



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

CARRERA DE CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN
AÉREA Y TERRESTRE

TRABAJO DE GRADUACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE:

TECNÓLOGO EN CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN
AÉREA Y TERRESTRE

TEMA:

“IMPLEMENTACIÓN DEL KIT ERGONOMICO, PARA EL ANÁLISIS DIMENSIONAL DEL MOBILIARIO UNIVERSITARIO DE LA CARRERA CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE EN LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGIAS”

AUTOR: BERMEO SANDOVAL, EDISON MAURICIO

DIRECTOR: ING. LUIS LAGOS

LATACUNGA

2016

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE

UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

CERTIFICADO

Certifico que el presente trabajo de graduación fue realizado en su totalidad por el señor **BERMEO SANDOVAL EDISON MAURICIO**, como requerimiento parcial para la obtención del título de **TEGNÓLOGO EN SEGURIDAD MENCIÓN AÉREA Y TERRESTRE**.

ING. LUIS LAGOS
DIRECTOR DEL TRABAJO DE
GRADUACIÓN

Latacunga, Marzo 2016

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, Bermeo Sandoval Edison Mauricio

DECLARO QUE:

El trabajo de grado denominado “IMPLEMENTACIÓN DEL KIT ERGONOMICO, PARA EL ANALISIS DIMENSIONAL DEL MOBILIARIO UNIVERSITARIO DE LA CARRERA CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCION AÉREA Y TERRESTRE EN LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGIAS”, ha sido desarrollado en base a una investigación científica exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente, este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de trabajo de grado en mención.

Latacunga, Marzo del 2016

BERMEO SANDOVAL EDISON MAURICIO
C.I. 0503325508

UNIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE
UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS

AUTORIZACIÓN

Yo, Bermeo Sandoval Edison Mauricio

Autorizo a la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la institución, del trabajo “IMPLEMENTACIÓN DEL KIT ERGONOMICO, PARA EL ANALISIS DIMENSIONAL DEL MOBILIARIO UNIVERSITARIO DE LA CARRERA CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MENCION AÉREA Y TERRESTRE EN LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGIAS”

Latacunga, Marzo de 2016

BERMEO SANDOVAL EDISON MAURICIO

C.I. 0503325508

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mis padres German Bermeo y Esther Sandoval, quienes han sido el pilar fundamental que hoy en día me lleva al éxito, sin importar sus condiciones económicas y de salud me brindan día a día su apoyo incondicional.

A mis Hermanas Diany, Daysi y Maythe Bermeo Sandoval, por ser unas buenas hijas, hermanas y un ejemplo a seguir.

A mis sobrinos Ariel y Andrés Balcázar Bermeo, que son una bendición en mi vida, y para quienes dejo un precedente que todo en la vida se puede cuando se hace las cosas con el corazón.

Para Uds. mi éxito y el presente proyecto.

AGRADECIMIENTO

Gratitud total a mí querido ITSA, hoy en día Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE, por brindarme sus conocimientos en este tiempo de estancia en sus instalaciones, con grandes docentes hoy amigos para toda la vida.

A la Lic. Narcisa Mena, Directora de la Carrera Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre, por su colaboración en la realización del presente proyecto.

A mis estimados docentes, por su paciencia en el transcurso de la realización del proyecto, poniendo a mi disposición su valiosa experiencia y conocimientos.

Y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron con mi persona, me llevo un pedacito de cada uno.

MAURICIO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	<i>Pág.</i>
PORTADA.....	i
CERTIFICADO	ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD.....	iii
AUTORIZACIÓN.....	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	vii
ÍNDICE DE GRAFICOS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN	xiii
INTRODUCCION	1
 CAPITULO I	
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. ANTECEDENTES:.....	3
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	4
1.3. JUSTIFICACION:.....	4
1.4. OBJETIVOS.....	5
1.4.1. OBJETIVO GENERAL:	5
1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:	5
1.5. ALCANCE:.....	6
 CAPÍTULO II	
MARCO TEORICO.....	7
2.1. SEGURIDAD INDUSTRIAL.....	7
2.2. SALUD OCUPACIONAL.....	8

2.3. ERGONOMIA	9
2.3.1. CLASIFICACION DE ERGONOMÍA	11
2.4. DISEÑO DE ESTACIONES DE TRABAJO ESCOLAR	12
2.4.1 SISTEMA PERSONA-MÁQUINA (P-M).....	12
2.4.2. PUESTOS DE ACTIVIDAD O TRABAJO (PP.TT.).....	14
2.5. RELACIONES DIMENSIONALES. ANTROPOMETRÍA	21
2.5.2. INFORMACIÓN ANTROPOMÉTRICA.....	31
2.5.4. ANÁLISIS PRELIMINAR PARA DISEÑAR PUESTOS DE TRABAJO	34
2.5.5. MÉTODOS DE MEDICIÓN E INSTRUMENTOS	36
2.5.6. HERRAMIENTAS PARA LA EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA	37
2.5.7.1. EQUIPO DE MEDICIONES	46
2.5.7.2. POSICIONES Y CONDICIONES PARA MEDIR AL SUJETO.....	47
2.5.7.3. POSICIÓN DE ATENCIÓN ANTROPOMÉTRICA (PAA)	49
2.5.7.4. DEFINICIONES DE LAS DIMENSIONES ANTROPOMÉTRICAS Y MÉTODO PARA EFECTUAR SUS MEDICIONES.....	49
2.5.8. PRINCIPIOS DEL DISEÑO ANTROPOMÉTRICO	56
2.5.8.2. PRINCIPIO DEL DISEÑO PARA LOS EXTREMOS.....	57
2.5.8.3. PRINCIPIO DEL DISEÑO PARA UN INTERVALO AJUSTABLE.....	59
CAPITULO III	
DESARROLLO	61
3.1. EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA DE LOS ESTUDIANTES	61
3.2. DIMENSIONAL DEL MOBILIARIO UNIVERSITARIO	74
3.3. RELACIÓN DIMENSIONAL (ESTUDIANTES – MOBILIARIO UNIVERSITARIO).....	81
3.4. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	83
CAPITULO IV	

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	84
4.1. CONCLUSIONES:.....	84
4.2. RECOMENDACIONES:.....	85
4.3. BIBLIOGRAFÍA.....	86
4.4. ANEXOS	87

ÍNDICE DE GRAFICOS

	<i>Pág.</i>
Gráfico 1.- Interrelación Hombre-artefacto.....	10
Gráfico 2.- Objetivos de la Ergonomía	10
Gráfico 3.- Esquema simplificado de las relaciones informativas y de control ...	14
Gráfico 4.- Esquema de intervención ergonómica: de la crisis a la resolución....	15
Gráfico 5.- Efectos de un ambiente hostil	17
Gráfico 6.- Esquema simplificado del proceso de diseño de un puesto de mantenimiento y su evaluación	20
Gráfico 7.- Diseño de puestos de trabajo (PP.TT.).....	22
Gráfico 8.- Antropometría en función de necesidades.....	23
Gráfico 9.- La persona es la medida de todas las cosas	24
Gráfico 10.- Fig. 2.5 a) Interacción persona-lugar de trabajo, vista en planta	27
Gráfico 11.- Interacción persona-lugar de trabajo, vista en planta.....	28
Gráfico 12.- Fig. 2.5 c) Interacción persona-lugar de trabajo, vista en perfil	29
Gráfico 13.- El operador funcional	30
Gráfico 14.- Evolución de los parámetros antropométricos con la edad	30
Gráfico 15.- Algunas de las medidas antropométricas más utilizadas para el diseño de puestos de trabajo: a) sentado y de pie, de perfil b) sentado de frente..	32
Gráfico 16.- Dimensiones de asientos y respaldos	35
Gráfico 17.- Componentes del Kit Antropométrico CALSIZE.....	37
Gráfico 18.- Calibre de diámetros óseos grande.....	38
Gráfico 19.- Detalle de las ramas extensibles y de la doble ventana de lectura ...	38
Gráfico 20.- Calibre de diámetros óseos pequeño	39
Gráfico 21.- Detalle de la ventana de lectura	40
Gráfico 22.- Segmómetro rígido	41
Gráfico 23.- Detalle de la base de apoyo para la medición de alturas	41
Gráfico 24.- Plicómetro.....	42
Gráfico 25.- Detalle de la escala del Plicómetro CALSIZE.....	42
Gráfico 26.- Cinta Antropométrica	43
Gráfico 27.- Tallimetro Autoadhesivo	43
Gráfico 28.- Estuche del Kit Antropométrico	44

Gráfico 29.- Puntos antropométricos en un esqueleto	46
Gráfico 30.- Relaciones entre las dimensiones y espacios del puesto de trabajo y las dimensiones humanas.	58
Gráfico 31.- Curva normal y de percentiles (5, 50 y 95) de las estaturas de mujeres y hombres de una población hipotética.....	60
Gráfico 32.- Toma de la medición	62
Gráfico 33.- Lectura de la medición	63
Gráfico 34.- Registro de la medición	63
Gráfico 35.- Medición ancho hombros	64
Gráfico 36.- Medición Altura muslo asiento.....	64
Gráfico 37.- Medición Altura poplítea.....	65
Gráfico 38.- Medición ancho caderas	65
Gráfico 39.- Medición distancia glúteo poplítea	66
Gráfico 40.- Medición muslo suelo	66
Gráfico 41.- Medición Altura codo asiento.....	67
Gráfico 42.- Medición distancia glúteo rotulas	67
Gráfico 43.- Medición distancia codo mano	68
Gráfico 44.- Medición alcance máximo del brazo hace adelante sin agarre.....	68
Gráfico 45.-- Mobiliario Universitario (Mesa).....	74
Gráfico 46.- Vista Superior de la Mesa.....	75
Gráfico 47.- Vista Lateral de la Mesa	76
Gráfico 48.- Vista Frontal de la Mesa	77
Gráfico 49.- Mobiliario Universitario (Silla)	78
Gráfico 50.- Vista Superior de la Silla	79
Gráfico 51.- Vista Lateral de la Silla	80
Gráfico 52.- Vista Frontal de la Silla	81

ÍNDICE DE TABLAS

	<i>Pág.</i>
Tabla 1.- Relación de disciplinares entre Ergonomía y Salud.....	9
Tabla 2.- Mediciones antropométricas de los estudiantes de la Carrera de Ciencias de la Seguridad	69
Tabla 3.- Cálculos realizados.....	73
Tabla 4.- Dimensiones del mobiliario universitario	74
Tabla 5.- Relación dimensional (Estudiantes – Mobiliario Universitario)	82

RESUMEN

El presente trabajo fue desarrollado en la “UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGÍAS ESPE”, en la ciudad de Latacunga cuyo objetivo principal fue la comparación dimensional del mobiliario universitario con respecto a la antropometría de los estudiantes, para conocer si satisface las necesidades de los alumnos de la Carrera Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre. El estudio ergonómico realizado ayudara al mejoramiento del Ambiente Laboral de los estudiantes, eliminando riesgos ergonómicos identificados, en las aulas de clases, y previniendo las consecuencias de los mismos. Por lo cual el trabajo se realizará la implementación de un Kit Antropométrico Calibres Argentinos, que servirá para tener una precisión adecuada al momento de tomar medidas de los puntos antropométricos de los estudiantes, con el propósito de actuar activamente en el proceso de mejoramiento de las instalaciones y equipos utilizados en el proceso educativo de la Unidad de Tecnologías.

PALABRAS CLAVES:

- **ERGONOMÍA**
- **MEDICIÓN ANTROPOMÉTRICA**
- **KIT ANTROPOMÉTRICO**
- **COMPARACIÓN DIMENSIONAL**
- **PERCENTILES**

ABSTRACT

This research was developed in the Unidad de Gestión de Tecnologías “ESPE”, in Latacunga and its main objective was the dimensional comparison of the university furniture regarding with the students anthropometry to know if it satisfies the needs of the students from Air and Land Safety Science career. The ergonomic study will help to improve the students work environment eliminating identified ergonomic hazards in the classroom and preventing its consequences. Therefore, this work will implement an Argentine Calipers Anthropometric Kit which will serve to have an adequate accuracy when taking students’ anthropometric measures in order to act actively in the installations and equipment upgrading process used in the educative process in the Unidad de tecnologías.

KEY WORDS:

- **ERGONOMICS**
- **ANTHROPOMETRIC MEASUREMENT**
- **ANTHROPOMETRIC KIT**
- **DIMENSIONAL COMPARISON**
- **PERCENTILES**

Checked By:

Lic. Diego Granja

INTRODUCCION

En la universidad pasamos largas jornadas estudiantiles, día tras día, recopilando información de los docentes, con el fin de cumplir los objetivos académicos trazados, y superarnos personalmente mediante la obtención de un título académico, este desarrollo se debería dar en condiciones confortables para los estudiantes, mejorando el ambiente e impulsando a la mejora de su rendimiento académico.

El trabajo de investigación tiene como tema: Implementación del Kit Ergonómico, para el Análisis Dimensional del Mobiliario Universitario de la Carrera Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre en la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Su importancia radica en el conocimiento de la misma, que tendrá como aspecto central el estudio del Ambiente, así como también el mobiliario utilizado por los universitarios en su proceso de aprendizaje, a fin de mejorar el su medio ambiente en la institución que constituye una parte fundamental en el aprendizaje.

Está estructurado por capítulos: EL CAPITULO I, denominado EL TEMA, contiene los antecedentes, el planteamiento del problema, justificación e importancia, objetivos generales y específicos.

EL CAPITULO II, denominado MARCO TEÓRICO, lo conforma la fundamentación filosófica, fundamentación tecnológica, fundamentación legal, categorías fundamentales, para la investigación.

EL CAPITULO III, denominado DESARROLLO DEL TEMA, conformado por las modalidades de la investigación de campo, asociación de variables, plan del procesamiento de la información, análisis e interpretación de resultados.

EL CAPITULO IV, denominado CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES, está conformado por las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Se concluye con el Glosario, Bibliografía, Anexos en los que se han incorporado los instrumentos que se aplicaron en la investigación de campo.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES:

Realizando una investigación de Campo, por las bibliotecas universitarias del país, buscando información relevante a la investigación en curso se encuentra que:

En la Pontificia Universidad Católica del Ecuador existe una investigación cuyo tema es: ANÁLISIS ERGONÓMICO DEL MOBILIARIO ESCOLAR EN RELACIÓN A LAS MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS Y EVALUACIÓN POSTURAL DE LOS NIÑOS DEL 6TO AÑO DE EDUCACIÓN BÁSICA DE LA ESCUELA “QUINTILIANO SÁNCHEZ” realizado por VIERA MELÉNDEZ ANDREA CRISTINA en el 2012, cuya principal conclusión es: Los escolares al igual que los trabajadores de oficina realizan sus actividades mayoritariamente en posición sedente, por lo tanto al no establecer una relación eficiente entre los alumnos y sus mobiliarios, se genera un estrés mecánico lo que produce trastornos posturales, además de ser un limitante en la interacción social

En la Universidad Politécnica Salesiana existe una investigación cuyo tema es: “ESTUDIO ANTROPOMÉTRICO DEL PERSONAL QUE LABORA EN EL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA TEXTIL WELMAN” realizado por: PAOLA ELIZABETH VACA SALAZAR, cuyo propósito fue generar una base de datos antropométrica, y elaborar para cada variable una tabla organizada, para tener una herramienta de trabajo que pueda utilizarse más tarde en el diseño de puestos de trabajo.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:

La UGT-ESPE en el desarrollo de las actividades de enseñanza superior, ha realizado este proceso en instalaciones predisuestas y existentes, elaboradas acorde a criterios del fabricante y sin ningún estándar antropométrico, debido a la falta de normativa técnico-legal en el Ecuador.

En el cumplimiento diario de enseñanza escolar la utilización del mobiliario educativo, durante el desarrollo de las actividades teóricas principalmente se ha podido detectar falta de atención e incomodidad de una parte del alumnado, generando desconcentración en los mismos, sin que esto hasta el momento haya presentado antecedentes de dolencia osteo-musculares, debido a las malas posturas, causado principal por diseño de los mobiliarios, sin que esto haya sido analizado a profundidad.

Según el DR. WITREMUNDO TORREALBA, (2011) *“los principales problemas que pueden nacer en los estudiantes a partir del mobiliario escolar son las molestias musculares, específicamente en la zona lumbar, en la parte posterior de las rodillas y muchas veces a nivel de extremidad superior en hombros y cuello, por consecuencia de Riesgos ergonómicos presentes en el mobiliario”*

De no prestar la atención debida a la problemática existente, el discomfort en el mobiliario universitario se verá reflejado con mayor intensidad en la falta de atención y concentración dentro de las actividades educativas, lo que resulta perjudicial para el estudiante así como para la institución que busca formar tecnólogos profesionales y a carta cabal capaces de enfrentar los desafíos del mundo moderno.

1.3. JUSTIFICACION:

El análisis dimensional del mobiliario determinara si es el adecuado para el desenvolvimiento de las actividades educativas los estudiantes de la Carrera SAT de la UGT-ESPE, y si se adapta a las capacidades físicas de los estudiantes.

Esté estudio permitirá conocer si los recursos disponibles para los estudiantes ofertan confort para su utilización.

Los beneficiarios con el desarrollo de este proyecto serán los directivos de la institución, los mismo que planificarán medidas correctivas para el mobiliario universitario en el caso de ser requerido, los profesores que podrán impartir sus conocimientos de mejor manera, y alumnos de la Carrera SAT que contarán con un mejor ambiente de estudio, apto para sus capacidades y necesidades; identificando las causas y posibles consecuencias, además buscando la mitigación de riesgos ergonómicos consecuentes a este problema.

El proyecto contribuye como antecedente en investigación de los riesgos ergonómicos presentes en las instalaciones de la UGT.

La importancia de este estudio, se basa en los niveles de satisfacción que cumplirá el mobiliario para las necesidades de los estudiantes y obtener el completo estado de confort ergonómico de los mismos

1.4. OBJETIVOS

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

- Realizar la comparación dimensional del mobiliario universitario y antropométrico de los estudiantes, mediante la utilización de un kit antropométrico, para conocer si satisface las necesidades de los alumnos de la Carrera Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre de la Unidad de Gestión de Tecnologías.

1.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Recopilar la información necesaria para la ejecución de la investigación, mediante la obtención de información de campo a los estudiantes.

- Establecer las dimensiones antropométricas de los estudiantes, mediante la utilización del kit antropométrico
- Analizar la información recolectada para la utilización dentro de la investigación propuesta, mediante la utilización de percentiles antropométricos.
- Realizar propuestas de mejoramiento a la problemática de satisfacción del usuario causado por el mobiliario universitario existente.

1.5. ALCANCE:

El alcance de la presente investigación incluye el proceso de medición antropométrica de los alumnos de la carrera de Ciencias de la Seguridad, dimensionamiento del mobiliario universitario para posteriormente mediante una valoración de la satisfacción del usuario determinar si cumple su funcionalidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

En este capítulo se detallaran los contenidos teóricos que fundamentan la investigación, a fin de mejorar la comprensión del mismo.

2.1. SEGURIDAD INDUSTRIAL

De acuerdo a MANUEL BESTRATÉN y otros, en su texto de SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO, EUNED (2002): la seguridad en el trabajo, es *“el conjunto de técnicas y procedimientos que tienen por objetivo eliminar o disminuir el riesgo de que se produzcan accidentes de trabajo”*. (pág. 39).

En el lugar de trabajo, existen peligros que posteriormente se materializan en riesgos, los mismos que afectan a la salud del trabajador, causando accidentes de trabajo, enfermedades profesionales, y en algunos casos muertes.

La seguridad industrial busca acciones preventivas, que velen por el bienestar del trabajador, aplicando diferentes métodos de reducción, ya que el peligro está latente en diversas formas en el lugar de trabajo.

De acuerdo con el contenido del texto Seguridad industrial y protección ambiental para la pequeña y mediana empresa: La seguridad industrial junto con la Higiene en el trabajo son considera como:

La ciencia y arte que, como rama de la medicina en el trabajo, trata del reconocimiento, evaluación y control de aquellos factores del trabajador, ambientales o emisiones presentes en el lugar del trabajo, que pueden ocasionar

Enfermedades, accidentes, destruir la salud o dañar a los trabajadores y a la comunidad cercana al lugar de trabajo. (López, 1999)

Se entiende que medicina del trabajo es la especialidad médica que se dedica al estudio de las enfermedades y los accidentes que se producen por causa o consecuencia de la actividad laboral, así como las medidas de prevención que deben ser adoptadas para evitarlas o disminuir sus consecuencias.

En pasadas épocas, no se buscaba la seguridad del trabajador, solo se encaminaba a la mejora de producción en el menor tiempo posible, hoy en día el bienestar del trabajador es lo primordial en cualquier actividad laboral, buscando Seguridad Industrial para cada procedimiento.

La seguridad industrial, busca la identificación de Riesgos, para la prevención de los mismos, con el fin de minimizarlos para evitar accidentes laborales y enfermedades profesionales y brindarle mejor ambiente laboral al trabajador.

2.2. SALUD OCUPACIONAL

Según la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) la Salud Ocupacional se define como *“una actividad multidisciplinaria que promueve y protege la salud de los trabajadores. Esta disciplina busca controlar los accidentes y las enfermedades mediante la reducción de las condiciones de riesgo”* (Salud, 2015)

Conociendo que salud es el completo bienestar físico, mental y social de la persona, la salud ocupacional busca enmarcar esta definición en las actividades laborales del trabajador.

En esta actividad multidisciplinaria se busca implementar medidas correctivas para los riesgos presentes el sitio de trabajo, con el fin de minimizar los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que se puedan suscitar.

2.3. ERGONOMIA

Según el Manual para la prevención de riesgos laborales en las oficinas de la asociación Española de ergonomía (2003): *“La ciencia aplicada de carácter multidisciplinar que tiene como finalidad la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de los usuarios, para optimizar su eficiencia, seguridad y confort”* (Gonzales, 2003, pág. 108)

La ergonomía está relacionada directamente al hombre con su ambiente de trabajo, y qué importancia tiene el confort en su rendimiento.

Tabla 1.- Relación de disciplinares entre Ergonomía y Salud.

SALUD		
FISICA	MENTAL	SOCIAL
CONDICIONES MATERIALES	CONTENIDO DEL TRABAJO	ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO
Seguridad Higiene Medicina	Psicosociología	Psicosociología
ERGONOMÍA		

Elaborado: Edison Bermeo

Fuente: Modulo del Programa Técnico de Prevención de Riesgos, Escuela Julián Bastero

Se entiende por salud al completo bienestar físico, mental y social de una persona, la ergonomía busca el mejoramiento de la salud en el trabajo.

Según J. Alberto Cruz Gómez: *“La ergonomía estudia los factores que intervienen en la interrelación hombre-artefacto (operario-máquina), afectados por el entorno”* (Cruz, 2001, pág. 21)

La interrelación que mantiene el hombre y su puesto de trabajo, se debe realizar en un ambiente de confort, es por ello que la ergonomía busca la adaptación del trabajador a su puesto laboral, y la identificación de factores que incidan en Riesgos Ergonómicos

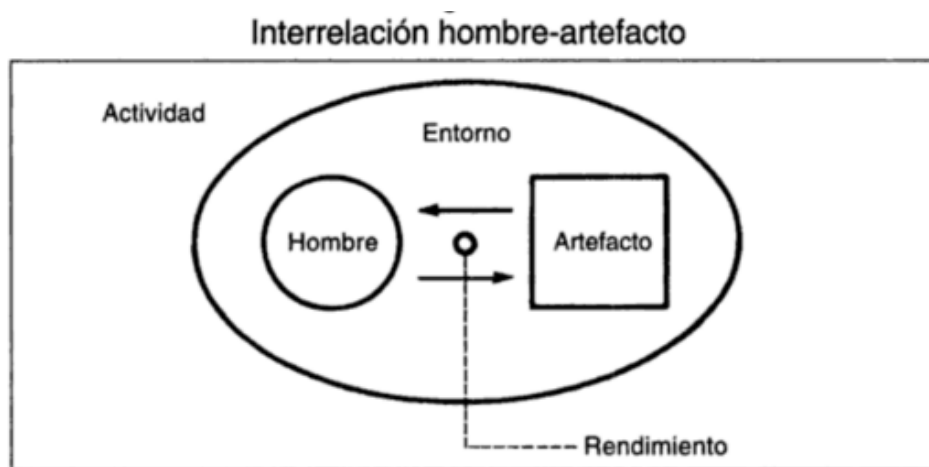


Gráfico 1.- Interrelación Hombre-artefacto

Fuente: Principios de Ergonomía (pag.21)

El propósito de la ergonomía es buscar alternativas de mejoramiento del confort y el entorno en el que se desarrolla la actividad laboral.

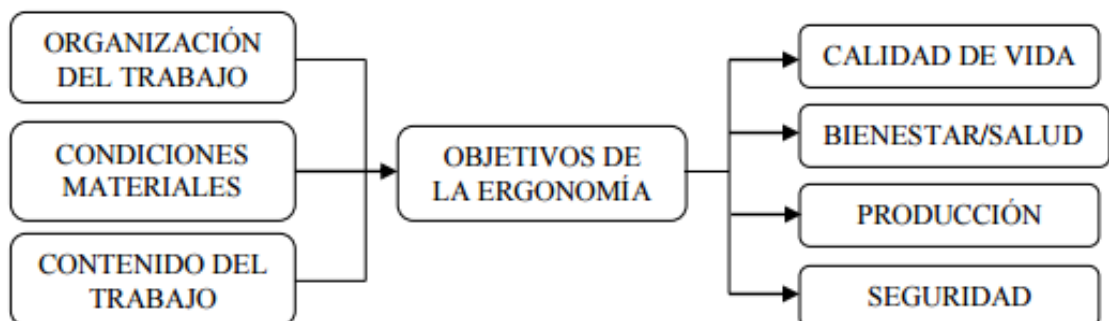


Gráfico 2.- Objetivos de la Ergonomía

Fuente: Modulo de Programa Técnico de Prevención de Riesgos

Los objetivos de la ergonomía están encaminados al bienestar del trabajador, para la mejor producción de su actividad.

2.3.1. CLASIFICACION DE ERGONOMÍA

Según JIMENEZ B. y otros (2000), *"Existen diversas clasificaciones de la ergonomía pero la que se expone a continuación es por áreas de especialización:"* (Maria Agustias, 2000, pág. 08)

1. Ergonomía biométrica:
 - Antropometría y dimensionado
 - Carga física y confort postural
 - Biomecánica y operatividad

2. Ergonomía ambiental:
 - Condiciones ambientales
 - Carga visual y alumbrado
 - Ambiente sónico y cronoergonomía

3. Ergonomía cognitiva:
 - Psicopercepción y carga mental
 - Interfaces de comunicación
 - Biorritmos y cronoergonomía

4. Ergonomía preventiva:
 - Seguridad en el trabajo
 - Salud y confort laboral
 - Esfuerzo y fatiga muscular

5. Ergonomía de concepción:
 - Diseño ergonómico de productos
 - Diseño ergonómico de sistemas
 - Diseño ergonómico de entornos

6. Ergonomía correctiva:

- Evaluación y consulta ergonómica
- Análisis e investigación ergonómica
- Enseñanza y formación ergonómica (Maria Agustias, 2000)

Como ya conocemos que la ergonomía es una ciencia multidisciplinaria, en su clasificación cuenta con varias ramas, que estudian factores, condiciones, causas y mejoramiento del ambiente laboral.

2.4. DISEÑO DE ESTACIONES DE TRABAJO ESCOLAR

Una parte importante de la ingeniería de métodos la constituye el diseño de puestos de trabajo. En el diseño de puestos de trabajo se aplican todos los factores ergonómicos posibles de tal manera que se reduzca la fatiga del operario y en consecuencia mejore su desempeño.

La atención al detalle en las características físicas de una estación de trabajo puede reducir los problemas del usuario y dar lugar a una mayor productividad.

Aunque muchas de las recomendaciones en materia de diseño parecen ser cuestiones de sentido común, para que una organización sea productiva, no solo debe tener tareas bien diseñadas sino que debe manejar esas tareas en forma eficaz, lo que contribuirá a que la organización sea más eficiente y productiva.

2.4.1 Sistema persona-máquina (P-M)

Según MONDELO, P y Otros, (2013) *“El bienestar, la salud, la satisfacción, la calidad y la eficiencia en la actividad de las personas dependen de la correcta interrelación existente entre los múltiples factores que se presentan en sus espacios vitales y las relaciones que establecen con los objetos que les rodean.* (Pág. 13)

Existen múltiples formas de análisis de los espacios de actividad o trabajo, de los objetos y del conjunto de acciones que las personas se verán obligadas a

realizar, por ejemplo, clasificar el monto de interrelaciones P-M en los siguientes tipos:

- Relaciones dimensionales
- Relaciones informativas,
- Relaciones de control,
- Relaciones ambientales,
- Relaciones temporales,
- Relaciones sociales,
- Relaciones de organización,
- Relaciones culturales, etc.

Pero se debe señalar que todas las interacciones de los sistemas P-M ejercen una acción determinante sobre los factores psicosociológicos y fisiológicos residentes en las personas, provocando satisfacción o insatisfacción en el trabajo, desarrollo o involución de la personalidad, potenciando o inhibiendo la creatividad, cohesionando o disgregando el grupo de trabajo, etc.

Ésta, como cualquier otra clasificación es un recurso metodológico utilizado con el objetivo de poder acceder al conocimiento de la estructura y el funcionamiento de un fenómeno altamente complejo y complicado, como es el sistema persona-máquina, cuyas interacciones se manifiestan sinérgicamente y aparecen ante los ojos de los observadores de manera hipercompleja y formando un todo.

Por otra parte, determinadas relaciones dimensionales entre el usuario y la máquina, compatibles (o incompatibles), garantizarán o impedirán que éste se informe y controle satisfactoriamente la marcha del proceso.

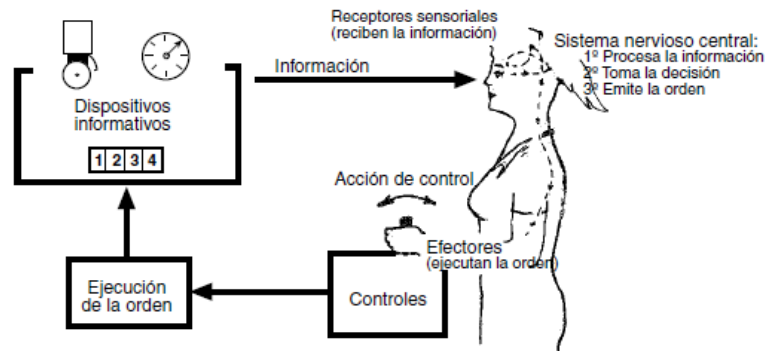


Gráfico 3.- Esquema simplificado de las relaciones informativas y de control

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

No cabe la menor duda de que la actividad interactiva y dinámica de los sistemas P-M, de una forma u otra, siempre está activada, y que no existen elementos que no pertenezcan a un sistema específico y definido, o sea, que todo elemento interactivo muestra, y a la vez limita, los grados de libertad de todo el sistema. Ya que la persona pertenece en todo momento a algún sistema podemos decir que los individuos, a lo largo del día y de su vida, van formando parte de múltiples subsistemas P-M, pasando de uno a otro con relativa frecuencia, y se ven obligados a responder a requerimientos diferentes en tiempos mínimos.

2.4.2. Puestos de actividad o trabajo (PP.TT.)

Según MONDELO, P y Otros, (2013) *“Para el diseño óptimo de puestos de actividad o trabajo (PP.TT.), como en cualquier otro tipo de diseño de producto, es necesario tener en cuenta desde el nacimiento de la idea, una serie de conceptos o premisas básicas que si se ignoran o se insertan improvisadamente en el sistema, lo invalidan, lo lastran gravemente, o en el mejor de los casos propugnan la obtención de un resultado no esperado del mismo.* (Pág. 52).

Por todo ello, para abordar cualquier proyecto de diseño de PP.TT. es necesario trazar *a priori* una línea de actuación de diseño conceptual, a manera de ruta, donde aparezcan debidamente señalizados todos aquellos hitos y aspectos básicos que no deben ser pasados por alto en el nuevo diseño o rediseño de PP.TT.

Esta metodología de trabajo debe estar presente en cada etapa del proyecto, sin que, por otro lado, esta guía signifique una atadura que incapacite al equipo en su toma de decisiones, o constriña el aporte de ideas novedosas u originales.

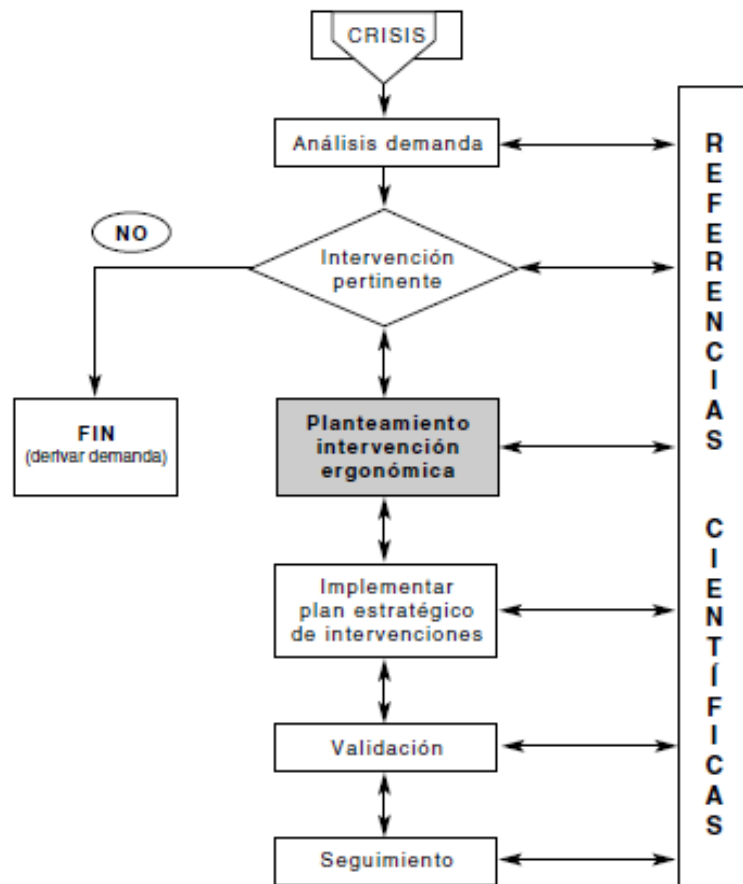


Gráfico 4.- Esquema de intervención ergonómica: de la crisis a la resolución

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Dentro de la temática que se expone a continuación, se aborda el diseño ergonómico de PP.TT. considerando en profundidad tres tipos de relaciones en el interfaz persona-máquina:

1. Relaciones dimensionales,
2. Relaciones informativas,
3. Relaciones de control.

En las *relaciones dimensionales* se buscan la compatibilidad entre las medidas antropométricas dinámicas de los distintos usuarios potenciales de los PP.TT. objeto del diseño, y las dimensiones, formas y estructuras que habrán de tener éstos y sus distintas partes, de manera que pueda garantizarse que las personas que las utilizarán según sus actividades (operarios, instaladores, mantenimiento, limpieza...) se hallen en situación de bienestar físico y del bienestar psíquico que provoca éste, durante todo el tiempo que duren las actividades.

En las *relaciones informativas* se analiza la compatibilidad necesaria entre la capacidad de la percepción de la información de los trabajadores antes y durante el trabajo, la información que deben recibir y los dispositivos informativos (sonoros, visuales y táctiles) necesarios para ser transmitida esa información satisfactoriamente.

En las *relaciones de control* se analiza la compatibilidad entre las necesidades de los usuarios para poder regular las máquinas y los procesos con eficiencia, seguridad, rapidez y bienestar, mediante los mandos apropiados.

Además de las relaciones anteriormente expuestas, el diseño de puestos de trabajo abordan otro tipo de relaciones, que inciden el desarrollo de la actividad, como es el caso de las relaciones ambientales: se analiza aunque de forma muy somera, la compatibilidad entre los usuarios y el ambiente (ruido, microclima, iluminación) durante las actividades; el tema de la biomecánica; el gasto energético y diferentes métodos de evaluación y cálculo del transporte de cargas, esfuerzos y cadencias, y momentos que debemos utilizar en el diseño holístico de PP.TT. De hecho, no se profundiza en extremo en estos temas ya que son tratados extensamente por otros libros de esta colección.

Es imprescindible prever la interacción armoniosa entre los diferentes tipos de relaciones.

Además, la coherencia intrínseca en el diseño solamente es posible cuando todos los estímulos exteriores están sintonizados y entran en resonancia con la personalidad del sujeto provocando una respuesta positiva de verdadera satisfacción integral, mediante sensaciones que desarrollan el intelecto de forma favorable.

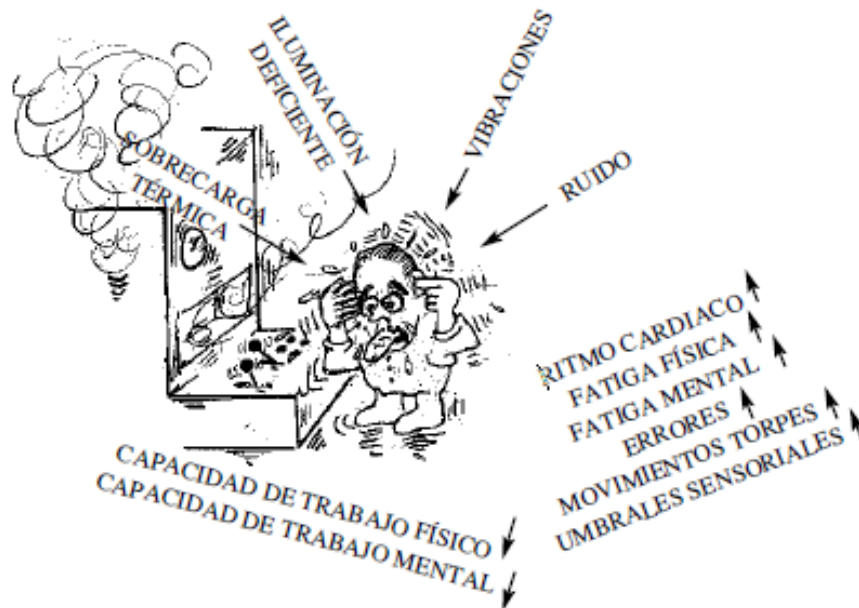


Gráfico 5.- Efectos de un ambiente hostil

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Sin duda que los aspectos del ser humano que poseen más latitud de diferenciación son las características psicofisiológicas, por lo que resulta difícil hallar patrones de estímulos que satisfagan por igual a una población numerosa, e incluso son muchas las contradicciones en las respuestas interindividuales. Sin embargo, partiendo de determinados aspectos comunes, es posible trazar pautas generales que faciliten el establecimiento de clases o grupos de respuestas similares. Cabe resaltar, además, que nuestra intención, al menos latente, es generar PP.TT. integradores y transgeneracionales, que consideren a todos los operarios sin sesgos de edad, sexo o discapacidad, aunque seamos conscientes de las dificultades que ello entraña y de lo limitado de nuestras aportaciones.

El conjunto de estímulos exteriores que actúan sobre el individuo lo hacen sistémicamente como un ente único (el ambiente) y sobre un ente único (la persona). La luz (niveles de iluminación, colores, contrastes, luminancias, distribución de las luminancias, difusión de la luz, tamaños de los objetos y distancias visuales, tiempos de duración y movimientos de los estímulos visuales) actúa integralmente sobre nuestro sistema visual, que se encarga de transmitir al cerebro un resultado y desarrollar complicadas y complejas respuestas, propias de la interacción entre la luz y la visión de cada persona, que pueden ser satisfactorias o indiferentes o desagradables o perjudiciales, todas en grados muy variados, en función del estímulo, de las capacidades fisiológicas, de la personalidad y las características del sujeto, etc.

Lo mismo ocurre con el sonido (frecuencia, nivel de presión sonora, compás, armonía, ritmo.) con el microclima o ambiente térmico (temperatura del aire, humedad, velocidad del aire y calor radiante), y con todos los estímulos del ambiente que actúan sobre el individuo.

Un puesto de actividad diseñado con un claro objetivo ergonómico debe considerarse en su totalidad, como un elemento que ocupa un lugar en el espacio físico y simbólico (el espacio interior de cada individuo). Es en este lugar donde tenemos que intentar ocupar una posición y conseguir una unidad físico-simbólica entre la persona y el resto del sistema.

Al proyectar puestos de trabajo o actividad no podemos pasar por alto que son múltiples las variables que se deben considerar: los PP.TT. colocados en distintos entornos, en situaciones espaciales totalmente diferentes y de difícil previsión, sobre las cuales no tenemos control. Una taquillera expuesta al público, un operario de prensas, un oficinista, una mecánica de automóviles. Ahora bien, estas situaciones laborales, por muy dispares que sean, siempre ponen en evidencia cualquier defecto conceptual por mínimo que sea, y se manifiesta y afecta a la totalidad de la jornada, lo cual hace que el individuo valore su puesto como un producto incompleto y defectuoso que le impide operar con el grado de calidad programado.

Por otro lado, las máquinas son sensibles al ambiente, pero también al carácter y al estado emocional de las personas que las manipulan, que se manifiestan en la forma de operarlas y tratarlas. Todo esto lo saben perfectamente los equipos de diseñadores.

De ahí que al diseñarlas se deban considerar también las situaciones críticas y de emergencia, las puntas de trabajo, las diferencias interculturales de los operarios, los posibles países de ubicación, y todo tipo de idiosincrasia, para evitar que nuestros proyectos puedan generar situaciones patógenas para el trabajador, o sorpresas que puedan desembocar en accidentes e incidentes (materiales o humanos).

Así pues, luz, sonido, calor o frío, vibraciones, ropa, características psíquicas y físicas de la actividad, espacios para los movimientos, dimensiones, formas, colores, texturas de los objetos que la rodean y con los que la persona puede estar en contacto físico, visual, olfativo, auditivo y gustativo, componen con el hombre un único sistema, en el cual el individuo, que es la parte más importante, está sometido a una constante acción de los restantes componentes del sistema, que lo obligan a sentir permanentemente su influencia (luces, colores, formas, sonidos, texturas), adoptar posturas y posiciones, a efectuar movimientos, a tomar decisiones o a asimilar pasivamente una situación emocional que puede provocarle placer o molestia, sentimientos agradables o desagradables.

Respecto a los espacios y las dimensiones de los objetos componentes de un sistema persona - máquina, para analizar sus dimensiones y las de sus subsistemas, y la necesaria compatibilidad entre ellos, se utiliza la antropometría como herramienta y la persona como patrón de medida, de la misma forma que para todo tipo de relación en el sistema persona-máquina; respecto a los esfuerzos, se utiliza la biomecánica como instrumento de análisis y cálculo.

Aún no existen estudios antropométricos completos en todos los países, por lo que la información antropométrica utilizada, es hasta el momento la recomendada en libros y fuentes bibliográficas confiables.

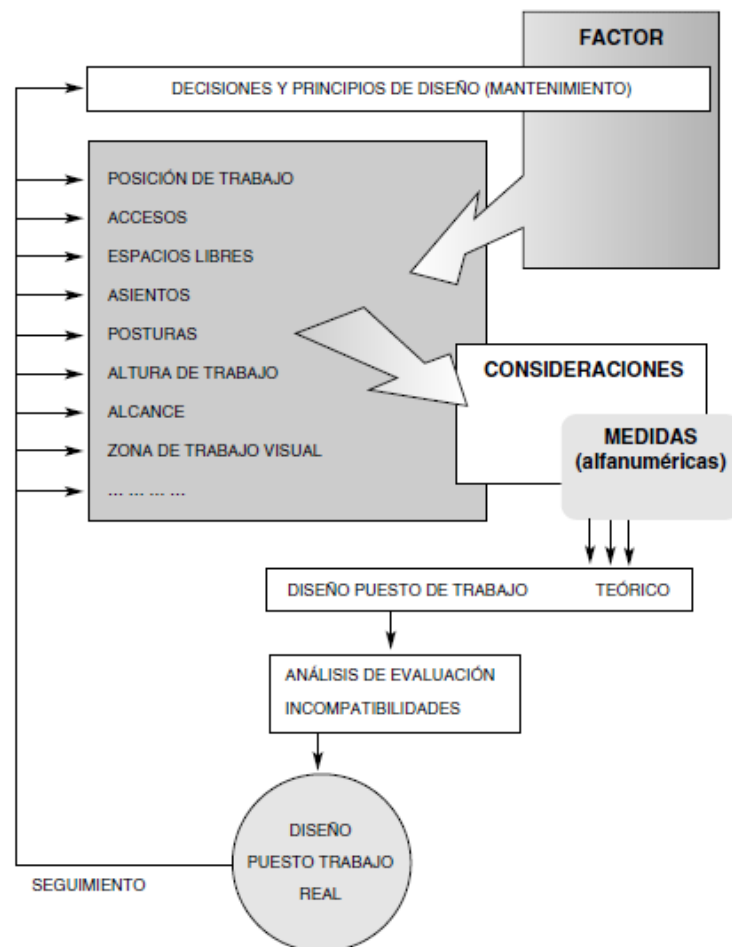


Gráfico 6.- Esquema simplificado del proceso de diseño de un puesto de mantenimiento y su evaluación

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Es de suma importancia aclarar que la información antropométrica, biomecánica y biofísica de las personas debe ser manejada ante todo con espíritu creador y como un dato relevante pero no único, ya que no son más que herramientas, y los resultados dependen de la capacidad, experiencia, creatividad y habilidad de quien los utilice. Cabe remarcar que de nada vale una rigurosa precisión milimétrica en el diseño físico de los PP.TT. cuando el ser humano es sumamente inexacto, impreciso y cambiante a lo largo del día y de su vida, tanto en sus dimensiones estáticas como dinámicas, y en su comportamiento psicológico.

Se debe recordar que cualquier intervención que se realice en un sistema P-M debe tener prevista su evaluación, ya que todo proyecto debe asegurar su calidad y grado de pertinencia, mediante mecanismos de planificación y control.

No hay que olvidar que toda intervención ergonómica se debe caracterizar por poseer dos niveles de bondad en los resultados: por un lado, cómo y en qué grado se ha mejorado la calidad de vida de los operarios, y por otro, cómo y en cuánto hemos mejorado la efectividad del sistema. Sólo cuando la intervención mejora estos dos aspectos podemos hablar de una intervención ergonómica en el sistema, ya que cualquier optimización que solamente considere una parte, pierde, el carácter ergonómico de la intervención para asentarse en otros campos, algunas veces afines y próximos a la ergonomía, pero carentes de los principios básicos que deben regir las intervenciones de esta ciencia en los sistemas.

2.5. Relaciones dimensionales. Antropometría

2.5.1. Espacios de actividad

Un par de zapatos incómodos, irritan, dañan el pie, y provocan mal humor hasta que se decide tirarlos a la basura; un puesto de trabajo incómodo daña el organismo, afecta la productividad y la calidad del trabajo y provoca mal humor, pero no se puede abandonarlo. Más aún, en muchas ocasiones no se tiene consciencia del mal diseño de un puesto de trabajo y de los contratiempos que éste provoca, se lo soporta abnegadamente día a día durante la jornada laboral, y sus defectos acostumbran a estar enmascarados tras dolores cervicales, lumbares, de hombros, de cabeza, varices, accidentes, baja productividad, mala calidad de los productos, absentismo sin explicación o simple apatía por el trabajo.

El principio ergonómico fundamental que debe regir todas nuestras intervenciones es el de adaptar la actividad a las capacidades y limitaciones de los usuarios, y no a la inversa.

Durante las veinticuatro horas del día, minuto a minuto, se forma parte de múltiples sistemas y ocupando los más variados espacios en diversos lugares donde se realiza todas las actividades, alguna de las cuales, ciertamente, jamás podemos dejar de hacer. Las relaciones dimensionales que se establecen entre los cuerpos y muchos de estos espacios y objetos generalmente no se ajustan a las necesidades antropométricas.

La revolución industrial trajo consigo la producción masiva, lo que provocó una derrota para las compatibilidades dimensionales que existían entre las personas y sus entornos, cuando el diseño de los mismos dependía de los artesanos; lo mismo en los productos y herramientas, como en los espacios de actividad en todos los ámbitos de la vida.

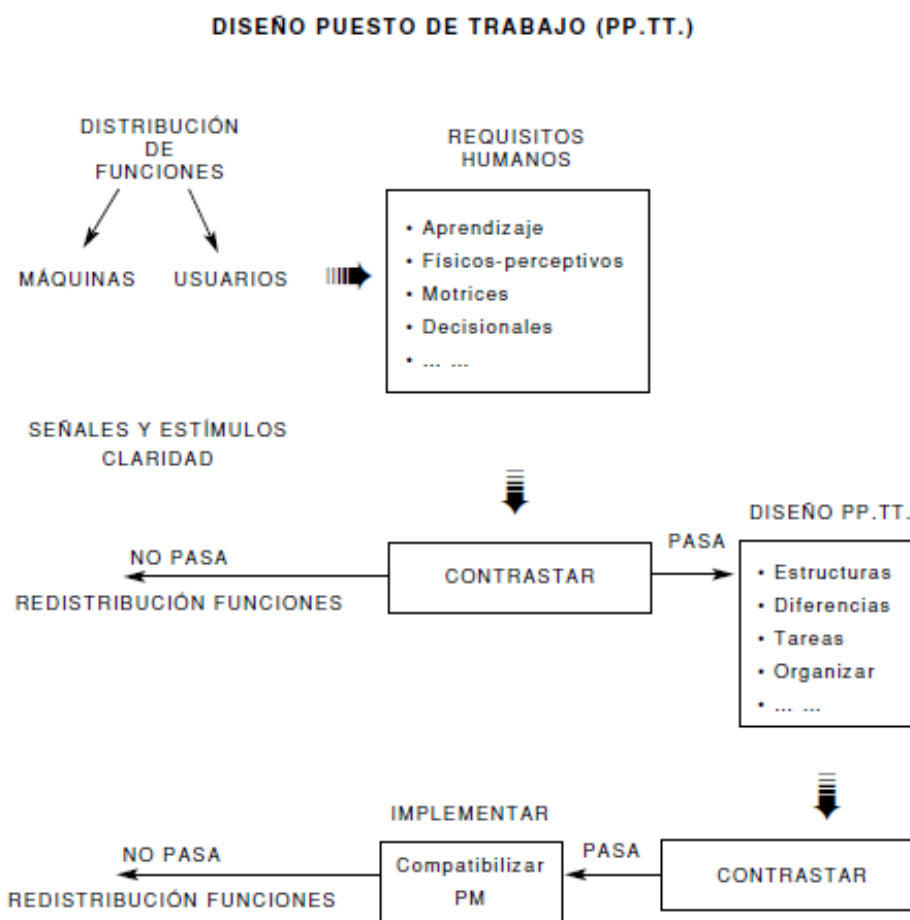


Gráfico 7.- Diseño de puestos de trabajo (PP.TT.)

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Incluso las unidades utilizadas partían de las personas: el codo, el pie, la pulgada, el palmo, etc., cuando las personas eran la medida de todas las cosas (figura 2.3). Por el tamaño de sus armaduras sabemos que los valientes guerreros de la edad media eran mucho menos corpulentos que lo supuesto y por los muebles de la casa del Greco en Toledo sabemos que el ilustre pintor no era tan esbelto como lo imaginamos al compararlo con los cánones actuales.

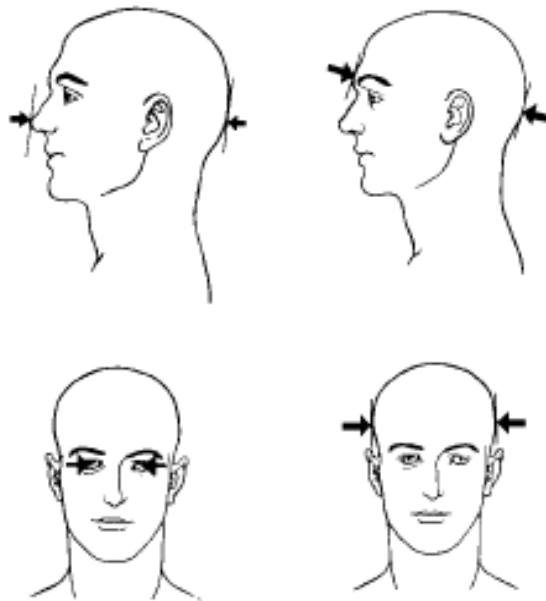


Gráfico 8.- Antropometría en función de necesidades

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Pero con la revolución industrial desapareció el antropocentrismo y las “maravillosas” máquinas pasaron a ser los elementos más importantes y costosos dentro de los sistemas P-M, mientras que las personas se convirtieron en las piezas menos importantes, fácilmente sustituibles y más baratas.

Porque, paradójicamente, diseñar y construir una máquina resulta caro, mientras que a las personas las diseña, construye, desactiva y recicla, “gratuitamente” la naturaleza; los seres humanos abundan y, por el trato que reciben de algunos diseñadores de puestos de trabajo, algunas veces parece hasta que sobran. Este gran absurdo es nuestro lastre conceptual al proyectar puestos de actividad y trabajo.

De manera que las personas muchas veces aún tienen que moverse como pueden, en espacios totalmente agresivos para con sus cuerpos y mentes, adoptando posturas aberrantes, ajustándose a la máquina, golpeándose, rozándose, retorciéndose y realizando esfuerzos excesivos que nadie tuvo en cuenta al diseñar la máquina y sin tomar en cuenta los ambientes sonoro, térmico y visual, de las vibraciones, la contaminación, etc., las personas pasaron a ser una pieza más del sistema.



Gráfico 9.- La persona es la medida de todas las cosas

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Durante un largo período de tiempo una parte de la humanidad ha ido ganando conciencia de este disparate y ha comenzado a centrar el diseño nuevamente en las personas, aunque ahora tiene que ser de otro modo, ya que la producción debe ser más masiva y muy pocas veces individual. Pero hasta el momento esta toma de conciencia es relativa, porque las mayoría de las veces la consideración de medidas humanas a implementar vienen impuestas por las leyes y las normas, y no como un proceso conceptual previo del equipo de proyectos.

Es por todo ello y más, que el *primer principio* que debemos interiorizar en ergonomía aplicada al diseño de PP.TT. es el de la supremacía de la persona como el elemento más importante de cualquier proyecto de concepción o rediseño, y la obligación de mantener el referente humano en todas y cada una de las etapas del proyecto, o sea, desde la conceptualización hasta la retirada.

El *segundo principio* es reconocer nuestra limitada capacidad para modificar psicofísicamente a las personas y que más allá del entrenamiento y la alimentación para mejorar sus aptitudes físicas y mentales, nada se puede hacer.

Por lo tanto, la solución realista es diseñar correctamente el puesto y el trabajo, es decir, adaptarlos a los segmentos corporales relevantes del grupo de operarios que debe intervenir, considerando alcances, tiempos de reacción, esfuerzos, momentos, cadencias, etc., admitiendo que la variable persona es flexible pero frágil, y aceptando que el grupo de operarios de que disponemos y del cual partimos es el mejor que tendremos durante toda la vida útil de nuestro proyecto.

El *tercer principio* es que la persona nunca debe de ser dañada por su actividad dentro de un sistema, ni siquiera con molestias psicológicas, y que incluso una actividad sencillamente aburrida afecta, y que el perjuicio no se limita a la incomodidad de una mala postura, sino que es mucho más serio; involucra al sistema músculo esquelético, pero también a los sistemas cardiovascular, respiratorio, gastrointestinal y nervioso, por citar los más evidentes. La adaptación de la persona a posiciones incómodas es una falacia: jamás nos adaptamos, simplemente nos resignamos y sacrificamos nuestra salud y la calidad del trabajo en aras de una falsa productividad, y culpamos a las máquinas de obsoletas o nos autoculpamos como incapaces, enfermizos, viejos, etc., y acabamos pensando en los “años que pasan”. Resignación y baja productividad son sinónimos del mal funcionamiento del sistema.

Estar seis u ocho horas de pie es una barbaridad, pero estar ese mismo tiempo sentado, también lo es.

El ser humano está “diseñado” para estar en movimiento, por lo que es imprescindible que cambie continuamente de postura, incluso cuando duerme.

Un sencillo experimento: *Cuando éramos niños y cómo se les continúa diciendo a nuestros hijos: ‘manténgase sentado en una posición “correcta”’: espalda recta perpendicular al suelo, pies bien apoyados sobre el suelo, etc., durante quince minutos.*

No cruce las piernas, no desplace sus glúteos hacia delante en el asiento, no estire las piernas, manténgase firme en su posición “correcta”, son solamente 15 minutos. Haga la prueba, es muy fácil y verá cuán rápidamente deja de ser “correcta”. Lo aprenderá más que oyéndolo decir o leyéndolo.

No hay posturas buenas durante mucho tiempo. Sin duda, el mejor diseño de puesto de trabajo es aquel que le da la mayor libertad a la persona para modificar su postura cada vez que lo desee sin abandonar ni perjudicar la tarea que esté realizando y si la abandona que sea para descansar y recuperarse, bien realizando otra tarea (descanso activo), bien en reposo.

La antropometría es la ciencia que estudia las dimensiones del cuerpo humano, lo mismo con objetivos antropológicos, médicos, deportivos, que para el diseño de sistemas de los que la persona forma parte: objetos, herramientas, muebles, espacios y puestos de trabajo. La diferencia estriba precisamente en los objetivos con que se utilice.

El ser humano es el elemento más importante de cualquier sistema P-M, pero a la vez es el más frágil y caro (caro en su doble acepción: costoso y querido). Es, pues, mucho más económico tener en cuenta a la persona en el diseño de los puestos de trabajo que ignorarla. Las dimensiones humanas, sus movimientos y tiempos, deben primar para determinar las dimensiones del puesto.

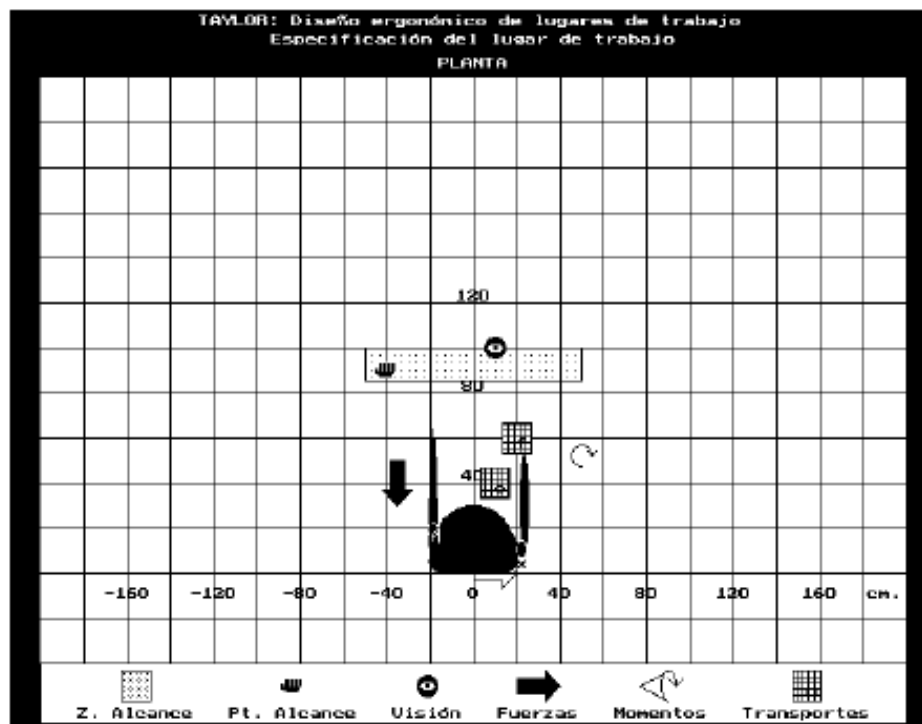


Gráfico 10.-Fig. 2.5 a) Interacción persona-lugar de trabajo, vista en planta

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Por ejemplo, el punto más distante de un panel de mandos al cual debe acceder una operadora de central telefónica frente a ella, no debe estar a una distancia mayor que el alcance máximo de su brazo tendido hacia delante sin esfuerzo, con la espalda recostada en el respaldo del asiento. Es decir, el lugar más alejado donde debe instalarse un botón de mando lo determina la longitud del brazo de la persona tendido hacia delante; pero además, si este botón debe ser accionado con determinada frecuencia, digamos diez veces por minuto, tampoco éste será el sitio idóneo para colocar el botón, sino bastante más cerca. Haga usted otra prueba: extienda el brazo al máximo hacia delante con una frecuencia de seis veces por minuto durante diez minutos. De esta manera, cada dimensión del puesto dependerá de una o más dimensiones antropométricas específicas de la persona o personas que lo utilizarán y de sus movimientos y frecuencias.

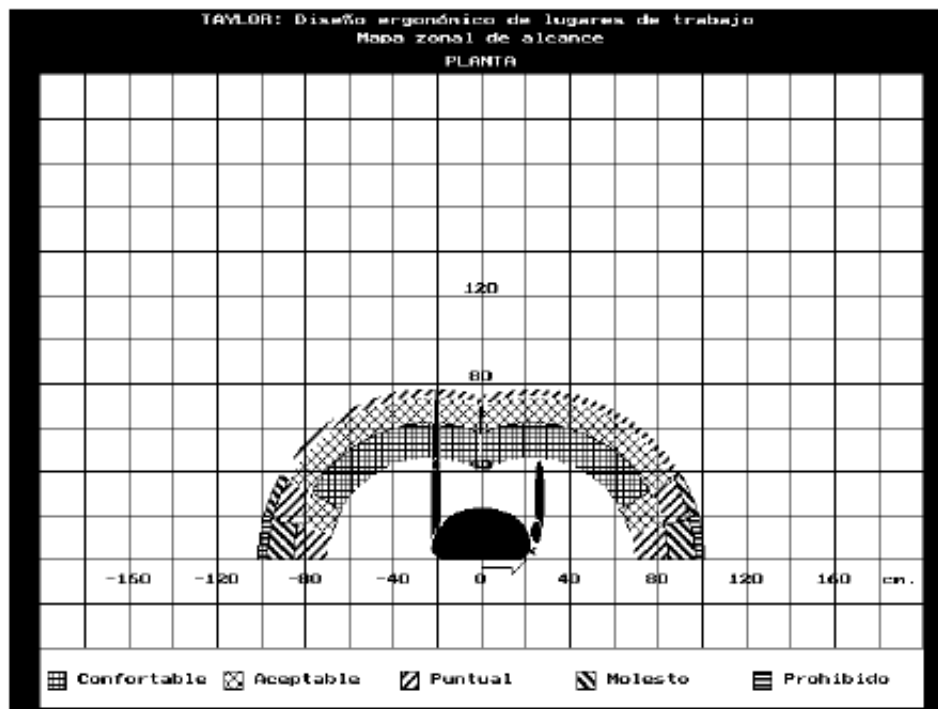


Gráfico 11.- Interacción persona-lugar de trabajo, vista en planta

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Si las personas son seres creados para vivir en movimiento, es obvio que la antropometría que se necesita para diseñar herramientas, objetos y puestos de trabajo es la antropometría dinámica, y no la estática. Por lo mismo, se puede definir la antropometría que utiliza la ergonomía, como la ciencia encargada de estudiar tanto las dimensiones del ser humano incluidos sus movimientos, como su peso, su volumen, sus fuerzas, sus desplazamientos angulares, etc.

Otro aspecto que caracteriza a la antropometría como herramienta de la ergonomía es su precisión que, por lo general, puede ser menor que la utilizada con fines antropológicos. En nuestro caso los milímetros no dicen mucho, aunque hay que tener en cuenta que las mediciones pueden ser más bastas en la estatura, por ejemplo, y deben ser más cuidadosas cuando se mide el diámetro de los dedos de la mano o la distancia interpupilar.

En general, la precisión de las mediciones puede ser del 0,3%, sin que el estudio sufra por ello. Ello se debe no sólo a que no se requiere una gran

precisión, sino también a que el hombre modifica fácilmente sus dimensiones con las posturas, los esfuerzos y los movimientos. Observemos que nuestra estatura es mayor cuando nos levantamos por la mañana que cuando volvemos a la cama por la noche después de haber estado de pie 16 horas, nuestros dedos son más cortos antes que después de estirárnoslos, el brazo se acorta cuando lo bajamos después de tocar la pared con la punta de los dedos extendido e intentamos volver a tocar la pared de nuevo, etc. (MONDELO, P. y otros, *Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo*)

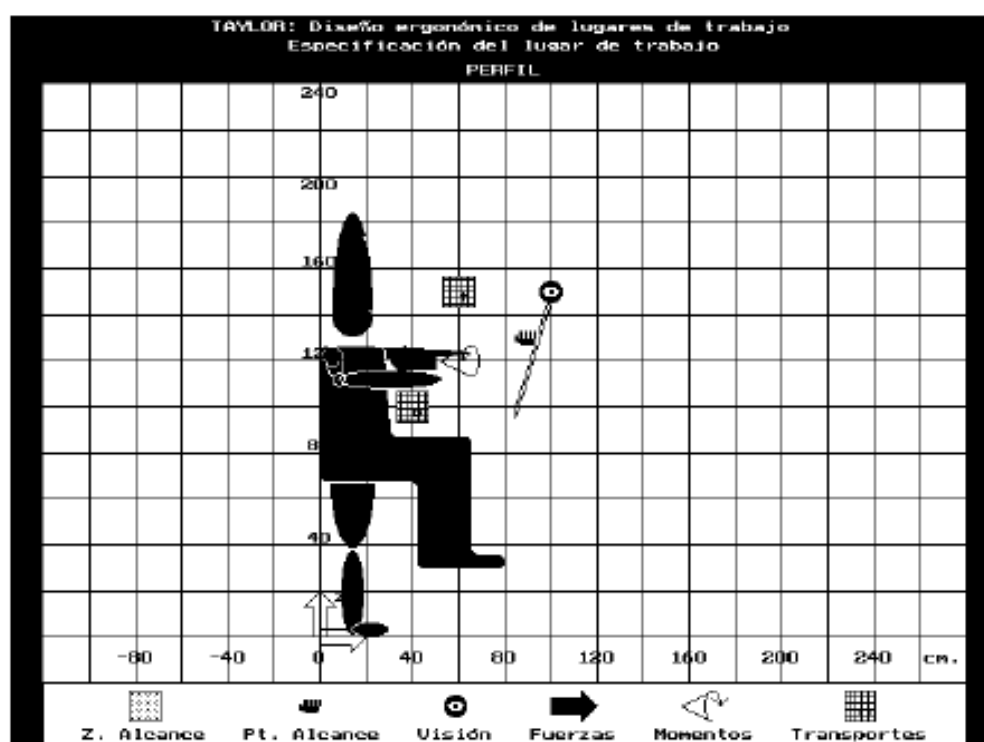


Gráfico 12.- Fig. 2.5 c) Interacción persona-lugar de trabajo, vista en perfil

Fuente: MONDELO, P. y otros, *Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo*

Pero, además, las personas modifican sus dimensiones a lo largo de su vida y no sólo durante su etapa inicial de crecimiento hasta determinada edad.

Por otra parte, no es lo mismo diseñar un puesto de trabajo para una persona específica, que para un grupo, que para una población muy numerosa. Estas tres situaciones requieren decisiones y métodos de trabajo diferentes, pues el

diseño se complica cuantas más personas haya que tener en cuenta, aunque muchas veces nos engañemos resolviendo un diseño sin considerar la gran variedad de usuarios potenciales que existen. Y, por cierto, desistamos de encontrar un individuo dentro del grupo o población que los represente a todos, porque ello nos llevaría al desastre. En todo caso, el único representante sería un ser imaginario llamado Maximín, descubierto por los autores y cuyos apellidos (sexo, edad, etc.) dependerán de la composición del grupo o población que represente.



Gráfico 13.- El operador funcional

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

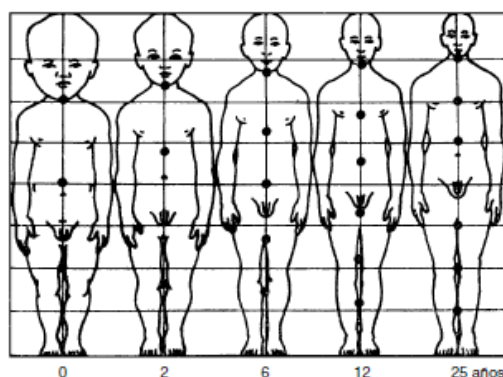


Gráfico 14.- Evolución de los parámetros antropométricos con la edad

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

2.5.2. Información antropométrica

Las diferencias antropométricas se hacen más evidentes entre etnias, países y hasta entre regiones. **(MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo)**

Por razones genéticas, de alimentación, climáticas, el ser humano posee características diferenciales que se manifiestan de formas más o menos acentuadas. De ahí que cuando se desea utilizar tablas de información antropométrica ajenas a la población para la cual se va a diseñar un puesto de trabajo, hay que tener en cuenta que su aplicación no garantiza en modo alguno el éxito del diseño.

Así pues, la utilización de información antropométrica no autóctona, ante la ausencia de información de la población para la cual se diseña, constituye un elevado riesgo si no se tienen en cuenta importantes aspectos.

Por ejemplo: los bancos de muchos parques, donde un elevado número de personas no pueden apoyar sus espaldas porque los respaldos están muy distantes, y los asientos de algunos vagones de metro y autobuses, en los que a muchas personas, generalmente mujeres, no les llegan los pies al suelo y tienen que “bailar ballet en puntas” para no ser proyectadas frontalmente cuando el vehículo frena o inicia la marcha.

Si no existe la información antropométrica de la población para la cual se va a diseñar puestos de trabajo, hay que ser muy cautelosos con la información ajena y con las recomendaciones bibliográficas, vengan de donde vengan, porque quienes recomiendan no poseen información de la población específica,

Para ello hay que tener en cuenta la población específica y la información antropométrica limitada que se posee de la misma, ya sea tomada por los involucrados o por otros especialistas, en fábricas, oficinas, hospitales, etc., que nos permita estimar las diferencias más importantes en relación con la información antropométrica ajena.

La información antropométrica generalmente está expresada en tablas con los percentiles más usuales de cada dimensión, aunque también puede estar expresada implícitamente con la media y la desviación estándar solamente, o mediante curvas o figuras.

2.5.3. Dimensiones antropométricas

Las dimensiones del cuerpo humano son numerosas, pero para diseñar un puesto de trabajo específico sólo se deben tener en cuenta las necesarias para el mismo. (MONDELO, P. y otros, *Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo*)

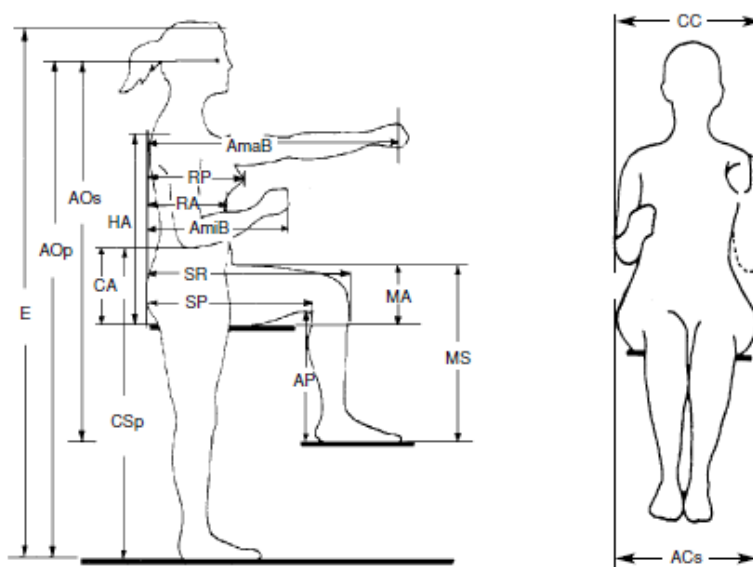


Gráfico 15.- Algunas de las medidas antropométricas más utilizadas para el diseño de puestos de trabajo: a) sentado y de pie, de perfil b) sentado de frente

Fuente: MONDELO, P. y otros, *Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo*

Es por ello que antes de comenzar a efectuar las mediciones se deben analizar con rigor las medidas antropométricas que se quieran tomar, pues su cantidad guarda relación con la viabilidad económica del estudio, mientras que si se obvia una medida relevante para un diseño, su carencia hará imposible una solución satisfactoria.

En el gráfico 15 se ofrece una relación de algunas de las medidas antropométricas más utilizadas para el diseño de puestos de trabajo y las posiciones y posturas para su tomas. Para las tomas de perfil se recomienda tomar el lado derecho del sujeto.

Una relación de medidas antropométricas más completa, y de gran ayuda en el diseño de PP.TT., es la siguiente:

1. Altura poplítea (AP)
2. Distancia sacro-poplítea (SP)
3. Distancia sacro-rótula (SR)
4. Altura muslo-asiento (MA)
5. Altura muslo-suelo (MS)
6. Altura rodillas-suelo (RS)
7. Altura codo-asiento (CA)
8. Alcance mínimo del brazo hacia delante con agarre (AmínBa)
9. Alcance mínimo del brazo hacia delante sin agarre (AmínB)
10. Distancia codo-mano (CM)
11. Alcance máximo del brazo hacia delante con agarre (AmáxBa)
12. Alcance máximo del brazo hacia delante sin agarre (AmáxB)
13. Altura ojos-suelo, sentado (OSs)
14. Altura hombros-asiento (HA)
15. Anchura de caderas (muslos), sentado (CdCd)
16. Ancho de rodillas, sentado (RRs)
17. Altura subescapular (AS)
18. Altura iliocrestal (AI)
19. Ancho codo-codo (CC)
20. Profundidad del pecho (PP)
21. Profundidad del abdomen (PA)
22. Anchura de hombros (HH)
23. Altura hombros-suelo, de pie (HSp)
24. Altura codo-suelo, de pie (CSp)
25. Altura ojos-suelo, de pie (OSp)

26. Ancho de torax (AT)

27. Estatura (E)

Otras dimensiones:

28. Largo del pie (LP)

29. Ancho del pie (AP)

30. Longitud de la mano (LM)

31. Ancho de la mano desde el metacarpo (AMm)

32. Ancho de la mano desde el pulgar (AMp)

33. Espesor de la mano desde el tercer metacarpo (EMm)

34. Profundidad de la cabeza (PC)

35. Ancho de la cabeza (AC)

Además: sexo, edad, peso, superficie corporal, fuerzas a desarrollar, etc.

2.5.4. Análisis preliminar para diseñar puestos de trabajo

Las personas no son objetos, ni el entorno es una caja donde se debe estar envasados. Hay exigencias que es imprescindible considerar antes de tomar decisiones sobre las relaciones que vinculan las distintas dimensiones del cuerpo humano con las de nuestro entorno, con el fin de lograr una correcta compatibilidad.

Por ejemplo, en una silla, el asiento debe estar a una altura del suelo que posibilite al apoyar los pies cómodamente en él, dejando libre de presiones la región poplíteica, situada entre la pantorrilla y el muslo, pues de otro modo la circulación sanguínea quedaría afectada.

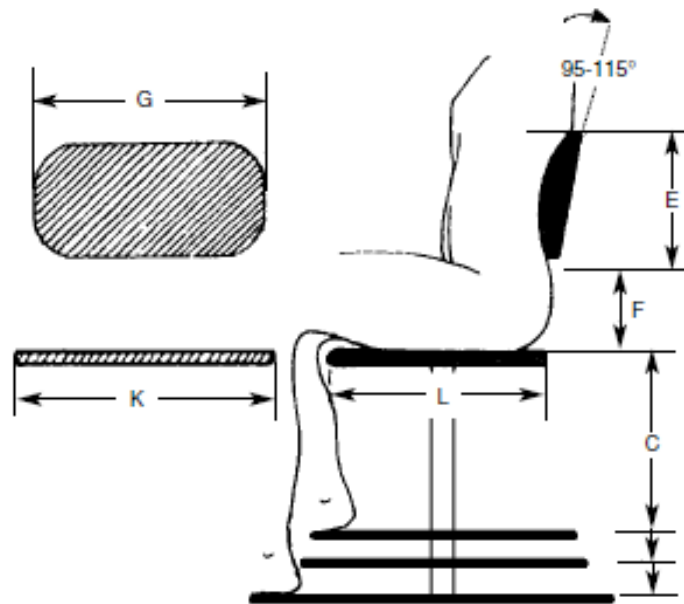


Gráfico 16.- Dimensiones de asientos y respaldos

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Lo mismo ocurre con las demás dimensiones de la silla: la altura máxima del respaldo, si es rígido, no debe sobrepasar la altura subescapular en posición de sentado, y el respaldo debe permitir la acomodación del coxis sin presionarlo, por lo que resultará preferible que el respaldo comience, de abajo a arriba, a partir de la altura iliocrestal.

Para las mediciones antropométricas existen metodologías que garantizan homogeneidad y precisión adecuadas. Así pues, con vistas a determinar las dimensiones relevantes y otras características del puesto, ya sea existente o en proceso de diseño, como paso previo al estudio de las relaciones dimensionales, es necesario analizar los siguientes aspectos para todos los usuarios del mismo:

1. Métodos de trabajo que existen o que existirán en el puesto.
2. Posturas, movimientos, y sus tiempos y frecuencias.
3. Fuerzas y cadencias de éstas que deberá desarrollar el usuario.
4. Importancia y frecuencia de atención y manipulación de los dispositivos informativos y controles.
5. Regímenes de trabajo y descanso, sus tiempos y horarios.

6. Carga mental que exige el puesto.
7. Riesgos efectivos y riesgos potenciales implicados en el puesto.
8. Ropas, herramientas y equipos de uso personal.
9. Ambientes visual, acústico, térmico, etc., del entorno.
10. Otras características específicas del puesto que fuesen de interés.

A partir de este análisis es posible conocer cuáles son las dimensiones relevantes que hay que considerar, teniendo en cuenta todas las personas y sus funciones que tienen y/o habrán de tener relación con el puesto de trabajo, como por ejemplo, en el caso de un molino de rodillos para moler tintas de imprenta, los transportistas, los instaladores, los molineros y los ayudantes, los operarios de mantenimiento, etc.

2.5.5. Métodos de medición e instrumentos

Los estudios antropométricos a partir de imágenes fotográficas y de vídeo generalmente tienen inexactitud y la poca precisión de los resultados, actualmente con las nuevas tecnologías esos errores se han subsanado, y además, los tiempos de las tomas y posteriores mediciones con imágenes son considerablemente menores que los tiempos de las mediciones a mano, más cómodos y permiten acumular grandes volúmenes de información en tiempos razonablemente breves.

Esta inexactitud se debe a las diferentes aberraciones que introducen las lentes en las imágenes y a la poca precisión que permiten las pequeñas imágenes en las pantallas y fotografías (los equipos más precisos y exactos son muy caros). Sin embargo, como ventaja, se necesitan menos personas en las tareas de tomas y mediciones (una persona para las tomas y otra para efectuar las mediciones sobre las fotografías o sobre las pantallas del ordenador, que puede ser la misma). Las mediciones a mano continúan siendo las más fiables (los resultados son más exactos y la precisión mucho mayor), a pesar de que exigen más trabajo, tiempo y un equipo de varias personas.

En la investigación propuesta se utilizará un instrumento de medición de las siguientes características y componentes:

2.5.6. Herramientas para la evaluación antropométrica

En la presente investigación para cumplir los objetivos trazados, utilizaremos un KIT Completo de la marca Calibres Argentinos que contiene las siguientes piezas y especificaciones:



Gráfico 17.- Componentes del Kit Antropométrico CALSIZE

Elaborado: Edison Bermeo

- 1 Calibre de diámetros óseos grande calibres argentinos
- 1 Calibre de diámetros óseos pequeño calibres argentinos
- 1 Segmómetro rígido calibres argentinos
- 1 Plicómetro CALSIZE
- 1 Cinta antropométrica metálica calibres argentinos
- 1 Tallímetro autoadhesivo CALSIZE
- 1 estuche de transporte

Calibre de diámetros óseos grande calibres argentinos:

- Diseño innovador, ergonómico, práctico para el uso y liviano para transportar;
- Regla de aluminio con escala milimetrada grabada directamente en el cuerpo del calibre;

- Ramas móviles en plástico ABS de alta resistencia y dureza;
- Extensiones rebatibles para la medición de la profundidad A-P de tórax;
- Dos ventanas de lectura independientes, una para medidas normales y otra para medir la profundidad A-P del tórax;
- Precisión: 0,5mm;
- Resolución: 1mm;
- Rango de medición: Extensiones cerradas 100 – 600mm / Extensiones abiertas 0 – 600mm.

El calibre de diámetros óseos grandes es una herramienta de máxima precisión que se utiliza para valorar, entre otros, los diámetros biacromial, biiliocrystal, transverso del tórax, sagital del abdomen, bideltaideo, bitrocantéreo y profundidad antero posterior del tórax (con sus extensiones rebatibles ajustadas y ventana de lectura exclusiva para dicha medida).

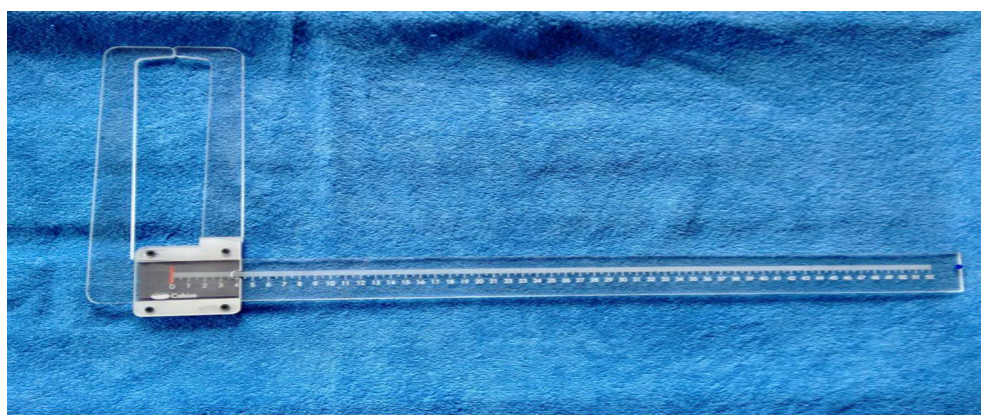


Gráfico 18.- Calibre de diámetros óseos grande

Elaborado: Edison Bermeo

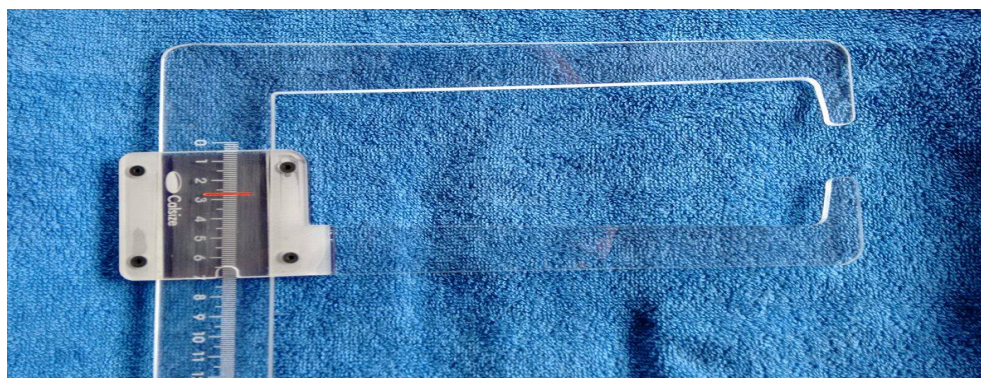


Gráfico 19.- Detalle de las ramas extensibles y de la doble ventana de lectura

Elaborado: Edison Bermeo

Calibre de diámetros óseos pequeño calibres argentinos:

- Diseño innovador, ergonómico, práctico para el uso y liviano para transportar;
- Regla de aluminio con escala milimetrada grabada directamente en el cuerpo del calibre;
- Ramas móviles en plástico ABS de alta resistencia y dureza;
- Precisión: 0,5mm;
- Resolución: 1mm;
- Rango de medición: 0 – 153mm.

El calibre de diámetros óseos pequeño es una herramienta de uso específico para la medición de los diámetros del húmero, fémur, biestriolideo, bimaleolar, ancho de mano y pie.

Por la localización y el tamaño de estas variables antropométricas, se hace indispensable contar con esta herramienta de pequeño tamaño y fácil manipulación.



Gráfico 20.- Calibre de diámetros óseos pequeño

Elaborado: Edison Bermeo



Gráfico 21.- Detalle de la ventana de lectura

Elaborado: Edison Bermeo

Segmómetro rígido calibres argentinos

- Diseño innovador, ergonómico, práctico para el uso y liviano para transportar;
- Regla de aluminio con escala milimetrada grabada directamente en el cuerpo del calibre;
- Ramas móviles en plástico ABS de alta resistencia y dureza;
- Base ancha sobre la rama fija para posicionar la herramienta verticalmente en la medición de alturas;
- Precisión: 0,5mm;
- Resolución: 1mm;
- Rango de medición: 10 – 660mm Quienes estén familiarizados con la cineantropometría conocen las dificultades al utilizar segmómetros flexibles.

Poca vida útil de la escala que permanece constantemente plegada, amplias posibilidades de medir con error debido a la flexibilidad de la regla. En el año 2001 innovamos con el diseño del segmómetro rígido. Hoy, otras marcas han copiado este diseño demostrando nuestro acierto, y nosotros lo hemos vuelto a mejorar. El segmómetro Calibres Argentinos posee la distancia óptima para medir

cada variable segmentaria y es rígido por lo que desaparecen los problemas de error en la lectura y vida útil del calibre.



Gráfico 22.- Segmómetro rígido

Elaborado: Edison Bermeo

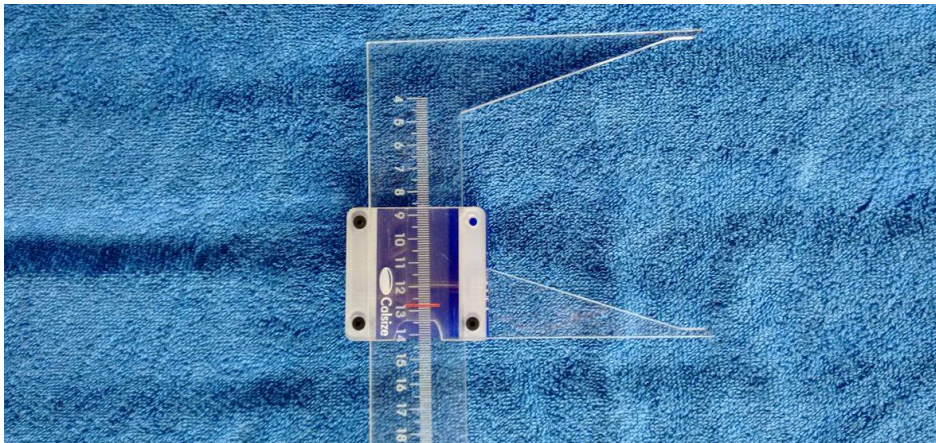


Gráfico 23.- Detalle de la base de apoyo para la medición de alturas

Elaborado: Edison Bermeo

Plicómetro CALSIZE

- Realizado íntegramente en plástico ABS de excelente acabado y resistencia;
- Resortes probados electrónicamente para ofrecer la presión adecuada en la medición de pliegues subcutáneos de tejido adiposo: 10 gr/mm² , dentro de un amplio rango de medidas;
- Regla de lectura directa de alto contraste con el material base del plicómetro.
- Precisión: 0,1mm;
- Resolución: 0,5mm;

- Rango de medición: 0 – 85mm. Otro diseño innovador que lleva más de 6 años en el mercado. El plicómetro Calsize sale de fábrica con la presión probada en celda electrónica de carga, único método que asegura la precisión de la medida.



Gráfico 24.- Plicómetro

Elaborado: Edison Bermeo

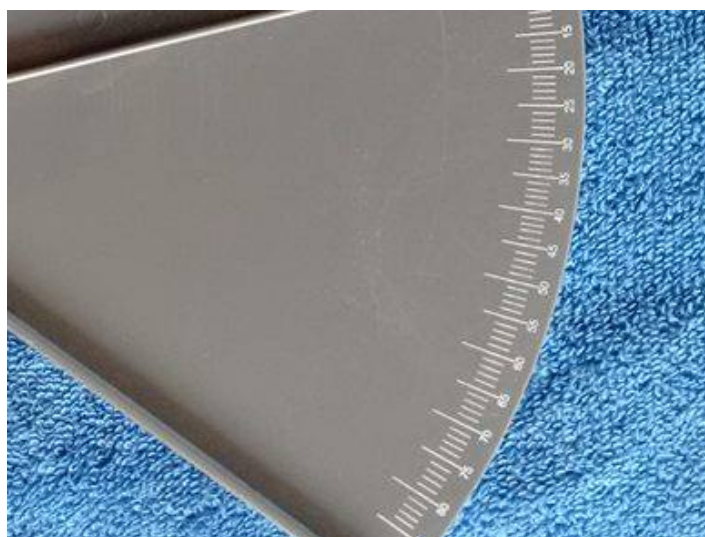


Gráfico 25.- Detalle de la escala del Plicómetro CALSIZE

Elaborado: Edison Bermeo

Cinta antropométrica metálica

- Cinta metálica con escala grabada en negro;
- Metal plano y de 7mm de espesor, para amoldarse a las superficies a medir;
- Espacio en blanco antes de la marca cero, para facilitar la correcta lectura;
- Mecanismo retráctil automático;

- Diseño de pequeño tamaño para mejor manipulación
- Precisión: 0,1mm;
- Resolución: 1mm;
- Rango de medición: 0 – 200mm.



Gráfico 26.- Cinta Antropométrica

Elaborado: Edison Bermeo

Tallímetro autoadhesivo CALSIZE

- En plástico autoadhesivo;
- Escala doble para la medición de talla total y talla de sentado;

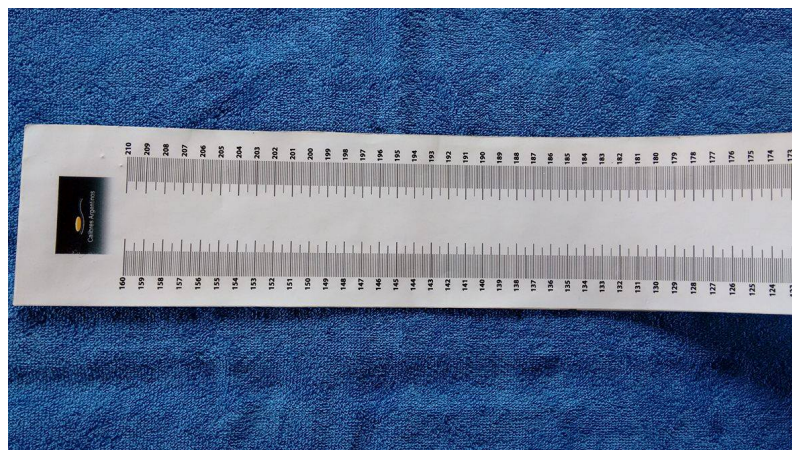


Gráfico 27.- Tallímetro Autoadhesivo

Elaborado: Edison Bermeo

Estuche para resguardo y transporte el kit completo de antropometría calibres argentinos

Viene en una caja con exterior en cartón corrugado e interior de goma eva especialmente diseñada, resistente y con perfectos encastrados interiores donde se ubican las herramientas. Independientemente de cómo se almacene el kit las herramientas conservarán su lugar dentro de la caja. Ideal para el transporte y almacenamiento. De bajo peso (2 kg), y tamaño reducido (86cm x 42cm x 5cm), lo que le confiere suma comodidad en el traslado.



Gráfico 28.- Estuche del Kit Antropométrico

Elaborado: Edison Bermeo

2.5.7. Puntos antropométricos

Los puntos antropométricos son necesarios como referencias para la toma de mediciones. Son muy útiles cuando son localizables visualmente y/o al tacto. A continuación se relacionan los que generalmente son más importantes: **(MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo)**

1. Depresión poplíteo: es la superficie triangular del poplíteo limitada por la línea oblicua de la tibia.
2. Protuberancia superior del cóndilo exterior del fémur: es la extremidad inferior del fémur, cóndilo exterior en la cara lateral externa.
3. Protuberancia mayor del muslo: es el punto más alto del muslo a nivel inguinal, si se toma como referencia el pliegue cutáneo que se forma entre el muslo y la cintura pélvica.

4. Ángulo inferior de la escápula: es el ángulo inferior formado por los bordes externo e interno del omóplato.
5. Espina ilíaca anterior superior: es la extremidad anterior de la cresta ilíaca.
6. Vértex: es el punto más alto en la línea medio sagital cuando la cabeza está orientada en el plano de Frankfort.
7. Apófisis acromial: es el punto más lateral y superior de la apófisis acromial del omóplato.
8. Cresta ilíaca: es el borde superior sinuoso del hueso ilíaco; su extremidad anterior recibe el nombre de espina ilíaca anterior y posterior, y la extremidad posterior se denomina espina ilíaca posterior y superior.

En el Gráfico 29 se muestra un esqueleto humano.

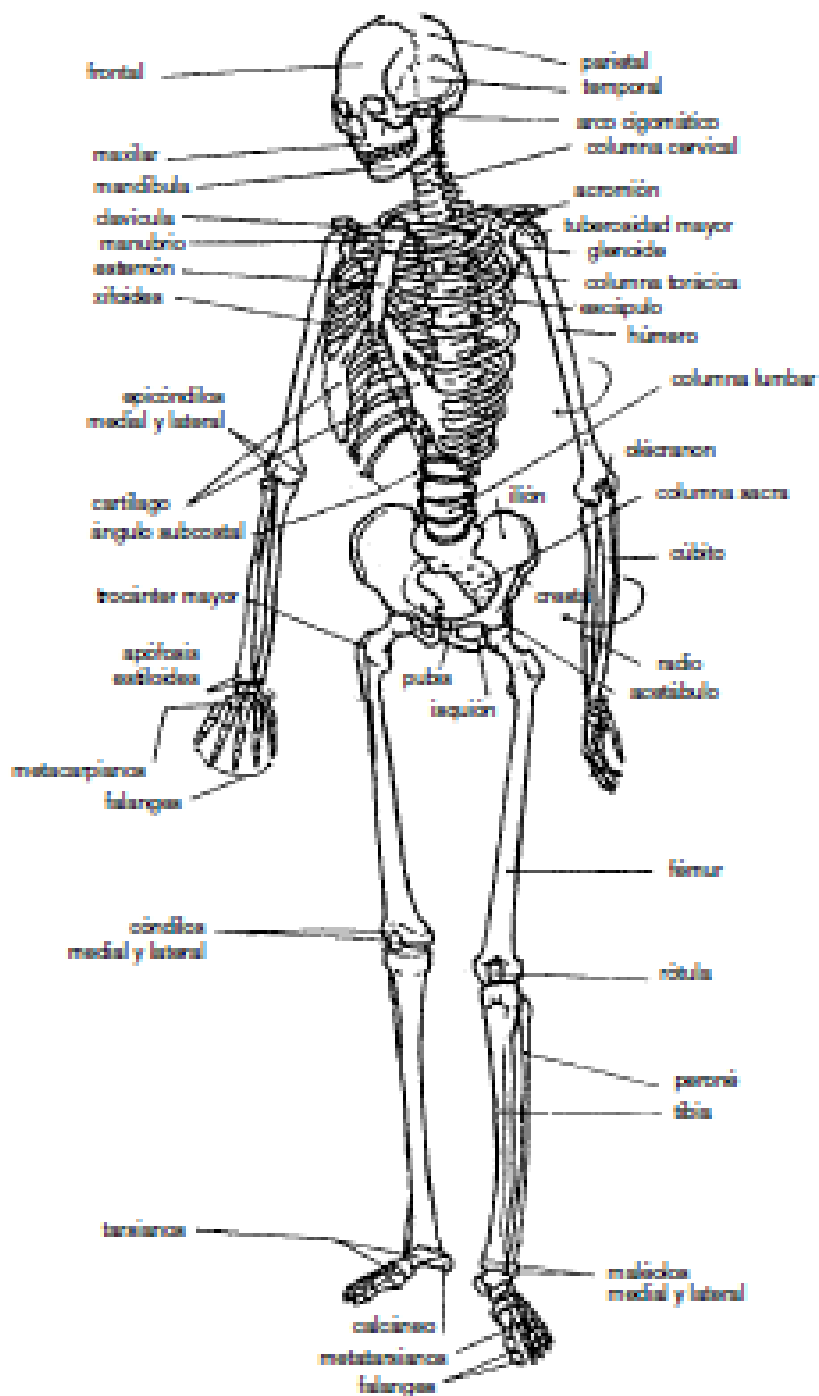


Gráfico 29.- Puntos antropométricos en un esqueleto

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

2.5.7.1. Equipo de mediciones

El objetivo de las mediciones es lograr la información antropométrica de una, de varias, o de un gran número de personas, con un mínimo de errores,

después de haber efectuado el análisis preliminar necesario según el puesto de trabajo que se quiere diseñar o rediseñar.

Para efectuar mediciones a mano de un grupo se requiere de un equipo de personas entrenadas y de una metodología; la que se propone a continuación ha sido empleada por los autores en diversos trabajos desarrollados con el objetivo de diseñar puestos de trabajo.

Considerando que la fatiga física y mental se manifiesta también en los miembros del equipo de mediciones en forma de torpeza manual, errores de percepción visual y auditiva, elevación de los umbrales sensoriales, etc., el equipo de medición deberá estar constituido por tres, cuatro, o más personas, según la cantidad de sujetos que haya que medir. El equipo estará formado por un medidor, un anotador, un auxiliar y uno o varios suplentes, que se rotarán en sus funciones según acuerden, por el cansancio y conveniencias de la actividad.

Las funciones de cada uno de estos componentes serán:

1. Medidor: posicionar y medir al sujeto y pronunciar en voz alta el valor de cada dimensión dígito a dígito.
2. Anotador: anotar el valor repitiéndolo en voz alta.
3. Auxiliar: ayudar al medidor a situar al sujeto y constatar la exactitud de la medición y que el valor pronunciado corresponda con la lectura.
4. Suplentes: sustituir a los miembros de los equipos que van rotando en sus tareas.

2.5.7.2. Posiciones y condiciones para medir al sujeto

Cuando se efectúan mediciones antropométricas con vistas a disponer de información de grandes poblaciones con objetivos generales muy amplios o no especificados (objetivos futuros aún sin precisar), las mediciones se deben efectuar con el sujeto preferiblemente en bañador o ropa muy ligera y descalzo, de

manera que puedan ser localizados fácilmente los puntos antropométricos de referencia y que los valores obtenidos sean independientes de la ropa y del calzado.

Sin embargo, si las mediciones se efectúan con objetivos muy específicos y sobre una persona, o un grupo o una pequeña población, es recomendable efectuar las mediciones con la ropa y el calzado propios de la actividad que se desempeña.

Incluso existen situaciones en las que se imponen las mediciones con ropas especiales de obligada utilización, hasta con equipos como, por ejemplo, trajes con escafandras, guantes y botas, balones de oxígeno a la espalda, cascos, portaherramientas, orejeras, gafas, etc.

En caso de disponer de información antropométrica de personas desnudas o con bañador, y de resultar inviable, por cualquier motivo, una medición con la ropa específica del puesto que queremos diseñar, se deben añadir a las diferentes dimensiones de la información márgenes de holgura para la ropa y el calzado.

Estos márgenes de holgura podrían estimarse con suficiente precisión efectuando mediciones sobre un mismo individuo seleccionado, que sea representativo del grupo o de la población para la que se está diseñando, midiéndolo desnudo y uniformado y calculando para cada dimensión la variación introducida por el uniforme, los accesorios, las herramientas, etc.

Con frecuencia es necesario tener en cuenta que en un puesto de trabajo una misma persona puede variar su ropa y calzado de una forma notable por distintos motivos, por ejemplo, según la estación del año. O es también el caso de algunas personas que pueden utilizar zapatos bajos o de tacones altos en su puesto de trabajo, según les exijan sus agendas o simplemente les apetezca, e incluso cambiarse varias veces el mismo día.

Sin olvidar los movimientos que deberá realizar el sujeto durante su actividad, las mediciones se efectuarán de pie y/o sentado, según sea necesario para el tipo de puesto que se quiera diseñar; en posición de atención antropométrica (PAA) y en PAA modificada respectivamente, tal como se muestra en la figura 2.9 antes expuesta, que se explican a continuación.

2.5.7.3. Posición de atención antropométrica (PAA)

La PAA exige los siguientes requisitos: de pie con los talones unidos y el cuerpo perpendicular al suelo, recostados los glúteos y la espalda a un plano imaginario perpendicular al suelo; los brazos descansando verticalmente a ambos lados del cuerpo con las manos extendidas, los hombros relajados, sin hundir el pecho, y con la cabeza en la posición del plano de Frankfort, que consiste en la adoptada de manera que un plano horizontal imaginario pase tangencialmente por el borde superior del conducto auditivo externo y por el pliegue del párpado inferior del ojo.

La PAA modificada es una posición similar pero con el sujeto sentado, con los glúteos y la espalda por lo tanto apoyados en el respaldo de la silla antropométrica y la cabeza en posición del plano de Frankfort, con los muslos, las rodillas, las pantorrillas y los talones unidos, y con los muslos formando un ángulo de 90° con las pantorrillas y los pies descansando totalmente sobre el suelo.

2.5.7.4. Definiciones de las dimensiones antropométricas y método para efectuar sus mediciones

Las definiciones de las siguientes dimensiones y su método de medición responden a este criterio.

1. Altura poplítea (AP): es la distancia vertical medida desde el suelo hasta el punto más alto de la depresión poplítea, estando 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 (los muslos tienen que estar en posición horizontal formando un ángulo de 90°). Se sitúa el antropómetro haciendo contacto con el plano del suelo y el extremo de la rama móvil, en contacto con el punto más alto de la depresión poplítea, cuidando de mantener el instrumento vertical y paralelo al plano medio sagital del cuerpo.

2. Distancia sacro-poplítea (SP): es la distancia horizontal medida desde el punto correspondiente a la depresión poplítea de la pierna, hasta el plano vertical situado en la espalda del individuo, cuando tiene el muslo en posición horizontal y formando un ángulo de 90° con las piernas y el tronco. Se sitúa el extremo del antropómetro haciendo contacto con el plano vertical y se coloca la rama móvil en la depresión poplítea, y se verifica que la rama esté en contacto con la cara posterior del muslo.
3. Distancia sacro-rótula (SR): es la distancia horizontal medida desde el punto correspondiente al vértice de la rótula hasta el plano vertical situado en la espalda del individuo, cuando éste tenga su muslo en posición horizontal y formando un ángulo de 90° con las piernas y el tronco. La técnica para su medición es la misma que para la distancia sacro-poplítea, pero alargando la rama móvil hasta la rótula del individuo.
4. Altura muslo-asiento (MA): es la distancia vertical desde el punto más alto del muslo a nivel inguinal, tomando como referencia el pliegue cutáneo que se forma entre el muslo y la cintura pélvica, y el plano horizontal del asiento al estar el individuo sentado, con un ángulo de 90° entre el tórax y el muslo. Se coloca la rama móvil del antropómetro sobre el muslo, sin presionar, en el punto identificador indicado; la parte fija del antropómetro se situará en el plano del asiento.
5. Altura muslo-suelo (MS), sentado: es la distancia vertical medida desde el punto más alto del muslo a nivel inguinal, tomando como referencia el

pliegue cutáneo que se forma entre el muslo y la cintura pélvica, y el plano horizontal del suelo al estar el individuo sentado, con un ángulo de 90° entre el tórax y el muslo.

Se sigue el mismo proceso que la medida anterior, cambiando la posición del extremo fijo del instrumento, que ahora se situará en el plano del suelo; la rama móvil continuará en el punto identificativo sobre el muslo.

6. Altura rodillas-suelo (RS), sentado: es la distancia vertical medida desde el punto más alto de la rodilla y el plano horizontal del suelo al estar el individuo sentado, con un ángulo de 90° entre el tórax y el muslo. Se sitúa el antropómetro haciendo contacto con el plano de la superficie del suelo en posición vertical y la rama móvil haciendo contacto con el punto más alto de la rodilla.
7. Altura codo-asiento (CA): es la distancia medida desde el plano del asiento hasta la depresión del codo, cuando el sujeto tiene su brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo aproximadamente de 90° . Se sitúa el antropómetro haciendo contacto con el plano de la superficie del asiento en posición vertical y la rama móvil haciendo contacto con la depresión del codo.
8. Alcance mínimo del brazo hacia delante con agarre (AmínBa): es la distancia horizontal medida desde el respaldo del asiento hasta el eje vertical que se produce en la mano con el puño cerrado y sosteniendo un eje, cuando el individuo tiene su brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo igual o un poco menor de 90° con el brazo, en posición cómoda.
9. Alcance mínimo del brazo hacia delante sin agarre (AmínB): igual que con agarre, pero con los dedos unidos extendidos hacia delante. La distancia se mide hasta la punta de los dedos.

10. Distancia codo-mano (CM): es la distancia horizontal medida desde el codo hasta la punta de los dedos con la mano abierta, cuando el individuo tiene su brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo igual o un poco menor de 90° con el brazo; en posición cómoda.
11. Alcance máximo del brazo hacia delante con agarre (AmáxBa): es la distancia horizontal medida 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 el individuo tiene su brazo extendido. La medición se realiza con la misma preparación que para la medida del alcance mínimo; por ello pediremos al individuo que extienda todo el brazo, y verificaremos los 90° en los sentidos vertical y horizontal. La distancia entre el plano vertical y el eje sujeto será el alcance máximo.
12. Alcance máximo del brazo hacia delante sin agarre (AmáxB): es la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos, hasta la punta de los dedos unidos con la mano abierta y el brazo extendido hacia delante.
13. Altura ojos-suelo, sentado (OSs): se coloca un cartabón sobre el plano vertical de tal forma que la rama del cartabón esté a la altura de la pupila del ojo. La rama fija del antropómetro se sitúa en el plano del suelo, y se alarga la móvil hasta la superficie inferior del cartabón.
14. Altura hombros-asiento (HA): es la distancia vertical medida desde la superficie del asiento hasta el punto equidistante del cuello y el acromión, cuando el individuo se encuentra sentado con el tórax perpendicular al plano del asiento.
Se mide con la rama fija del antropómetro situada perpendicularmente sobre el plano del asiento y la móvil sobre la superficie del hombro, vigilando que mantenga los hombros en contacto con el plano vertical.

15. Anchura de caderas (muslos), sentado (CdCd): es la distancia horizontal que existe entre los muslos, encontrándose el sujeto sentado con el tórax perpendicular al plano de trabajo. Una vez localizados con los dedos los huecos de las caderas, se colocan las ramas del antropómetro sobre las crestas ilíacas, sin presionar, y se suben y bajan hasta encontrar el valor máximo del diámetro, manteniendo el instrumento en posición horizontal.

16. Ancho de rodillas, sentado (RRs): es la distancia horizontal que existe entre los puntos más exteriores de las rodillas, encontrándose la persona sentada con el tórax perpendicular al plano de trabajo. Se mide localizando con los dedos las protuberancias externas de las rodillas, se colocan las ramas del antropómetro sobre las mismas, sin presionar, y se suben y bajan hasta encontrar el valor máximo de la distancia, manteniendo el instrumento en posición horizontal.

17. Altura subescapular, sentado (AS): es la distancia vertical medida desde el ángulo inferior de la escápula hasta el plano del asiento, cuando el sujeto está en PAA modificada. Para su medición se coloca el extremo del antropómetro verticalmente en contacto con el plano del asiento y paralelo al plano medio sagital del cuerpo, y la rama móvil en contacto con el borde inferior de la escápula.

18. Altura iliocrestal, sentado (AI): es la distancia vertical desde la espina ilíaca anterior y superior hasta el plano del asiento, cuando la persona está en PAA modificada. Esta altura coincide con la altura sacrolumbar cuando el sujeto está sentado. Para su medición se coloca el extremo del antropómetro verticalmente en contacto con el plano del asiento y paralelo al plano medio sagital del cuerpo y la rama móvil en contacto con la espina ilíaca anterior y superior.

19. Ancho codo-codo (CC): es la distancia horizontal medida entre los codos, encontrándose el individuo sentado con los brazos colgando libremente y los antebrazos doblados sobre los muslos.
El medidor se situará por detrás del individuo colocando las ramas del antropómetro en la superficie exterior de los codos y, sin ejercer presión, lo subirá y lo bajará horizontalmente hasta detectar el valor máximo.
20. Profundidad del pecho (PP): es la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el punto más alejado del pecho. Se mide con la espalda del individuo apoyada sobre el respaldo o el plano vertical, en una posición relajada, y tomando la distancia desde el plano vertical hasta el plano más alejado por el pecho.
21. Profundidad del abdomen (PA): es la distancia horizontal medida desde el plano vertical que pasa por el occipital, las escápulas y los glúteos hasta el punto más alejado del abdomen. Se mide con la espalda del individuo apoyada sobre el respaldo o el plano vertical, en una posición relajada, y tomando la distancia desde el plano vertical hasta el plano más alejado por el abdomen.
22. Anchura de hombros (HH): distancia horizontal máxima que separa a los músculos deltoides. El medidor se situará por detrás del individuo colocando las ramas del antropómetro en la superficie exterior de los hombros y, sin ejercer presión, lo subirá y lo bajará horizontalmente hasta detectar el valor máximo.
23. Altura hombros-suelo, de pie (HSp): distancia vertical medida desde la superficie del suelo hasta un punto equidistante del cuello y el acromión, cuando el individuo se encuentra en posición PAA. Se mide con la rama fija del antropómetro situada perpendicularmente al plano del suelo y la móvil sobre la superficie del hombro, vigilando que mantenga los hombros en contacto con el plano vertical.

24. Altura codo-suelo de pie (CSp): es la distancia medida desde el suelo hasta la depresión del codo cuando el sujeto, de pie y en posición PAA, tiene su brazo paralelo a la línea media del tronco y el antebrazo formando un ángulo aproximado de 90°. Al igual que la altura del codo sentado, se extiende la rama móvil hasta la depresión del codo, manteniéndola fija y perpendicular sobre el plano del suelo.
25. Altura ojos-suelo, de pie (OSp): es la distancia vertical desde el eje horizontal que pasa por el centro de la pupila del ojo hasta la superficie del suelo, cuando la persona está en posición PAA.

En posición PAA se coloca un cartabón sobre el plano vertical para señalar la altura de la pupila.

La rama fija del antropómetro se situará perpendicular sobre el plano del suelo y la móvil en la superficie inferior del cartabón.

26. Ancho de tórax (AT): Es la distancia horizontal del ancho del tórax medido en la zona más externa de los pechos donde se encuentran con los brazos, con el sujeto en PAA, los brazos descansando normalmente a ambos lados del cuerpo y respirando con normalidad. Se mide situando en los puntos señalados los brazos del antropómetro dispuesto horizontalmente.
27. Estatura (E): es la altura máxima desde la cabeza hasta el plano horizontal de la base del estadiómetro o del suelo, con la persona en posición de atención antropométrica (PAA). Su medición se realiza haciendo coincidir la línea media sagital con la del instrumento, bajando la pieza móvil hasta colocarla en contacto con el cabeza y presionando ligeramente.

2.5.8. Principios del diseño antropométrico

Lo mejor y más exacto es diseñar el puesto de trabajo para una persona determinada, pero también lo más caro, por lo que sólo está justificado en casos específicos. En el diseño individual debemos actuar como los sastres o las modistas: tomamos las medidas antropométricas relevantes del sujeto y con ellas diseñamos el puesto exclusivo para él.

Sin embargo, si este puesto debe ser utilizado por un grupo de 5, 20, 50 personas, habrá que tenerlas en cuenta a todas para hacer el diseño. Algo parecido, pero más complicado aún, se presenta cuando debemos diseñar para poblaciones numerosas y muy numerosas.

Para abordar estos casos es necesario hablar primero de los tres principios para el diseño antropométrico.

1. Principio del diseño para el promedio.
2. Principio del diseño para individuos extremos.
3. Principio del diseño para un intervalo ajustable.

2.5.8.1. Principio del diseño para el promedio

En las dimensiones antropométricas también el promedio generalmente es un engaño. Suponga que 5 personas miden de estatura 195, 190, 150, 151 y 156 cm; la media sería de 168,4 cm. Si se diseñara la puerta de una cabina de ducha para la estatura media de este grupo, dos de las personas tendrían que encorvarse bastante o se golpearán la cabeza a menudo: ese diseño habría resultado un engaño. Y hay casos peores. Por esto el promedio sólo se utiliza en contadas situaciones, cuando la precisión de la dimensión tiene poca importancia, no provoca dificultades o su frecuencia de uso es muy baja, si cualquier otra solución es o muy costosa o técnicamente muy compleja...

2.5.8.2. Principio del diseño para los extremos

Si se necesitara diseñar la puerta de la cabina de ducha para las 5 personas anteriores, sin duda habrá que hacerlo pensando en la más alta y propondríamos una puerta de 196 cm de altura, más al menos 4 cm de holgura. Si esta persona no se rompe la cabeza, las otras cuatro tampoco. Claro que, en este ejemplo, quizás finalmente tendríamos que acceder y hacerla de 190 cm por otros problemas: espaciales, tecnológicos, económicos, y admitir, además, que la persona de 195 es un caso excepcional en ese lugar, y que con toda seguridad deberá estar más que acostumbrada, a fuerza de golpes, al pequeño mundo en que se encuentra.

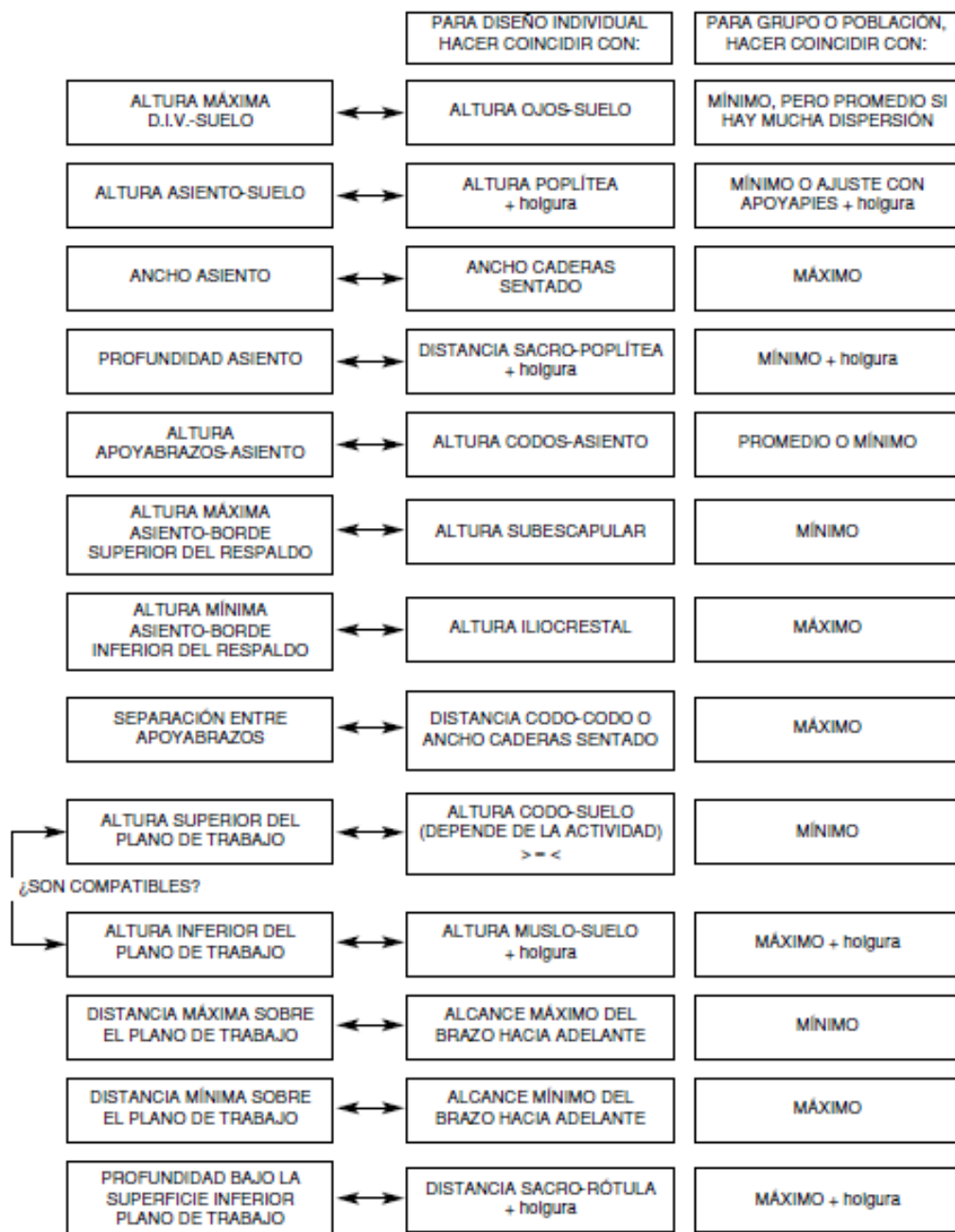


Gráfico 30.- Relaciones entre las dimensiones y espacios del puesto de trabajo y las dimensiones humanas.

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

Si lo que se quiere diseñar para ese mismo grupo es un panel de control donde el alcance del brazo hacia delante es una dimensión relevante, sin duda alguna habrá que determinar la distancia límite por la persona que tuviese dificultades para alcanzar un punto más alejado, es decir, de los 5, la que tuviese

un alcance del brazo hacia delante menor y, de esta forma, los 5 alcanzarían el punto más distante en panel de control.

Sin embargo, si el sujeto poseedor de este mínimo tuviese el brazo demasiado corto y ofreciera un valor tan pequeño que pusiese en crisis el diseño o provocase incomodidades en los restantes trabajadores, se debería excluir del grupo y, si económicamente fuera viable o humanamente fuera necesario, se diseñaría aparte un puesto específico para él.

2.5.8.3. Principio del diseño para un intervalo ajustable

Este diseño, cuando está destinado a un grupo de personas, es el idóneo, porque cada operario ajusta el objeto a su medida, a sus necesidades, aunque es el más caro por los mecanismos de ajuste. El objetivo es en este caso decidir los límites de los intervalos de cada dimensión que se quiera hacer ajustable. En la situación del ejemplo de los cinco hombres, la altura del asiento se regularía diseñando un intervalo de ajuste con un límite inferior para el de altura poplítea menor y un límite superior para el de altura poplítea mayor. Así, los 5 podrían ajustar el asiento exactamente a sus necesidades.

La situación es más compleja si la población es muy numerosa y se carece de información antropométrica, pues es imposible, económica y prácticamente, medir a todos los individuos que la componen. Lo ideal sería poder contar con los datos antropométricos fiables de la población. En primer lugar hay que decir que para los efectos del estudio antropométrico se puede considerar que las dimensiones del cuerpo humano de una población numerosa adoptan una distribución aproximadamente normal. Esto es lo suficientemente preciso para el diseño de puestos de trabajo.

En el gráfico 31 se muestra la distribución de las estaturas de una población hipotética, con las estaturas para los percentiles: 0,5; 2,5; 5; 95; 97,5; y 99,5 de mujeres y hombres.

Sin embargo, si somos un poco exigentes, esta normalidad es muy discutible, pues cuando se mezclan poblaciones con características muy distantes, como por ejemplo, estaturas de niños con adultos, o fuerzas de mujeres con hombres, las curvas de distribución normal se deforman, y pueden aparecer curvas con dos domos máximos, o con un domo no normal, o desplazado a la izquierda o a la derecha, etcétera.

En caso de no poseer la información antropométrica adecuada se parte de una muestra representativa de la población para la se quiere diseñar, para lo cual es necesario previamente determinar el tamaño de la muestra y las características que deben tener los sujetos seleccionados.

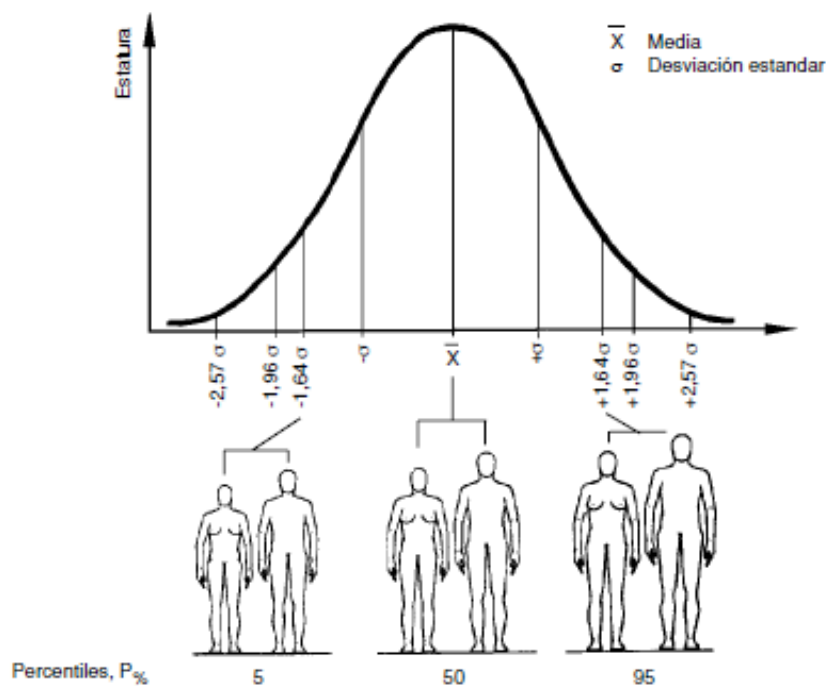


Gráfico 31.- Curva normal y de percentiles (5, 50 y 95) de las estaturas de mujeres y hombres de una población hipotética.

Fuente: MONDELO, P. y otros, Ergonomía 3, Diseño de puestos de trabajo

CAPITULO III

DESARROLLO

3.1. EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA DE LOS ESTUDIANTES

El proceso evaluación antropométrica se realizó acorde al siguiente detalle de actividades, el cual se expone para mejor comprensión y utilización de la información.

1. ACTIVIDADES

- Realizar las mediciones antropométricas requeridas para usos múltiples, con los respectivos instrumentos asignados para el efecto.
- Tabular los datos obtenidos
- Analizar la información mediante la utilización de percentiles

2. MATERIALES E INSTRUMENTOS

- Kit Calibres Argentinos.
- Mobiliario Universitario:
 - Silla
 - Mesa

3. METODOLOGIA

La evaluación se realizó en las Aulas de la Unidad de Gestión de Tecnologías Espe, en las fechas autorizadas por el Rector de la Institución, basándose en la utilización de Percentiles (Mondelo, 2013).

A continuación se describe el procedimiento de cada una de las mediciones antropométricas realizadas:

- *Integrante 1:* Paciente (Estudiante)
- *Integrante 2:* Realiza la Medición (Investigador)
- *Integrante 3:* Lee la medición (Lector)
- *Integrante 4:* Registra la medición (Tabulador)

4. TOMA DE DIMENSIONES:

- ESTATURA

- Poner al paciente en posición erguida mirando al horizonte, talones pegados a la pared, ligera abertura de los pies:

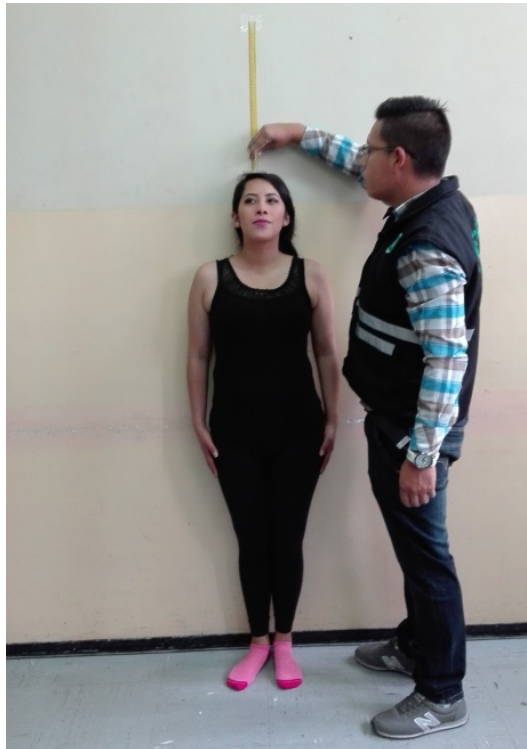


Gráfico 32.- Toma de la medición

Elaborado: Edison Bermeo

- Realizar la medición con el instrumento asignado para la actividad (tallímetro)



Gráfico 33.- Lectura de la medición

Elaborado: Edison Bermeo

- Registrar la medición



Gráfico 34.- Registro de la medición

Elaborado: Edison Bermeo

- Repetir el procedimiento para cada uno de los Estudiantes de la Carrera Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre.

- **ANCHO DE HOMBROS**



Gráfico 35.- Medición ancho hombros

Elaborado: Edison Bermeo

- **ALTURA MUSLO ASIENTO**

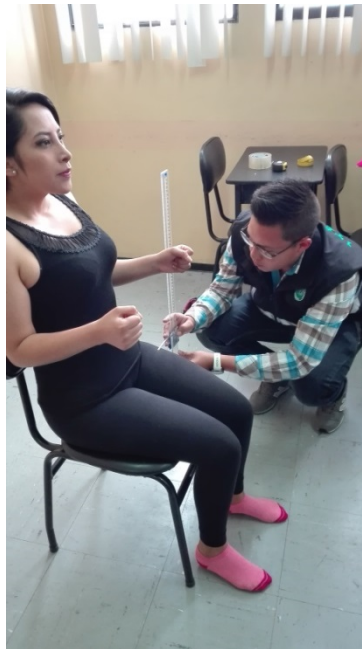


Gráfico 36.- Medición Altura muslo asiento

- **ALTURA POPLÍTEA**



Gráfico 37.- Medición Altura poplítea

Elaborado: Edison Bermeo

- **ANCHO DE CADERAS**



Gráfico 38.- Medición ancho caderas

Elaborado: Edison Bermeo

- **DISTANCIA GLÚTEO POPLÍTEA**



Gráfico 39.- Medición distancia glúteo poplítea

Elaborado: Edison Bermeo

- **ALTURA MUSLO SUELO**



Gráfico 40.- Medición muslo suelo

Elaborado: Edison Bermeo

- **ALTURA CODO ASIENTO**

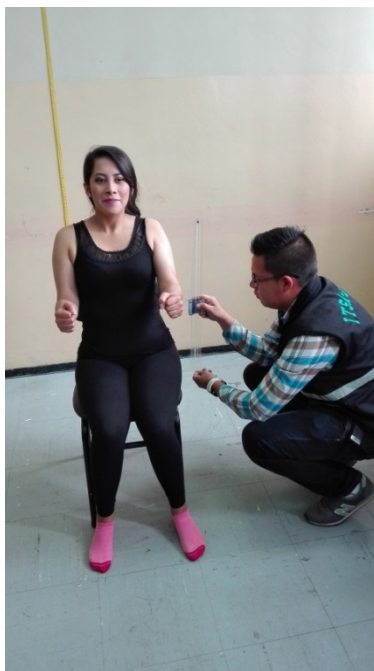


Gráfico 41.- Medición Altura codo asiento

Elaborado: Edison Bermeo

- **DISTANCIA GLUTEO ROTULAR**

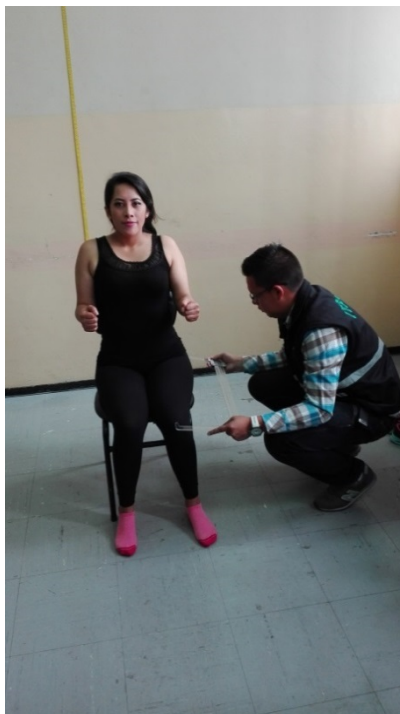


Gráfico 42.- Medición distancia glúteo rotulas

Elaborado: Edison Bermeo

- **DISTANCIA CODO MANO**

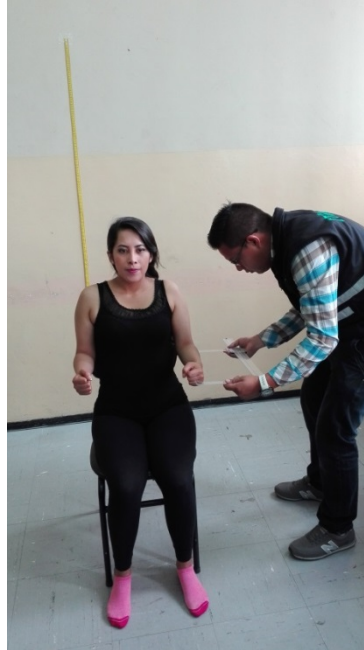


Gráfico 43.- Medición distancia codo mano

Elaborado: Edison Bermeo

- **ALCANCE MÁXIMO DEL BRAZO HACIA DELANTE SIN AGARRE**



Gráfico 44.- Medición alcance máximo del brazo hace adelante sin agarre

Elaborado: Edison Bermeo

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS DE LOS ESTUDIANTES DE LA CARRERA CIENCIAS DE LA SEGURIDAD MECIÓN AÉREA Y TERRESTRE DE LA UNIDAD DE GESTION DE TECNOLOGÍAS ESPE

Tabla 2.- Mediciones antropométricas de los estudiantes de la Carrera de Ciencias de la Seguridad

MEDIDAS ANTROPOMÉTICAS	David Rodríguez	Steven Oliver	Alvaro Carrillo	David Nuñez	Abel Cuascota	Edwin Cortéz	Sebastián Aguilar	Kevin Herrera	Alex Reyes	Daniela Robalino	Gabriela Tapia	Antonella Flores	Adriana Tamayo	Katherin Ocampo	Adriana Nuñez	Jenny Tapia	Jennifer Nazareno	Vanessa Chavez	Sofia Tonato	Erika Gualuisa	Elizabeth Sanango	Mishell Centeno	Fernanda Condor
1 EDAD	24,0	19,0	18,0	21,0	21,0	20,0	20,0	19,0	20,0	20,0	19,0	19,0	22,0	18,0	20,0	20,0	21,0	19,0	24,0	19,0	19,0	20,0	19,0
2 ESTATURA	175,0	179,0	179,0	175,0	161,0	162,0	176,0	161,0	163,0	161,0	155,0	160,0	156,0	151,0	156,0	161,0	157,5	151,5	160,0	151,0	155,0	151,0	157,0
3 ALTURA HOMBRO ASIENTO	61,0	63,0	59,0	61,0	58,0	60,0	61,0	58,0	59,0	62,0	53,0	58,0	57,0	55,0	58,0	60,0	55,0	56,0	60,0	57,0	56,0	55,0	57,0
4 ALTURA MUSLO ASIENTO	13,0	19,0	14,0	12,0	11,0	14,0	14,0	12,0	11,0	11,0	12,0	11,0	14,0	13,0	16,0	13,0	16,0	13,0	16,0	13,0	16,0	13,0	12,0
5 ALTURA POPLÍTEA	44,0	46,0	43,0	46,0	42,0	43,0	46,0	42,0	43,0	43,0	43,0	43,0	42,0	40,0	40,0	42,0	41,0	40,0	42,0	48,0	42,0	40,0	41,0
6 ANCHO DE CADERAS	33,0	45,0	34,0	36,0	40,0	41,0	42,0	41,0	35,0	38,0	45,0	38,0	39,0	36,0	40,0	36,0	37,0	35,0	42,0	36,0	41,0	34,0	34,0
7 DISTANCIA GLUTEO POPLÍTEA	44,0	50,0	42,0	42,0	39,0	43,0	41,0	43,0	43,0	46,0	48,0	48,0	45,0	40,0	44,0	44,0	46,0	42,0	45,0	44,0	55,0	43,0	44,0
8 ALTURA CODO SUELO	70,0	68,0	65,0	66,0	68,0	69,0	69,0	66,0	68,0	70,0	67,0	67,0	71,0	70,0	68,0	71,0	68,0	68,0	69,0	68,0	70,0	70,0	69,5
9 ALTURA ESCÁPULA SUELO	84,0	90,0	85,0	87,0	85,0	85,0	85,0	86,0	87,0	86,0	85,0	85,0	87,0	85,0	89,0	90,0	87,0	87,0	87,0	85,0	85,0	84,0	89,0
10 ALTURA MUSLO SUELO	45,0	45,0	45,0	47,0	46,0	45,0	46,0	45,0	47,0	47,0	46,0	46,0	57,0	55,0	60,0	57,0	57,0	56,0	58,0	58,0	58,0	55,0	54,0
11 ALTURA OJO SUELO	113,0	124,0	112,0	111,0	108,0	117,0	117,0	116,0	118,0	116,0	114,0	115,0	118,0	114,0	118,0	120,0	118,0	115,0	120,0	116,0	116,0	114,0	116,0
12 ALTURA HOMBRO SUELO	102,0	113,0	98,0	99,0	99,0	98,0	102,0	98,0	101,0	104,0	96,0	100,0	103,0	99,0	101,0	103,0	102,0	99,0	109,0	100,0	102,0	97,0	104,0
13 ALTURA OJO ASIENTO	81,0	80,0	80,0	78,0	77,0	75,0	80,0	77,0	78,0	75,0	72,0	75,0	73,5	71,0	73,5	72,5	73,0	71,0	76,5	62,0	73,5	70,5	72,0
14 ALTURA CODO ASIENTO	24,0	27,0	25,0	26,0	27,0	27,0	29,0	25,0	27,0	29,0	26,0	27,0	26,0	25,0	25,5	23,0	24,0	22,0	27,0	24,0	24,0	25,0	26,0
15 ANCHO DE HOMBROS	47,0	55,0	48,0	46,0	53,0	48,0	52,0	51,0	51,0	40,0	49,0	51,0	37,0	38,0	42,0	37,0	40,0	35,0	40,0	40,0	38,0	37,0	35,0
16 DISTANCIA GLUTEO ROTULAR	57,0	62,0	56,0	55,0	52,0	54,0	51,0	54,0	53,0	53,0	58,0	57,0	55,0	50,0	55,0	54,0	55,0	52,0	56,0	53,0	55,0	52,0	52,0
17 DISTANCIA CODO MANO	46,0	49,0	45,0	47,0	42,0	43,0	46,0	43,0	43,0	40,0	38,0	43,0	40,0	38,0	40,0	42,0	41,0	40,0	42,0	40,0	41,0	37,0	40,0
18 ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO HACIA ADELANTE CON AGARRE	68,0	67,0	67,0	69,0	62,0	63,0	66,0	64,0	63,0	61,0	58,0	64,0	56,0	54,0	55,0	58,0	56,0	57,0	58,0	55,0	56,0	53,0	58,0
19 ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO HACIA ADELANTE SIN AGARRE	76,0	77,0	77,0	78,0	73,0	73,0	76,0	74,0	72,0	70,0	68,0	74,0	66,0	64,0	65,0	68,0	66,0	67,0	70,0	64,0	66,0	63,0	67,0

Continúa...

MEDIDAS ANTROPOMÉTICAS		Jefferson Proaño	Christian Freire	Andrés Castro	Hector Quinatoa	Santiago Chavez	Jhonatan Villacis	Kevin Jaramillo	David Balandra	Alex Toscano	Diego Ruiz	Jhonatan Guayracaja	Darwin Ganan	Washington Guano	Wilmer Ojeda	Cintha Quilumbang	Carla Pérez	Kathya Guagchinga	Katherine Bustos	Bianca Jacho	Cristina Mogro	Pamela quishpe	Mishe Guanchala	Jennifer Zabala
1	EDAD	20,0	21,0	18,0	31,0	19,0	21,0	20,0	22,0	19,0	24,0	20,0	24,0	41,0	23,0	20,0	24,0	18,0	20,0	24,0	22,0	19,0	19,0	20,0
2	ESTATURA	184,0	166,0	183,0	167,0	173,0	179,0	160,0	165,0	169,0	159,0	158,0	160,0	164,0	179,0	155,0	156,0	155,0	162,0	159,0	147,0	153,0	158,0	153,0
3	ALTURA HOMBRO ASIENTO	62,0	55,0	59,0	60,0	53,0	63,0	54,0	58,0	58,0	57,0	47,0	53,0	52,0	63,0	53,0	57,0	57,0	55,0	61,0	56,0	60,0	52,0	56,0
4	ALTURA MUSLO ASIENTO	14,0	13,0	12,5	15,0	14,0	17,0	15,0	12,0	12,0	12,0	13,0	12,0	14,0	15,0	11,0	14,0	12,0	12,0	15,0	15,0	14,0	12,0	12,0
5	ALTURA POPLÍTEA	48,0	44,0	46,0	46,0	45,0	47,0	42,0	43,0	45,0	46,0	34,0	41,0	37,0	47,0	43,0	43,0	45,0	46,0	41,0	40,0	42,0	41,0	41,0
6	ANCHO DE CADERAS	35,0	28,0	27,0	33,0	27,0	36,0	29,0	22,0	32,0	33,0	30,0	37,0	41,0	42,0	26,0	32,0	32,0	31,0	37,0	38,0	38,0	34,0	38,0
7	DISTANCIA GLUTEO POPLÍTEA	44,0	42,0	42,0	42,0	48,0	46,0	42,0	43,0	44,0	40,0	30,0	43,0	43,0	51,0	42,0	54,0	44,0	43,0	43,0	40,0	46,0	42,0	45,0
8	ALTURA CODO SUELO	71,0	69,0	71,0	69,0	64,0	69,0	66,0	71,0	68,0	69,0	68,0	69,0	68,0	70,0	66,0	69,0	69,0	68,0	80,0	69,0	69,0	65,0	66,5
9	ALTURA ESCÁPULA SUELO	86,0	86,0	92,0	81,0	87,0	85,0	82,0	86,0	84,0	86,0	85,0	87,0	87,0	93,0	85,0	84,0	85,0	84,0	92,0	85,0	87,0	87,0	86,0
10	ALTURA MUSLO SUELO	49,0	49,0	49,0	48,0	48,0	49,0	49,0	48,0	47,0	48,0	48,0	53,0	53,0	58,0	48,0	48,0	48,0	48,0	56,0	59,0	57,0	55,0	54,0
11	ALTURA OJO SUELO	132,0	116,0	125,0	122,0	115,0	122,0	110,0	114,0	113,0	115,0	111,0	117,0	96,0	124,0	111,0	114,0	115,0	115,0	116,0	112,0	116,0	115,0	109,0
12	ALTURA HOMBRO SUELO	106,0	97,0	103,0	101,0	95,0	106,0	95,0	102,0	99,0	98,0	98,0	106,0	90,0	105,0	97,0	98,0	99,0	88,0	104,0	98,0	102,0	96,0	98,0
13	ALTURA OJO ASIENTO	83,0	76,0	83,0	76,0	75,0	77,0	71,0	74,0	76,0	79,0	74,0	73,0	68,0	83,0	68,0	74,0	74,0	75,0	75,0	71,0	72,0	77,0	70,0
14	ALTURA CODO ASIENTO	32,0	28,0	29,0	26,0	21,0	29,0	26,0	32,0	26,0	31,0	25,0	25,0	23,0	28,0	26,0	25,0	25,0	24,0	29,0	25,0	25,5	23,0	23,0
15	ANCHO DE HOMBROS	44,0	43,0	43,0	42,0	41,0	45,0	39,0	43,0	43,0	42,0	44,0	43,0	46,0	46,0	36,0	41,0	43,0	39,0	35,5	39,0	40,0	39,0	39,0
16	DISTANCIA GLUTEO ROTULAR	57,0	52,0	53,0	52,0	58,0	59,0	50,0	51,0	52,0	49,0	57,0	52,0	52,0	60,0	50,0	55,0	53,0	51,0	55,0	52,0	54,0	54,0	53,0
17	DISTANCIA CODO MANO	37,0	33,0	38,0	32,0	37,0	39,0	32,0	38,0	37,0	35,0	35,0	41,0	42,0	47,0	31,0	34,0	33,0	36,0	41,0	39,0	40,0	42,5	40,0
18	ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO HACIA ADELANTE CON AGARRE	71,0	59,0	65,0	66,0	69,0	71,0	66,0	67,0	65,0	62,0	63,0	55,0	53,0	65,0	60,0	64,0	62,0	62,0	51,0	50,0	54,0	54,0	57,0
19	ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO HACIA ADELANTE SIN AGARRE	82,0	68,0	79,0	73,0	81,0	81,0	74,0	75,0	76,0	71,0	74,0	65,0	63,0	78,0	68,0	73,0	67,0	73,0	61,0	60,0	66,0	65,0	67,0

Continúa...

Elaborado: Edison Bermeo

MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS		Verónica Cocha	Jennifer Gualpa	Neydi Rogel	Paola Caiza	Yesenia Guamangall	Isabel Naranjo	Blanca Moreno	Malanie Estrella	Ximena Chuto	Braulio Loarte	Jorge Tapia	Javier Triviño	Jerson Rodriguez	Cristian Delgado	Yomara Zambrano	Ligia Haro	Jessica Mullo	Selena Pacheco	Victoria Salinas	Mariana Herrera	Belen Acurio	Tania Chuluisa
1	EDAD	21,0	20,0	20,0	20,0	21,0	19,0	21,0	21,0	20,0	21,0	23,0	24,0	20,0	22,0	19,0	21,0	20,0	20,0	22,0	21,0	21,0	21,0
2	ESTATURA	162,0	160,5	149,0	159,5	155,5	150,5	144,0	160,0	160,0	177,0	173,0	173,0	175,0	169,0	167,0	153,0	159,0	154,0	170,0	153,0	156,0	151,0
3	ALTURA HOMBRO ASIENTO	57,0	57,0	55,0	59,0	57,0	56,0	55,0	61,0	63,0	65,0	64,0	63,0	60,0	64,0	59,0	56,0	61,5	54,0	58,0	52,0	59,0	53,0
4	ALTURA MUSLO ASIENTO	15,0	12,0	13,0	12,0	14,0	13,0	15,0	13,0	12,0	18,0	13,0	16,0	13,0	17,0	13,0	12,0	18,0	13,0	13,0	14,0	14,0	13,0
5	ALTURA POPLÍTEA	43,0	42,0	39,0	41,0	40,0	41,0	36,0	44,0	43,0	45,0	44,0	45,0	46,0	46,0	44,0	41,0	42,0	40,0	43,0	41,0	40,0	38,0
6	ANCHO DE CADERAS	38,0	37,0	32,0	39,0	40,0	36,0	40,0	39,0	33,0	39,0	33,0	32,0	34,0	36,0	34,0	34,0	47,0	37,0	35,0	36,0	38,0	35,0
7	DISTANCIA GLUTEO POPLÍTEA	47,0	46,0	42,0	49,0	45,0	46,0	43,0	45,0	44,0	48,0	42,0	39,0	43,0	42,0	46,0	43,0	46,0	44,0	49,0	44,0	46,0	42,0
8	ALTURA CODO SUELO	68,0	67,0	65,0	69,0	69,0	70,0	69,0	69,0	74,0	73,0	73,0	68,0	69,0	68,0	68,0	76,0	75,5	66,0	67,0	64,0	73,0	66,0
9	ALTURA ESCÁPULA SUELO	86,0	87,0	85,0	89,0	88,0	89,0	84,0	89,0	85,0	87,0	89,0	88,0	88,0	85,0	87,0	86,0	92,0	85,0	88,0	85,0	90,0	84,5
10	ALTURA MUSLO SUELO	57,0	57,0	54,0	56,0	56,0	56,0	45,0	46,0	46,0	45,0	45,0	45,0	45,0	44,0	45,0	45,0	57,0	57,0	56,0	57,0	56,0	56,5
11	ALTURA OJO SUELO	115,0	113,0	109,0	116,0	116,0	112,0	112,0	116,0	116,0	122,0	121,0	121,0	121,0	122,0	119,0	114,0	121,0	115,0	123,0	114,0	121,0	119,0
12	ALTURA HOMBRO SUELO	101,0	101,0	97,0	102,0	101,0	97,0	96,0	101,0	102,0	106,0	104,0	103,0	100,0	103,0	103,0	97,0	108,0	98,0	104,0	96,0	104,0	97,0
13	ALTURA OJO ASIENTO	77,0	76,0	70,0	76,0	74,5	71,0	72,0	78,0	79,0	84,0	82,0	80,0	81,0	79,0	78,0	73,0	78,0	72,0	78,0	71,0	76,0	72,0
14	ALTURA CODO ASIENTO	26,0	25,0	23,0	24,0	26,0	25,0	31,0	32,0	34,0	34,0	31,0	29,0	26,0	28,0	28,0	29,0	28,0	21,0	22,0	19,0	29,0	21,5
15	ANCHO DE HOMBROS	40,0	37,0	38,0	41,0	37,0	38,0	41,0	39,0	42,0	47,0	42,0	43,0	47,0	49,0	36,0	42,0	38,0	34,0	37,0	37,0	37,0	36,0
16	DISTANCIA GLUTEO ROTULAR	56,0	55,0	53,0	56,0	56,0	56,0	53,0	53,0	51,0	61,0	49,0	52,0	54,0	50,0	55,0	51,0	57,0	54,0	57,0	54,0	54,0	50,0
17	DISTANCIA CODO MANO	43,0	40,0	38,0	40,0	39,0	38,0	32,0	35,0	34,0	49,0	46,0	46,0	43,0	43,0	42,0	39,0	42,0	39,0	40,0	39,5	40,0	38,0
18	ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO HACIA ADELANTE CON AGARRE	55,0	59,0	53,0	60,0	56,0	54,5	57,0	62,0	61,0	69,0	67,0	69,0	65,0	66,0	64,0	63,0	55,0	55,0	60,0	57,0	55,0	54,0
19	ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO HACIA ADELANTE SIN AGARRE	66,0	68,0	63,0	70,0	67,0	64,0	64,0	73,0	69,0	80,0	76,0	77,0	75,0	75,0	74,0	69,0	66,0	64,0	69,0	65,0	64,0	64,0

Con los datos dimensionales obtenidos, se realizara los cálculos necesarios para su utilización en la investigación, operaciones que se detallan a continuación:

PROMEDIO: Es el resultado que se obtiene al generar una división con la sumatoria de diversas cantidades por el dígito que las represente en total.

$$X = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{N}$$

Dónde:

X= Promedio

x1, x2 ,x3 , xn= Elementos

N= Número de elementos

DESVIACIÓN ESTÁNDAR: Es la medida de dispersión de los datos con respecto al valor promedio.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Dónde:

σ = Desviación Estándar

N= Número de Elementos

\bar{x} = Promedio

x_i = Valor de los elementos

PERCENTILES: Se conoce como percentiles a los 99 valores que dividen la serie de datos en 100 partes iguales:

$$pk = Li_{-1} + \frac{\frac{k * N}{100} - Fi_{-1}}{fi} * ai$$

Dónde:

k= percentil k

Li_{-1} = límite inferior del intervalo

N = número de elementos

Fi_{-1} = Frecuencia acumulada del intercalo anterior

fi = Frecuencia del intervalo

ai = Amplitud del intervalo

Tabla 3.- Cálculos realizados

	MEDIDAS ANTROPOMÉTICAS	PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	PERCENTILES CALCULADOS	
				5	95
1	EDAD	21,0	3,20	18,1	24,2
2	ESTATURA	161,9	9,44	149,8	180,8
3	ALTURA HOMBRO ASIENTO	57,8	3,55	51,6	64,2
4	ALTURA MUSLO ASIENTO	13,6	1,80	11,1	17,0
5	ALTURA POPLÍTEA	42,6	2,75	37,4	46,6
6	ANCHO DE CADERAS	35,9	4,59	27,3	43,4
7	DISTANCIA GLUTEO POPLÍTEA	44,1	3,53	38,9	50,3
8	ALTURA CODO SUELO	68,9	2,73	64,6	74,0
9	ALTURA ESCÁPULA SUELO	86,5	2,31	83,0	91,9
10	ALTURA MUSLO SUELO	51,0	5,11	44,3	57,9
11	ALTURA OJO SUELO	116,2	4,96	108,0	125,3
12	ALTURA HOMBRO SUELO	100,5	4,09	94,1	105,9
13	ALTURA OJO ASIENTO	75,3	4,12	68,4	82,1
14	ALTURA CODO ASIENTO	26,3	3,08	21,2	31,6
15	ANCHO DE HOMBROS	41,8	4,92	34,6	51,2
16	DISTANCIA GLUTEO ROTULAR	54,0	2,79	49,8	59,1
17	DISTANCIA CODO MANO	39,9	4,10	32,4	47,1
18	ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO HACIA ADELANTE CON AGARRE	60,5	5,42	52,0	69,6
19	ALCANCE MAXIMO DEL BRAZO HACIA ADELANTE SIN AGARRE	70,2	5,52	62,1	79,6

Elaborado: Edison Bermeo

Concluido el proceso de evaluación antropométrica, se procede al dimensionamiento del mobiliario universitario, de la Carrera Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre de la UGT-ESPE, con los resultados que se detalla a continuación:

3.2. DIMENSIONAL DEL MOBILIARIO UNIVERSITARIO

Tabla 4,- Dimensiones del mobiliario universitario

MEDIDAS DEL MOBILIARIO UNIVERSITARIO	
SILLA	cm
ALTURA	45
ANCHO	37
PROFUNDIDAD	41
PUNTO MEDIO RESPALDO	64
ALTURA MÁXIMA RESPALDO	83
MESA	Cm
ALTURA SUPERIOR	76,3
ALTURA INFERIOR	14

Elaborado: Edison Bermeo

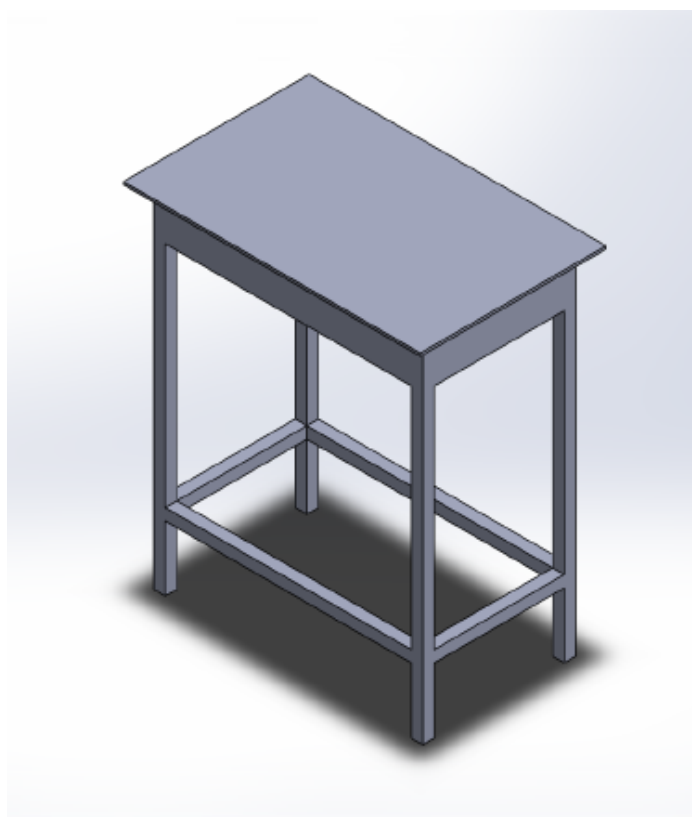


Gráfico 45.-- Mobiliario Universitario (Mesa)

Elaborado: Edison Bermeo

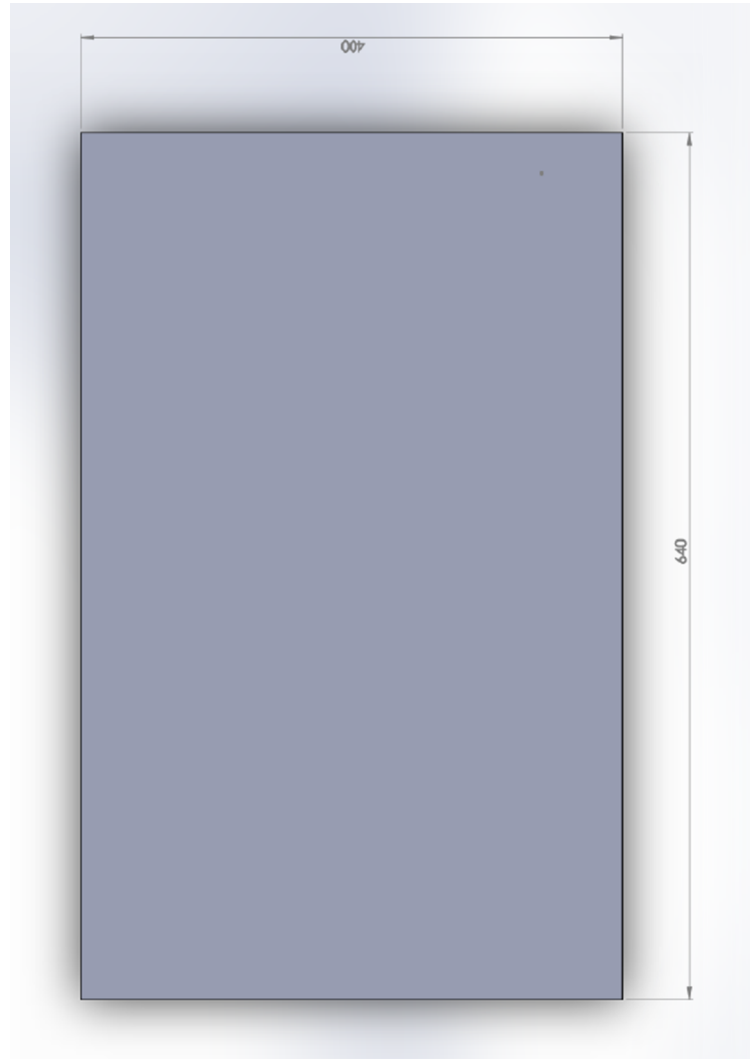


Gráfico 46.- Vista Superior de la Mesa

Elaborado: Edison Bermeo

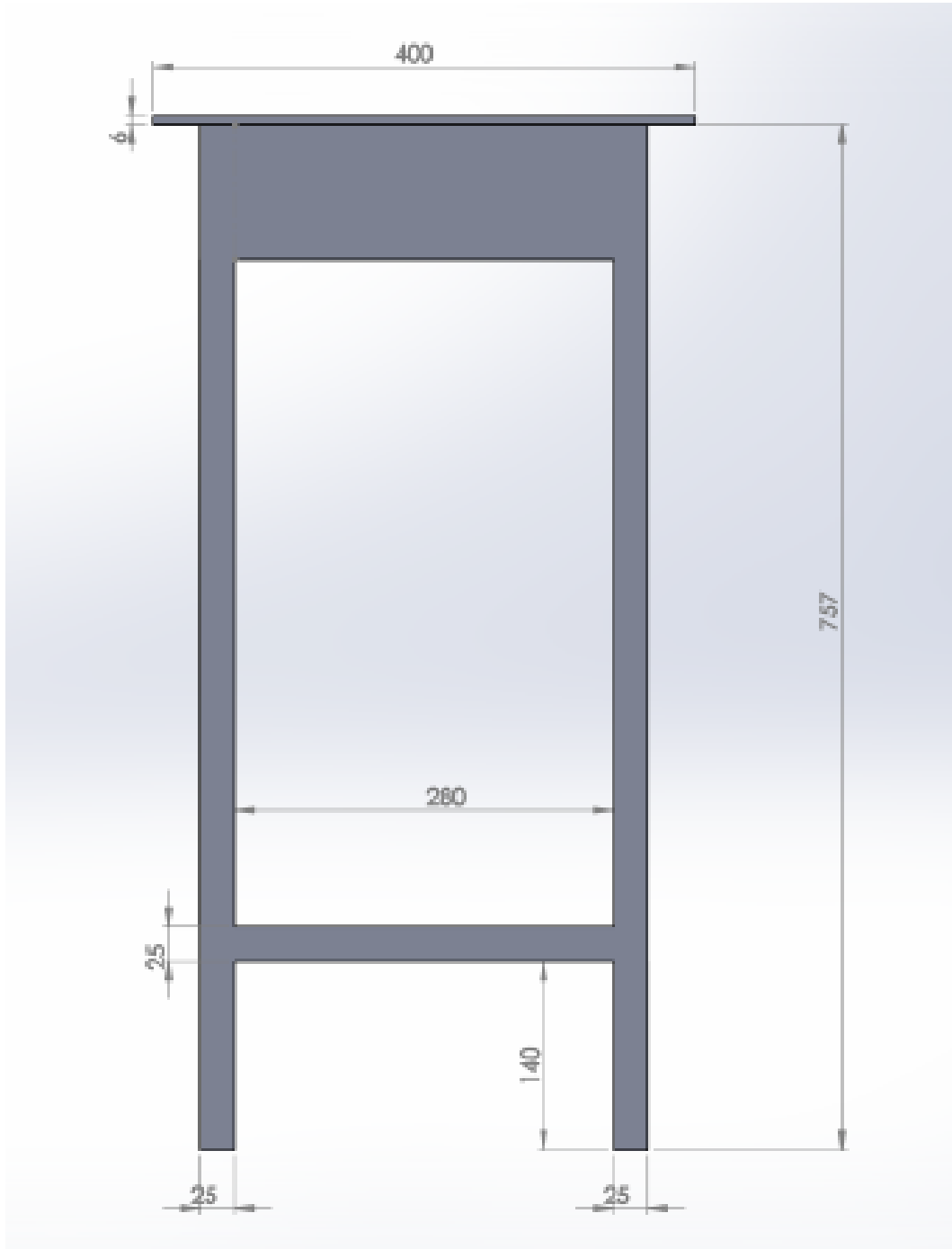


Gráfico 47.-Vista Lateral de la Mesa

Elaborado: Edison Bermeo

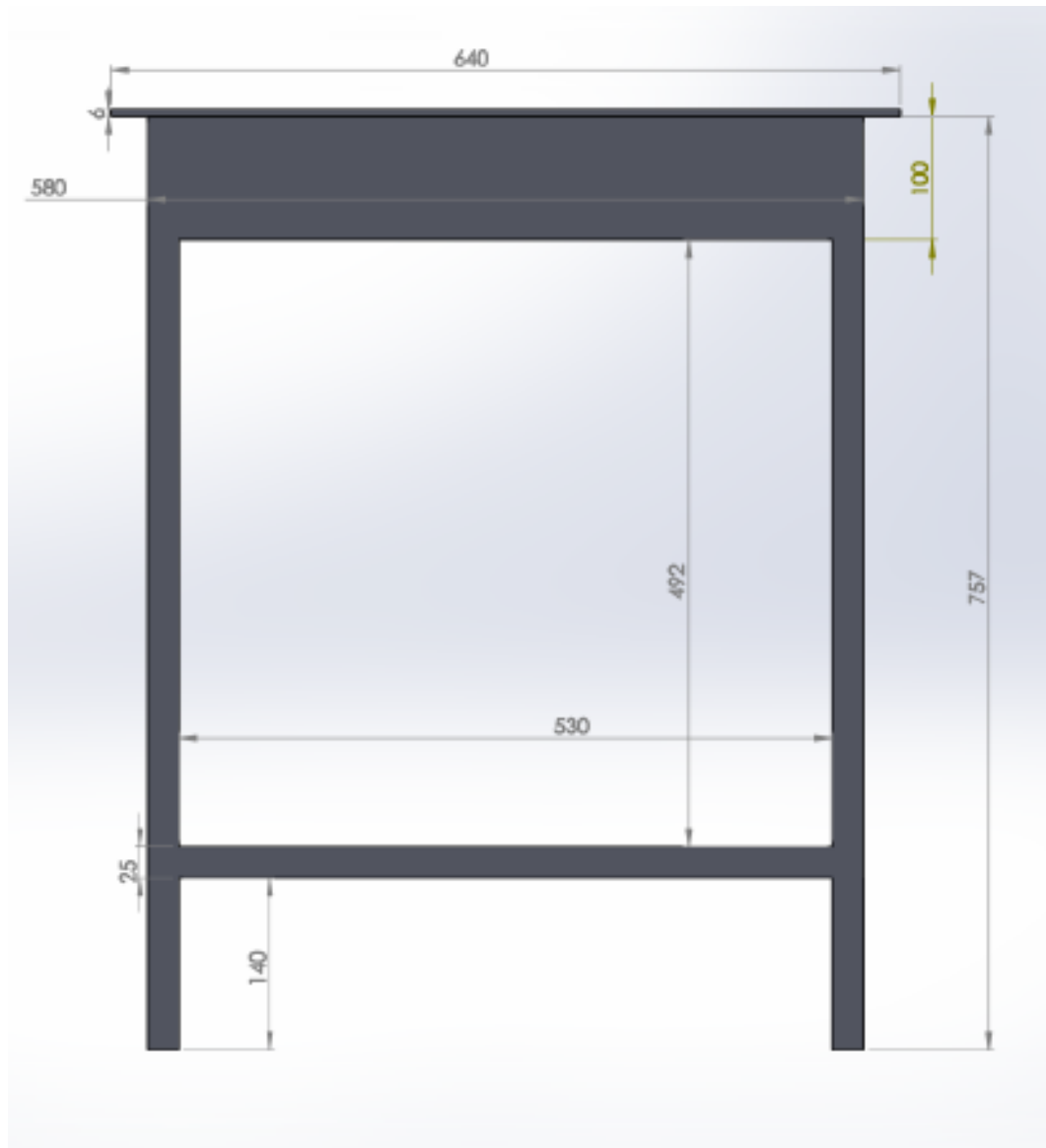


Gráfico 48.- Vista Frontal de la Mesa

Elaborado: Edison Bermeo

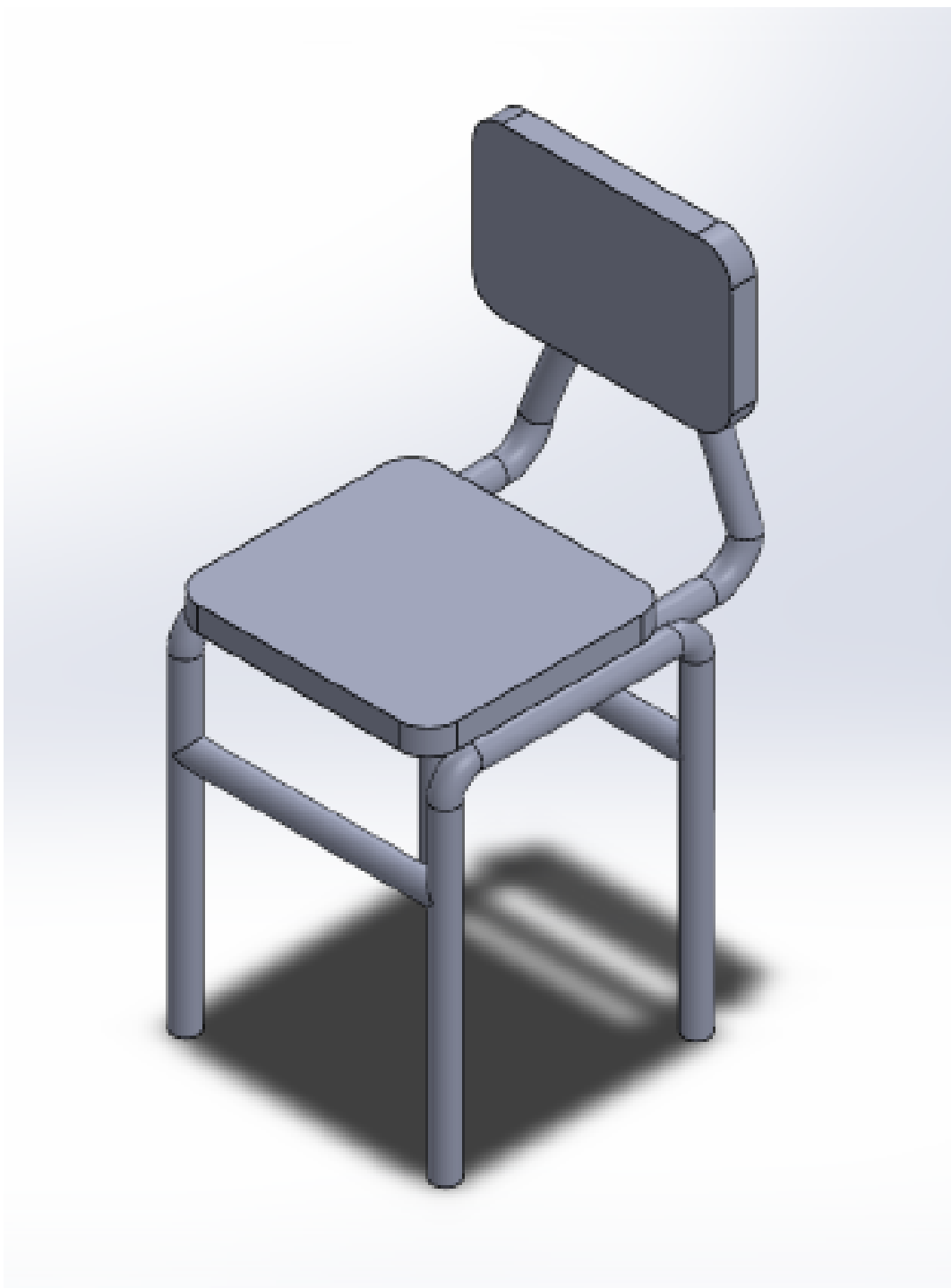


Gráfico 49.- Mobiliario Universitario (Silla)

Elaborado: Edison Bermeo

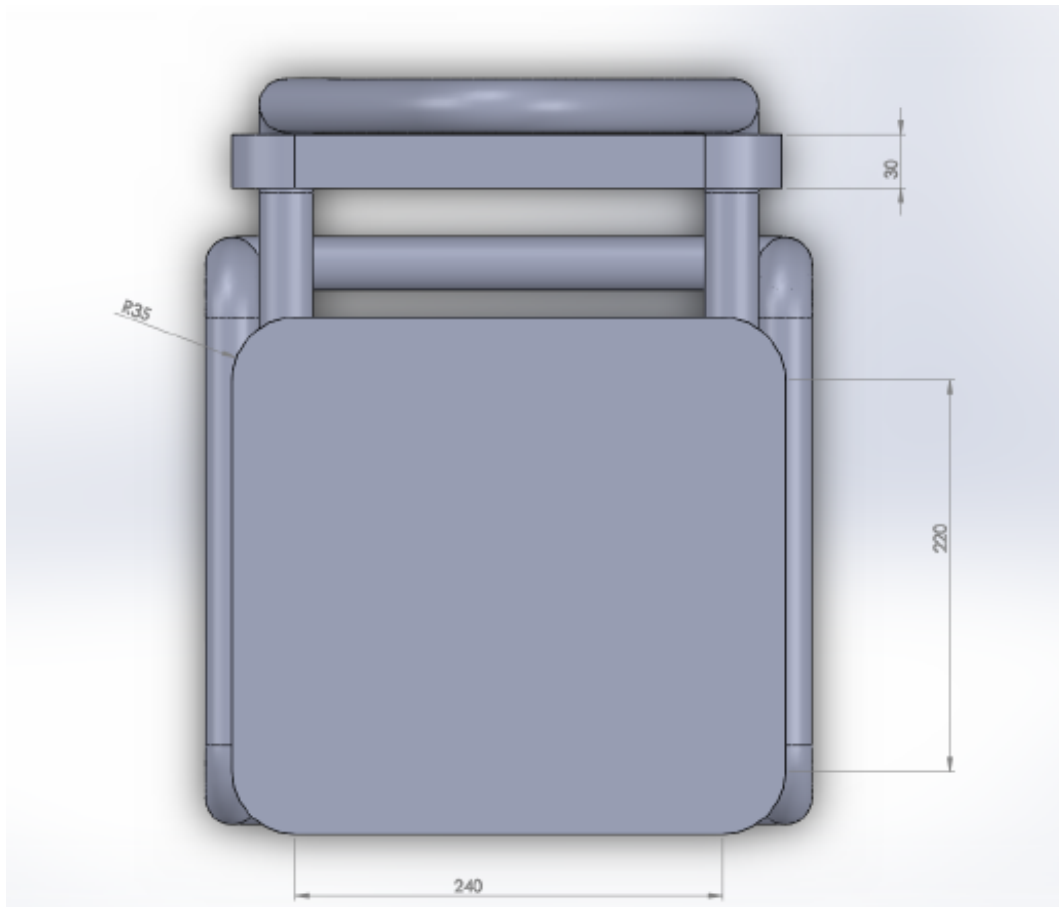


Gráfico 50.-Vista Superior de la Silla

Elaborado: Edison Bermeo

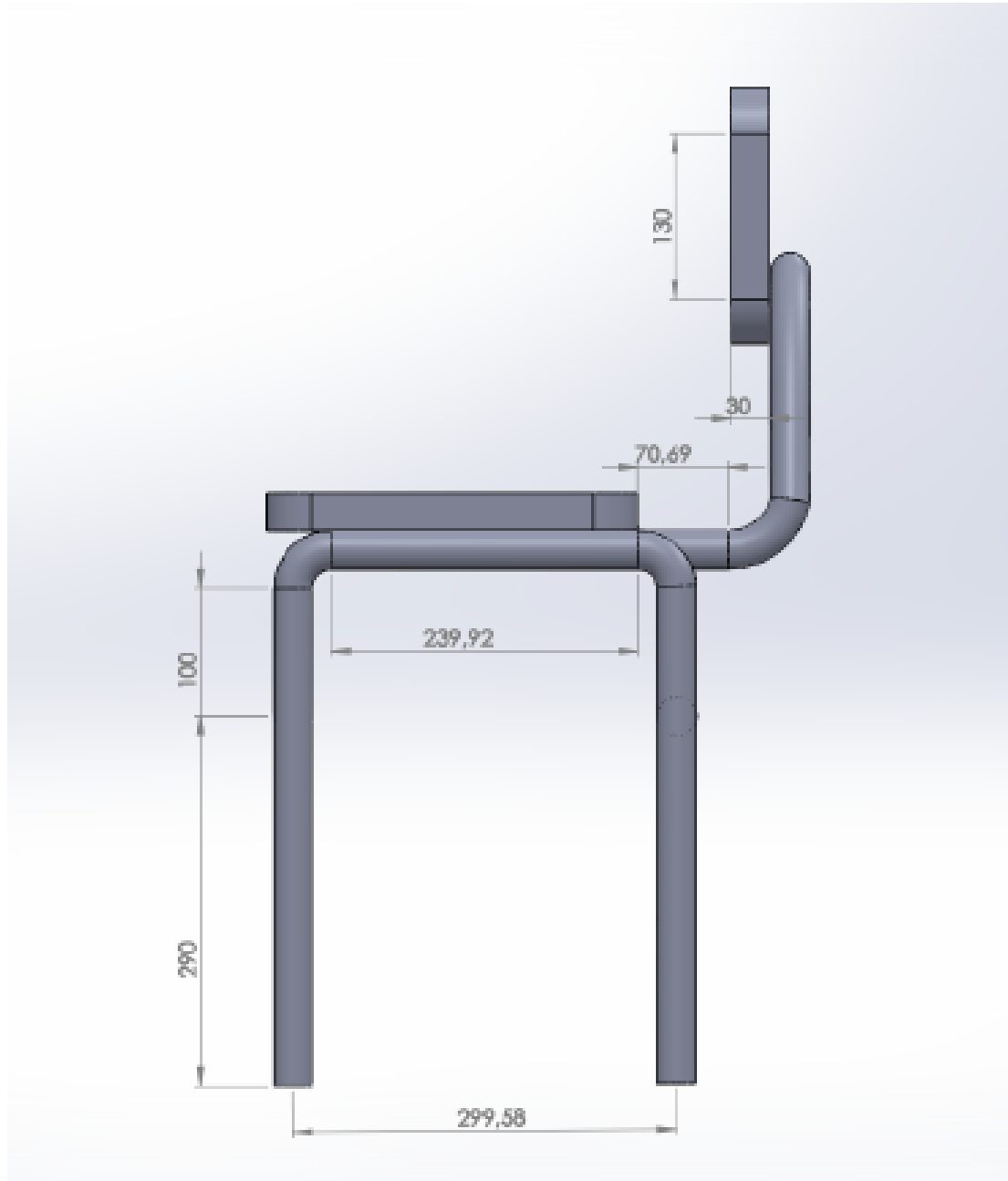


Gráfico 51.- Vista Lateral de la Silla

Elaborado: Edison Bermeo

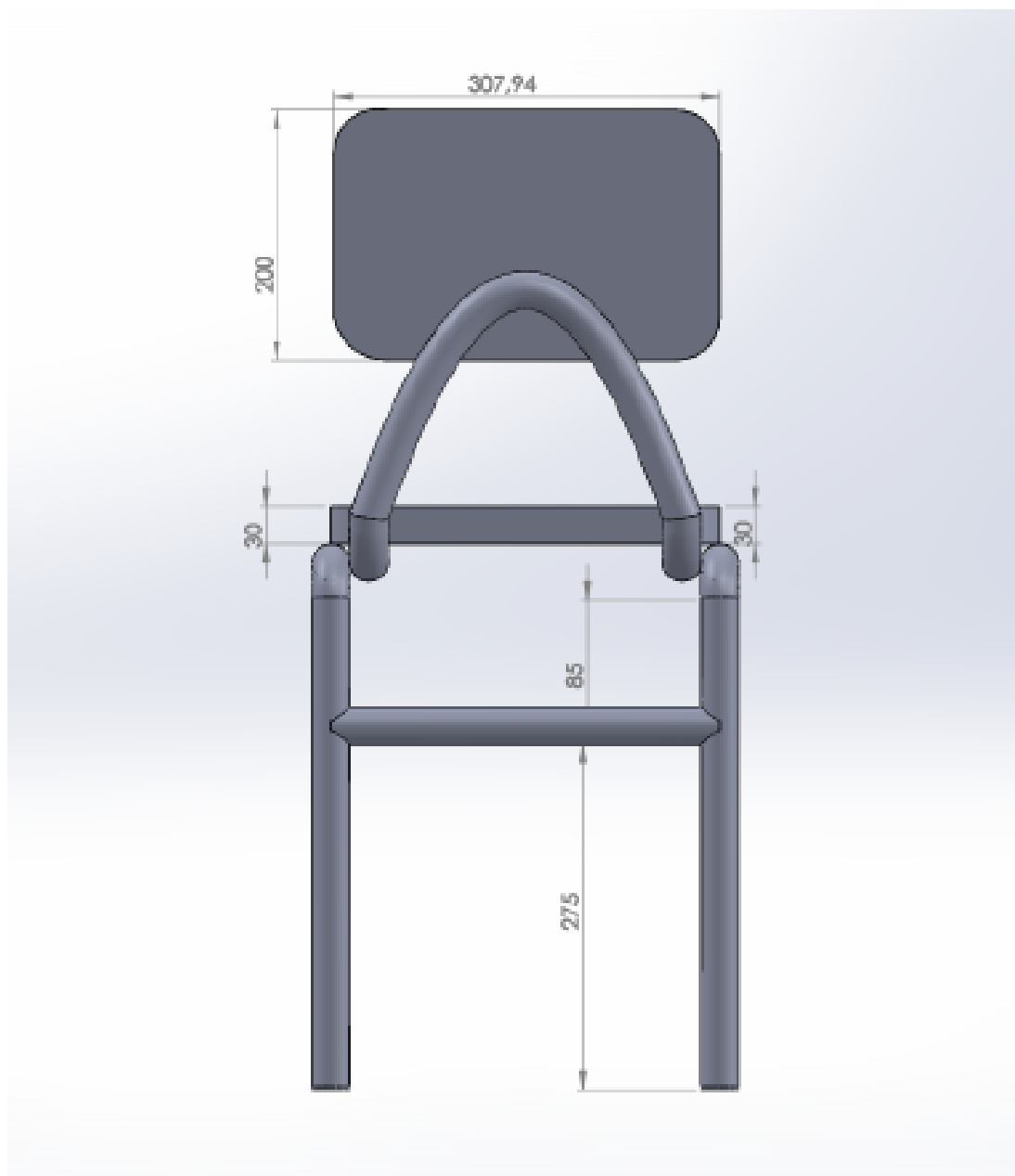


Gráfico 52.- Vista Frontal de la Silla

Elaborado: Edison Bermeo

3.3. RELACIÓN DIMENSIONAL (ESTUDIANTES – MOBILIARIO UNIVERSITARIO)

Concluidos los procesos antes mencionados se toman los datos necesarios con el fin de realizar el análisis de la relación dimensional de la antropometría de los alumnos de la Carrera de Ciencias de la Seguridad y el Mobiliario Universitario utilizado durante el proceso educativo.

Tabla 5.- Relación dimensional (Estudiantes – Mobiliario Universitario)

RELACIÓN DIMENSIONAL (ESTUDIANTES – MOBILIARIO UNIVERSITARIO)							
MEDIDAS DEL PUESTO DE TRABAJO		LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	PROMEDIO	PERCENTIL 5	PERCENTIL 95	MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS
SILLA	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
ALTURA	45	34,0	48,0	42,6	37,4	46,6	ALTURA POPLÍTEA
ANCHO	37	22,0	47,0	35,9	27,3	43,4	ANCHO DE CADERA
PROFUNDIDAD	41	30,0	55,0	44,1	38,9	50,3	DISTANCIA GLÚTEO POPLITEA
PUNTO MEDIO RESPALDO	64	64,0	80,0	68,9	64,6	74,0	ALTURA CODO SUELO
ALTURA MÁXIMA RESPALDO	83	81,0	93,0	86,5	83,0	91,9	ALTURA ESCÁPULA SUELO
MESA	cm	cm	cm	cm	cm	cm	
ALTURA SUPERIOR	76,3	64,0	80,0	68,9	64,6	74,0	ALTURA CODO SUELO
ALTURA INFERIOR	63,3	44,0	60,0	51,0	44,3	57,9	ALTURA MUSLO SUELO

Elaborado: Edison Bermeo

3.4. ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Una vez concluidos los procesos de medición, se realiza la comparación dimensional, a fin de determinar la incidencia del mobiliario universitario en el confort o discomfort de los estudiantes de la Carrera Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre de la UGT-ESPE, determinando lo siguiente:

- En el Ecuador no existe normativa legal aplicable al diseño de mobiliario escolar por lo cual, los productos existentes en el mercado no son construidos bajo estándares que satisfagan a los usuarios.
- Los componentes del mobiliario escolar (silla y mesa) no cuentan con una simetría escalar lo cual afecta al usuario en la utilización de los elementos dentro de las actividades universitarias.
- En algún caso las dimensiones de la silla comparadas con las medidas antropométricas de los estudiantes, no satisfacen las necesidades de los usuarios, causando ciertas molestias (incomodidad), que afectaran al normal desarrollo del proceso educativo.
- Las dimensiones de la mesa se ajustan a la antropometría de los estudiantes con mínimas tolerancias de holgura, factor que de igual manera crea molestias (incomodidad) además de limitar el espacio a utilizar por los usuarios.
- De los factores analizados se determina que el mobiliario escolar cumple parcialmente las necesidades de los usuarios existente al momento de la investigación, datos que pueden ser de importancia en el mejoramiento del proceso educativo que en más del 60 % se desarrolla en las aulas, por lo cual es necesario buscar alternativas de solución para corregir la problemática existente.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES:

Una vez realizada la presente investigación se puede concluir lo siguiente:

- Obteniéndose todos los datos necesarios se determina que las condiciones del mobiliario universitario, existentes en las aulas de la Carrera Ciencias de la Seguridad Mención Aérea y Terrestre de la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE, cumplen las exigencias de la mayoría de estudiantes analizados.
- La información recolectada sirvió para un análisis matemático y estadístico, que llevo a la obtención de valores que determinaron la satisfacción en los estudiantes.
- El mobiliario universitario es el adecuado para el proceso de aprendizaje, con la utilización correcta del mismo, no perjudicaría la salud de los estudiantes.

4.2. RECOMENDACIONES:

Después de haber concluido la investigación se puede recomendar lo siguiente:

- Utilizar la información del presente proyecto, con el fin de desarrollar nuevas propuestas de solución a problemas, que se presenten en el ámbito de la investigación y requieran más de una intervención para resolverlos.
- Utilizar los elementos del KIT ANTROPOMÉTRICO de manera eficaz y eficiente con el fin de garantizar su vida útil y sacar el mejor provecho por los estudiantes en su formación académica.
- Incentivar el desarrollo de investigaciones prácticas que permitan al estudiante desarrollar sus habilidades y conocimientos adquiridos durante su carrera universitaria, con el propósito de mejorar su aprendizaje y comprobar el eficiente desempeño de las partes que hacen el proceso educativo (Autoridades, Docentes y Estudiantes).

4.3.BIBLIOGRAFÍA.

- **Problemas disergonómicos asociados al mobiliario escolar y al manejo de cargas en escolares de educación básica en planteles públicos y privados. Valencia, Venezuela. (s.f de s.f de 2011). Recuperado el 02 de 02 de 2016, de Comunidad y Salud:**
http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-32932011000100008
- **Chinchilla, R. (2000). *Salud y Seguridad en el Trabajo*. Costa Rica: EUNED.**
- **Cruz, J. (2001). *Principios de Ergonomía*. Bogotá: Editora Géminis Ltda.**
- **Gonzales, A. (2003). *Manual para la prevención de riesgos laborales en las oficinas de la asociación Española de ergonomía* . Madrid: Fundacion Confemetal.**
- **López, H. (1999). *Seguridad industrial y protección ambiental para la pequeña y mediana empresa* . Santa Fé Ciudad de México: Dirección de Difusion Universitaria.**
- **Maria Agustias, M.-Q. V. (2000). *Psicología del Trabajo, de las Organizaciones y de los Recursos Humanos*. Madrid: Biblioteca Nueva.**
- **Mondelo, P. (2013). *Egonomía 3 Diseño de puestos de trabajo*. Barcelona: Ediciones UPC.**
- **Poli, F. (s.f de s.f de 2013). *Manual de Uso y Garantía*. Recuperado el 04 de 02 de 2016, de Calibres Argentinos SRL:
file:///C:/Users/COMPAQ/Downloads/Manual_de_producto_Kit_Completo_Calibres_Argentinos.pdf**
- **Salud, O. M. (s.f de s.f de 2015). *denitions*. Recuperado el 02 de 02 de 2016, de Organización Mundial de la Salud:
www.who.int/governance/eb/who_constitution_sp**

A N E X O S

