiana para que así las empresas tengan una base de datos o una guía a la hora de modificar o crear un puesto trabajo, o fabricar herramientas las cuales se adapten a la ya dicha población.

## 4.2 MARCO CONCEPTUAL

### 4.2.1 La Antropometría

La antropometría según su etimología es la ciencia que se encarga de la medición de las dimensiones del cuerpo humano, tomando como referencia estructuras anatómicas que se establecen como patrón y permiten definir características físicas de un individuo o conjunto de personas para lograr adecuar el contexto en el que estas permanecen y así convertirla en un instrumento de gran importancia que se aplica en la ergonomía. (18)

Siendo la antropometría una ciencia, se encuentra en la literatura que su origen data desde el siglo XVIII oficialmente en 1870 cuando el matemático Adolphe Quetelet un astrónomo y naturalista belga publicó su libro “Anthropometrie”, donde se describen tablas antropométricas, que son herramientas esenciales en el diseño de objeto y espacio. (18)

Las medidas antropométricas se clasifican en dos clases, puede ser estática o dinámica, la primera es también llamada estructural y se refiere a la medición de estructuras del cuerpo en posición estándar mientras que la segunda también llamada funcional, incluye las medidas tomadas durante el movimiento y está a la biomecánica. La antropometría y las áreas de la biomecánica se encargan de tomar diferentes medidas de cada parte del cuerpo de acuerdo con sus funciones comprendiendo además el peso, talla, volumen o movimientos y así buscar el equilibrio entre el hombre su entorno y la máquina. (18)

Estas dimensiones son de dos tipos esenciales: estructurales y funcionales. Las estructurales son las de cabeza, tronco y extremidades en posiciones estándar. Mientras que las funcionales o dinámicas incluyen medidas tomadas durante el movimiento realizado por el cuerpo en actividades específicas. Al tomar en cuenta estos datos se tendrá certeza de los espacios mínimos que el hombre necesita para desenvolverse diariamente, los cuales deben de ser considerados en el diseño de su entorno. (18)

#### 4.2.1.1 Antropometría estática

La antropometría estática o también llamada estructural es el campo que se encarga de la medición del cuerpo en su posición estándar, sin movimiento. Sin embargo, debido a que el hombre se mantiene en movimiento constante se desarrolla la antropometría dinámica o funcional, la cual mide las dimensiones dinámicas que son aquellas medidas realizadas a partir del movimiento asociado a ciertas actividades. (19)

Tener conocimiento de las dimensiones estáticas es necesario para el diseño de los puestos de trabajo y permite establecer las distancias necesarias entre el cuerpo y lo que le rodea, las dimensiones del mobiliario, herramientas, etc. Las dimensiones estructurales de los diferentes segmentos del cuerpo se toman en individuos en posturas estáticas, normalizadas bien de pie o sentado. Del cuerpo humano pueden tomarse gran número de datos antropométricos estáticos diferentes que pueden interesar, en función de lo que se esté diseñando. (19)

#### 4.2.1.2 Dimensiones dinámicas

Van relacionadas con la postura de trabajo resultante del movimiento asociado a ciertas actividades, debido a que tienen en cuenta el estudio de las articulaciones facilitando el conocimiento de la función y posibles movimientos de las mismas y permitiendo valorar la capacidad de la dinámica articular. (19)

Al generar un movimiento, los distintos segmentos del cuerpo no actúan independientemente, sino que actúan de forma coordinada. Por eso, al mover un brazo, se debe tener en cuenta además de la propia longitud del brazo, el movimiento del hombro, la rotación parcial del tronco, también la función a realizar con la mano. Esto hace que la resolución de los problemas espaciales en los sistemas de trabajo sea un tema complejo.

En conclusión, la antropometría dinámica se trata de una disciplina difícil que requiere conocimientos de biomecánica que permitan el análisis de los movimientos del trabajador en las operaciones que éste realiza. No es difícil llegar a la conclusión de que el correcto diseño de los puestos de trabajo ha de tener en cuenta tanto las dimensiones estáticas como las dinámicas (ver figura 2). (19)

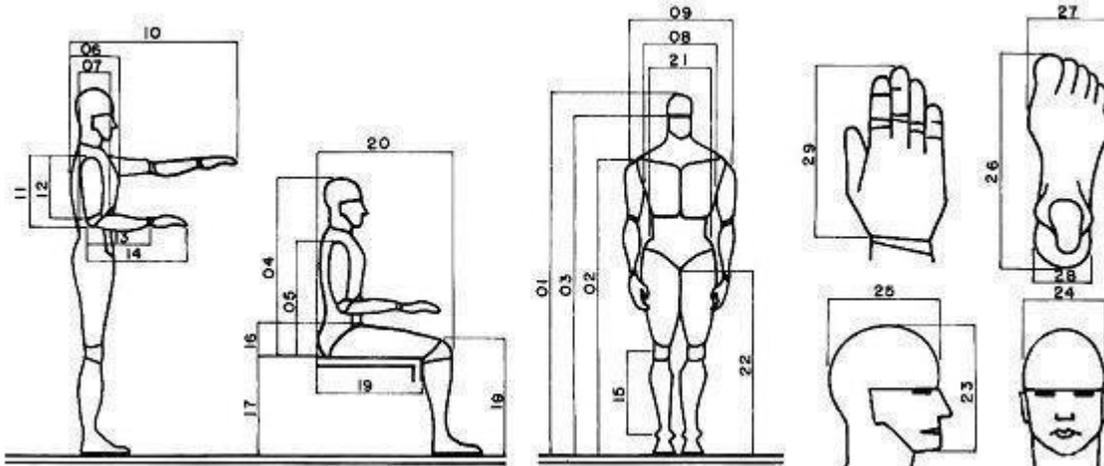


Figura 2. Dimensiones de pie y sentado

Valero, E. Antropometría. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo

#### 4.2.1.3 La variabilidad humana

Existen diferentes medidas antropométricas según la población. Según el objeto de estudio, se derivan varios parámetros: (19)

**El sexo:** En los varones las dimensiones longitudinales son mayores que en las mujeres en un mismo grupo con diferencias de un 20%.

**Etnia:** existen distinciones entre grupos étnicos determinados por diferentes aspectos como lo son genéticos, alimenticios y ambientales. Con aspectos como variación entre medidas en piernas y en tronco según la etnia por ejemplo la etnia negra más largas las piernas, mientras que orientales con tronco más largo. Dentro de las diferencias existentes medidas extremas de estatura como pigmeos de África central de 143.8 cm, con 179.9cm de belgas.

Edad: depende primordialmente de la fisiología y su variabilidad según el género tal cual es el caso de los hombres que en relación al crecimiento se da a los 20 años mientras que en las mujeres se da mucho antes.

Alimentación: una buena alimentación y cuidados de la infancia conllevan a la ausencia de enfermedades y por ende a un buen desarrollo corporal.

#### 4.2.1.4 Distribución normal

La dimensión de medidas antropométricas en una población que es homogénea son normales, con lo cual su tratamiento estadístico puede realizarse en una distribución normal según sus propiedades, es por ello que la aplicabilidad de este parámetro se podría reflejar en una medida promedio para casi cualquier dimensión del cuerpo dado a que la mayoría de personas en una población cuentan con las mismas medidas ya sea en estatura o peso. (19)

#### 4.2.1.5 Percentiles

Para la medida antropométrica se tiene en cuenta los percentiles, con una variabilidad según la población dada su dimensión. El percentil es una medida de posición. Si dividimos una distribución en 100 partes iguales y se ordenan en orden creciente de 1 a 100, cada punto indica el porcentaje de casos por debajo del valor dado. Es decir, que son valores que comprenden a un porcentaje determinado del conjunto de la distribución. Así, el percentil 25 (P25) corresponde a un valor tal que comprende al 25% del conjunto de la población cuya distribución se considera; es decir, el 25% de los individuos de la población considerada tiene, para la variable de que se trate, un valor inferior o igual al P25 de esa variable.

El P50 se corresponde con la mediana de la población. Si la distribución es normal pura, también se corresponde con la media y la moda. El concepto de percentil es muy útil ya que nos permite simplificar cuando hablamos del porcentaje de personas que vamos a tener en cuenta para el diseño. Por ejemplo, cuando nos referimos a la talla y hablamos del P5, éste corresponde a un individuo de talla pequeña y quiere decir que sólo un 5% de la población tienen esa talla o menos. Si nos referimos al

P50, lo que decimos es que por debajo de ese valor se encuentra la mitad de la población, mientras que cuando hablamos del P95, se está diciendo que por debajo de este punto está situado el 95% de la población, es decir, casi toda la población. (19)

#### 4.2.1.6 Planos de referencia del cuerpo humano

Superficies planas imaginarias que permiten la ubicación del cuerpo en diferentes dimensiones y se dividen en dos partes, lo cual se utilizan en el estudio de posturas en el trabajo. Se manejan tres planos rectangulares por el centro de gravedad del sujeto (ver figura 3). (19)

El plano de Frankfurt resulta de utilidad en la toma de datos antropométricos, resultando un plano horizontal normalizado que pasa por el punto más alto de la abertura del meato auditivo externo (abertura exterior de la oreja) y el punto más bajo del borde orbital inferior (arista inferior de la órbita ocular), cuando el plano medial de la cabeza se mantiene vertical (ver figura 3). (19)

Se utiliza como punto de referencia antropométrica en una medida para dar mayor fiabilidad en no afectar los resultados de la medida, se debe tener en cuenta los movimientos articulares para ver la variación en las desviaciones según el plano o posición neutral

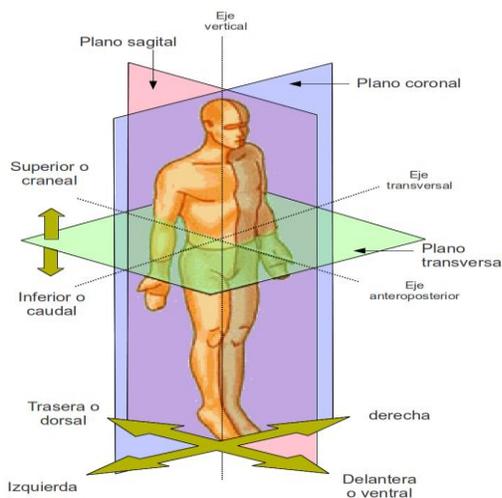


Figura 3. Planos de referencia del cuerpo humano

Valero, E. Antropometría. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo

#### 4.2.1.7 Equipos de medida

La medida directa es la que proporciona los valores más precisos de las dimensiones consideradas. Se utilizan distintos instrumentos dependiendo de las dimensiones a medir. (19)

- a) El antropómetro: es una escala métrica con dos ramas, una fija y otra que se desplaza que se emplea para medir dimensiones lineales y al que se le puede acoplar reglas especiales para medir diámetros.
- b) El calibre o pie de rey -similar al anterior: se emplea para medir dimensiones relativamente pequeñas, se emplea para medir grosores, espesores y distancias entre puntos. Mediante piezas que se le pueden acoplar permite medir dimensiones internas y profundidades.
- c) El compás de pliegues cutáneos (plicómetro): se emplea para medir panículo adiposo.
- d) La cinta antropométrica: para medir perímetros y para la localización del punto medio entre dos puntos anatómicos y goniómetros
- e) Los flexómetros: para medir las longitudes y perímetros de las extremidades corporales etc.

Igualmente existen otros métodos de medición más sofisticados basados en diferentes tecnologías:

Métodos basados en la técnica fotográfica: Cuando se realiza correctamente puede dar datos muy precisos, pero se trata de una técnica más costosa debido al coste del equipo y a la dificultad de convertir las imágenes fotográficas en medidas reales lo que requiere un procesamiento digital de la imagen. También hay que tener en cuenta que son equipos de más difícil transporte. (19)

Técnicas de registro de imágenes antropométricas en tres dimensiones: Esta técnica facilita la medida de determinadas dimensiones del individuo, pero además

tiene otras ventajas entre las que cabe destacar que pueden utilizarse como modelo para el diseño asistido por ordenador de ropa, equipos de protección individual, prótesis, etc. (19)

#### 4.2.2 Posición de pie

El individuo se encuentra en una posición donde los talones están bien posicionados en el suelo con el cuerpo perpendicular a este es decir apoyando la espalda y zona glútea en un plano imaginario; la posición de los brazos se ubica a cada lado del cuerpo verticalmente con los hombros relajados y la columna erguida dicha postura de los brazos puede variar de acuerdo a la medición que se requiera. (20)

##### 4.2.2.1 Peso

Se tiene en cuenta para diferentes tipos de estructuras o maquinarias en cuanto a límites de seguridad como plataformas o ascensores, tener en cuenta del criterio operativo que es la impulsión, como producto de la masa por la velocidad y no el peso estático. (20)

Se utiliza parámetros para las medidas del sujeto como ropa ligera sin objetos pesados, sin zapatos y equipo de protección, lo cual debe verse reflejado en el informe. (20)

##### 4.2.2.2 Estatura

La medida es en milímetros, va desde la cabeza hasta el suelo, va de la mano de la línea media sagital, en el instrumento la parte fija va en el suelo y la móvil en la cabeza, se utiliza como referencia de alturas por encima del sujeto para techos de cabinas, salidas de emergencias y otras. Se sugiere tener en cuenta la altura de los cascos en los lugares que lo requieren (ver figura 4). (21)



Figura 4. Estatura

Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.2.3 Alcance vertical

Es la distancia vertical desde el extremo de los dedos hasta el suelo, en posición de pie extendiendo los brazos hacia arriba y paralelos al plano frontal (ver figura 5).  
(21)

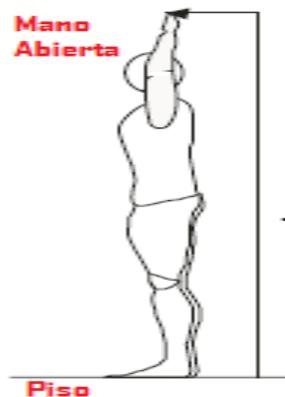


Figura 5. Alcance vertical

Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.2.4 Altura de ojos

La medida es en milímetros, se coloca una medida de referencia, sobre el eje horizontal que pasa por el centro de la pupila. Se mide la distancia vertical entre la referencia utilizada con el eje antes descrito y el suelo, pendiente que el instrumento esté vertical y paralelo al plano medio sagital del cuerpo.

De esta manera se determina el horizonte óptico de las personas en posición de pie. Como criterio de diseño debe evitarse los movimientos extremos o repetitivos del cuello, así como tomar en cuenta que una desviación de 5 grados con respecto al eje óptico, dificulta la agudeza visual. Se considera que 30 grados hacia abajo o 15 grados hacia arriba, son los extremos máximos para la rotación cómoda del ojo (ver figura 6). (21)

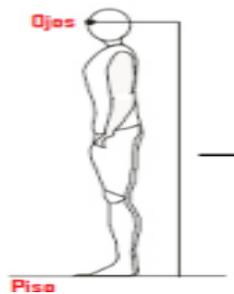


Figura 6. Altura de ojos

Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.2.5 Altura de hombros

La medida es en milímetros, se tiene en cuenta desde el suelo la distancia hasta el acromion. La parte fija del antropómetro en el plano del suelo y la móvil en el punto descrito del hombro. Acromion: Este punto limita el borde superior del polígono de coordinación viso – manual para trabajo fino. También es importante resaltar que cualquier peso que se levanta por arriba de este punto, representa una sobrecarga estática (ver figura 7). (21)

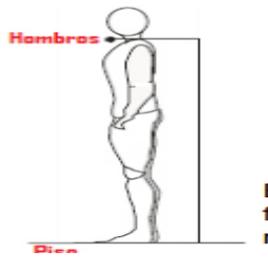


Figura 7. Altura de hombros Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.2.6 Altura de codos

Va desde el suelo hasta la depresión del codo cuando el sujeto tiene el brazo con la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo de  $90^\circ$ . Se extiende la parte móvil del antropómetro hasta la depresión del codo, manteniéndola perpendicular al plano del suelo. Este punto limita el borde inferior del polígono de coordinación viso-manual, esencial para la determinación de la altura de planos de trabajo. el plano implica la aplicación de fuerza mediante el apoyo del cuerpo, (por ejemplo, planchar la ropa), se recomienda situar su altura entre 5 y 7 centímetros por debajo del codo. Si el plano es para reposo (por ejemplo, los brazos de un sillón) o para trabajo fino (por ejemplo, escribir), se recomienda colocarlo a la altura del codo o ligeramente por arriba (ver figura 8). (21)

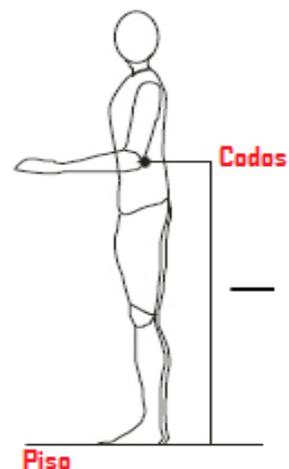


Figura 8. Altura de codos

Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.2.7 Alcance máximo vertical

Se utiliza el antropómetro con medición en milímetros. Con una cinta métrica metálica sobre la pared, la persona se coloca frente a ella, con un lápiz, las puntas de sus pies se colocan a 5 centímetros de distancia. Se le dice que coloque la punta del lápiz sobre la cinta métrica, sin que levante los pies del piso. El sitio a donde llega la punta del lápiz es la medida que se registra. Esta medida determina la altura máxima. (21)

#### 4.2.2.8 Altura espina iliaca

Se mide verticalmente desde la espina iliaca anterior y superior hasta el plano del suelo. El extremo fijo del antropómetro en el suelo, paralelo al plano medio sagital del cuerpo y la parte móvil con la espina iliaca anterior y superior. Se utiliza para graduar la altura mínima de estantes, para herramientas, pasamanos y demás elementos de sujeción (ver figura 9). (21)



Figura 9. Altura espina iliaca

Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.2.9 Altura rodilla

La medida va verticalmente desde el punto más alto de la rodilla y el plano horizontal del suelo. La parte fija del antropómetro se coloca en el plano del suelo. La distancia

facilita la precisión de la altura de elementos como asientos, camas entre otros (ver figura 10). (21)

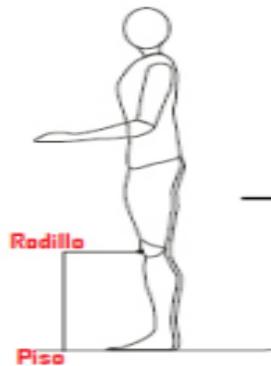


Figura 10. Altura de rodilla

Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.2.10 Alcance máximo con agarre

Medida horizontal desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el eje vertical que se produce en la mano con el puño cerrado, cuando la persona tiene su brazo extendido. El brazo extendido debe hacer ángulo de  $90^\circ$  con el tronco, en el sentido horizontal y en el vertical. Por medio del diseño de puesto de trabajo se utiliza para la disposición de ciertos elementos. la medida determina la colocación más anterior de palancas o volantes que requieran el uso de fuerza del operador. En estos volantes que requieran de fuerza de par, la distancia debe ser más corta. (21)

#### 4.2.3 Posición sentada

Los muslos permanecen en posición horizontal formando ángulo de  $90^\circ$  con piernas y el tronco, con el individuo sentado con ambos pies apoyados de forma plana sobre el suelo y el borde anterior del asiento no ejerciendo presión en la cara posterior del muslo. Las pantorrillas y los talones unidos, recostando los glúteos y la espalda a un plano imaginario perpendicular al suelo. (21)

#### 4.2.3.1 Altura cabeza-asiento

Se registra en milímetros con el antropómetro. Es una medida vertical desde la cabeza hasta la superficie del asiento. Se busca coincidir la línea media sagital con el instrumento, colocando el extremo fijo en la parte superior del asiento y la parte móvil en la parte superior de la cabeza. Esta Medida indica la altura de techos o salientes situados por encima de un puesto de trabajo que se realiza en posición sentado. Por ejemplo, los toldos o techos de vehículos. Es un indicador al que debe darse un margen de comodidad. Igualmente debe considerarse que en algunos trabajos es necesario tomar en cuenta la altura de peinados o cascos (ver figura 11). (21)



Figura 11. Altura cabeza-asiento

Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001

#### 4.2.3.2 Altura poplítea

Maneja una distancia vertical, desde el suelo hasta el punto más alto de la depresión poplítea. Se coloca el antropómetro haciendo contacto con el plano del suelo y el extremo de la parte móvil, en contacto con el punto más alto de la depresión poplítea, teniendo en cuenta de mantener el instrumento vertical y paralelo al plano medio sagital del cuerpo. (21)

#### 4.2.3.3 Distancia sacro- poplíteo

Con el antropómetro en milímetros, se realiza una distancia horizontal medida desde el punto de la depresión poplítea de la pierna, hasta el plano vertical situado en la espalda del individuo. El extremo del antropómetro va haciendo contacto con el plano vertical y se coloca la parte móvil en la depresión poplítea, y se corrobora que la rama este en contacto con la cara posterior del muslo. (21)

Esta última da la determinación de la altura del borde inferior del asiento, con el piso. Se recomienda que el borde posterior sea menos alto que el anterior, para permitir una inclinación aproximada del asiento de 5 grados. Esta medida se corrige, procurando que entre el borde del asiento y el plano de apoyo del muslo sobre el asiento haya un espacio libre de uno a dos centímetros, con la persona con los pies apoyados sobre el piso. Se tiene en cuenta la altura del calzado. (21)

#### 4.2.3.4 Altura muslo-asiento

Se utiliza el antropómetro para el registro en milímetros. La medida vertical va desde el punto más alto del muslo a nivel inguinal, teniendo como referencia el pliegue cutáneo que se forma entre el muslo y la cintura pélvica, y el plano horizontal del asiento. Se sitúa la rama móvil del antropómetro sobre el muslo, sin presionar, la parte fija se colocará en el plano del asiento. Determina que distancia debe quedar libre entre el plano del asiento y la superficie inferior del plano de trabajo, cuando el sujeto trabaja sentado. Se tiene en cuenta conceder holgura a dicho espacio. (21)

#### 4.2.3.5 Altura muslo-suelo

Se sigue el mismo proceso que la anterior medida, pero con la parte fija del antropómetro en el plano del suelo. (21)

#### 4.2.3.6 Altura rodilla-suelo (sentado)

Se utiliza el antropómetro con una medida vertical que va desde el punto más alto de la rodilla y el plano horizontal del suelo. La parte fija del antropómetro va en el plano del suelo.

#### 4.2.3.7 Altura cresta iliaca

Lleva una medida vertical desde la espina iliaca anterior y superior hasta el plano del asiento. Se sitúa el extremo fijo del antropómetro en la superficie del asiento, paralelo al plano medio sagital del cuerpo y la rama móvil en contacto con la espina iliaca anterior y superior. Conlleva a la altura del borde inferior del respaldo de los asientos.

#### 4.2.3.8 Altura cervical

Distancia vertical que va desde la columna cervical hasta el plano del asiento. Se ubica el extremo fijo del antropómetro en la superficie del asiento, paralelo al plano medio sagital del cuerpo y la rama móvil en contacto con la columna cervical (ver figura 12). (21)



Figura 12. Altura cervical

Móndelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.3.9 Anchura de hombros

Medida horizontal máxima que separa a los hombros. Se ubica con el antropómetro por detrás del individuo colocando las ramas en los extremos del acromion. (21)

#### 4.2.3.10 Anchura bideltoidea

Medida máxima entre los músculos deltoides. El antropómetro se ubica por detrás de la persona colocando las ramas en la superficie exterior de los hombros y, sin ejercer presión, se subirá y bajará horizontalmente, y paralelo al plano del suelo, hasta detectar el valor máximo. Es la medida para establecer el espacio lateral que requieren las personas en espacios restringidos como elevadores o el transporte público. También se utiliza cuando se trabaja “hombro con hombro”. (21)

#### 4.2.3.11 Anchura codo-codo

Se mide con el antropómetro, equipado con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera y se anota en milímetros. Se registra estando el sujeto sentado, con los antebrazos en ángulo recto en relación con los brazos. La medida es la distancia entre los bordes más laterales entre los codos. Tiene funciones semejantes a la medida anchura bideltoidea. Debe utilizarse la que sea mayor de las dos. (21)

#### 4.2.3.12 Anchura de cadera sentada

Se mide con el sujeto sentado y entre los planos más laterales de la cadera o del muslo, cuidando de no comprimir los tejidos blandos (ver figura 13). Es la referencia para calcular el ancho de la superficie del asiento, con cuidado de conceder una holgura. (21)

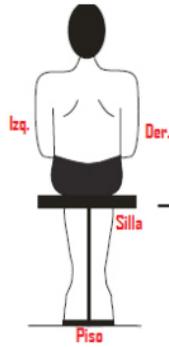


Figura 13. Anchura de cadera sentada

Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.3.13 Longitud sacro –rodilla

Se utiliza antropómetro, con dos ramas rectas, en forma de compás de corredera. Es la medida entre el plano más posterior de la nalga hasta el más anterior de la rodilla, estando el muslo en ángulo recto, con relación al tronco. La distancia puede no ser paralela al plano horizontal. Se utiliza para determinar la profundidad mínima del espacio bajo el plano de trabajo, cuando la persona trabaja sentada, de tal manera que pueda colocar los muslos con comodidad. Debe calcularse suficiente holgura, considerando la longitud del pie. (21)

#### 4.2.3.15 Profundidad de pecho

Medida horizontal que va desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el punto más alejado del pecho. La persona va con la espalda paralela al plano vertical. Es similar la misma función que la profundidad de abdomen (ver figura 14). (21)



Figura 14. Profundidad de pecho.

Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.

#### 4.2.3.14 Profundidad de abdomen

Medida horizontal que va desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas (omoplatos) y los glúteos hasta el punto más alejado del abdomen. La persona con la espalda paralela al plano vertical y tomando la distancia máxima al abdomen.

La anterior medida es útil para determinar el espacio anteroposterior mínimo que requieren las personas en espacios confinados, como los ascensores, el transporte colectivo o un puesto de trabajo. Se utiliza de igual manera a la distancia entre el plano de trabajo y el respaldo. Lo anterior es solamente una referencia mínima, ya que debe agregarse. (21)

#### 4.2.4 Estudio antropométrico

En la realización de un diseño ergonómico se tiene en cuenta un estudio antropométrico, el cual nos suministra las medidas para el diseño y configuración de puestos de trabajo en nuestro caso. Se tiene en cuenta el tipo de medidas, ya que la precisión y el número total de medidas reflejarán si la adaptabilidad del puesto de trabajo al usuario tendrá una relación adecuada. (20)

En las mediciones antropométricas es necesario realizar ciertos ítems:

- La persona debe usar poca ropa y sin nada en cabeza y pies
- El piso debe estar plano y nivelado, el banco antropométrico debe ser plano ortogonal
- Se utilizan instrumentos de medición de manera adecuada siguiendo las instrucciones del profesor.
- En relación al tórax y otras medidas que se vean afectadas por la respiración, es necesario que sean tomadas durante respiración liviana.

En relación a las dimensiones en el estudio antropométrico serán aquellas que sean orientadas para un objetivo concreto. Con el diseño antropométrico se pueden hallar principalmente tres diferentes situaciones que son: el diseño para una persona específica, en relación a un grupo específico de personas y/o para una población considerable. (20) La situación geográfica como la raza y el género, la situación socioeconómica como la alimentación y la edad, son algunos de los factores que predisponen cambios genéticos importantes que afectan la complejidad física de la población global. (20)

#### 4.2.5 Diseño antropométrico de puesto de trabajo

Los puestos de trabajo deben ser diseñados de acuerdo a las características antropométricas del trabajador, no obstante diseñar de manera individual para cada persona resulta una tarea altamente costosa y poco eficiente; es por esto que existe diferentes tipos de diseño que se utilizan en función de las necesidades de la tarea como son los siguientes (22):

##### 4.2.5.1 Diseño para los extremos

El diseño para los extremos implica que una característica de diseño específica representa un factor limitante en la determinación del valor máximo o mínimo de la variable poblacional que se calculará. Por ejemplo, los espacios libres en las puertas o la entrada a un tanque de almacenamiento deben diseñarse para que quepa el individuo de mayor altura, esto es, para una estatura o ancho de espaldas de los hombres del 95avo percentil. Entonces, 95% de los hombres y de casi todas las mujeres podrán pasar a través de la puerta. Los alcances, para cuestiones como pedales de frenos o botones de control, se diseñan para las personas con tamaño mínimo, esto es, una longitud de brazos y piernas del 5o. percentil. (22)

##### 4.2.5.2 Diseño para la ajustabilidad

Se utiliza en equipo e instalaciones que puedan ajustarse para que quepa una amplia gama de personas. Sillas, mesas, escritorios, asientos de vehículos, columnas de dirección y soportes de herramientas son dispositivos que se ajustan

para que puedan ser manejados por la población trabajadora cuyo rango es del 50. percentil de mujeres al 95avo Percentil de hombres. Evidentemente, el diseño para la ajustabilidad es el método de diseño preferido, pero existe un compromiso con el costo de implantación. (22)

#### 4.2.5.3 Diseño para el tamaño promedio

El diseño para el tamaño promedio representa el método más barato, pero es el que menos se prefiere. A pesar de que no existe una persona con las dimensiones promedio, hay ciertas situaciones donde resultaría impráctico o muy costoso incluir la ajustabilidad en todos los aspectos. Por ejemplo, la mayoría de las máquinas industriales son demasiado grandes y pesadas para que puedan ajustarse a la estatura del operador. Diseñar la altura operativa del 50avo percentil de la altura del codo para la población combinada de hombres y mujeres. Significa que la mayoría de las personas no tendrán ningún problema al momento de usarlas. (22)

#### 4.2.6 Ergonomía

Según la Asociación Internacional de Ergonomía, la ergonomía es un grupo de varios conocimientos de nivel científico, que están aplicados en el trabajo, los sistemas, productos y ambientes que se adapten a las capacidades y condiciones de la persona. (16)

Para la Asociación Española de Ergonomía, la ergonomía es un grupo de conocimientos obtenidos de varias disciplinas aplicados para el diseño de productos, sistemas y entornos, para que estos sean adecuados a las necesidades y características de las personas, garantizando mejoras en la eficacia, seguridad y bien estar. (23)

Según la enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo, capítulo 29 herramientas y enfoques, escrito por Wolfgang Laurig y Joachim Vedder, la ergonomía abarca estudios de diversos sistemas de las personas en su lugar de trabajo con el propósito de mejorar la situación laboral, sus condiciones de trabajo y las tareas que realizan. (23) El objetivo es obtener datos relevantes y fiables que sean útiles de

base para recomendar cambios en situaciones específicas y para desarrollar teorías, conceptos, directrices y procedimientos más generales que contribuyan a un continuo desarrollo de los conocimientos en el campo de la ergonomía. (23)

#### 4.2.7 Productividad desde la ergonomía

Lograr aumentar la productividad es un reto constante y la ergonomía es utilizada como una herramienta que nos acerca a lograrlo, ya sea en la etapa de diseño (ergonomía preventiva) o en los sistemas de funcionamiento (ergonomía de perfeccionamiento). La ergonomía busca aumentar la eficacia disminuyendo el esfuerzo, de este modo se verá un aumento en la producción de manera significativa. (24)

#### 4.2.8 Herramienta

Una herramienta es considerada como un instrumento que nos facilita ejercer algunos trabajos, estas fueron desarrolladas para ayudar a realizar tareas mecánicas que requieran el uso de una fuerza. (36)

#### 4.2.9 Trabajo

El trabajo es considerado una forma de actividad que se singulariza por realizar algún tipo de esfuerzo realizado por el hombre para desarrollar algo que es exterior a sí mismo, echo para otros y con un objetivo utilitario. Teniendo en cuenta lo anterior, para A.Gorz, el trabajo realizado como labor o esfuerzo, nunca desaparecerá. Es una acción de múltiples dimensiones que se manifiesta en diferentes esferas: económica, tecnológica, social, ética, etc., además existen otras dimensiones como los son la cognitiva y psíquicas, es decir subjetivas, intersubjetivas, afectivas y relacionales. Excluyendo momentáneamente lo económico. (26)

El trabajo es una actividad en la que se realiza algún tipo de esfuerzo humano, es de igual manera la expresión de un saber hacer acumulado, de la capacidad que tiene una persona, de lo aprendido en base a su experiencia laboral, lo cual da

libertad, responsabilidad, creatividad y la adaptabilidad propia para solucionar los desafíos presentes en cada trabajo. El realizar un trabajo que ya está programado por externos como los conceptores, tecnólogos y especialistas en métodos de producción, en su desarrollo no se ejecutan de manera puntual a lo establecido puesto que se presentan situaciones aleatorias que obligan a realizar cambios para lograr cumplir con los objetivos planteados en materia de productividad, costos, calidad y plazos de entrega. (26)

#### 4.2.10 Esfuerzo

Es el esfuerzo que el trabajador realiza para poder cumplir con su trabajo, es denominado como “carga de trabajo”. Si el trabajador sobrepasa la carga de trabajo a futuro es posible que genere sobrecargas y fatiga. (26)

#### 4.2.11 Carga

Se denomina a carga a un objeto que puede ser o no animado, están incluidas personas, animales y materiales que pesen más de 3 kilogramos que puedan ser trasladados o transportados a una posición específica con el uso de la fuerza humana. (25)

#### 4.2.12 Manipulación manual de cargas

Toda tarea que necesite el uso de fuerza por parte de una persona para levantar, bajar, halar, empujar, transportar, mover o dirigir la carga, se incluye la manipulación de cargas livianas con alto riesgo de repetitividad. (27)

#### 4.2.13 Posturas

##### 4.2.13.1 Postura prolongada:

Mantenimiento de una misma postura principal a lo largo del 75% de la jornada laboral. (25)

#### 4.2.13.2 Postura mantenida

Se refiere al mantenimiento de una misma postura sedente y bípeda durante periodo de 2 o más horas, (Posturas de cuclillas o de rodillas). (25)

#### 4.2.13.3 Postura forzada

Según el Protocolo de vigilancia sanitaria específica para los/as trabajadores/as expuestos a posturas forzadas, comprenden las posiciones del cuerpo fijas o restringidas, las posturas que sobrecargan los músculos y los tendones, las posturas que cargan las articulaciones de una manera asimétrica, y las posturas que producen carga estática en la musculatura. (25)

#### 4.2.13.4 Postura antigravitacional

Posicionamiento del tronco o de las extremidades en contra de la gravedad. (25)

#### 4.2.14 Desórdenes músculo esqueléticos

Como se indica en la Clasificación Internacional de Enfermedades, los trastornos músculo esqueléticos abarcan más de 150 diagnósticos del sistema locomotor. Estos afectan a músculos, huesos, articulaciones y tejidos asociados como tendones y ligamentos. Pueden ser afecciones repentinas y de poca duración, como fracturas, esguinces y distensiones o enfermedades que pueden durar mucho tiempo e incluso ser permanentes que causan dolor e incapacidad permanentes. (7)

Los trastornos musculoesqueléticos se manifiestan con dolor (en muchas ocasiones persistente) que limita la movilidad, la destreza y la parte funcional. Los que sufren de esta enfermedad ven cómo afecta su trabajo y su participación social y, esto hace que la esfera mental también se vea afectada. Los trastornos más comunes son la artrosis, el dolor de espalda y de cuello, las fracturas debidas a la fragilidad ósea, los traumatismos y las enfermedades inflamatorias sistémicas, como artritis reumatoide. Pueden afectar:

- Articulaciones (artrosis, artritis reumatoide, artritis psoriasica, gota, espondilitis anquilosante)

- Huesos (osteoporosis, osteopenia y fracturas debidas a la fragilidad ósea, fracturas traumáticas)
- Músculos (sarcopenia)
- La columna vertebral (dolor de espalda y de cuello)
- Varios sistemas o regiones del cuerpo (dolor regional o generalizado y enfermedades inflamatorias, entre ellas los trastornos del tejido conectivo o la vasculitis que tienen manifestaciones musculoesqueléticas, como el lupus eritematoso sistémico).

Los trastornos musculoesqueléticos se presentan en cualquier etapa de la vida, pero su prevalencia es mas en las personas jóvenes y adultas. Se estima que en la vejez aumente sus efectos, esta enfermedad es más prevalente en los países medianos y bajos. Se trata de trastornos que suelen ser concomitantes con otras enfermedades no transmisibles. (7)

#### 4.2.15 Sector manufacturero

En general se entiende por actividad industrial al producto de las operaciones productivas dedicadas a la transformación de materias primas en productos para el consumo final o intermedio; pero, en términos estrictos, las actividades manufactureras están representadas por la transformación continua y a gran escala de materias primas en productos transformables; dicha actividad se denomina en la contabilidad nacional sectorial industrias manufactureras o simplemente manufactura, para así distinguirlas de otras actividades transformadoras como la industria de la construcción bienes inmuebles o las actividades de transformación primaria o artesanal que no son continuas y a gran escala y de las terciarias que no transforman materialmente productos. (28)

### **4.3 MARCO LEGAL**

#### **NORMA INTERNACIONAL PARA DISEÑO DE PUESTOS DE TRABAJO ISO 9241**

Proporciona orientación para la selección de dispositivos de entrada para sistemas interactivos, en base a los factores ergonómicos, teniendo en cuenta las limitaciones y capacidades de los usuarios y las tareas específicas y el contexto de uso. En él se describen métodos para seleccionar un dispositivo o una combinación de dispositivos para la tarea en cuestión. También se puede utilizar para evaluar la aceptabilidad de las soluciones de compromiso en las condiciones existentes.

#### **NORMA TÉCNICA COLOMBIANA PRINCIPIOS PARA EL DISEÑO ERGONÓMICO DE SISTEMAS DE TRABAJO (NTC 5655)**

Esta norma técnica colombiana establece los principios básicos que orientan el diseño ergonómico de los sistemas de trabajo y define los términos fundamentales que resultan pertinentes. En ella se describe una aproximación integrada al diseño de estos sistemas, en el que se contempla la cooperación de expertos en ergonomía con otras personas participantes en esa actividad, atendiendo con igual importancia, los requisitos humanos, sociales y técnicos, durante el proceso de diseño.

#### **DECRETO 1477**

**Artículo 1.** Tabla de enfermedades laborales. El presente decreto tiene por objeto expedir la Tabla de Enfermedades Laborales, que tendrá doble entrada: 1) agentes de riesgo, Para facilitar la prevención de enfermedades. En las actividades laborales y, 2) grupos de enfermedades, para determinar el diagnóstico médico en los trabajadores afectados. (29)

**Artículo 2.** De la relación de causalidad. En los casos en que una enfermedad no figure en la tabla de enfermedades laborales, pero se demuestre la relación de causalidad con los factores de riesgo ocupacional, será reconocida como enfermedad laboral.

**Artículo 3.** Determinación de la causalidad. Para determinar la relación causa, efecto, se deberá identificar:

1. La presencia de un factor de riesgo en el sitio de trabajo en el cual estuvo expuesto el trabajador, de acuerdo con las condiciones de tiempo, modo y lugar, teniendo en cuenta criterios de medición, concentración o intensidad. En el caso de no existir dichas mediciones, el empleador deberá realizar la reconstrucción de la historia ocupacional y de la exposición del trabajador; en todo caso el trabajador podrá aportar las pruebas que considere pertinentes.

2. La presencia de una enfermedad diagnosticada médicamente relacionada causalmente con ese factor de riesgo. (29)

### **RESOLUCIÓN No. 2844 DE 2007**

**Artículo 1°.** Objeto. La presente resolución tiene por objeto adoptar las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia para:

a) Dolor lumbar inespecífico y enfermedad discal relacionados con la manipulación manual de cargas y otros factores de riesgo en el lugar de trabajo

b) Desórdenes músculo-esqueléticos relacionados con movimientos repetitivos de miembros superiores (Síndrome de Túnel Carpiano, Epicondilitis y Enfermedad de Quervain)

c) Hombro doloroso relacionado con factores de riesgo en el trabajo

d) Neumoconiosis (silicosis, neumoconiosis del minero de carbón y asbestosis)

e) Hipoacusia neurosensorial inducida por ruido en el lugar de trabajo.

**Parágrafo.** Las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional que se adoptan mediante la presente resolución serán de obligatoria referencia por parte de las entidades promotoras de salud, administradoras de riesgos profesionales, prestadores de servicios de salud, prestadores de servicios de salud ocupacional y

empleadores, en la prevención de los daños a la salud por causa o con ocasión del trabajo, la vigilancia de la salud, el diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de los trabajadores en riesgo de sufrir o que padecen las mencionadas patologías ocupacionales. (30)

#### **DECRETO NÚMERO 1443 DE 2014**

Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) (31)

**Parágrafo 2°.** Conforme al parágrafo anterior a partir de la fecha de publicación del presente decreto se entenderá el Comité Paritario de Salud Ocupacional como Comité Paritario en Seguridad y Salud en el Trabajo y el Vigía en Salud Ocupacional como Vigía en Seguridad y Salud en el Trabajo, quienes tendrán las funciones establecidas en la normatividad vigente.

**Artículo 3°.** Seguridad y Salud en el Trabajo (SST). La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST) es la disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo, así como la salud en el trabajo, que conlleva la promoción y el mantenimiento del bienestar físico, mental y social de los trabajadores en todas las ocupaciones. (31)

**Artículo 4°.** Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). El Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) consiste en el desarrollo de un proceso lógico y por etapas, basado en la mejora continua y que incluye la política, la organización, la planificación, la aplicación, la evaluación, la auditoría y las acciones de mejora con el objetivo de anticipar, reconocer, evaluar y controlar los riesgos que puedan afectar la seguridad y la salud en el trabajo. (23)

Para el efecto, el empleador o contratante debe abordar la prevención de los accidentes y las enfermedades laborales y también la protección y promoción de la salud de los trabajadores y/o contratistas, a través de la implementación, mantenimiento y mejora continua de un sistema de gestión cuyos principios estén basados en el ciclo PHVA (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar).

**Artículo 8°.** Obligaciones de los Empleadores. El empleador está obligado a la protección de la seguridad y la salud de los trabajadores, acorde con lo establecido en la normatividad vigente. (31)

Dentro del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) en la empresa, el empleador tendrá entre otras.

4. Definición de Recursos: Debe definir y asignar los recursos financieros, técnicos y el personal necesario para el diseño, implementación, revisión evaluación y mejora de las medidas de prevención y control, para la gestión eficaz de los peligros y riesgos en el lugar de trabajo y también, para que los responsables de la seguridad y salud en el trabajo en la empresa, el Comité Paritario o Vigía de Seguridad y Salud en el Trabajo según corresponda, puedan cumplir de manera satisfactoria con sus funciones.

8. Prevención y Promoción de Riesgos Laborales: El empleador debe implementar y desarrollar actividades de prevención de accidentes de trabajo y enfermedades laborales, así como de promoción de la salud en el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST), de conformidad con la normatividad vigente.

#### 4.4 MARCO DISCIPLINAR

##### LEY 528 de 1999

Por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de Fisioterapia, se dictan normas en materia de ética profesional y otras disposiciones.

**Artículo 1.** De la definición. La fisioterapia es una profesión liberal, del área de la salud, con formación universitaria, cuyos sujetos de atención son el individuo, la familia y la comunidad, en el ambiente en donde se desenvuelven. Su objetivo es el estudio, comprensión y manejo del movimiento corporal humano, como elemento esencial de la salud y el bienestar del hombre. Orienta sus acciones al mantenimiento, optimización o potencialización del movimiento, así como a la prevención y recuperación de sus alteraciones y a la habilitación y rehabilitación integral de las personas, con el fin de optimizar su calidad de vida y contribuir al desarrollo social. Fundamenta su ejercicio profesional en los conocimientos de las ciencias biológicas, sociales y humanísticas, así como en sus propias teorías y tecnologías. (32)

**Artículo 2.** De la declaración de principios. Los principios de carácter universal que informan el desarrollo, alcance e interpretación de las normas reglamentarias del ejercicio de la profesión de fisioterapia en Colombia y sirven de fundamento a las disposiciones sobre ética en esta materia, son los siguientes:

a) Las actividades inherentes al ejercicio de la fisioterapia imponen un profundo respeto por la dignidad de la persona humana y por sus fueros y derechos individuales, sin distinciones de edad, sexo o nacionalidad ni de orden racial, cultural, económico, político o religioso.

b) Las formas de intervención que se utilicen en desarrollo del ejercicio profesional deberán estar fundamentadas en los principios científicos que orientan los procesos relacionados con el movimiento corporal humano que, por lo mismo, constituyen la esencia de la formación académica del fisioterapeuta.

c) El estudio de los usuarios de los servicios de fisioterapia, como personas individualmente consideradas, debe hacerse en un ámbito integral. Por lo tanto, constituye deber previo a cualquier tipo de acción profesional, una evaluación que involucre los aspectos históricos, familiares, sociales, económicos y culturales de los mismos.

d) La participación del fisioterapeuta en cualquier tipo de investigación científica que involucre seres humanos, deberá ajustarse a los principios metodológicos y éticos que permiten el avance de la ciencia, sin sacrificar los derechos de la persona.

**Artículo 3.** Para efectos de la presente ley, se entiende por ejercicio de la profesión de Fisioterapia la actividad desarrollada por los fisioterapeutas en materia de:

a) Diseño, ejecución y dirección de investigación científica, disciplinar o Interdisciplinar, destinada a la renovación o construcción de conocimiento que contribuya a la comprensión de su objeto de estudio y al desarrollo de su quehacer Profesional, desde la perspectiva de las ciencias naturales y sociales.

**Artículo 11.** El ejercicio de la profesión de fisioterapia debe ser guiado por conceptos, criterios y elevados fines que propendan por enaltecer esta profesión, por tanto, los profesionales en fisioterapia, están obligados a ajustar sus acciones profesionales a las disposiciones de la presente norma que constituyen su Código de Ética Profesional. (32)

**Artículo 12.** Los fisioterapeutas deberán garantizar a los usuarios de sus servicios la mayor calidad posible en la atención, de acuerdo con lo previsto en la Ley 100 de 1993 y demás normas que la adicionan o modifican; sin que tal garantía pueda entenderse en relación con los resultados de las intervenciones profesionales, dado que el ejercicio de la fisioterapia comporta obligaciones de medio, pero no de resultado.

**Artículo 52.** El Fisioterapeuta tiene el derecho de propiedad intelectual sobre los trabajos e investigaciones que realice con fundamento en sus conocimientos intelectuales, así como sobre cualesquiera otros documentos que reflejen su criterio

personal o pensamiento científico, inclusive sobre las anotaciones suyas en las Historias Clínicas y demás registros. (32)

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 TIPO DE ESTUDIO**

Es de tipo exploratorio, donde se compiló la información mediante la recolección, análisis e interpretación de datos por medio de los artículos relacionados con las dimensiones antropométricas en el diseño de puestos de trabajo del sector manufacturero del año 2000 al 2020.

### **5.2 MÉTODO**

La actual investigación se desarrolló bajo el método inductivo, el cual consiste en la recolección de la información que va desde lo particular a lo general, que parte de la observación, revisión y análisis para finalmente tener unas conclusiones a partir de un criterio propio. (33)

### **5.3 DISEÑO**

Estudio no experimental, debido a que no cuenta con una determinación aleatoria, manipulación de variables o grupos de comparación. El investigador observa lo que ocurre de forma natural, sin intervenir de manera alguna. (34)

### **5.4 MUESTREO DOCUMENTAL**

Se revisó documentos o artículos científicos, que se relacionen con las dimensiones antropométricas utilizadas o que sirvan de referencia en el diseño de puestos de trabajo del sector manufacturero del año 2000 al 2020. Esta información será validada en bases de datos como Pubmed, Tandfonline, Pro-Quest, Ebsco, Scielo, Science Direct, Reserchgate y Medline.

## DESCRIPTORES DEcs

PALABRA	INGLÉS	ESPAÑOL
Antropometría	Anthropometry	Antropometría
Ergonomía	Ergonomics	Ergonomía
Puesto de trabajo	-----	-----
Salud ocupacional	Occupational health	Salud ocupacional
diseño ergonómico	Ergonomic desig	Diseño ergonómico

## DESCRIPTORES MeSH

PALABRA	INGLÉS	ESPAÑOL
Antropometría	Anthropometry	Antropometría
Ergonomía	Ergonomics Human Engineering	Ergonomía
Puesto de trabajo	Workplace	Puesto de trabajo
Salud ocupacional	Occupational health	Salud ocupacional Salud laboral
diseño ergonómico	Ergonomic design	Diseño ergonómico

## **5.2.1 CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LA MUESTRA**

### **A. Criterios de inclusión**

- Artículos sobre mediciones antropométricas referentes al diseño de puestos de trabajo para prevenir los desórdenes musculoesqueléticos publicados entre los años 2000 al 2020.
- Debe estar incluido en una base de datos científicas reconocidas.
- Artículos enfocados al sector manufacturero de la industria.
- Literatura gris que cumpla con los criterios anteriores de inclusión (libros y bases de datos antropométricas)

### **B. Criterios de exclusión**

- Artículos con fechas anteriores al año 2000.
- Artículos que no tengan información completa o que no cuenten con los datos necesarios para el análisis.

### 5.3 CATEGORÍAS DE ANÁLISIS

OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORIA DE ANALISIS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL
<p>Identificar las dimensiones antropométricas para el diseño de puestos de trabajo como herramienta para la prevención de los desórdenes músculo esqueléticos en el sector manufacturero, según la literatura relacionada durante el periodo de 2000 a 2020.</p>	<p>Identificar las dimensiones corporales de referencia para el trabajo de pie y sentado.</p>	<p>Dimensiones antropométricas para trabajo de pie y sentado.</p>	<p>Dimensiones de referencia usadas en el puesto de trabajo de la manufactura de pie y sentado.</p> <p>(Niebel, B.Ingeniería Industrial, capítulo 5 principios del diseño de trabajo)</p>
	<p>Identificar los tipos de diseños para la aplicación de datos antropométricos en los puestos de trabajo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Diseño de extremos</li> <li>● Diseño de promedio</li> <li>● Diseño para la ajustabilidad</li> </ul>	<p><b>Diseño de extremos:</b></p> <p>Determinación del valor máximo o mínimo de la variable poblacional que se calculará.</p> <p><b>Diseño para la ajustabilidad:</b></p> <p>Equipo e instalaciones que</p>

			<p>puedan ajustarse para que se adapten a las características antropométricas de la persona.</p> <p><b>Diseño para el promedio:</b>  Diseña para el promedio de la población calculada, representa el método más barato. (Niebel B.Ingeniería Industrial, capitulo 5 principios del diseño de trabajo)</p>
	<p>Identificar los desórdenes músculo esquelético más frecuente en los trabajadores del sector manufacturero.</p>	<p>Desórdenes músculo esqueléticos más frecuentes en trabajadores de la manufactura</p>	<p>Los desórdenes músculo esqueléticos (DME) afectan a músculos, huesos, articulaciones y tejidos asociados. (World Health Organization. Trastornos</p>

			Músculo esqueléticos)
--	--	--	--------------------------

**Tabla 1. Categorías de análisis**

## **5.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **5.4.1 Técnicas**

La investigación documental es el método investigativo basado en la revisión de textos, artículos, bibliografías, entre otros ya existentes sobre un tema. El presente trabajo es una revisión de artículos de investigación referente al tema de la antropometría como herramienta en la prevención de los desórdenes musculoesqueléticos. (35)

### **5.4.2 Instrumentos**

Se utilizó como instrumento una matriz de rastreo de información donde se consignó lo dicho en la fuente de información y que corresponde a las categorías de análisis establecidas.

## **5.5 PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS**

Los procedimientos para la recolección y análisis de datos se organizan por etapas, de la siguiente forma:

**Etapa I:** Se realizó una búsqueda de información en bibliotecas virtuales o bases de datos en salud, relacionada con “Dimensiones antropométricas en el diseño de puestos de trabajo como herramienta para la prevención de los desórdenes músculo esqueléticos”. Se realizó una reflexión acerca de la relación del diseño

del trabajo con el movimiento corporal humano y de la importancia de la antropometría en el diseño de puestos de trabajo para prevenir los desórdenes musculoesqueléticos.

**Etapa II:** Durante esta fase, se elabora la introducción, el planteamiento del problema, la justificación y se establecen los objetivos de la investigación.

**Etapa III:** Se elaboró el marco referencial que lo compone los referentes teóricos de la temática, el marco conceptual, legal y disciplinar. Se inició con la elaboración de la matriz y el rastreo de los artículos de investigación que cumplan los criterios de exclusión e inclusión con base en las categorías de análisis definidas. Se presentó la propuesta de la investigación al comité técnico de investigación de Fisioterapia para su aprobación.

**Etapa IV:** Una vez aceptado por el Comité de trabajo de grado, se realizó el análisis de los resultados de la revisión documental.

**Etapa V:** En esta fase se asignaron los jurados para su sustentación donde se socializan los resultados de la revisión documental.

## 6. RESULTADOS

Inicialmente se recopilaron 65 artículos por medio de la búsqueda en las bases de datos mencionadas en la metodología. Se excluyeron aquellos que no cumplían con los criterios de inclusión. Posteriormente se eliminaron los artículos repetidos y aquellos que no tenían acceso completo de forma gratuita. Se obtuvieron finalmente como resultado de la búsqueda 25 artículos, los cuales fueron incluidos en esta revisión de literatura.

Se presentan los resultados de la consulta bibliográfica y se organizan con base en los objetivos trazados durante la investigación.

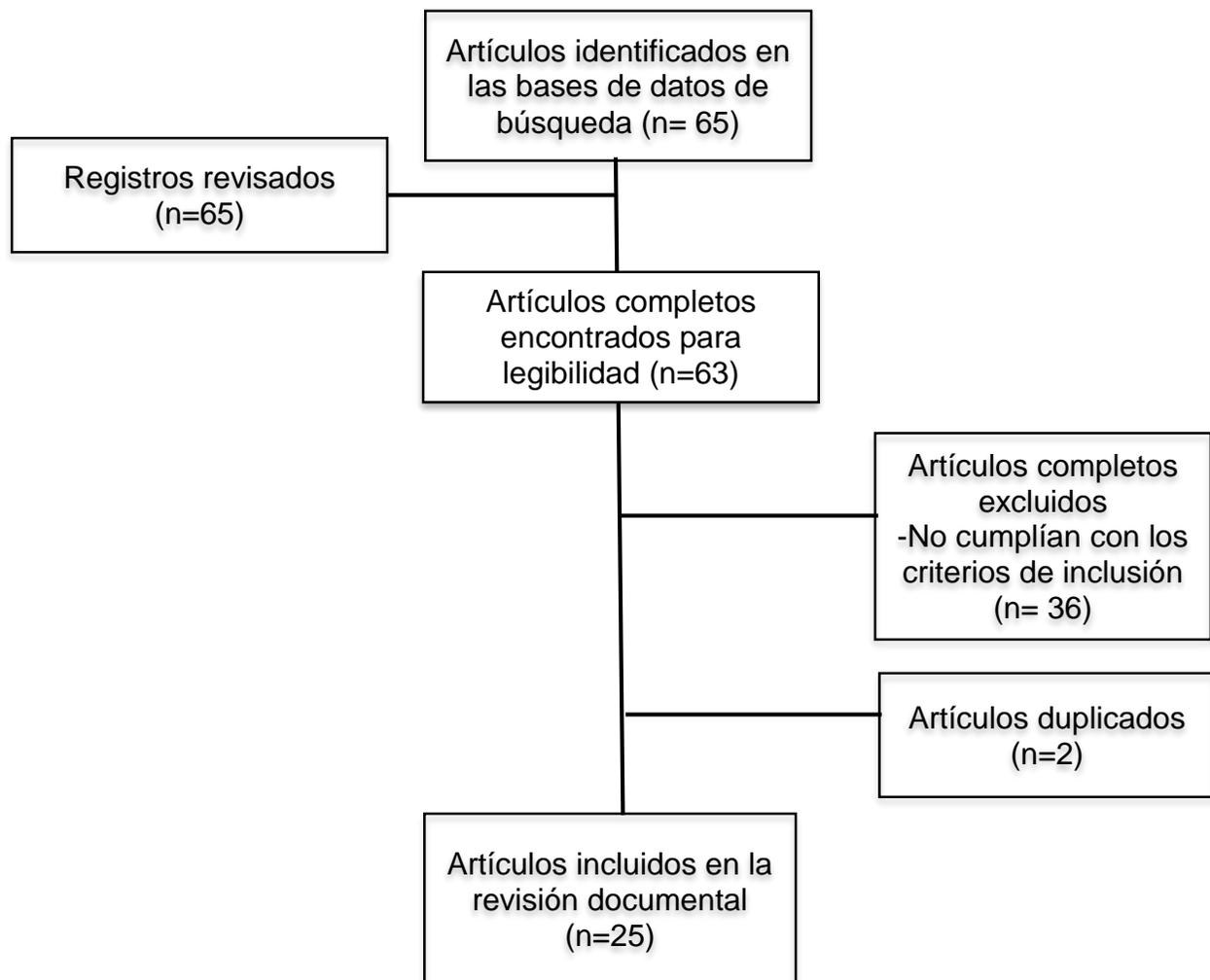


Figura 15. Flujograma de búsqueda de artículos.

## 6.1 Dimensiones corporales de referencia para el trabajo de pie y sentado reportadas en la literatura

Para el desarrollo de este ítem se tuvo en cuenta las mediciones antropométricas de referencia para el trabajo de pie y sentado en el sector de la manufactura según lo reportado en la literatura de 2000 a 2020.

**Tabla 2. Dimensiones antropométricas para trabajo de pie y sentado**

DIMENSIONES CORPORALES DE REFERENCIA	TOTAL ARTÍCULOS
Dimensiones para trabajo de pie	18  (38), (41), (42), (43), (44), (56), (57),(58), (37),(49),(50),(39), (40), (46), (48), (51), (52), (61).
Dimensiones para trabajo sentado	14  (38),(41),(43),(44),(56),(57),(58),(37),(49), (39),(40), (46), (51), (52)
No se especifica	2  (60), (54)
No se utilizaron	5  (45), (47),(55),(59), (53)

Fuente: Tabla de elaboración propia.

El tipo de trabajo más reportado en los datos recolectados fue el trabajo de pie, aunque no existe homogeneidad en cuanto al subsector de la manufactura que más lo utiliza, si existe cierta tendencia de que las manufactureras dedicadas al sector textil, de autopartes, fabricación de muebles y confección de prendas de vestir son las que más reportan puestos de trabajo de pie; sin embargo en los demás subsectores de la manufactura como el de alimentos, metalúrgicas y de piezas aeroespaciales reportan tanto puestos de trabajo de pie como sentado. En un grupo de estudios donde se realizaron tomas de medidas antropométricas a trabajadores de la manufactura, las cuales posteriormente fueron comparadas con datos antropométricos de poblaciones europeas, asiáticas, norteamericanas y oceánicas se evidenciaron claras diferencias entre las poblaciones, incluso se compararon datos entre las regiones del mismo país lo que arrojó que incluso en una población de una misma nacionalidad existen significativas diferencias cuando de antropometría se trata(10). Mondelo uno de los autores más destacados en el campo de la ergonomía afirma que una base de datos antropométrica con población muy numerosa es útil solamente cuando se va a diseñar para la población en general, en el caso de infraestructura de acceso público, pero estos van perdiendo fiabilidad cuando se diseña para una subpoblación o una población más específica (20). Estas medidas generalmente son tomadas con instrumentos especializados de medición como antropómetros, cintas métricas, calipers, plicómetros, tallímetros y basculas. Sin embargo, también se reportan el uso de software y hardware basados en capturas de movimiento y fotografía, las cuales realizan mediciones en tiempo real y permiten la creación de maniqués parametrizados, los cuales se utilizan para la posterior simulación de ambientes laborales creados virtualmente y se realizan adecuaciones o rediseños para que se adapten a las medidas antropométricas predeterminadas por el software.

**Tabla 3. Dimensiones antropométricas para el trabajo de pie**

Dimensiones Antropométricas para el trabajo de pie		
Medida		Artículos que consideraron la medida
1	Estatura	37,49,50,38,42,41,44,58,57,56,43,39,40,46,48,52,61
2	Alcance vertical	37,50,41
3	Altura de ojos	37,49,38,42,41,44,58,57,43,39,40,46,48,51,52
4	Altura de hombros	49,50,38,42,41,44,58,57,39,40,46,48,51,52,61
5	Altura de codos	37,49,38,42,41,44,58,57,39,40,46,48,51,52,61
6	Altura espina iliaca	42,41,46,51
7	Altura rodilla	44,40,46,48,51
8	Profundidad de abdomen	41,58,39,40,46,51
9	Profundidad de pecho	41,44,57,39,40,46,51
10	Altura subescapular	57,46
11	Alcance mínimo con agarre	49,38,41,51

12	Alcance mínimo sin agarre	37,49,38,42,41,44,57,43,39,40,61
13	Alcance máximo lateral	44,61

\*Mediciones antropométricas propuestas por Móndeolo Pedro, Ergonomía 3, capítulo 2 relaciones dimensionales. Antropometría

**Tabla 4. Dimensiones antropométricas para el trabajo sentado**

Dimensiones Antropométricas para el trabajo sentado		
Medida		Artículos que consideraron la medida
1	Altura cabeza-asiento	37,49,38,44,57,56,43,39,40,46,51,52
2	Altura ojos-asiento	37,49,38,44,57,43,39,40,46,52
3	Altura cervical	
4	Altura hombros-asiento	37,38,44,57,43,39,40,46,51,52
5	Altura subescapular	38,57
6	Altura codo-asiento	37,49,38,44,57,43,39,40,46,51,52
7	Altura cresta iliaca	37,49,38,43,
8	Altura muslo-asiento	37,49,38,57

9	Altura muslo-suelo	37,49,57
10	Altura rodilla-suelo	38
11	Altura poplítea	37,44,57,43,39,40,46,51,52
12	Anchura de hombros	37,38,44,58,57,56,43,46,48,52
13	Anchura bideltaoidea	38,51
14	Anchura codo-codo	38,44,58,57,56,43,40
15	Anchura cadera sentado	37,49,38,58,57,43,40,51,52
16	Distancia sacro-poplítea	49,

\*Mediciones antropométricas propuestas por Móndeolo Pedro, Ergonomía 3, capítulo 2 relaciones dimensionales. Antropometría

Existen medidas antropométricas de referencia para trabajo de pie y sentado las cuales diversos autores proponen que son más importantes a tener en cuenta a la hora de diseñar puestos de trabajo, la información consultada reporta que solo algunas de estas medidas son consideradas relevantes a la hora de diseñar, entre las más comúnmente usadas en el trabajo de pie están, la estatura que es una medición que se toma desde el suelo hasta el vertex del cráneo normalmente medida en centímetros, a excepción de los estudios norteamericanos; esta medida es importante tomarla con los implementos de protección puestos ya que los calzados para trabajo en manufacturas generalmente son de protección los cuales aumentan entre 4 a 5 cm la altura del trabajador; la altura de los ojos, hombros y codos también se realiza desde el suelo a los respectivos segmentos corporales; y el alcance vertical la cual es la distancia que puede alcanzar el brazo de manera

vertical paralela a la línea media del cuerpo mientras se está de pie. Se puede explicar por qué la mayoría de información recolectada toma en cuenta estas medidas ya que son relevantes a la hora de diseñar la altura del plano de trabajo, la ubicación de las herramientas y la distribución de espacios. Dentro de las mediciones antropométricas más destacadas para el trabajo de pie se encuentran: estatura, altura a los ojos, hombros y ojos, y alcance vertical sin agarre; para el trabajo sentado destacan las medidas de altura sentado, altura a los ojos sentado, altura de codos a 90° y ancho de caderas.

### 6.3 Tipos de diseños para la aplicación de datos antropométricos en los puestos de trabajo.

Para el desarrollo de este ítem se tuvieron en cuenta los tipos de diseño basados en datos antropométricos que se usan para diseñar o rediseñar puestos de trabajo en el sector de la manufactura según los reportado por la literatura en el periodo de 2000 a 2020.

**Tabla 5. Tipos de diseño para puestos de trabajo**

TIPOS DE DISEÑO USADOS	TOTAL ARTÍCULOS
Diseño de extremos (5%)	
Diseño para el promedio	1 (55)
Diseño para la ajustabilidad	2 (40), (51)
Diseño de extremos (95%)	3

	(42), (46), (51)
Se mencionan pero no se utilizan	5 (37), (47), (49), (50), (39)
No se mencionan	15 (38),(41),(43),(44),(56),(57),(58), (45),(59), (60), (48), (52), (53), (54), (61)

Fuente: Tabla de elaboración propia.

Existe una clara diferencia en cuanto a la producción de nuevo conocimiento y utilización de la antropometría en el sector de la manufactura tanto a nivel nacional, como en Suramérica, se pudieron recolectar tan sólo 6 estudios; en contraste con regiones como Asia, donde se reportan 16 artículos en su mayoría en las subregiones de Asia oriental, Asia meridional y Asia Insular; cabe destacar que el 64% de los artículos recopilados fueron publicados en los últimos 10 años lo que evidencia un interés creciente del uso de la antropometría como herramienta para el diseño de puestos de trabajo en el sector de la manufactura. En cuanto a los tipos de diseño reportados en la información recolectada se destaca que la mayoría de estudios no utiliza ningún tipo de diseño o directamente ni se mencionan, por otro lado otros estudios comentan que no existe el diseño ideal para todos los casos, más bien expresan la utilidad de cada uno de ellos y en qué casos es recomendable usarlos, refieren que el diseño ajustabilidad trae varias ventajas consigo, dado que un puesto de trabajo, una herramienta, máquina, o espacio que se ajuste a las necesidades antropométricas y de movimiento del trabajador es lo ideal para el confort, la seguridad y la salud, sin embargo el diseño para la ajustabilidad resulta ser también el más costoso, difícil de diseñar y menos práctico para las manufactureras. Dependiendo de la necesidad del diseño se puede usar uno u otro,

por lo general en los espacios de trabajo se usan los diseños de extremos del percentil 95; en caso de monitores o paneles de control es común usar el diseño de promedios. Respecto al grupo de estudios que reportaron los tipos de diseños pero que sin embargo no fueron usados, son artículos cuyo objetivo era el de registrar mediciones antropométricas mas no intervenir directamente en el puesto de trabajo.

#### **6.4 Desórdenes músculo esqueléticos más frecuentes en los trabajadores del sector manufacturero.**

Para el desarrollo de este objetivo se tuvo en consideración cuáles eran los desórdenes músculo-esqueléticos y la sintomatología dolorosa que se reportaban con mayor frecuencia en el sector de la manufactura y en qué subsectores de esta.

**Tabla 6. Desordenes musculo-esqueléticos en el sector manufacturero**

<b>REGIONES CORPORALES MÁS AFECTADAS</b>	<b>TOTAL ARTÍCULOS</b>
Cabeza-cuello	2 (48), (52)
Hombros	4 (45), (59), (48), (52)
Espalda	8 (45), (49), (55), (59), (40), (52), (53), (61)
Codo-manos	3 (45), (59), (53)

Cadera	
Rodillas	1 (45)
Tobillo- pie	1 (48)
No se especifica	5 (37), (47), (43), (44), (58)
No hace referencia	10 (50), (60), (39), (46), (54), (38), (41), (42), (56), (57)

Fuente: Tabla de elaboración propia.

Respecto a la información recopilada sobre los desórdenes músculo esqueléticos si bien no existe generalmente una diferencia entre qué segmentos se afectan más cuando se realiza trabajo de pie o cuando se está sentado, en un grupo de estudios realizados en América y Europa se correlacionó el padecimiento de sintomatología dolorosa a nivel de la espalda baja con el excesivo peso de las cargas que manipulan los trabajadores; los estudios provenientes de Asia en su mayoría reportan la relación del dolor de espalda baja con la inadecuada posición que adoptan sus trabajadores al permanecer sentados. Regularmente se acepta que un diseño de puesto de trabajo sin tener en cuenta la antropometría, la mala higiene postural, las posturas prolongadas, movimientos fuera de ángulos de confort y a manipulación excesiva de carga generan un riesgo para el padecimiento de sintomatología dolorosa y posteriormente para la aparición de desórdenes músculo

esqueléticos, la mayoría de los estudios nos exponen la relevancia de la antropometría como la principal herramienta de prevención para los desórdenes músculo esqueléticos, ya que evitan los movimientos fuera de los ángulos de confort y por consiguiente las compensaciones posturales. No existe una marcada diferencia entre las zonas más afectadas dependiendo del sexo del trabajador, sin embargo, hay cierta tendencia de que los padecimientos de la espalda se reportan más en trabajadores de sexo masculino, comúnmente estos son contratados para trabajos los cuales exigen manipulación de cargas. Los desórdenes músculo esqueléticos más reportados son en la espalda baja, generalmente ocasionada por hiperlordosis compensatorias a movimientos del miembro superior fuera de ángulos de confort y manipulación excesiva de cargas; los hombros también resultan estar afectados en gran medida debido a los movimientos repetitivos, fatiga o planos de trabajo demasiado bajos o demasiado altos, las manos y codos en su mayoría se ven afectadas por los movimientos repetitivos y la fatiga.

## 7. DISCUSIÓN

La finalidad de este trabajo fue determinar las dimensiones antropométricas para el diseño de puestos de trabajo como herramienta para prevenir desórdenes músculo esquelético, según la literatura relacionada durante el periodo 2000-2020.

En los 25 artículos revisados se constató que el diseño de puesto de trabajo basados en dimensiones antropométricas es la principal herramienta para prevenir la aparición de desórdenes músculo esqueléticos, mejorar la productividad, reducir el número de días perdidos por incapacidad, ahorro en costos de mantenimiento de equipos y de salud laboral; además se destacó la importancia de tener a disposición bases de datos actualizadas y propias de la población a intervenir y lo riesgoso que resulta extrapolar la antropometría entre regiones, razas y culturas. (46)

En la actualidad tanto a nivel nacional como internacional no cuentan con bases de datos antropométricos actualizadas que sirvan de base para diseñar con mayor precisión los puestos de trabajo, ocasionando que la población trabajadora deba adaptar su cuerpo a las herramientas o máquinas, lo cual ha ocasionado que se incremente la cantidad de trabajadores que sufren alguna enfermedad laboral o que están propensos a tenerla.

El sector manufacturero es uno de los de mayor crecimiento, cada vez se abren más manufacturas en Colombia, ya que gracias a su ubicación geográfica es un punto estratégico de distribución y producción para mercados internacionales, sin embargo es uno de los que más se ha visto impactado debido a que la maquinaria, procesos y herramientas en la mayoría de los casos son elaborados o ensamblados en países extranjeros los cuales tienen diferencias notables en la antropometría de su población, de igual manera las medidas antropométricas también se ven diferenciadas en la parte racial o cultural de cada país, adicional a esto los encargados del diseño de puestos de trabajo se encuentran con el obstáculo de no contar con bases de datos antropométricas actualizadas o directamente no tener ningún tipo de información de referencia para diseñar o rediseñar un puesto de

trabajo; causando que sea mucho más difícil su elaboración y que estos se adapten a la mayoría de la población trabajadora.(39)

En la actualidad tanto a nivel nacional como continental hay una gran cantidad de diversidad étnica y cultural lo que causa que sea muy difícil o imposible encontrar un tamaño promedio a las medidas antropométricas universales, lo que dificulta más a la hora de diseñar máquinas o puestos de trabajo adecuados. En una comparación entre estudios realizados en Asia, Europa, Norteamérica y latino América se evidencian diferencias en las medidas antropométricas, resaltando que los países asiáticos y latinoamericanos no tienen gran diferencia entre ellos, en contraste con Europa y América del Norte los cuales sí tienen una gran diferencia en la talla o estatura. Cabe resaltar que en cada país hay una diferencia de estatura o talla entre los hombres y las mujeres, lo que intensifica mucho más la necesidad de tener base de datos antropométricos actualizados para diseñar o adecuar puestos de trabajo con mayor confort para la población trabajadora.

Las diferencias en las medidas antropométricas entre países, continentes o incluso entre sexos ocasionan que al momento de diseñar o rediseñar los puestos de trabajo se genere una mayor complejidad, debido a que la diferencia entre las medidas antropométricas que pueden ser pequeñas o muy amplias pueden ocasionar posturas forzadas, generando una fatiga muscular que a futuro altere el movimiento corporal humano.

Para diseñar un puesto de trabajo existen tres tipos de diseños recomendados estos son: diseño para los extremos, diseño para la ajustabilidad y diseño para promedio. En la revisión de los estudios encontrados se puede resaltar que el diseño por promedio es el menos utilizado y solo es tenido en cuenta en uno de los artículos, ya que no existe una estatura o medidas promedio, lo que causa que una persona de muy baja o muy alta estatura no logre adaptarse a este tipo de diseño. En el sector manufacturero es de gran importancia seleccionar de manera correcta el tipo de diseño para el puesto de trabajo, el cual será utilizado dependiendo las exigencias que este represente para el trabajador. En 15 de los artículos revisados no se mencionan los tipos de diseños utilizados ni se realiza ningún tipo de

recomendación según la tarea que se ejecuta, igualmente en este grupo de estudios no se detalla su utilidad y la importancia de diseñar o rediseñar un puesto de trabajo, debido a que los objetivos de estos, se enfocaron en describir y actualizar mediciones antropométricas y su relación con los desórdenes musculoesqueléticos, mas no la intervención en puestos de trabajo.

Existe un consenso generalizado de que el uso de los valores de percentil 5, 95 o 99 es más lógico en situaciones de diseño. Sin embargo, elegir dichos valores es una decisión que debe tomar el diseñador en función de sus requisitos. Es deseable utilizar dimensiones corporales de trabajadores de percentil 95 para establecer dimensiones mínimas del equipo que implican espacios libres, de modo que el grupo de usuarios más pequeño no se vea afectado negativamente (10).

Teniendo en cuenta la efectividad, la carga física o la necesidad del trabajador para desempeñar bien su labor, el trabajo de pie o en bípedo se considera cuando es necesario desplazarse pequeñas o medianas distancias o cuando el movimiento del trabajador es amplio, de igual manera se tiene en cuenta la altura, dependiendo el tipo de trabajo, el cual puede ser de precisión, ligero o pesado, para los trabajos en sedente se considera cuando se trabaja en zonas reducidas y no es necesario desplazarse de un punto a otro, se recomienda para evitar fatiga muscular y para reducir la carga en las vértebras, el trabajo en sedente no exige un carga física mayor en comparación con la requerida para el trabajo de pie, es imprescindible tener una base de datos antropométricos actualizada de los trabajadores sin importar la posición en la cual realizan la tarea, entendiendo que en el sector manufacturero se desarrolla la labor en cualquiera de dichas posiciones.

Según la revisión de los distintos estudios se encontró que la mayoría de ellos no relacionan el tipo de diseño del puesto de trabajo con los trabajadores seleccionados para realizar la toma de las medidas antropométricas. En el sector manufacturero se encontró que las medidas antropométricas tomadas más comunes para el trabajo en bípedo y sedente son: estatura, altura de los ojos, altura de los hombros, altura a los codos, altura de los nudillos, altura sentado, altura a los ojos sentado, altura de descanso de los hombros sentado, altura libre hasta los

muslos, altura hasta la rodilla sentado, distancia de los glúteos a las rodillas sentado, altura poplíteo sentado, profundidad del pecho, distancia de codo a codo, ancho de cadera sentado. Para este tipo de mediciones se resalta la importancia de ser realizadas por profesionales con un entrenamiento previo en la manipulación de los instrumentos de medición, evitando posibles sesgos.

Teniendo en cuenta las categorías de la revisión actual, se observa que la toma de dimensiones corporales para trabajo de pie y sentado fueron consideradas en la mayoría de los artículos encontrados, los cuales usaron mediciones antropométricas similares entre sí para ambas posiciones, de igual forma la toma y recolección de datos antropométricos se realizó utilizando técnicas similares, con antropómetro, cinta métrica, y calipers; además del uso de software para estadística descriptiva. Se evidencio también una clara diferencia en cuanto a la producción de nuevo conocimiento y la utilización de la antropometría en el sector de la manufactura, tanto a nivel nacional, como en Suramérica, se pudieron recolectar tan sólo 6 estudios; en contraste con Asia, donde se reportan 16 artículos su mayoría en Asia oriental, Asia meridional y Asia Insular, lo que demuestra un atraso local en cuanto a la creación de bases de datos y utilización de la antropometría en la industria; En paralelo con estudios encontrados en Norteamérica en los cuales en su mayor parte se centran en el personal militar y la producción de maquinaria de guerra y estudios propios focalizados a empresas específicas de automóviles y autopartes. Cabe destacar que la mitad de los artículos recopilados fueron publicados en los últimos 10 años lo que evidencia un interés creciente del uso de la antropometría como herramienta para el diseño de puestos de trabajo en el sector de la manufactura.

Por otra parte los desórdenes músculo esqueléticos son uno de los trastornos de origen laboral más recurrentes según la OIT, lo que ocasiona incapacidades, pérdida de días productivos, aumento en el coste de seguros, disminución de la productividad y altos costos para las empresas a nivel mundial, por lo cual se ha recomendado que los puestos de trabajo deben adecuarse a las características antropométricas de los trabajadores, permitiendo reducir la fatiga, los

sobreesfuerzos, las posturas incómodas y la sobre carga sobre los segmentos corporales.

En cuanto a la sintomatología dolorosa, el segmento corporal de mayor predominio es la espalda, principalmente la zona lumbar, uno de los estudios reportó que el 99% de sus trabajadores refería sufrir de síntomas en dicho segmento, el cual se mantiene de forma constante durante toda la jornada laboral. Por lo cual se podría inferir que no se cuenta con diseños de puestos de trabajo adecuados a la necesidades de la tarea y ni a la antropometría del trabajador, obligando así a los trabajadores a realizar excesivos esfuerzo y adoptar posturas inadecuadas, las cuales ocasionan fatiga y traumas acumulativos sobre la región lumbar; igualmente se pudo evidenciar que seguido del dolor lumbar la sintomatología dolorosa más frecuente se encuentra en el miembro superior y en menor proporción sobre las rodillas, pies y tobillos ya que los puestos de la manufactura en su mayoría requieren posiciones estáticas sin posibilidad de amplios movimientos. Mediante un método de evaluación ergonómico, se logró identificar las principales problemáticas de los puestos de trabajo de la manufactura, como ejecutar una tarea con las manos demasiado altas o demasiado lejos, lo cual termina ocasionando una lordosis compensatoria, trabajar sobre superficies de trabajo demasiado bajas, lo cual lleva a una flexión excesiva del tronco fuera de ángulos de confort y distendiendo los músculos de la espalda, una posición de pie restringida o con poco espacio lo cual ocasiona que el trabajador adopte posturas inadecuadas y realice sobreesfuerzos sobre todo afectando miembros superiores, sentarse de manera inadecuada sobre la silla perdiendo el apoyo lumbar esto ocasionado por superficies de trabajo demasiado lejos del alcance vertical del trabajador, tener que realizar torsiones de tronco debido a tratar de seguir el ritmo de la cinta transportadora. (52)

Teniendo en cuenta lo anterior, el rol de la fisioterapia cobra gran importancia, desde su objeto de estudio el cual es el movimiento corporal humano y como el ambiente influye en este, surgiendo la antropometría como una herramienta la cual por medio de mediciones expresadas cuantitativamente va a facilitar la comprensión

del cuerpo y cómo este interactúa en su ambiente, con el fin de garantizar la seguridad, la salud y el confort de la persona en la ejecución de su tarea.

## 8. CONCLUSIONES

La antropometría en el sector de la manufactura, se ha convertido en una de las principales herramientas para la prevención de los DME, la cual cuenta con diferentes estudios que defienden su utilización en el diseño o rediseño de puestos de trabajo.

Las dimensiones antropométricas de referencia para el trabajo de pie son utilizadas con mayor frecuencia en comparación con las de posición sedente. La estatura, alcance vertical y altura del codo; son las dimensiones antropométricas más usadas para trabajo de pie y para el trabajo en sedente predominan la altura cabeza-asiento, altura ojos-asiento y altura codo-asiento.

El tipo de diseño menos utilizado en el sector manufacturero según los estudios revisados fue el de promedio. Estos estudios refieren que el uso del diseño de ajuste es el más recomendado, permitiendo al trabajador adaptarse a las diversas exigencias de las tareas en este sector, cabe resaltar que en la revisión documental se encontró que la mayoría de los estudios revisados no mencionan o recomiendan algún tipo de diseño de puesto de trabajo, dejando un gran vacío para aquellos profesionales que utilizan dichos estudios para guiarse al momento de diseñar o rediseñar un puesto de trabajo.

Los desórdenes musculoesqueléticos que se presentan con mayor frecuencia en el sector manufacturero, según los estudios revisados, son los relacionados con la espalda baja, hombros y muñecas, afectando la salud física y mental de la población trabajadora y a su vez impactando en la productividad de la empresa, entre estos según los artículos el dolor lumbar o de espalda baja es el que más aqueja a los trabajadores de la manufactura.

## **9. RECOMENDACIONES**

Incentivar el desarrollo de estudios antropométricos comparativos en el sector manufacturero en el país, permitiendo a diseñadores, ergónomos, personal encargado de la prevención empresarial y a la industria en general, emitir recomendaciones de diseño en los puestos de trabajo, logrando material suficiente y actualizado para su desarrollo, ya que actualmente solo se cuenta con un estudio donde se recopilaron datos antropométricos del año 1995.

Es importante que cada empresa logre tener una base de datos antropométricos propia con respecto a su población trabajadora, la cual le permitirá una intervención de mayor precisión para el diseño o rediseño de los puestos de trabajo de acuerdo a las exigencias de cada tarea.

Las empresas del sector manufacturero deben realizar un estudio preliminar de las dimensiones corporales cada vez que se lleve a cabo una transferencia tecnológica de equipos, maquinas, herramientas etc., que le permitan conocer, si las hay, las diferencias culturales, raciales, que puedan influir negativamente en su manipulación u operación, afectando la salud y la productividad en la empresa.

Realizar revisiones bibliográficas no solo del sector manufacturero sino en otros sectores, permitiendo conocer la evidencia actual de la utilización de las dimensiones antropométricas en el diseño de muebles, equipos, maquinas etc., que eviten así, la aparición de desórdenes musculoesqueléticos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

1. Sánchez, A. Prevalencia de desórdenes músculo esqueléticos en trabajadores de una empresa de comercio de productos farmacéuticos. Rev. Cienc. Salud [Internet]. 2018 Aug [citado 2020 May 02];16(2):203218.Availablefrom:[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S169272732018000200203&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S169272732018000200203&lng=en).<http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.6766>.
2. Castro, G. Pereira, L. Orozco, Y. Factores de riesgo asociados a desordenes musculo esqueléticos en una empresa de fabricación de refrigeradores. Rev. Salud Pública. 2018 20 (2): 182-188.
3. Organización panamericana de la salud y la organización mundial de la salud. OPS/OMS estima que hay 770 nuevos casos diarios de personas con enfermedades profesionales en las Américas. 29 de abril de 2013. [Internet]. [Consultado 30 abr 2020]. Disponible en: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=8606:2013-paho-who-estimates-770-new-cases-daily-people-occupational-diseases-america&Itemid=135&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=8606:2013-paho-who-estimates-770-new-cases-daily-people-occupational-diseases-america&Itemid=135&lang=es)
4. Consejo colombiano de seguridad. Cómo le fue a Colombia en accidentalidad, enfermedad y muerte laboral en 2018. 6 de marzo del 2019. [Internet]. [Consultado 21 abr 2020]. Disponible en: <https://ccs.org.co/como-le-fue-a-colombia-en-accidentalidad-enfermedad-y-muerte-laboral-en-2018/>
5. Padilla, J. Contreras, F. Prevalencia de desórdenes músculo-esqueléticos y factores asociados en trabajadores universitarios de ciencias económicas, educación y salud. Revista Colombiana de Salud ocupacional. 20177(1) diciembre, pp 54-60.

6. Estrada, J., Camacho, J. A., Restrepo, M. T., & Parra, C. M. Parámetros antropométricos de la población laboral colombiana 1995. Facultad Nacional de Salud Pública. 1998; 15(2).
7. World Health Organization. Trastornos Musculo esqueléticos [Internet]. OMS; 2019. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/musculoskeletal-conditions>
8. Organización Internacional Del Trabajo. Día Mundial de la Seguridad y Salud en el Trabajo [Internet] OIT urge a una acción mundial para combatir las enfermedades profesionales. OIT; 2013. Disponible en: [https://www.ilo.org/global/abouttheilo/newsroom/news/WCMS\\_211645/lang--es/index.htm](https://www.ilo.org/global/abouttheilo/newsroom/news/WCMS_211645/lang--es/index.htm)
9. Agencia Europea Para la Seguridad y Salud en el Trabajo. Los trastornos músculo esqueléticos de origen laboral en los Estados miembros de la Unión Europea: inventario de factores socioeconómicos [Internet]. OSHA; 2000. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/publications/factsheets/9>
10. Carrasco, C. Comportamiento epidemiológico de la atención médica en los trabajadores fabriles de una compañía cervecera, en la ciudad de Lima, período: años 2004 a 2006. Acta méd. Peruana [Internet]. 2010 Abr [citado 2020 Mayo 02]; 27( 2 ): 105-118. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1728-59172010000200005&lng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1728-59172010000200005&lng=es).
11. Revista técnicos Mineros. Los trastornos músculo esqueléticos relacionados con el trabajo (TMERT) en Chile [Internet]. RTM; 2016. Disponible en: <https://www.revistatecnicosmineros.com/2016/11/los-trastornos-musculo-esqueleticos-relacionados-con-el-trabajo-tmert-en-chile/>

12. Flórez-Hernández M, Fuentes M, Guzmán M. Prevalencia de desórdenes musculo esqueléticos en trabajadores de una empresa avícola de Bogotá, Colombia. Universidad del rosario. 2015.
13. Ordóñez, C. Gómez, E. Calvo, A. (2016). Artículo de Revisión Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. Revista colombiana de salud ocupacional. 6. 24.30. 10.18041/2322-634X/rcso.1.2016.4889.
14. Agencia europea Para la Seguridad y Salud en el Trabajo. Los trastornos musculoesqueléticos [Internet]. OSHA; 2018. Disponible en: <https://osha.europa.eu/es/themes/musculoskeletal-disorders>
15. Organización Internacional del Trabajo. The prevention of occupational diseases, [Internet] ISBN: 978-92-2-127446-9 (impreso), ISBN 978-92-2127447-6 Ginebra, 2013
16. International Ergonomics Association [homepage on the Internet]. Zagreb: The Association; 2020 [cited 2020 May 19]. Disponible en: <https://iea.cc/what-is-ergonomics/>
17. Márquez, M. Modelos teóricos de la causalidad de los trastornos musculoesqueléticos. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias. 2015 (consultado 7 de marzo 2020). vol. IV, núm 14. pp. 85-102. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215047422009>
18. Bustamante, A. Architecture & Design Lausanne, Suisse. Anuario de Psicología. Ergonomía. Facultat de Psicologia Universitat de Barcelona; 2004. , vol. 35, n", 439-460. Ergonomía, antropometría e indeterminación.
19. Cabello, E. ANTROPOMETRÍA. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
20. Mondelo, P. Ergonomía 1: fundamentos, 3ª edición. México: alfaomega, 2000.

21. Mondelo, P. Ergonomía 3: diseño de puestos de trabajo. México: alfaomega, 2001.
22. Niebel, B.Freibals, A. Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo, 11ª Edición. México: Alfaomega, 2002
23. Laurig, W. Vedder, J. Herramientas y enfoques. En: Enciclopedia de salud y seguridad en el trabajo. Editor: Stellman, J. Ginebra. Organización Internacional del trabajo.1998
24. Cuyubamba J. Ergonomía y productividad. Revista Industrial Data. 1999; 2 (1): 48-50
25. Comité de cafeteros de caldas. Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo. 2 de mayo del 2020. [Internet]. [Consultado 16 abr 2020]. Disponible:[http://www.recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/Copasst/R\\_Biomecanicos.aspx](http://www.recintodelpensamiento.com/ComiteCafeteros/Copasst/R_Biomecanicos.aspx)
26. Neffa, J. Actividad, trabajo y empleo: algunas reflexiones sobre un tema en debate [En línea]. Orientación y Sociedad, 1. Disponible en: [http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art\\_revistas/pr.2956/pr.2956.pdf](http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.2956/pr.2956.pdf)
27. Instituto nacional de seguridad e higiene en el trabajo. Guía técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la manipulación manual de cargas. Madrid. INSH. Disponible en la web: <https://www.insst.es/InshtWeb/Contenidos/Normativa/GuiasTecnicas/Ficheros/cargas.pdf>
28. Rebolledo, J., Duque, C., López, L., & Velasco, A. Perfil del sector manufacturero Colombiano. Rev. Magazín Empresarial. 2013. 9(19), 49-61.
29. Decreto 1477 Por el cual se expide la tabla de enfermedades laborales de 2014. (5 de agosto de 2014)

30. Resolución 2844 Por la cual se adoptan las Guías de Atención Integral de Salud Ocupacional Basadas en la Evidencia de 2007. (16 de agosto de 2007)
31. Decreto 1443 Por el cual se dictan disposiciones para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) de 2014. (31 de julio de 2014)
32. Ley 528 por la cual se reglamenta el ejercicio de la profesión de fisioterapia, se dictan normas en materia de ética profesional y otras disposiciones de 1999. ( 14 de septiembre de 1999)
33. Rodríguez, A. Pérez, A. Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. (2017). Revista EAN, (82), 179-200. <https://dx.doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
34. Sousa, D., Driessnack M, Mendes I. An overview of research designs relevant to nursing: Part 1: quantitative research designs. Rev. Latino-Am. Enfermagem [Internet]. 2007 June [cited 2020 May 20]; 15( 3 ): 502-507. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010411692007000300022&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010411692007000300022&lng=en). <https://doi.org/10.1590/S0104-11692007000300022>.
35. Gómez, D. Carranza, A. Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios documentary review, a tool for reading and writing competences improvement in university students. Chakiñan.revista de ciencias sociales y humanidades.
36. Inns, F. La Selección, prueba y evaluación de máquinas y equipos agrícolas: teoría. Food & Agriculture Org.1995consultado el 20 de mayo de 2020.

37. Ghan, A. So',R. Department of Manufacturing Engineering and Engineering Management, City University of Hong Kong, Tat Chee Avenue, Hong Kong 'Department of Industrial Engineering and Engineering Management, Hong Kong University of Science and Technology, Clear Water Bay, Hong Kong.
38. Martínez, R. Aguilera, L. Serratos, J. Base de Datos antropométricos y maniquí parametrizado. Herramientas para diseño con criterios ergonómicos. Acta Universitaria, vol. 12, núm. 2, mayo-agosto, 2002, pp. 40-47 Universidad de Guanajuato Guanajuato, México.
39. Lavender S, Marras W, Sabol RJ. A Study of Female Mexican Anthropometric Measures Useful for Workstation Design in Light Manufacturing Facilities. AIHA journal: a journal for the science of occupational and environmental health and safety. 2002;63:300-4.
40. Lu J. Risk Factors for Low Back Pain Among Filipino Manufacturing Workers and Their Anthropometric Measurements. Applied occupational and environmental hygiene. 2003;18:170-6.
41. Barroso, M. y col. Anthropometric study of portuguese workers. Revista internacional de ergonomía industrial 35, 401–410, 2005.
42. Kátia R, Silva KR, Souza A, Minette L, Costa F, Patrícia E, et al. Avaliação antropométrica de trabalhadores em indústrias do polo moveleiro de ubá, mg 1 anthorpometric evaluation of workers from the ubá furniture industrial pole, minas gerais. 2006.
43. Piñeda, A. Ergonomía y antropometría aplicada con criterios ergonómicos en puestos de trabajo en un grupo de trabajadoras del subsector de autopartes en Bogotá, d.c. Colombia. Revista republicana. ISSN: 1909 - 4450 No. 2-3. Bogotá, 2007.

44. Maradei F. Estudio de valores antropométricos para la región nororiental colombiana 2007-2008. 2015.
45. Maldonado, A. Ramírez, M. García, J. Noriega, S. Ergonomic Evaluation of Work Stations Related With the Operation of Advanced Manufacturing Technology Equipment: Two cases of study. 2009.
46. Chandna P, Deswal S, Chandra A. An anthropometric survey of industrial workers of the northern region of India. Int J of Industrial and Systems Engineering. 2010;6:110-28.
47. Sanjog, J. Karmakar, S. Patel, Thaneswer. DHM an Aid for Virtual Ergonomics of Manufacturing Shop Floor: A Review with Reference to Industrially Developing Countries. International Journal of Computer Applications. 54. 18-23. 10.5120/8634-2541.2012.
48. Deros, B. Khamis, N. Ghani, J. Yusoff, A. A Study on Common Risks and Body Parts Complaints by Standing Workstation Female Operators in an Electronics Product Manufacturing Company Department of Mechanical and Materials Engineering, Faculty of Engineering and Built Environment, Universiti Kebangsaan Malaysia. Malaysia. 2013.
49. López JA, Olguin J, Camargo CW, Quijano G, Martinez R. Anthropometric Profile as a Factor of Impact on Employee Productivity in Manufacturing Industry of Tijuana, Mexico. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Medical, Health, Biomedical, Bioengineering and Pharmaceutical Engineering. 2014;8:645-54.
50. Nadadur G, Chiang J, Parkinson M, Stephens A. Anthropometry for a North American Manufacturing Population. 2009.
51. Zagloel TY, Hakim IM, Syarafi A. Pre-Elementary Design Adjustable Workstation for Piston Assembly Line Considering Anthropometric for

- Indonesian People. World Academy of Science, Engineering and Technology, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering. 2015;9:1584-8.
52. Del Prado-Lu, J. Risk factors to musculoskeletal disorders and anthropometric measurements of Filipino manufacturing workers. International journal of occupational safety and ergonomics(4).2014.
  53. SADEGHI NAEINI H. Occupational Health Promotion throughout an Interventional Ergonomic Design (Case Study: An Ergonomic Cart Design at a Food Manufacturing Company in Iran). Int J Occup Hyg. 7(4):172-176.
  54. Vergara M, Agost M-J, Gracia V. Dorsal and palmar aspect dimensions of hand anthropometry for designing hand tools and protections. Human Factors and Ergonomics in Manufacturing. 2018;28:17-28.
  55. Kamat S, Hafiz M, Hamid A, Shamsuddin S, Fukumi M, Ito T, et al. Ergonomics Study Of Working Postures In Demould Process At Aerospace Manufacturing. En 2017.
  56. Omić S, Spasojević-Brkić V, Golubović Sedmak T, Brkić AD, Klarin MM. An anthropometric study of Serbian metal industry workers. Work. 2017;56:1-9.
  57. Castellucci, H. Viviani, C. Molenbroek, J. Arezes, P. Martínez, M., Aparici, V., & Bragança, S. Anthropometric characteristics of Chilean workers for ergonomic and design purposes.2018.
  58. Spada S, Castellone R, Cavatorta MP. "La Fabbrica si Misura": An Anthropometric Study of Workers at FCA Italian Plants: Volume IX: Aging, Gender and Work, Anthropometry, Ergonomics for Children and Educational Environments. En 2019. p. 389-97.

59. Colim A, Carneiro P, Costa N, Arezes P, Sousa N. Ergonomic Assessment and Workstation Design in a Furniture Manufacturing Industry—A Case Study. En: Studies in Systems, Decision and Control. 2019. p. 409-17.
60. Vergara M, Agost M-J, Bayarri Porcar V. Anthropometric characterisation of palm and finger shapes to complement current glove-sizing systems. International Journal of Industrial Ergonomics. 2019.
61. Téllez, L. Maldonado. Peña, N. Tovar, J. Diseño de puesto de trabajo para la fabricación de eslingas de cable de acero. Revista de la Universidad Industrial de Santander Salud. 2015; 47:33-40.