

UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

**FACULTAD DE CIENCIAS DEL TRABAJO Y
COMPORTAMIENTO HUMANO**

Trabajo de fin de carrera titulado:

**“DISEÑO DE UNA SILLA ERGONÓMICA PARA UNA
POBLACIÓN ESTUDIANTIL EN UNA UNIVERSIDAD DE
QUITO”**

Realizado por:

JONNATHAN ANDRÉS CEVALLOS ESCALERAS

Director del proyecto

PHD. OSWALDO JARA

Como requisito para la obtención del título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Quito, enero de 2018

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, JONNATHAN ANDRÉS CEVALLOS ESCALERAS, con cédula de identidad # 172059190-6, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que ha consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

Jonnathan Andrés Cevallos Escaleras

C.C.: 172059190-6

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“DISEÑO DE UNA SILLA ERGONÓMICA PARA UNA POBLACIÓN ESTUDIANTIL
EN UNA UNIVERDIDAD DE QUITO”**

Realizado por:

JONNATHAN ANDRÉS CEVALLOS ESCALERAS

Como Requisito para la Obtención del Título de:

INGENIERO EN SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL

Ha Sido dirigido por el docente

OSWALDO JARA

Quien considera que constituye un trabajo original de su autor

PHD. Oswaldo Jara

DIRECTOR

DECLARATORIA DOCENTES INFORMANTES

LOS DOCENTES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

ESTEBAN CARRERA

FABIAN CELIN

Después de revisar el trabajo presentado, lo han calificado como apto para su
defensa oral ante el tribunal examinador

Esteban Carrera

Fabián Celin

Quito, 19 de enero de 2018

DEDICATORIA

El presente trabajo dedico a mi hijo Andrés Sebastián y mi novia Katherine quienes han estado junto a mí apoyándome de forma incondicional durante el desarrollo de mi formación académica.

A mi madre y mi tía quienes siempre han estado junto a mí y han sabido guiarme con principios y valores para enfrentarme día tras día a nuevos retos.

A mi hermano Luis, quien ha sido mi compañero desde la adolescencia, quien me ha brindado su ayuda de la mejor manera.

A mi mejor amigo José Montero, quien con sus consejos ha estado impulsándome para que siga adelante y no decaiga, gracias por ser como un hermano más.

AGRADECIMIENTO

Al doctor Oswaldo Jara por su profesionalismo y entrega han sido el eje principal a la hora de desarrollar el presente documento, como director y docente ha sido siempre un ejemplo a seguir, gracias por cada uno de los consejos y por inculcar en nosotros para ser profesionales competentes.

A los profesores Esteban Carrera y Fabián Celin, quienes con sus lecturas aportaron una visión diferente e integradora de mi investigación.

A la Universidad Internacional SEK, por su esfuerzo de formar profesionales íntegros.

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 El Problema de Investigación	1
1.1.1 Planteamiento del Problema	2
1.1.2 Objetivo General.....	4
1.1.3 Objetivos Específicos.....	4
1.1.4 Justificaciones.	4
1.2 Marco Teórico.	6
CAPITULO II. MÉTODO.	35
2.1 Tipo de estudio.	35
2.2 Modalidad de investigación.....	36
2.3 Método.....	37
2.4 Población y Muestra.	37
CAPITULO III. RESULTADOS	38
3.1 Presentación y análisis de resultados.....	38
3.1.1 Análisis de resultados	47
CAPITULO IV. DISCUSIÓN	52
4.1 Conclusiones.....	52
4.2 Recomendaciones	52
MATERIALES DE REFERENCIA	53
ANEXOS	54
Anexo A: IMÁGENES	54
Anexo A1: Plataforma para toma de medidas Antropométricas	54
Anexo A2: Instrumentos Antropométricos.....	55
Anexo A3: Toma de Medidas Antropométricas.....	57
Anexo A3.1: Altura sentado	57
Anexo A3.2: Altura de ojos	57
Anexo A3.3: Altura de hombro	58

Anexo A3.4: Altura de codo	58
Anexo A3.5: Altura poplítea.....	59
Anexo A3.6: Ancho de hombro	59
Anexo A3.7: Ancho de codos	60
Anexo A3.8: Ancho de caderas	60
Anexo A3.9: Longitud nalga-poplítea	61
Anexo A3.10 Longitud nalga-rodilla.....	61
Anexo A3.11 Longitud de pie.....	62
Anexo A3.12 Alcance Normal.....	62
Anexo A3.13 Alcance Máximo	63
Anexo A3.14 Espacio libre de muslo	63
Anexo A3.15 Perímetro de brazo.....	64
Anexo A3.16 Espesor Abdominal	64
Anexo B: TABLAS	65
Anexo B1: Notación, explicación y datos europeos correspondientes a los percentiles	65
P5 y P95 de las mediciones empleadas en esta norma internacional.....	65

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Márgenes y dimensiones adicionales.....	27
Tabla 2: Recomendaciones para la altura de trabajo.....	31
Tabla 3: Postura sentada, requisitos de espacio para las piernas y los pies	34
Tabla 4: Levantamiento de medidas antropométricas primer semestre	39
Tabla 5: Levantamiento de medidas antropométricas tercer semestre.....	40
Tabla 6: Levantamiento de medidas antropométricas quinto semestre	41
Tabla 7: Levantamiento de medidas antropométricas sexto semestre	42
Tabla 8: Levantamiento de medidas antropométricas séptimo semestre	43
Tabla 9: Levantamiento de medidas antropométricas noveno semestre	45
Tabla 10: Tratamiento estadístico de la población estudiantil femenina	46
Tabla 11: Tratamiento estadístico de la población estudiantil masculina	46

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Árbol de causa	3
Figura 2: Altura sentado erguido	12
Figura 3: Altura de los ojos, sentado	13
Figura 4: Altura de hombros, sentado.....	13
Figura 5: Altura del codo, sentado.....	14
Figura 6: Anchura de hombros (biacromial).....	15
Figura 7: Anchura entre codos.....	15
Figura 8: Anchura de caderas, sentado	16
Figura 9: Longitud de la pierna (altura del poplíteo).....	17
Figura 10: Espacio libre para el muslo (espesor del muslo)	17
Figura 11: Espesor abdominal sentado	18
Figura 12: Longitud del pie.....	18
Figura 13: Alcance del puño, alcance hacia adelante	19
Figura 14: Longitud codo-puño	20
Figura 15: Longitud poplíteo-trasero (profundidad del asiento).....	20
Figura 16: Longitud rodilla-trasero.....	21
Figura 17: Ejemplos de variantes de la postura sentada	29
Figura 18: Ejemplo de postura de trabajo sentada.....	33
Figura 19: Vista Isométrica Mobiliario Actual	47
Figura 20: Vista Superior Mobiliario Actual	48
Figura 21: Vista Isométrica Mobiliario Ergonómico propuesto	50
Figura 22: Mobiliario Actual vs Mobiliario Ergonómico propuesto	51

RESUMEN

Se ha analizado y se ha propuesto un diseño de mobiliario ergonómico que se adapte a las dimensiones antropométricas de la población estudiantil en una universidad de Quito. Es usual observar estudiantes universitarios que no logran sustentar sus pies en la superficie debido a su baja estatura, o aquellos cuyas dimensiones de las extremidades inferiores impiden adoptar una buena posición ya que el espacio bajo el pupitre académico es insuficiente. La posición sentada es la más estable, si el apoyo corporal es adecuado, un buen asiento proporciona estabilidad para realizar tareas que requieran movimientos precisos. Los resultados obtenidos del levantamiento antropométrico determinan considerar nuevas alternativas para el diseño del mobiliario académico, propiciando de esta manera un ambiente confortable y que se ajuste a las dimensiones de la población inmersa.

Palabras Claves: Diseño ergonómico, antropometría, disconfort y mobiliario.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 El Problema de Investigación

Es común encontrar a nivel universitario el discomfort de los estudiantes para pasar varias horas ejecutando su labor educativa sin que el mobiliario de trabajo les sea favorable para realizar sus tareas educativas. Es usual observar estudiantes universitarios que no logran llegar al piso con sus pies debido a su estatura o aquellos cuyas rodillas tocan la altura del pupitre pues sus piernas tienen una mayor altura.

Las aulas en la mayoría de universidades se encuentran implementadas de una manera tradicional, sin que se haya considerado el confort de sus estudiantes sino más bien, privilegiando el número de estudiantes que se puede atender por aula. Asimismo, existe la tendencia a replantear la forma de impartir las asignaturas con la enseñanza por competencias lo que nos lleva a la pregunta si el mobiliario clásico es el mejor para la aplicación de esta metodología. (Velázquez, 2014)

Numerosas consultas médicas sobre patologías de la columna en adolescentes universitarios plantean la necesidad de revisar sus hábitos posturales durante actividades de estudio. El presente proyecto tuvo en cuenta como inciden las actividades áulicas en el mantenimiento de una buena postura. Dada su obligatoriedad, diariamente los alumnos quedan expuestos a riesgos ergonómicos durante un tiempo considerable. (Roso & Tomassiello, 2016)

El mobiliario estudiantil podría constituir una concausa de las patologías de la columna en adolescentes. Una aproximación visual inicial guiada por criterios ergonómicos permite concluir que en muchos casos el mobiliario existente no se adapta a las dimensiones de sus usuarios estudiantiles. (Roso & Tomassiello, 2016).

El ideario de una buena postura, la denominada “postura de Staffel”, con un ángulo de 90° entre tronco y muslos en la actualidad quedó superada. Estudios médicos permiten comprobar sus consecuencias negativas sobre la columna lumbar. Asimismo, se pone en manifiesto un elevado nivel de incomodidad para los estudiantes, por lo cual es imposible mantenerla durante un tiempo prolongado. (Roso & Tomassiello, 2016)

Estudios realizados por A.C. Mandal en el Instituto Finsen (Copenhague, Dinamarca), permitieron establecer que una postura saludable es aquella con un ángulo tronco fémur mayor de 90°. Sin embargo, dicha postura puede favorecer un resbalamiento del cuerpo en el asiento, problema que puede evitarse. Ello es factible si los isquiones y glúteos apoyan sobre una superficie horizontal que provoca una reacción vertical del peso del tronco. (Bustamante, 2008)

El diseño de un mobiliario estudiantil que comprende de una silla y una mesa de trabajo, imprescindible encararlo desde una perspectiva sistémica. Convergen allí, entre otros, aspectos de naturaleza funcional y ergonómica.

Contar con un ambiente de clase adecuadamente pensado para evitar la fatiga y brindar confort a los estudiantes no solo contribuye a crear un ambiente sano sino a lograr despertar actitudes y desarrollar hábitos que conduzcan a comportamientos de vida saludable. (Velázquez, 2014)

Mediante la aplicación del árbol de problemas analizaremos cuáles son los factores ergonómicos a ser estudiados y los efectos que queremos disminuir con el diseño de una silla ergonómica para una población estudiantil en una universidad de Quito.

1.1.1 Planteamiento del Problema

¿Cómo se puede mejorar el diseño inadecuado de las sillas y mesa de trabajo que producen discomfort y malas posturas en una población estudiantil de una universidad de Quito?

1.1.1.1 Diagnóstico del problema. Síntomas y causas (Causa –efecto).

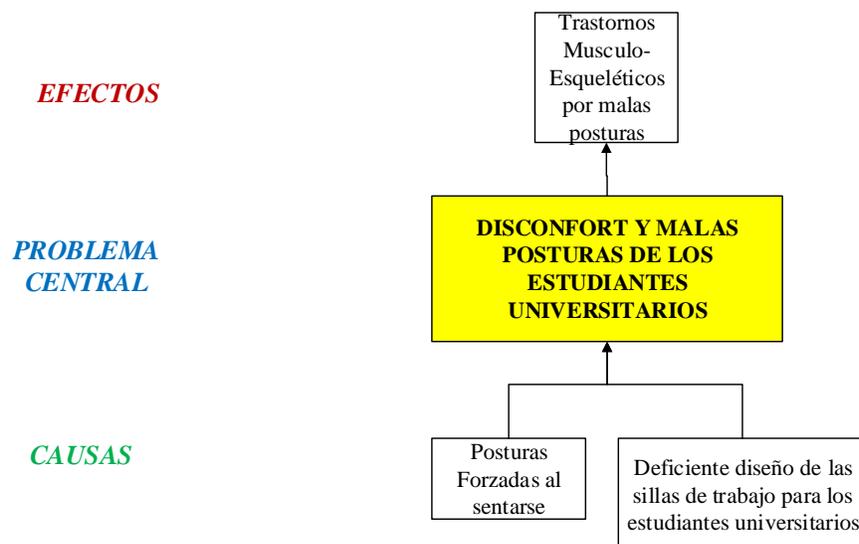


Figura 1: Árbol de causa

Por: Autor

1.1.1.2 Pronóstico

La población estudiantil de una Universidad de Quito seguirá presentando un disconfort y malas posturas con el diseño del mobiliario actual, esto a su vez puede conllevar a que se presenten problemas musculo esqueléticos durante los años que cursen su carrera.

1.1.1.3 Control del Pronóstico

El presente proyecto busca obtener datos confiables para el diseño de una silla ergonómica para la población estudiantil de una universidad de Quito, por lo tanto, los datos que se recojan servirán para el nuevo diseño que se ajustara a las dimensiones antropométricas de la población, con lo cual se minimizará los factores de riesgo ergonómico, entre los más relevantes tenemos las malas posturas que adoptan los estudiantes en horas de clase. Es por ello se busca tomar acciones en el medio, ya que se deben cambiar varios aspectos los cuales están explicados dentro del estudio.

1.1.2 Objetivo General.

Diseñar una silla ergonómica mediante la aplicación de normas técnicas, para el mejoramiento del confort en una población estudiantil de una Universidad de Quito.

1.1.3 Objetivos Específicos.

- Levantar las diferentes variables antropométricas mediante el uso de instrumentos de medición técnicos, para obtener los datos estadísticos de las dimensiones en cada individuo de la población estudiantil.
- Realizar el tratamiento estadístico de las diferentes variables obtenidas en la población estudiantil mediante el uso de una tabla electrónica, para determinar las dimensiones del mobiliario.
- Diseñar el prototipo de la silla ergonómica mediante los datos obtenidos en el tratamiento de variables antropométricas, para la población estudiantil en una Universidad de Quito.

1.1.4 Justificaciones.

La Declaración Universal de los Derechos Humanos habla del derecho que toda persona tiene a un nivel de vida adecuado que le asegure la salud y el bienestar,...,Es decir no se reclaman sólo cosas abstractas y naturales –la salud y el bienestar- si no el objetos diseñados y fabricados. (Bustamante, 2008)

Puede afirmarse, sin temor a exagerar, que la postura sedente es la postura de trabajo más frecuente en países industrializados, debido a esto cabe indicar que en las universidades la posición en la que permanece un estudiante por más tiempo es sentado, teniendo en cuenta el número de horas que los estudiantes pasan sentados a lo largo del día en las aulas.

La posición sentada es la más estable, requiere menor gasto de energía y, como consecuencia, produce menor fatiga. Si el apoyo corporal es el adecuado, un buen asiento proporciona estabilidad para realizar tareas que requieran movimientos precisos de las manos. Al

tomar asiento descende el centro de gravedad del cuerpo respecto a la postura de pie y aumenta la base de apoyo, incluyen los dos pies, las nalgas, parte de los muslos y la proyección en el suelo de la superficie del respaldo; ello mejora la estabilidad global y, por tanto, la capacidad y el confort del estudiante. Para evitar molestias en espalda y hombros, un buen diseño de la silla contempla respetar los ángulos de confort articular y una abducción de los brazos. (Fundación Mapfre, 2012)

Teórica.

En un estudio realizado donde hacen la compilación de la evolución del mobiliario escolar para evaluar si este está siguiendo parámetros ergonómicos se indica que la adaptación del mobiliario escolar a la antropometría o a las necesidades físicas de los usuarios es el motivo principal de los avances más relevantes, sin embargo explican que esta evolución no siempre ha sido positiva, desde el punto de vista ergonómico, una de las preocupaciones que ese plantean hoy en día es la falta de adaptación del mobiliario y la incomodidad que puede generar y que las características del mobiliario tradicional obligan a los estudiantes a adoptar posiciones anti fisiológicas, que con el tiempo pueden tener como consecuencia graves problemas de salud. (Rodríguez & Pilar, 2011)

Por otra parte, para hacer un adecuado diseño ergonómico la antropometría es fundamental por ello, contar con las medidas de la población de usuarios, en este caso la población estudiantil universitaria, los esfuerzos realizados en los últimos años por obtener información antropométrica es insuficiente.

En el campo de la Ergonomía y la Seguridad, un problema frecuente lo constituye la adaptación de los medios de trabajo y el espacio a las personas, lo que requiere principalmente de mediciones lineales de las extremidades y segmentos corporales. (Fundación Mapfre, 2012)

Es por ello que el presente proyecto busca motivar a la reflexión académica, en vista que no se han realizado estudios anteriores este es un punto de partida para mejorar en el tema ergonómico.

Metodológica.

Las metodologías y técnicas de investigación que se utilizarán en el presente problema de investigación, nos servirán de soporte para futuras investigaciones referentes a temas que busquen la mejora en el diseño del mobiliario y poder evitar las malas posturas que adoptan los estudiantes en horas de clase.

Práctica.

El análisis ergonómico facilita a través de sus pautas la comprensión de todos los elementos que participan en la dinámica de un aula universitaria (mobiliario, etc.) y las limitaciones de sus usuarios (estudiantes) para así determinar los factores a considerar en el espacio de trabajo que propicien la implementación de mobiliario cómodo para la producción y adquisición de conocimiento. (Gomez-Cano, 2007)

La justificación práctica es el hecho de analizar el mobiliario utilizado actualmente en la población estudiantil universitaria, luego de ello que permitan cambiar el contexto descrito, una vez analizados los factores ergonómicos que causan incomodidad y malas posturas en los estudiantes de la población analizada, posterior corregir las deficiencias del mobiliario actual y diseñar mobiliario que se adapte a las dimensiones de los usuarios.

1.2 Marco Teórico.

La principal tarea de un ergónomo es determinar las capacidades del trabajador para de esta manera diseñar todo el sistema que interacciona con él en función de estas capacidades. Se busca maximizar la seguridad, eficiencia y confort del trabajador acoplado la maquinaria y

todos los aspectos del puesto de trabajo que han de ser utilizados a las capacidades de las personas que han de utilizarlos. (ICB Editores)

El ergónomo no se contenta con sólo estudiar instrumentos o situaciones de producción poco favorables a las condiciones de trabajo, sino que desea involucrarse en los procesos de concepción que no tienen en cuenta suficientemente el funcionamiento de los humanos ni la actividad que demuestran. Ahora bien, toda acción eficaz supone un modelo, una representación o unos conceptos que orienten la acción: ¿qué es concebir o diseñar? Se trata de una dificultad: se puede argumentar que el diseño es un proceso incierto y no moldeable. (Card, 1996)

La ergonomía preventiva también conocida como ergonomía de diseño, tiene vinculación directa con la modernización de los equipos y sistemas existentes y el diseño de nuevos elementos. (Ramirez Cavassa, 2006)

El punto clave en la ergonomía moderna es la investigación de las relaciones del operario con el entorno, como dos partes importantes del sistema. Se ha pasado de estudiar con detalle la relación de un subsistema básico hombre máquina, que no tenía ningún interés real, para evaluar las interacciones del operario con todo lo que compone su entorno de trabajo. Es por ello, por lo que el diseño del puesto de trabajo, tanto en fase de proyecto como en una posterior evaluación durante la etapa de producción, se han de tener en cuenta todas las variables que componen las condiciones de trabajo y definen el entorno laboral junto a las características de la población que ocupará el puesto de trabajo. Así, no solo se estudiará el espacio y los medios de trabajo, junto a los órganos de representación, señalización y mando, sino de concebir las posturas, esfuerzos y movimientos que ha de realizar el trabajador, sin olvidar que todo está ubicado en un entorno físico determinado y con un sistema organizacional específico en función de los diferentes procesos. Sin embargo, nada de lo anterior tendría sentido si obviamos en nuestro modelo de diseño que el entorno laboral lo ocupará una población trabajadora con sus características

antropométricas específicas, que han de ser una variable de primer orden, para de esta forma dar respuesta al principal objetivo de la Ergonomía que es el de adaptar el puesto de trabajo al trabajador que lo desempeñe. (ICB Editores)

La ergonomía constituye una cualidad que ciertos productos y herramientas manuales presentan como cierto valor añadido, pero los usuarios muchas veces no saben el significado de este término. Cabe destacar la importancia del mobiliario como factor predominante y relevante en la adecuada postura de trabajo, favoreciendo o dificultando la adopción de la misma. Además de tener en cuenta el carácter ergonómico del mobiliario, debe de tenerse en cuenta que la cantidad y ubicación del mismo debe dejar suficiente espacio para entrar y salir sin dificultad del puesto. (López, 2015)

Descripción estadística de la variabilidad humana

En el campo de la Ergonomía y la Seguridad, un problema frecuente lo constituye la adaptación de los medios de trabajo y el espacio a las personas, lo que requiere principalmente de mediciones lineales de las extremidades y segmentos corporales. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales , 1998)

Las dimensiones estáticas son aquellas que se obtienen midiendo segmentos entre distintos puntos anatómicos mientras el cuerpo permanece en una postura estática. La antropometría estática puede proporcionar una gran cantidad de información sobre el movimiento si se ha elegido un conjunto adecuado de variables. Sin embargo, cuando los movimientos son complicados y se desea realizar un buen ajuste con el entorno, como sucede en el estudio de las relaciones recíprocas usuario-máquina, es necesario hacer un análisis preciso de las posturas y de los movimientos. Para ello, se recurre a la antropometría dinámica que, mediante estudios de movimientos o simulación por ordenador, permite el trazado de las líneas y/o volúmenes de alcance. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales , 1998)

Las poblaciones humanas son muy variables tanto en lo que se refiere al tamaño de los individuos como a la distribución de los tamaños; incluso una población laboral determinada puede no corresponderse exactamente con la población general de la zona donde se reside, como consecuencia de una posible selección por características o aptitudes o de un proceso de autoselección debido al tipo de trabajo. Es obvio que cada persona tendrá un determinado conjunto de datos antropométricos y que, por lo tanto, la antropometría requerirá de un análisis estadístico de estos datos (media, moda, percentiles, análisis de varianza, etc.) con la finalidad de obtener unos valores de referencia para el diseño. (Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales , 1998).

La Antropometría es la rama de la ciencia que estudia las dimensiones y las formas del cuerpo humano. En ergonomía, la antropometría constituye uno de los campos de estudio más importantes y proporciona la base para el diseño dimensional de los puestos de trabajo. (Panero & Zelnik, 2000)

Datos antropométricos

El número de dimensiones antropométricas consideradas en los estudios disponibles es muy variable. En un estudio concreto, el número de dimensiones debe limitarse al mínimo posible (para disminuir así el tiempo de toma de datos) y dependerá del objetivo de estudio. Algunas de las normas relativas al diseño antropométrico de puestos de trabajo, tanto desde el punto de vista de Ergonomía como de Seguridad, y que contienen especificaciones y definiciones son:

- ISO 15534-3:2000. Diseño ergonómico para la seguridad de las máquinas. Parte 3: Datos Antropométricos.

- UNE-EN ISO 7250:2010. Medidas básicas del cuerpo humano para el diseño tecnológico.
- UNE-EN ISO 14738:2010. Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a máquinas.
- UNE-EN 547-1:97+A1:2008. Seguridad de las máquinas – Medidas del cuerpo humano – Parte 1: Principios para la determinación del paso de todo el cuerpo en las máquinas.
- UNE-EN 547-1:97+A1:2008. Seguridad de las máquinas – Medidas del cuerpo humano – Parte 2: Principios para la determinación de las dimensiones requeridas para las aberturas de acceso.
- UNE-EN 547-1:97+A1:2008. Seguridad de las máquinas – Medidas del cuerpo humano – Parte 3: Datos Antropométricos. (Carmona Benjumea, 2003)

En otros países existen normas específicas sobre antropometría e incluso algunas empresas cuentan con datos propios. En España, el Centro Nacional de Medios de Protección elaboró un informe preliminar en donde se recogen más de 40 dimensiones estáticas para la población española y en 1990 la Organización Internacional del Trabajo publicó una recopilación de datos antropométricos de diferentes países. (Jürgens, Aune, & Pieper, 1990)

La norma UNE-EN ISO 7250 define más de 40 dimensiones antropométricas. Sin embargo, en la práctica, para el diseño de puestos de trabajo es suficiente con conocer un conjunto más reducido de datos.

El bienestar de las personas depende en gran medida de su relación geométrica con varios factores tales como la vestimenta, lugares de trabajo, el transporte, el hogar y las actividades de ocio. Para asegurar la armonía entre las personas y sus entornos es necesario cuantificar el

tamaño y la forma de éstas, con objeto de optimizar el diseño tecnológico del puesto de trabajo y el ambiente doméstico. (AENOR, 2010)

Condiciones de Medidas e Instrumentos

Es importante que las condiciones siguientes sean documentadas, junto con los resultados numéricos de cualquier estudio. Se recomienda incluir fotografías o dibujos detallados de las medidas y los procedimientos. (AENOR, 2010)

Durante la medida, la persona debe estar desnuda o llevar la mínima ropa posible, descubierta y descalza. (AENOR, 2010)

Superficies de apoyo

Las superficies de apoyo (suelos), plataformas o superficies de asiento deben ser planas, horizontales y no comprensibles (ver Anexo A1). (AENOR, 2010)

Simetría Corporal

Para las medidas que se puedan tomar sobre uno u otro de los lados del cuerpo, se recomienda que sean medidas sobre ambos lados. Si esto es posible, se debería indicar sobre qué lado se debería indicar qué lado se tomó la medida. (AENOR, 2010)

Instrumentos

Los instrumentos de medida típicos recomendados son: antropómetro, pie de rey, compás de espesores, báscula y cinta métrica (veasé Anexo A2). (AENOR, 2010)

Antropómetro, es un instrumento especializado utilizado para medir distancias lineales entre puntos situados sobre el cuerpo o desde una superficie de referencia típica, como el suelo o una plataforma de asiento. (AENOR, 2010)

Pie de rey y compás de espesores, utilizados para medir la anchura y el espesor de segmentos del cuerpo, así como distancias entre marcas de referencia. (AENOR, 2010)

Cinta métrica, utilizada para medir perímetros. (AENOR, 2010)

Principales Medidas Antropométricas

Medidas tomadas con el sujeto sentado

Altura sentado erguido: Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el punto mas alto de la cabeza (vertex).

Método: El sujeto se situa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.



Figura 2: Altura sentado erguido

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Altura de los ojos, sentado: Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el vertice exterior del ojo. Vease figura

Método: El sujeto se situa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

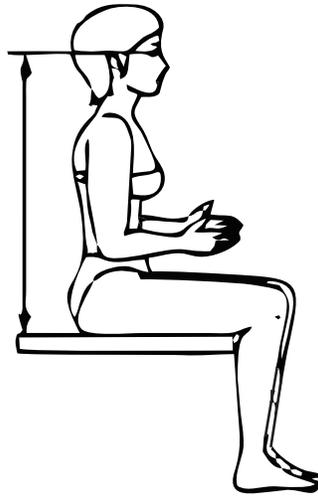


Figura 3: Altura de los ojos, sentado

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Altura de hombros, sentado: Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el acromi3n.

M3todo: El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. Los hombros relajados y los brazos colgando libremente. (AENOR, 2010)

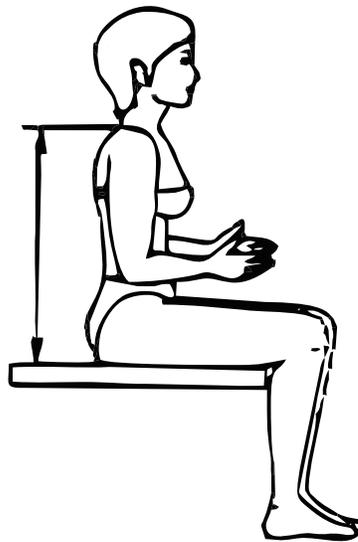


Figura 4: Altura de hombros, sentado

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Altura del codo, sentado: Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el punto óseo más bajo del codo flexionado en ángulo recto, con el antebrazo horizontal.

Método: El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. Los brazos colgando libremente hacia abajo y los antebrazos en posición horizontal. (AENOR, 2010)

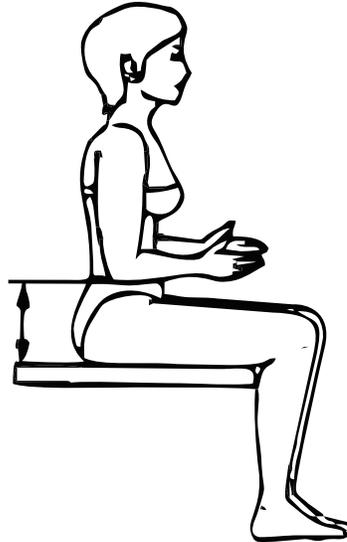


Figura 5: Altura del codo, sentado

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Anchura de hombros (biacromial): Distancia, en línea recta, entre ambos acromiales.

Método: El sujeto se sitúa sentado o de pie, completamente erguido y con los hombros relajados. (AENOR, 2010)

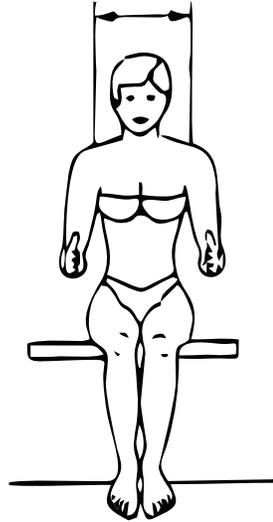


Figura 6: Anchura de hombros (biacromial)

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Anchura entre codos: Distancia máxima horizontal entre las superficies laterales de la región de los codos.

Método: El sujeto se sitúa sentado o de pie, erguido, con los brazos colgando hacia abajo y tocando legeramente los costados del cuerpo. Los antebrazos extendidos horizontalmente y paralelos uno al otro y al suelo. La medida se toma sin presionar en los codos. (AENOR, 2010)

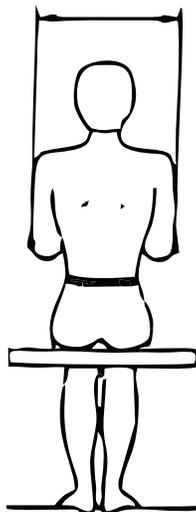


Figura 7: Anchura entre codos

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Anchura de caderas, sentado: Anchura del cuerpo medida en la parte más ancha de las caderas.

Método: El sujeto se sitúa sentado, con los muslos totalmente apoyados, con los muslos perfectamente apoyados, las piernas colgando libremente y las rodillas juntas. La medida se toma sin presionar las caderas. (AENOR, 2010)

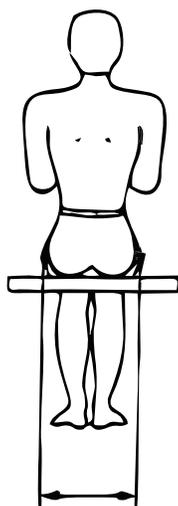


Figura 8: Anchura de caderas, sentado

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Longitud de la pierna (altura del poplíteo): Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies hasta la superficie inferior del muslo inmediata a la rodilla, con ésta doblada en ángulo recto.

Método: El sujeto mantiene el muslo y la pierna formando un ángulo recto durante la medición. El sujeto puede estar sentado o permanecer de pie con el pie colocado sobre una plataforma elevada respecto al suelo. El brazo móvil del instrumento de medida presiona suavemente contra el tendón del músculo biceps femoris relajado. (AENOR, 2010)



Figura 9: Longitud de la pierna (altura del poplíteo)

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Espacio libre para el muslo (espesor del muslo): Distancia vertical desde la superficie de asiento hasta el punto más elevado del muslo.

Método: El sujeto se sitúa sentado, erguido, con las rodillas dobladas en ángulo recto y los pies apoyados horizontalmente en el suelo. (AENOR, 2010)

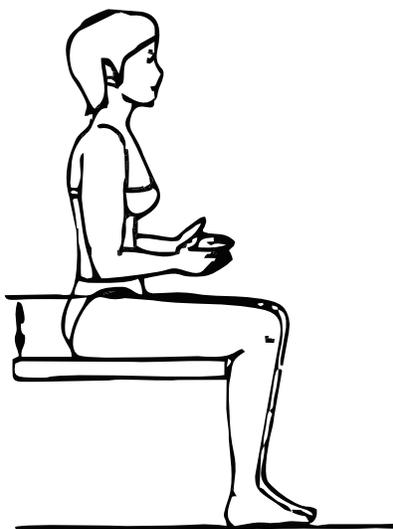


Figura 10: Espacio libre para el muslo (espesor del muslo)

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Espesor abdominal sentado: Máximo espesor del abdomen e posición sentado.

Método: El sujeto se sitúa sentado, completamente erguido y con los brazos colgando libremente hacia abajo. (AENOR, 2010)

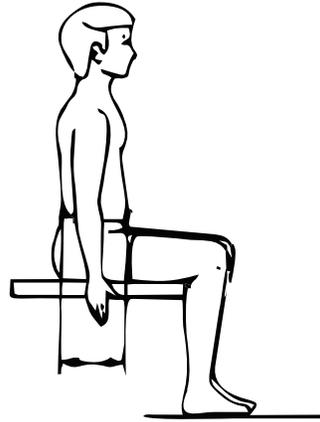


Figura 11: Espesor abdominal sentado

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Longitud del pie: Distancia máxima desde la parte posterior del talón hasta la punta del dedo del pie más largo (primero o segundo), medido paralelamente al eje longitudinal del pie.

Vease figura

Método: El sujeto se sitúa de pie con el peso del cuerpo equitativamente distribuido entre ambos pies. (AENOR, 2010)



Figura 12: Longitud del pie

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Alcance del puño, alcance hacia adelante: Distancia horizontal desde una superficie vertical hasta el eje del puño de la mano mientras el sujeto apoya ambos omóplatos contra la superficie vertical.

Método: El sujeto se sitúa de pie, completamente erguido, con los omóplatos y los glúteos apoyados firmemente contra la superficie vertical, el brazo completamente extendido en el horizontal y hacia adelante. La mano sostiene el cilindro de medida, con el eje del puño vertical. (AENOR, 2010)

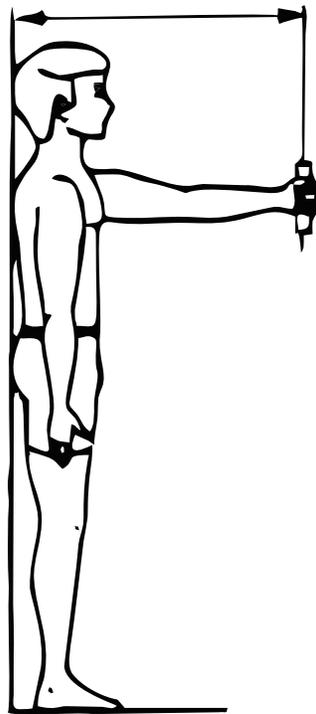


Figura 13: Alcance del puño, alcance hacia adelante

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Longitud codo-puño: Distancia horizontal desde la parte posterior del brazo (a la altura del codo) hasta el eje del puño, con el codo flexionado en ángulo recto.

Método: El sujeto se sitúa sentado o de pie, erguido, con el brazo colgando libremente hacia abajo. La mano sostiene el cilindro de medida, con el eje del puño vertical. (AENOR, 2010)

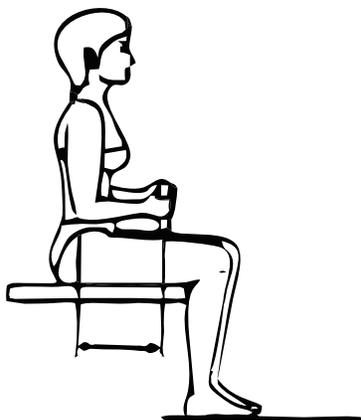


Figura 14: Longitud codo-puño

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Longitud poplíteo-trasero (profundidad del asiento): Distancia horizontal desde el hueco posterior de la rodilla hasta el punto posterior del trasero.

Método: El sujeto se sitúa sentado, completamente erguido, con los muslos totalmente apoyados y la superficie de asiento prolongada tanto como sea posible hacia el hueco posterior de la rodilla; las piernas colgando libremente. La posición del punto posterior del trasero se proyecta verticalmente sobre la superficie de asiento mediante un bloque de medida que toca el trasero. La distancia se mide a partir del bloque de medida hasta el borde delantero de la superficie de asiento. (AENOR, 2010)

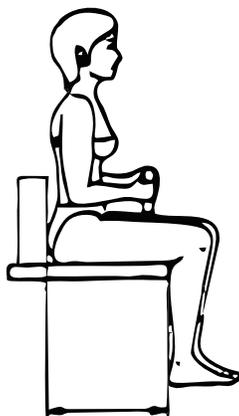


Figura 15: Longitud poplíteo-trasero (profundidad del asiento)

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Longitud rodilla-trasero: Distancia horizontal desde el punto anterior de la rótula hasta el punto posterior del trasero.

Método: El sujeto se sitúa sentado, completamente erguido, con los muslos totalmente apoyados y las piernas colgando libremente. La posición del punto posterior del trasero se proyecta verticalmente sobre la superficie de asiento mediante un bloque de medida que toca el trasero. La distancia se mide a partir del bloque de medida hasta el punto anterior de la rótula. (AENOR, 2010)

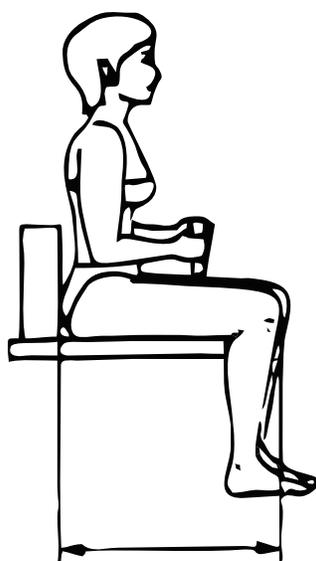


Figura 16: Longitud rodilla-trasero

Fuente: UNE-EN ISO 7250-1

Para obtener resultados confiables, los estudios antropométricos deben respetar lo siguiente:

1. Tipo de equipamiento y método de medición debe estar exhaustivamente descrito y estandarizado. (Rivas, 2007)
2. Mediciones definidas con respecto a puntos de referencia considerando su posterior uso en actividades de diseño. (Rivas, 2007)

3. Muestra suficientemente grande para lograr la confiabilidad estadística deseada. (Rivas, 2007)

Los datos antropométricos son más fiables cuando derivan de algún centro de investigación que ha realizado unas medidas antropométricas relacionadas con la población en edad laboral, ya que, si los datos han sido tomados siguiendo protocolo de medida correcto, se habrá reducido notablemente la posible fuente de error. (Mondelo, Torada, Gonzáles, & Gómez, 2000)

Diseño Ergonómico del sistema laboral

Un completo diseño del sistema laboral deberá contemplar un estudio sistemático amplio de todas las variables que intervienen dentro y fuera del sistema, analizando cada una de ellas desde una perspectiva multidisciplinar, orientada a alcanzar la máxima eficacia del sistema, tanto desde el punto de vista de la calidad y la productividad como la mejora de la calidad en las condiciones de trabajo para el usuario. (Fundación Mapfre, 2012)

Diseño del puesto de trabajo

Parece claro que no es posible diseñar un puesto de trabajo sin tener en cuenta al usuario. Esto requiere el conocimiento profundo de sus dimensiones y capacidades. La Ergonomía trata de aportar soluciones para el diseño de los sistemas según estos conocimientos, con el fin de prevenir accidentes y enfermedades profesionales, mejorar la productividad y aumentar la calidad del producto y de las condiciones de trabajo. (Fundación Mapfre, 2012)

El objetivo, sería diseñar puestos de trabajo que se adapten a toda la población laboral. Evidentemente, esto no siempre es posible y, por lo tanto, previamente habrá de definirse el grupo de usuarios a quienes estará destinado el diseño. (Fundación Mapfre, 2012)

La posición sentada es la más estable, requiere menor gasto de energía y, como consecuencia, produce menor fatiga. Si el apoyo corporal es adecuado, un buen asiento

proporciona estabilidad para realizar tareas que requieren movimientos precisos de las manos u operaciones de control con los pies. Al tomar asiento desciende el centro de gravedad del cuerpo respecto a la postura de pie y aumenta la base de apoyo, incluyendo los pies, las nalgas, parte de los muslos y la proyección en el suelo de la superficie del respaldo; ello mejora la estabilidad global y, por tanto, la capacidad para realizar tareas de precisión. Sin embargo, en la postura sentada la movilidad, el alcance y la capacidad de aplicar fuerza en tareas de control manual son menores que estando de pie. Por último, al sentarse disminuye la presión hidrostática en la circulación venosa de las piernas, ofreciendo menor resistencia al retorno de sangre al corazón. No obstante, esta situación puede cambiar si se prolonga la postura, debido a la inactividad de los músculos de las piernas y a la compresión de los muslos. (Fundación Mapfre, 2012)

En este tipo de puesto, la distancia entre el plano de trabajo y el asiento determina la postura adoptar. Los pies se pueden acomodar fácilmente con un apoyo adecuado. Para evitar molestias en espalda y hombros, un buen diseño contempla respetar los ángulos de confort articular y una abducción de los brazos entre 5° y 25°. (Fundación Mapfre, 2012)

La silla debe cumplir una serie de requisitos:

-El soporte debe ser estable y absorber la energía del impacto al sentarse. La silla debe tener cinco patas radiales para obtener mayor estabilidad. Si la silla es regulable, los controles deben ser de fácil manejo. (Fundación Mapfre, 2012)

-Se recomienda para actividades prolongadas que los pies puedan apoyar completamente sobre el suelo y que las rodillas formen un ángulo entre 60° y 85°; es decir, el asiento debe tener la altura del hueco poplíteo. (Fundación Mapfre, 2012)

-La profundidad del asiento debe ser inferior a la longitud del muslo, con el fin de que se pueda utilizar eficazmente el respaldo sin que el borde de la silla presione la parte posterior de las

piernas. El borde anterior del asiento debe ser redondeado, para evitar que presione los muslos.

(Fundación Mapfre, 2012)

-El asiento no debe tener formas acusadas ni relieves marcados, pues por cómodo que resulte en una posición, no permitirá cambiar de postura. No obstante, se puede aceptar un suave relieve, consistente en una ligera depresión en la zona de las nalgas, con una cierta elevación en la parte posterior del asiento, dejándolo plano en la zona de los muslos. El apoyo para la pelvis evita también la retroversión pélvica excesiva. Si la zona delantera del asiento sube ligeramente, esto obliga a la persona a adoptar siempre un apoyo correcto en el respaldo. (Fundación Mapfre, 2012)

-Cuantas más horas se deba permanecer sentado al día, tanto mayor deberá ser la altura de apoyo de la espalda. El respaldo no será excesivamente blando y debe tener una convexidad en la zona lumbar que penetre 2 a 4 cm para evitar que la columna adopte una postura en cifosis que le es perjudicial, porque en ella se comprime la parte anterior de los discos, muy inervada y propensa a la aparición de dolor. Para favorecer el apoyo en el respaldo es una buena idea el inclinar el asiento hacia atrás unos 5°-10°. (Fundación Mapfre, 2012)

-Para permitir el cambio postural es bueno que el respaldo sea reclinable. Si se quiere evitar la rotación pélvica y prevenir que la columna lumbar se sitúe en la cifosis, el asiento se debe mover al mismo tiempo que el respaldo. (Fundación Mapfre, 2012)

-Es conveniente el uso de reposabrazos ya que sirven de apoyo tanto al levantarse como al sentarse. Descargar el peso de los brazos contribuye a disminuir la presión en el disco lumbar. Sus dimensiones se ajustarán para que pase con facilidad por debajo de la mesa y permita el acercamiento a la misma o, en su defecto, hacerlos cortos para que no choquen con la mesa al acercarse al plano de trabajo. (Fundación Mapfre, 2012)

-Para evitar la compresión en el hueco poplíteo, cuando los pies no se apoyan completamente en el suelo, se deberá utilizar un reposapiés que con superficies antideslizantes, de una altura regulable entre 5 y 25 cm e inclinación ajustable entre 5° y 15° con la horizontal. (Fundación Mapfre, 2012)

-La mesa o tablero de trabajo debe habilitar suficiente espacio para los miembros inferiores. La pelvis no debe estar oblicua a la mesa, sino en posición paralela. La altura se dispondrá de forma que el brazo esté vertical y el antebrazo horizontal, formando ángulo recto con el codo. Esta posición previene las posturas extremas de muñeca y mano, con lo que se evita el discomfort de las mismas. (Fundación Mapfre, 2012)

-El esfuerzo estático de los músculos de la región del cuello y de los hombros depende fundamentalmente de la relación entre la altura de la mesa y la de la silla, así como del uso y de las características de los reposabrazos. Si la altura de la mesa es excesiva, obliga a situar los brazos en abducción y elevación, aumentando la fatiga a nivel de cuello y los hombros. Si es demasiado baja, el tronco debe flexionarse hacia delante aumentando la presión intra abdominal, pierde la curva normal del raquis y aparece una cifosis lumbar que puede sobrecargar los discos intervertebrales; además, se obliga a aumentar los esfuerzos de la musculatura posterior del cuello para mantener la vista al frente. (Fundación Mapfre, 2012)

El movimiento del cuerpo humano se restringe al alcance y posibilidad de mover sus miembros. Es preciso conocer el alcance al que vamos a situar un objeto dentro del espacio (alejamiento del operador a la máquina, a la pieza, a los contenedores y herramientas, etc.) y también cómo, cuándo y dónde se va a utilizar el mismo. (Nordin & Andersson, 2006)

Determinación de la postura de trabajo

El diseño de la máquina, del puesto de trabajo, de la tarea y del equipo debe estimular los cambios de postura, así como una cierta movilidad. Asimismo, el diseño debería permitir al

operador cambiar libremente entre la postura sentada y de pie, a lo largo de la jornada de trabajo. Cuando el proyectista prevé una postura de trabajo principal, la postura sentada es, en general, la preferida. La postura de pie es menos recomendable. Se deberían evitar posturas de trabajo tales como de rodillas, en cuclillas o tendida. La figura 1 también indica cómo pueden modificarse los diversos factores para hacer posible la postura sentada. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Datos de dimensiones para el diseño de puestos de trabajo

Para cada una de las posturas de trabajo descritas en esta norma internacional, se proporcionan varias dimensiones a emplear en el diseño del puesto de trabajo. Estas dimensiones están basadas en datos antropométricos. Tales datos están extraídos de mediciones estáticas de personas desnudas y no tienen en cuenta los movimientos del cuerpo, la ropa, el equipo, las condiciones de operación de la máquina o las condiciones ambientales. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

El anexo B1 incluye las mediciones del cuerpo humano necesarias para calcular las dimensiones del puesto de trabajo, teniendo en cuenta el intervalo conocido de tamaños del cuerpo. La notación utilizada en esta norma internacional y sus anexos es la empleada en la Norma ISO 15534, partes 1 a 3. Las dimensiones físicas asociadas al puesto de trabajo se indican en las tablas 4 a 8, por las letras mayúsculas A, B, C, etc. Estas tablas proporcionan dimensiones calculadas a partir de mediciones del cuerpo humano válidas para los países europeos. Las mediciones antropométricas se indican mediante letras minúsculas con subíndices. Si se hace referencia a un determinado percentil de una medición antropométrica, éste se identifica mediante el símbolo de la medición seguido, entre paréntesis, por la letra "P" y el número correspondiente al percentil; (por ejemplo, $a_2(P5)$ significa el percentil 5 de la

medición antropométrica a_2 , anchura de hombros). (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Las dimensiones incluidas en la tabla 1 están basadas en la experiencia práctica y complementan las mediciones antropométricas especificadas en el anexo B1. En conjunto, estos datos se emplean para especificar las dimensiones del puesto de trabajo asociado a una máquina. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Las dimensiones calculadas son las mínimas para el espacio libre mientras que, para los alcances, son las máximas. Siempre que sea posible, las dimensiones para el espacio libre deberían incrementarse y las dimensiones para los alcances, disminuirse. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Tabla 1: Márgenes y dimensiones adicionales

Márgenes para alturas (x) ¹⁾	x_1 – para el calzado, se añaden 30 mm x_2 – para el calzado y el movimiento de los pies, se añaden 130 mm x_3 – para el calzado y para facilitar el cruce de las piernas o para un asiento con ajuste de inclinación hacia adelante, se añaden 130 mm
Márgenes para anchuras (y)	y - para el movimiento de las piernas, se añaden 350 mm, como mínimo
Márgenes para profundidades (z)	z_1 – para el movimiento a la altura de las rodillas, se añaden 50 mm, como mínimo z_2 – para el movimiento de los pies, se añaden 100 mm, como mínimo
Otras dimensiones importantes:	<ul style="list-style-type: none"> – espesor del plano de trabajo lo menor posible, preferiblemente espesor máximo en el canto más próximo al operador: 30 mm (véase 6.1) – anchura del reposapiés, preferiblemente 700 mm, como mínimo – profundidad del reposapiés, preferiblemente 700 mm
1) Si se emplean pedales, y para acceder a ellos, se añade la altura del pedal más un espacio suficiente, en función de las demandas de fuerza. Véase el proyecto de Norma EN 1005-3.	

Fuente: NTE INEN-ISO 14738

Postura Sentada

Entre las ventajas de la postura sentada se incluyen:

- menor necesidad fisiológica y menor fatiga
- proporciona al campo un apoyo estable
- Permite realizar trabajos de precisión

Entre las desventajas se incluyen:

- se limita la zona de trabajo
- se limita la posibilidad de ejercer fuerza;
- el posible riesgo de estar expuesto a una postura fija durante un largo periodo de tiempo.

(Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Las dimensiones del puesto de trabajo deben estar adaptadas a las variaciones antropométricas de los diversos grupos de usuarios y a las diferentes tareas, por ejemplo, mediante la posibilidad de su regulación. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

El mejor método para adaptar el puesto de trabajo al usuario y a su tarea es hacer fácilmente regulable tanto la superficie de trabajo como el asiento. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)



Figura 17: Ejemplos de variantes de la postura sentada

Fuente: NTE INEN-ISO 14738

Con objeto de evitar las molestias causadas por permanecer sentado durante mucho tiempo en una postura fija, el diseño del puesto de trabajo debe permitir variaciones en dicha postura. Ello debe obtenerse, mediante la adición de márgenes suficientes a las dimensiones antropométricas apropiadas, al efectuar el cálculo del espacio necesario según se indica en la tabla 2. La figura 17 muestra diversas variantes de la postura sentada, desde una ligera inclinación hacia atrás hasta una ligera inclinación hacia delante, e ilustra cómo los movimientos de las piernas y de la parte superior del cuerpo son interdependientes. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Para obtener una postura sentada adecuada, debe proporcionarse suficiente espacio, de forma que se facilite el libre movimiento del cuerpo y, en especial, de las piernas y de los pies. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

La zona de trabajo de los brazos debe estar comprendida dentro de las distancias adecuadas de acuerdo con la duración y la frecuencia previstas de los movimientos del cuerpo, de la cabeza y de las extremidades. Por ejemplo, los puntos de carga y descarga de una máquina deben disponerse de forma que la operación pueda efectuarse dentro de la zona de trabajo apropiada. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

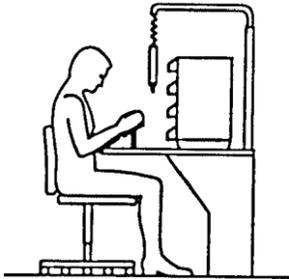
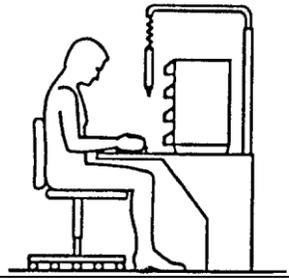
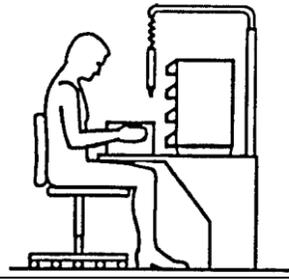
Igualmente, deben tenerse en cuenta las demandas visuales de las tareas que afectan a la posición y a los movimientos de la cabeza y del cuerpo. Debería evaluarse el espacio adicional requerido para los movimientos del cuerpo asociados a estos movimientos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

No obstante, los valores reales presentan altas variaciones y determinadas poblaciones, por ejemplo, personas jóvenes o ancianas pueden presentar, respectivamente, una movilidad del cuerpo mucho mayor o mucho menor. La utilización de gafas o de equipos de protección individual que reduzcan el campo de visión, puede hacer mayor la necesidad de mover el cuerpo. Determinados factores, como la frecuencia y duración, afectan, asimismo, a la aceptabilidad de tales movimientos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Altura de trabajo, altura e inclinación del plano de trabajo

Al trabajar sobre determinados objetos o dispositivos, puede existir una cierta diferencia entre la altura de trabajo y la altura del plano de trabajo. En esta norma, la altura de trabajo se refiere a la altura de las manos en posición de trabajo, mientras que la altura del plano de trabajo se refiere a la altura del plano de apoyo. Se debería establecer la altura de trabajo de manera que se obtenga una postura del cuerpo adecuada, así como la satisfacción de los requisitos visuales. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014) Tal disposición representa un compromiso entre conseguir una baja carga sobre el cuello, los brazos, los hombros y la espalda y una distancia de visión para un adecuado control visual. La altura e inclinación óptimas del plano de trabajo dependen de la tarea a efectuar. . (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Tabla 2: Recomendaciones para la altura de trabajo

Requisitos de la tarea	Postura	Altura de trabajo	Altura del plano de trabajo
Coordinación precisa del trabajo realizado con las manos (brazos apoyados) junto al control visual de la misma zona de trabajo		superior a la altura del codo	posibilidad de un plano de trabajo situado más alto
Movimientos activos con los brazos, objetos pequeños		a la altura del codo	plano de trabajo a la altura del codo
Manejo de objetos grandes, pero no excesivamente voluminosos ni pesados		variable, dependiente del tamaño del objeto	plano de trabajo por debajo de la altura del codo si es compatible con un espacio suficiente para las piernas; un asiento inclinado hacia adelante puede proporcionar más espacio

Fuente: NTE INEN-ISO 14738

Con objeto de proporcionar espacio suficiente para los muslos, al tiempo que una buena altura de trabajo para las manos, el plano de trabajo debería tener el menor espesor posible; esto constituye un requisito previo para que los usuarios puedan tener posturas de trabajo correctas. El espesor mínimo del plano de trabajo dependerá de la resistencia de los materiales empleados, así como de otros requisitos técnicos. En la práctica, un espesor de 30 mm suele ser un buen

compromiso entre las necesidades de espacio y la resistencia. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

El plano de trabajo puede ser horizontal o inclinado. El ángulo de inclinación más adecuado resulta del compromiso entre las demandas visuales, la carga impuesta al cuello, los hombros, la espalda y el posible deslizamiento de los objetos situados en su superficie. Para tareas que requieren precisión de las manos y alta demanda visual, se recomienda un ángulo de, aproximadamente, 15°. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Se debería evitar el trabajo continuo con los brazos alzados. Si esto no es posible, deben proporcionarse apoyabrazos. Se debería disponer el trabajo manual de manera que las manos estén situadas predominantemente en la zona de trabajo correcta. Igualmente, debería evitarse el trabajo continuado con los brazos no apoyados, incluso en esa zona. La zona de trabajo máxima puede emplearse para tareas ocasionales con objetos de poco peso. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Asiento

El asiento debe proporcionar un apoyo estable para el cuerpo, en una postura que sea fisiológicamente satisfactoria y apropiada para la tarea o actividad a realizar y que resulte cómoda a lo largo del tiempo. Normalmente, el asiento debería ser giratorio. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

Las características fisiológicas principales del trabajo en posición sentada son:-el mantenimiento de una buena postura con un esfuerzo muscular mínimo;-la carga ejercida sobre la columna vertebral resulta mínima, manteniendo un grado moderado de lordosis con una mínima tensión muscular. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

El asiento debe ser fácilmente ajustable a los requisitos específicos de cada usuario. El intervalo de regulación y/o los tamaños de asiento disponibles deben acomodar a la población de usuarios prevista. Debería incorporarse al asiento un mecanismo que permita adoptar la gama de posturas comprendidas entre la inclinación hacia atrás y la inclinación hacia delante. Tal mecanismo debe ser bloqueable. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)

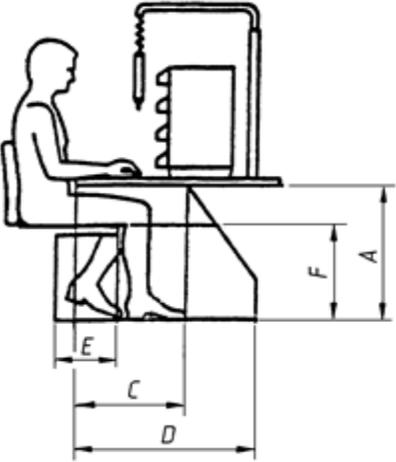
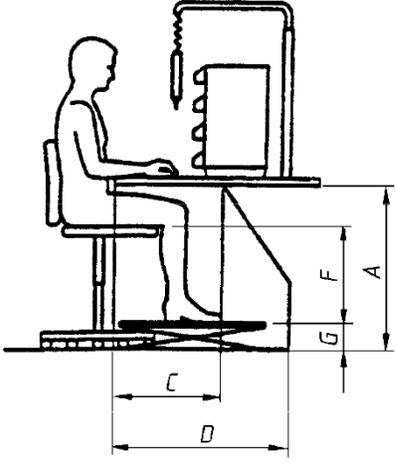
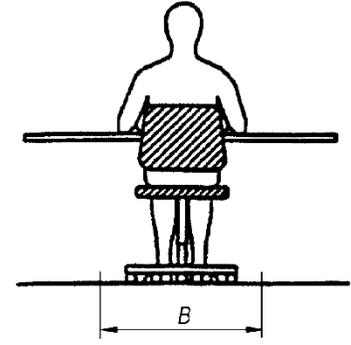
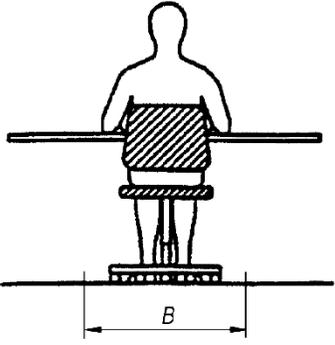
En la mayoría de las situaciones de trabajo, la altura óptima del asiento para un individuo determinado será aproximadamente, igual a la longitud de su pierna (añadiéndole el calzado). Se recomienda un asiento inclinado hacia delante para trabajos que requieran una postura inclinada hacia delante, y dicho asiento puede ser útil cuando es imposible reducir el espesor del plano y del material de trabajo lo suficiente para que esté adaptado a algunos individuos. Para conseguir tal adaptación, la profundidad del asiento debe ser algo menor que la longitud del trasero a la parte de atrás de la rodilla (poplítea) del usuario previsto, y/o ser regulable. El respaldo debe proporcionar un buen soporte para la espalda, especialmente en su parte baja, y en cualquiera de las posturas que deban adoptarse. El respaldo no debe limitar la necesaria libertad de movimiento de los brazos. (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2014)



Figura 18: Ejemplo de postura de trabajo sentada

Fuente: NTE INEN-ISO 14738

Tabla 3: Postura sentada, requisitos de espacio para las piernas y los pies

Postura	Notación	Valor europeo	Explicación de la mediciones
<p>Altura del plano de trabajo, <u>regulable</u></p> 	A	820 495	<p>Altura del espacio para las piernas, postura sentada, regulable:</p> $A_{\text{máx.}} = h_{16}(\text{P95}) + b_{18}(\text{P95}) + x_3$ $A_{\text{mín.}} = h_{16}(\text{P5}) + b_{18}(\text{P5}) + x_1$ <p>no regulable:</p> $A = h_{16}(\text{P95}) + b_{18}(\text{P95}) + x_1$
<p>Altura del plano de trabajo, <u>no regulable</u></p> 	B	790	<p>Espacio para pies y piernas, anchura</p> $B = a_{17}(\text{P95}) + y$ <p>(para la anchura para acceso y asientos fijos, véase "B" en la tabla 6)</p>
	C	547	<p>Espacio para las piernas, profundidad a la altura de las rodillas</p> $C = c_1(\text{P95}) - b_{15}(\text{P5}) + z_1$
	D	882	<p>Profundidad del espacio de las piernas para los pies</p> $D = c_1(\text{P95}) - b_{15}(\text{P5}) + c_2(\text{P95}) + z_2$
	F	285	<p>Espacio para el movimiento de las piernas bajo el asiento</p> $E = c_2(\text{P95})$
	G	535	<p>Altura del asiento por encima del plano de apoyo de los pies, regulable</p> $F_{\text{máx.}} = h_{16}(\text{P95}) + x_1$ $F_{\text{mín.}} = h_{16}(\text{P5}) + x_1$ <p>Altura del reposapiés (regulable, útil sólo si la altura del plano de trabajo no es regulable)</p>
<p>NOTA 1 Para tolerancias, x, y, z, véase tabla 1</p>			

Fuente: NTE INEN-ISO 14738

CAPITULO II. MÉTODO.

2.1 Tipo de estudio.

En el desarrollo del presente proyecto de investigación se empleó el tipo de investigación descriptivo y explicativo, ya que se basa en la descripción y medición a partir de la aplicación de la ergonomía, así mismo como está logra analizar los factores ergonómicos que afectan en la comodidad de una población estudiantil universitaria, este estudio se llevó a cabo en una Universidad de la ciudad de Quito.

Descriptivos.

La investigación descriptiva se centra en medir, narrar, comentar, etc. sin entrar en su esencia del objeto en estudio, ello recoge sus características externas: enumeración y agrupamiento de sus partes, las cualidades y circunstancias que lo entornan, etc. En consecuencia, la investigación es del tipo descriptivo porque permitió medir el grado de comodidad durante el tiempo de clases tanto del docente como del estudiante usando el mobiliario del aula. Buscó también aclarar la performance del cansancio y como esta repercute directamente en su desempeño. (Tamayo, 2005)

Explicativos.

En tanto la investigación explicativa, parte del requerimiento del conocimiento de la teoría, los métodos y técnicas de investigación, pues se trata de efectuar un proceso de abstracción a fin de destacar aquellos elementos, aspectos o relaciones que se consideran básicos para comprender los objetos y procesos. La razón de lo anterior radica en que la realidad inmediata e inicial se presenta como efecto (variables dependientes) y el trabajo científico consiste en descubrir los factores, condiciones o elementos que los generan variables independientes. (Tamayo, 2005)

Es por ello, el presente trabajo de investigación explica la causa y el efecto que se desarrolló entre las variables que son el motivo a estudiar. Se determinan las causas percibidas por los estudiantes como el discomfort que genera el mobiliario que usan actualmente, se levantó las medidas antropométricas de toda la población estudiantil universitaria y se compara con las medidas del mobiliario y así determinar si guardan relación con las medidas de los usuarios, de ser así plantear las recomendaciones del caso.

2.2 Modalidad de investigación

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizará la recopilación de datos en campo, luego se hará una revisión de la parte documental y se dejará planteado para que se pueda ejecutar como un proyecto de desarrollo.

De campo.

Partimos de la investigación en campo, recopilando las medidas antropométricas de toda la población estudiantil universitaria, para ello se coordinará con los docentes a cargo los horarios en los que se pueda disponer de cada uno de los usuarios.

Documental

Las medidas antropométricas de cada uno de los estudiantes de la población estudiantil se llevarán a una hoja electrónica, en ella se pasará los datos a tablas correspondientes a cada curso.

Proyecto de Desarrollo

El presente proyecto se basa en las necesidades de toda una población estudiantil universitaria. El resultado de la presente investigación es una propuesta de práctica de diseño, la misma que será viable su ejecución.

2.3 Método

Tipo de Investigación:

El proyecto se realizará mediante un estudio descriptivo en el cual se analizará los factores ergonómicos que se presenta en el mobiliario actual de una población estudiantil universitaria, se tomará las medidas antropométricas de cada uno de los estudiantes de la población, luego de ello se evaluará con los diferentes métodos expuestos para determinar acciones que pueden mejorar las condiciones de los usuarios universitarios.

Modalidad de investigación

La investigación recogerá datos de campo para obtener las medidas que serán el objeto de estudio, se tendrá que medir a cada uno de los estudiantes de la población universitaria, recoger toda esa información para luego analizar y poder obtener los datos que nos servirán en el diseño del mobiliario ergonómico.

Método

Para el presente proyecto de investigación se utilizará el método deductivo, ya que para el análisis de variables de estudio de toda la población estudiantil y luego se recogerá los datos que nos ayudaran en el diseño del mobiliario.

2.4 Población y Muestra.

Población: En el desarrollo del presente trabajo de investigación se utilizará toda la población estudiantil de una universidad de Quito, de la modalidad Presencial.

Muestra. El presente proyecto de investigación es un estudio de caso, por tal motivo no se tomó la muestra.

CAPITULO III. RESULTADOS

3.1 Presentación y análisis de resultados

Tablas.

Tabla 4: Levantamiento de medidas antropométricas primer semestre

SEMESTRE	CÓDIGO	PESO (kg)	ALTURAS (cm)				ANCHOS (cm)			LONGITUDES (cm)			ALCANCE		PERIMETRO DE BRAZO	ESPACIO LIBRE DE MUSLO (cm)	ESPESOR ABDOMINAL (cm)	
			SENTADO	OJOS	HOMBRO	CODDO	POPÍTEA	HOMBRO	CODDO	CADERA	NAALGA-POPÍTEA	NAALGA-RODILLA	PIE	NORMAL				MÁXIMO
PRIMER SEMESTRE	ES-01-01-01	54	86	75.5	56.5	24	42.5	29.3	38.4	36.5	42.2	53.7	22	31.1	60.3	28.3	12.7	17.6
	ES-01-02-01	55.8	83	73	56	24.5	40	27.1	42.9	36.3	44.5	53.5	25	30.7	64.5	30	11.5	19.2
	ES-01-03-01	57.9	86	75.5	59	25.5	45.1	27.2	41.7	36	46	55.1	26	35	67	24.1	12	21.7
	ES-01-04-01	58.4	85	74	57.5	26	40	26.5	41.4	39.2	42.3	51.7	23.2	32	61.5	25.7	12.4	18.5
	ES-01-05-02	55.4	88	77	61	24	44	27	36	32.5	47	62	29	33.5	67.5	22	13	18
	ES-01-06-02	77.9	93	81	64	25	45	35.5	41.5	35	47	62	29	33.5	68.5	33	15	21
	ES-01-07-01	51.1	84	73.5	57.5	29.5	41.2	27.4	33.4	36	45	54.5	22.8	32.5	65.4	24.7	11.5	16.3
	ES-01-08-02	67	87	76.5	58	26	40.5	33.2	43.8	34.4	42.5	54.6	24.4	30.5	67.5	29.2	15	21.8
	ES-01-09-02	75.8	91.5	81	62	28	46	34.2	46.2	37.4	50	60.7	25.4	35.6	70.3	27.4	14.6	22.3
	ES-01-10-01	45.3	89	77.5	62	26	48	28.1	34.5	35.5	50.1	59.9	25.4	35.7	69.3	19.8	9.8	14.4
	ES-01-11-02	83.6	91	80	62.5	32.5	45.5	32.7	51.5	38.3	48	60.5	26.2	37	72.5	33	17	20.2
	ES-01-12-01	44.7	81.5	71	56	27.5	38.5	28.2	37.5	34.4	43.5	54	22.6	29.6	63	24.7	10.5	17
	ES-01-13-02	67.6	84.5	71.5	58.5	23.5	43	30.9	45.5	33.5	42.5	56.5	26	32	70	29	14.5	22.5
	ES-01-14-01	60.5	86.5	76.5	57.5	30	43.5	30.5	43	37.2	43.5	54.2	23.7	32.5	72.1	25	13.3	18.1
	ES-01-15-02	47.6	83.5	71.5	55.5	18.5	41	28.5	36.5	29	46	56.6	24.5	35	72	23	10.5	19
	ES-01-16-02	75.8	88.5	78	60.5	27.5	41	32	43.4	33.2	42	52.5	24.4	31.2	69.5	23.3	11.8	19.7
	ES-01-17-01	63.6	87.5	76.5	60	24.5	42.8	29.8	43.6	38.1	44.1	65.2	24	32	65.4	25.3	14.6	19.5
	ES-01-18-01	49.4	86	75.5	59	27	41	27.7	35.1	36.2	42.1	50.7	22	30.5	61	21.5	14.2	15
	ES-01-19-01	60.9	83	73.5	56.5	24.5	4.5	29.7	38.5	33.2	45.2	54.5	22.8	29	63.6	23.1	12.5	19.4

Por: Autor

Tabla 5: Levantamiento de medidas antropométricas tercer semestre

SEMESTRE	CÓDIGO	PESO (kg)	ALTURAS (cm)				ANCHOS (cm)			LONGITUDES (cm)			ALCANCE		PERIMETRO DE BRAZO	ESPACIO LIBRE DE MUSLO (cm)	ESPESOR ABDOMINAL (cm)	
			SENTADO	OJOS	HOMBRO	CODDO	POPÍTEA	HOMBRO	CODDO	CADERA	NAALGA-POPÍTEA	NAALGA-RODILLA	PIE	NORMAL				MÁXIMO
TERCER SEMESTRE	ES-03-01-02	65.2	94	82.5	64.5	24.5	46.5	37.5	51	33.2	52.5	63.5	27	44	77	27.5	14.5	18.5
	ES-03-02-01	43.2	86	74.5	55.5	24	40.7	30.3	33.8	33.3	41.8	51.2	23.7	31.1	58.3	22.1	10	16.8
	ES-03-03-02	85.5	87.5	75.5	61.5	28	41	32.5	50.5	37.5	46.5	58.3	25.3	31.5	72	29	14.6	26.5
	ES-03-04-01	46.1	82.5	71	55.5	25.5	39.2	34	37.7	35.5	44	54.5	22	30.6	64.7	25.3	12.6	15.5
	ES-03-05-01	69.6	85	76.5	58.5	27	41.7	27.7	45.4	40.1	46.3	55.6	24.8	33.1	66.5	32	14	21.9
	ES-03-06-01	65.9	87.5	75.5	59.5	29	40.5	31	47	40.1	44	54	25.1	31.9	67.8	27	15.9	19
	ES-03-07-01	48.4	84.5	73.5	58.9	30.5	40	28.5	38.9	35.5	41.5	50.5	22.5	29	60	27	11.3	17.5
	ES-03-08-02	71.1	84.5	73.5	56.5	23.2	41.5	32	46.5	36	47.5	59	26.5	36.5	70.5	28	17	21
	ES-03-09-02	72.9	90	77	59.5	23.5	45.5	34.1	48.2	38.2	49	60.5	26.8	34	73.5	28.4	13.5	19.9
	ES-03-10-02	73.4	87.5	77.5	61.5	29.5	43	31.5	47	37	43	56.5	26	34	63	27	13.5	21.5
	ES-03-11-02	59	90.5	79.5	62.5	25.5	42	29	41	32.5	47.5	57.5	26.5	34.5	67.5	25.5	12.5	15
	ES-03-12-01	45.1	84.5	74.5	57.5	36.5	40	33	36	34.8	43	53	22.8	30	62	20.5	13	16.2
	ES-03-13-01	80.4	86.5	77	59.5	21.5	44.5	34.7	50.6	40.1	46.6	57.5	26	35.5	75	30.5	15.3	23.7
	ES-03-14-01	76.9	92.5	80.5	63.5	32	44.5	30.4	49.5	40.5	45	57.5	25	34	69.5	31	13.4	21.5
	ES-03-15-01	52.5	86	75.5	57.6	28	42.4	30.5	36	37.1	47.5	57.9	24	38.5	66.7	24.5	13	16.9
	ES-03-16-02	75.9	87.5	76.5	60.5	29.5	44.5	34	48	37	41	55.5	25.5	32	59	34.5	16	22

Por: Autor

Tabla 6: Levantamiento de medidas antropométricas quinto semestre

SEMESTRE	CÓDIGO	PESO (kg)	ALTURAS (cm)				ANCHOS (cm)			LONGITUDES (cm)			ALCANCE		PERIMETRO DE BRAZO	ESPACIO LIBRE DE MUSLO (cm)	ESPESOR ABDOMINAL (cm)	
			SENTADO	OJOS	HOMBRO	CODDO	POPÍTEA	HOMBRO	CODDO	CADERA	PIE	NALGA-RODILLA	NALGA-POPÍTEA	NORMAL				MÁXIMO
QUINTO SEMESTRE	ES-05-01-02	59.8	87.5	76.5	58.5	22.5	44.5	35.2	46	37.5	44.5	56.5	22.8	34.2	69.2	25.5	13.5	20.2
	ES-05-02-01	58.5	84	72.5	58.5	25.5	41.1	27.4	42.1	36.6	44.3	55	23.3	33.6	60.7	29	12	20
	ES-05-03-01	58.8	87.5	75.5	59.5	29.5	43.7	32.2	41.5	38.5	43	54.5	22.5	30	63.6	27	12.5	18.2
	ES-05-04-02	69.5	91	79.5	61	24	45	36.2	46.6	37.7	47.5	59	26.5	35.8	75.7	26	14.5	22.5
	ES-05-05-02	75	86	74	61	26	43.5	33	47	35.5	44	54	25	33	70	31	15	22
	ES-05-06-01	78.3	86	75	59.5	31	42.6	34	51	39	42	54.3	24.2	30	64	31	13	23.2
	ES-05-07-01	50.5	85	75	57.5	25.5	42.6	30.5	38	37.5	46.8	55.8	22.6	33	65.2	23.5	12	16.9
	ES-05-08-02	81.7	99	88.5	70	31	46	34.6	52	43.2	50	62.5	27	38	76	26	14.9	21
	ES-05-09-01	44.6	84.5	75.5	57	31.5	41.3	27.6	35.6	34.3	40.6	51.1	22.4	29.2	61.2	21.2	10.5	15.5
	ES-05-10-02	66.9	94.5	84	65	27	45	43.1	37.5	35.5	46.7	57	25	34	73	25.2	13	18.6
	ES-05-11-01	71.3	93.5	81.5	61.5	30.5	45	42.2	33	40.5	51.5	61.8	24.2	34	71	28.5	13	20.9
	ES-05-12-02	51.6	91.5	78	66	28.5	45	30.9	43.5	33.5	46.5	57.6	24	34	69	23	11.3	16.5
	ES-05-13-01	59.7	89	78	61.5	26.5	42	34.5	40.8	35.6	44.3	57	23.1	33.7	68.5	26	13.6	22.1

Por: Autor

Tabla 7: Levantamiento de medidas antropométricas sexto semestre

SEMESTRE	CÓDIGO	PESO (kg)	ALTURAS (cm)				ANCHOS (cm)			LONGITUDES (cm)			ALCANCE		PERIMETRO DE BRAZO	ESPACIO LIBRE DE MUSLO (cm)	ESPESOR ABDOMINAL (cm)	
			SENTADO	OJOS	HOMBRO	CODDO	POPÍTEA	HOMBRO	CODDO	CADERA	NAALGA-POPÍTEA	NAALGA-RODILLA	PIE	NORMAL				MÁXIMO
SEXTO SEMESTRE	ES-06-01-02	84.9	93.5	82	63	26	45	35.9	53	42	52.5	62.8	25.5	38	71.5	31.5	14.6	21.5
	ES-06-02-02	95.2	90.5	80	63	28	45	37.3	60	42	45	58	26.5	34.2	68.5	38	14.5	28.5
	ES-06-03-01	86.2	90	78	58.5	26.5	45	34.5	51.5	45.2	52.2	61.2	26.4	35.2	67	33	16.1	21
	ES-06-04-01	81.7	87.5	75	59.5	26.5	44.5	32.2	48.7	45.2	46.1	57.5	24.4	33.5	68.5	34	16.2	19.5
	ES-06-05-02	90.7	88	76.5	62	25	44.8	36.3	52	38.5	49	60.5	27	36	73.2	30.8	15.5	24.5
	ES-06-06-02	71.2	84	74	58	33	42.5	33	51	36	43.5	55	25	33	65.8	30	13.5	24.5
	ES-06-07-01	72.3	85	73.5	59.2	28.5	40	31.9	51.2	41.2	41.7	52.7	22.3	31	63.5	28.5	14.4	22.3
	ES-06-08-01	90.4	90.5	79	62	28.5	43.5	30.8	51.5	42.1	47.7	60.4	24.8	36	72.6	33.2	16.6	23.5
	ES-06-09-01	106.2	88	78	61	29.5	42	32.3	62.3	47.3	46.2	58.5	23.5	31.6	66.6	38.5	19.2	29
	ES-06-10-02	73.9	86	76	61	22	45	34.6	49	38.5	49.5	60.5	25.5	36.5	75.6	31.2	13.5	22.5
	ES-06-11-02	97.7	85	75	57	21	44.5	31.5	60	41.5	48	60.5	25	34.6	74.5	31.5	16	33.5
	ES-06-12-01	65.2	87	75	59	27	44	28	45.7	39.5	47.5	56	24.4	33.7	66.7	27	13.1	18

Por: Autor

Tabla 8: Levantamiento de medidas antropométricas séptimo semestre

SEMESTRE	CÓDIGO	PESO (kg)	ALTURAS (cm)					ANCHOS (cm)			LONGITUDES (cm)			ALCANCE		PERIMETRO DE BRAZO	ESPACIO LIBRE DE MUSLO (cm)	ESPESOR ABDOMINAL (cm)
			SENTADO	OJOS	HOMBRO	CODDO	POPÍLTEA	HOMBRO	CODDO	CADERA	POPÍLTEA	NALGA-RODILLA	NALGA-POPÍLTEA	PIE	NORMAL			
SÉPTIMO SEMESTRE	ES-07-01-01	41.7	77.5	66.5	51.5	23.5	38	25.4	35.2	32.3	40	50.5	22.2	30	60	20.8	10.5	17
	ES-07-02-02	87.5	91	79.5	62	39	45.5	35.9	55	38	49	62.4	24.5	34.5	73.5	31.2	14.3	23.2
	ES-07-03-01	84	89	79.5	59.5	28	43	28	49.3	44.5	46.5	58	25	31.5	67	33.5	14.8	21.3
	ES-07-04-02	72.2	92	80	63.5	29	45.5	29.8	46.5	35.8	48	58.5	27	35	71	26.8	13.5	19.8
	ES-07-05-01	91.8	85.5	75.5	59	29	42	32.9	60	40.9	46	56.9	24.5	33	72	33	15	31.4
	ES-07-06-02	67.6	90	78.5	59.5	26.4	44.5	29.4	46.4	36.4	47	58	25.2	34.3	71.5	28.5	14	19.4
	ES-07-07-02	58.4	93.5	81	63.5	27.5	45.5	31.3	42.5	36	50.5	60	25.4	32	68.5	23	12.2	17.6
	ES-07-08-01	110.7	85	74.5	65	24.5	43.3	32.2	62	49	49	65	23.6	42	73	37	16.4	33.3
	ES-07-09-02	83.4	94	83.5	64.5	30	46.5	31.1	50	39	49	61.2	27.6	36	74.5	30.2	15.5	37
	ES-07-10-01	79.6	89	77.5	59.5	24.5	46	34.2	46.7	44.4	54.5	65	26.2	35.5	72.7	29.7	16.9	27.3
	ES-07-11-01	67.8	84	73	57.5	26.5	41	29.6	43.7	42.2	44	55.6	24.2	31.5	65.7	26	15.4	19.6
	ES-07-12-01	59.6	84.5	72.5	56	24.5	40.6	26.7	45.2	39.2	43.4	53.5	23	31.5	65	27.8	14	16.3
	ES-07-13-02	69.7	86	76	61	25.5	44.5	33.5	51.5	35.5	41.5	53.5	26.5	33.5	65.5	33.5	13	21.5
	ES-07-14-01	56.7	83	73	55.5	21.5	44	30	42	35.7	48.4	58	25	34	69.5	24.3	12.4	19.7
	ES-07-15-02	77.4	92	80.5	61.5	28.5	46.5	32.8	51.5	35.5	48.5	58.5	27	35	74	28.6	14	21.6
	ES-07-16-02	67.4	87.5	76	59	27	42.5	35	43.2	33	42.7	52.7	24	33	70	23.9	12.7	22.6
	ES-07-17-02	70	87	75	59	22	42.7	33.2	49.5	34	45	56.1	24.7	34.5	72	28.5	12.5	25
	ES-07-18-01	52.6	82.5	72.5	56	25	42.5	26.2	30.9	36.6	48	56.4	22.51	31.4	67	26	13.7	15.7

ES-07-19-01	59.7	85	74.5	57.5	25	43.2	28.8	41.1	39.1	48.5	58.5	25	33	71.7	23.8	13.3	18.4
ES-07-20-02	70	95	83.5	64	29	46	32.8	45.4	37.4	45.5	56.5	26.8	34	73	33	13	19.2
ES-07-21-02	84.4	92	81	64.5	31	45.5	28.4	48.9	37.4	47.2	58.5	26.9	33.5	72.3	31	14.2	24
ES-07-22-02	64	86	74.5	56	19.5	45	34.2	46	34.1	49	58.6	25.7	34.5	72	29	13.5	18.7
ES-07-23-02	56.8	87	75	59	27.5	43	30.4	45.5	35.2	46	56.3	23	33	72	25.8	12	18.5
ES-07-24-01	57.8	89	77	60.5	25.5	41.5	28.8	43.2	35.8	43.3	53.2	24.4	32.8	67.5	26	11.9	17.8
ES-07-25-02	71.4	94.5	83	65.5	29	47	29	43.8	37.6	54	64	27.2	36.5	77.5	28.2	14	17.7
ES-07-26-01	59.8	81.5	74	57	27.5	40.6	28	40.6	40.5	46.5	55.8	22.3	27.5	61.5	26	15.7	20.4
ES-07-27-01	56	79.5	69.5	56.5	25.5	41.6	27.2	41	39.4	44.2	55	24.5	31.7	65	23.3	13.3	18.6
ES-07-28-01	67.4	85	73	57.5	26.5	40.6	28.5	49.7	40	46	56.6	22	30.5	66.2	27.8	12	22.6
ES-07-29-01	50.7	85	72.5	56.5	26.5	40.9	27.3	37.4	34.6	44.5	53	22.2	28.3	61.5	23	11.2	18.3
ES-07-30-02	75.1	89.5	77.5	62	28.5	44.6	31.8	56.4	39.9	46	56.5	24.5	35.2	70	29.4	13.7	24.7
ES-07-31-01	58.3	79	67	52.5	20	43.6	32.3	41	39.1	43.6	54	23.7	35	69.3	24.9	13.6	20.1
ES-07-32-02	77.1	95.5	84.5	65.5	28.5	46	29.2	50.9	35.8	49.5	59.5	25.4	34	73	28.7	15.3	21
ES-07-33-02	65.9	92	80	62	28.5	43.5	31.2	46.1	33	46.5	56.5	24.2	31.5	67	27.8	12.4	17.8
ES-07-34-02	67.8	89.5	79	58	24	46	32.9	46	36.2	50.2	61	25.3	34	75.5	28	12.8	19.3
ES-07-35-02	58.3	86	75	58	25	43.5	34.7	47	35	41.5	51.5	25.5	32.5	68.3	27	11.5	18.5
ES-07-36-02	71.7	91	80	58.5	22.5	46.6	32.7	47.2	36.5	50	59	27	36.2	75.5	33	12.5	20.5
ES-07-37-02	75.3	93	82.5	62.5	29	45.5	32.3	49.1	38.8	48.5	58.5	25	32.7	71	30.2	15.6	22.3

Por: Autor

Tabla 9: Levantamiento de medidas antropométricas noveno semestre

SEMESTRE	CÓDIGO	PESO (kg)	ALTURAS (cm)				ANCHOS (cm)			LONGITUDES (cm)			ALCANCE		PERIMETRO DE BRAZO	ESPACIO LIBRE DE MUSLO (cm)	ESPESOR ABDOMINAL (cm)	
			SENTADO	OJOS	HOMBRO	CODDO	POPÍTEA	HOMBRO	CODDO	CADERA	NAALGA-POPÍTEA	NAALGA-RODILLA	PIE	NORMAL				MÁXIMO
NOVENO SEMESTRE	ES-09-01-01	101.2	86	75	60	30.5	43	30.2	57.7	60	48.5	59.5	22.6	33.3	68.5	35.8	18.8	28.4
	ES-09-02-02	82.6	93	80.5	64	27	45	34.6	48.6	42.7	50.8	60.5	25.7	34.5	75.5	28.4	14.5	23.5
	ES-09-03-01	66.8	83	72	57	23	43	27.5	48.5	39	43.2	56	23.3	32.2	67.4	27.7	13	22.9
	ES-09-04-02	77.5	91.5	80.5	62	27.5	42.5	34.2	50.8	39	48.5	58.9	26	34.5	70.5	33	14.5	21
	ES-09-05-02	77.7	92.5	81	62	26.5	45	33.3	54.3	38.3	42.5	53.8	25	35	71.5	33.4	15	23
	ES-09-06-02	79.4	99	86	69	32.5	45.7	32.3	47.7	38.9	46.6	57.9	25.4	34.5	72	30.7	14.5	22.4
	ES-09-07-01	64.4	89.5	78.5	62	26.5	46	31	40.7	40.4	50.3	61.4	25.5	34	73.5	26	14.3	17.4
	ES-09-08-01	69	86.5	76.5	60.5	28	42	29.9	43.3	40.4	46.5	57	23.8	31	65.4	28	14.4	20.8
	ES-09-09-02	74.1	92	79	64	28.5	44.3	33.9	48.5	39.1	47	58	25.8	24.5	74	28.8	13.4	22.8
	ES-09-10-02	83.3	90	79	61.5	25.5	45	34.9	51.4	39.6	49	58	26.7	35	72.5	35.6	16.3	21.9
	ES-09-11-01	52.9	83	73.5	56.5	26	40.7	28.7	38.3	35.4	41	50.5	23.3	28.4	65	25.3	11.9	18.9
	ES-09-12-02	92.2	92	81	63	25.5	45.5	33.1	52	38.8	51	63	26.2	35	75	33.4	14.4	27.4
	ES-09-13-02	71.2	94	81.5	62.5	25	46.5	32.7	44.6	35.7	51.6	61.5	27.4	36.5	77.5	27.5	14.6	18.7
	ES-09-14-01	54.6	80.5	71.5	55	23.5	40	30.9	41.2	34.8	43	53.3	22	28.5	63	28	12.2	19.5
	ES-09-15-01	61.6	87	77.5	61.5	26.5	45.2	29.7	40.8	38.8	45	56.2	24.4	33.5	70	24.5	13	19.8
	ES-09-16-01	67.8	88	77.5	59.5	29	41.5	30.2	45.4	37.6	44.5	56	25	31.8	83.8	28.5	13.3	23.3
	ES-09-17-01	96.3	88.5	78.5	63.5	35.5	44	30.7	59.4	44.6	47.5	59.6	25	33	71.5	32	16	26.5
	ES-09-18-01	43.2	81.5	71.5	56	27	40.2	28.2	34.3	35.6	42.5	51.4	22.2	30	64.3	22.5	10	16.8

Por: Autor

Tabla 10: Tratamiento estadístico de la población estudiantil femenina

MEDIDA ESTADÍSTICA	ALTURAS (cm)					ANCHOS (cm)			LONGITUDES (cm)			ALCANCE		PERIMETRO DE BRAZO	ESPACIO LIBRE DE MUSLO (cm)	ESPESOR ABDOMINAL (cm)
	SENTADO	OJOS	HOMBRO	CODDO	POPÍLITEA	HOMBRO	CODDO	CADERA	NALGA-POPÍLITEA	NALGA-RODILLA	PIE	NORMAL	MÁXIMO			
Media	85.268	74.554	58.145	26.548	36.824	29.582	42.25	38.6148	45.025	55.736	23.704	32.023	66.183	26.529	13.17	19.48
Desviación	2.9806	2.8237	2.5711	2.9706	5.2931	2.2791	7.4368	4.6532	2.8587	3.5368	1.2303	2.5282	4.3971	4.1452	2.044	4.017
P5	80.379	69.924	53.929	21.677	28.143	25.844	30.054	30.9835	40.337	49.936	21.687	27.877	58.972	19.731	9.82	12.9
P95	90.156	79.185	62.362	31.42	45.505	33.32	54.446	46.2461	49.714	61.536	25.722	36.17	73.394	33.327	16.53	26.07

Por: Autor

Tabla 11: Tratamiento estadístico de la población estudiantil masculina

MEDIDA ESTADÍSTICA	ALTURAS (cm)					ANCHOS (cm)			LONGITUDES (cm)			ALCANCE		PERIMETRO DE BRAZO	ESPACIO LIBRE DE MUSLO (cm)	ESPESOR ABDOMINAL (cm)
	SENTADO	OJOS	HOMBRO	CODDO	POPÍLITEA	HOMBRO	CODDO	CADERA	NALGA-POPÍLITEA	NALGA-RODILLA	PIE	NORMAL	MÁXIMO			
Media	89.969	78.547	61.506	26.229	44.428	32.662	47.518	36.543	47.004	58.186	25.776	34.145	71.279	28.659	13.89	21.39
Desviación	3.5858	3.2918	2.9181	3.5313	1.5865	2.3025	4.8122	2.7273	3.0931	2.8868	1.1762	2.4221	3.5358	3.3624	1.359	3.703
P5	84.089	73.148	56.72	20.438	41.826	28.886	39.626	32.0702	41.932	53.452	23.847	30.173	65.481	23.145	11.66	15.32
P95	95.85	83.945	66.291	32.02	47.029	36.438	55.41	41.0158	52.077	62.921	27.705	38.117	77.078	34.174	16.12	27.46

Por: Autor

3.1.1 Análisis de resultados

-Para el diseño ergonómico se tomó como punto de referencia las medidas del mobiliario actual:

SILLA:

-Alto del asiento: 0.40 m

-Alto del respaldo: 0.38 m

-Profundidad: 0.35 m

-Ancho del respaldo y del asiento: 0.37 m

MESA:

-Alto de la mesa: 0.78 m

-Ancho de la mesa: 0.62 m

-Profundidad: 0.48 m

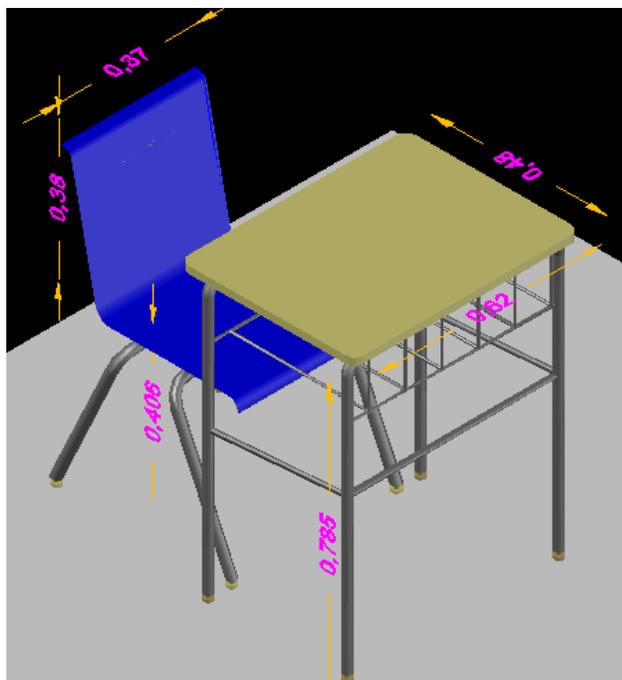


Figura 19: Vista Isométrica Mobiliario Actual

Por: Autor

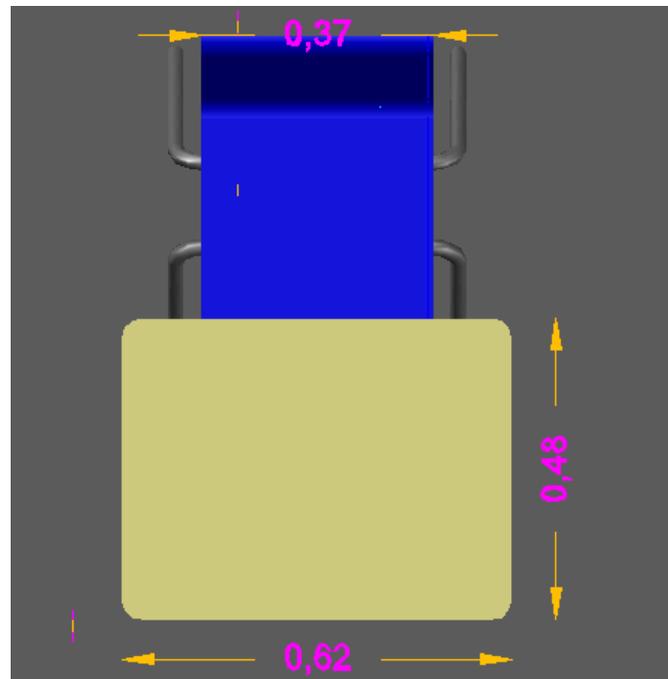


Figura 20: Vista Superior Mobiliario Actual

Por: Autor

Diseño del Mobiliario Ergonómico:

En la obtención de los datos para el rediseño del mobiliario se tomarán en cuenta los percentiles establecidos en las tablas 10 y 11:

- Percentil 95: **Hombres**
- Percentil 5: **Mujeres** (excepto para el ancho del asiento que se tomará el percentil 95)

Silla:

- **Altura del asiento no ajustable:** Altura poplítea percentil 95 (hombres) + dimensión para calzado.

- **Altura del asiento no ajustable:** 0.47 m + 0.03 m.

- **Altura del asiento no ajustable:** 0.50 m.

- **Altura del respaldo:** Altura de hombros percentil 5 (mujeres) – 0.10 m (trabajo de movilidad).

- **Altura del respaldo:** $0.539 \text{ m} - 0.10 \text{ m}$
- **Altura del respaldo:** **0.439 m**
- **Profundidad:** Longitud nalga poplítea percentil 5 (mujeres) – 0.05 m
- **Profundidad:** $0.403 \text{ m} - 0.05\text{m}$
- **Profundidad:** **0.353 m**
- **Ancho del respaldo:** Ancho de hombros percentil 95 (hombres)
- **Ancho del respaldo:** **0.364 m**
- **Ancho del asiento:** Ancho de caderas percentil 95(mujeres) + 0.04 m a cada lado
- **Ancho del asiento:** $0.463 \text{ m} + 0.08 \text{ m}$
- **Ancho del asiento:** **0.54 m**

Mesa:

- **Alto de la mesa:** Altura de codos percentil 95 (hombres) + altura poplítea percentil 95 (hombres) + dimensión calzado.

- **Alto de la mesa:** $0.32 \text{ m} + 0.47 \text{ m} + 0.03 \text{ m}$
- **Alto de la mesa:** **0.82 m**
- **Ancho frontal de la mesa:** ancho de caderas percentil 95 (mujeres) + 0.35 m.
- **Ancho frontal de la mesa:** $0.463 \text{ m} + 0.35 \text{ m}$.
- **Ancho frontal de la mesa:** **0.82 m.**

-Para determinar la profundidad de la mesa se tomó en cuenta la medida mínima que se debe tener para que el usuario pueda extender sus extremidades inferiores.

- **Profundidad de la mesa:** Longitud nalga rodilla percentil 95 (hombres) - espesor abdominal percentil 5 (mujeres) + longitud de pie percentil 95 (hombres) + margen para el movimiento de los pies (Z2).

- **Profundidad de la mesa:** $0.63 \text{ m} - 0.13 \text{ m} + 0.27 \text{ m} + 0.10 \text{ m}$

- Profundidad de la mesa: 0.87m

-En el diseño del mobiliario ergonómico se colocó un soporte para pies, esta distancia se obtuvo de la profundidad de la mesa libre para movimiento a la altura de las rodillas.

- Soporte para pies: Longitud nalga rodilla percentil 95 (hombres) – espesor abdominal percentil 5 (mujeres) + margen para el movimiento a la altura de las rodillas (Z1).

-Soporte para pies: 0.63 m – 0.13 m +0.05 m

-Soporte para pies: 0.55 m

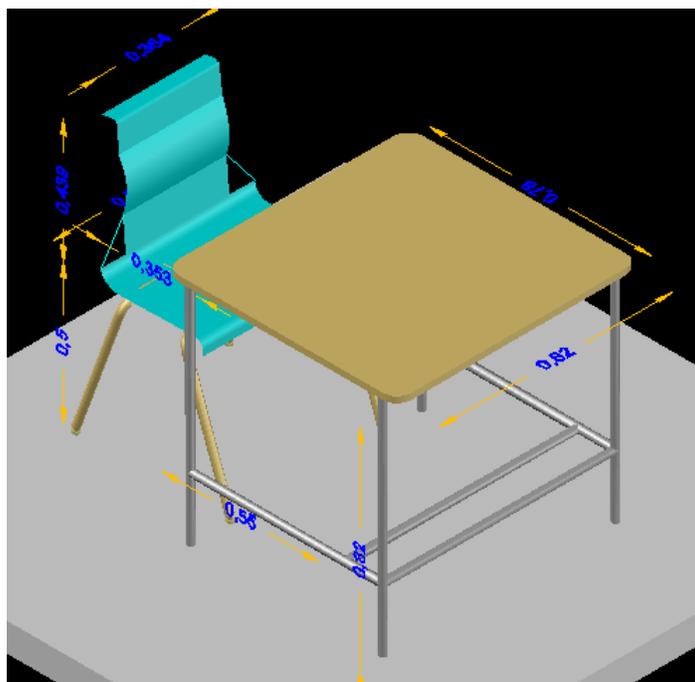


Figura 21: Vista Isométrica Mobiliario Ergonómico propuesto

Por: Autor

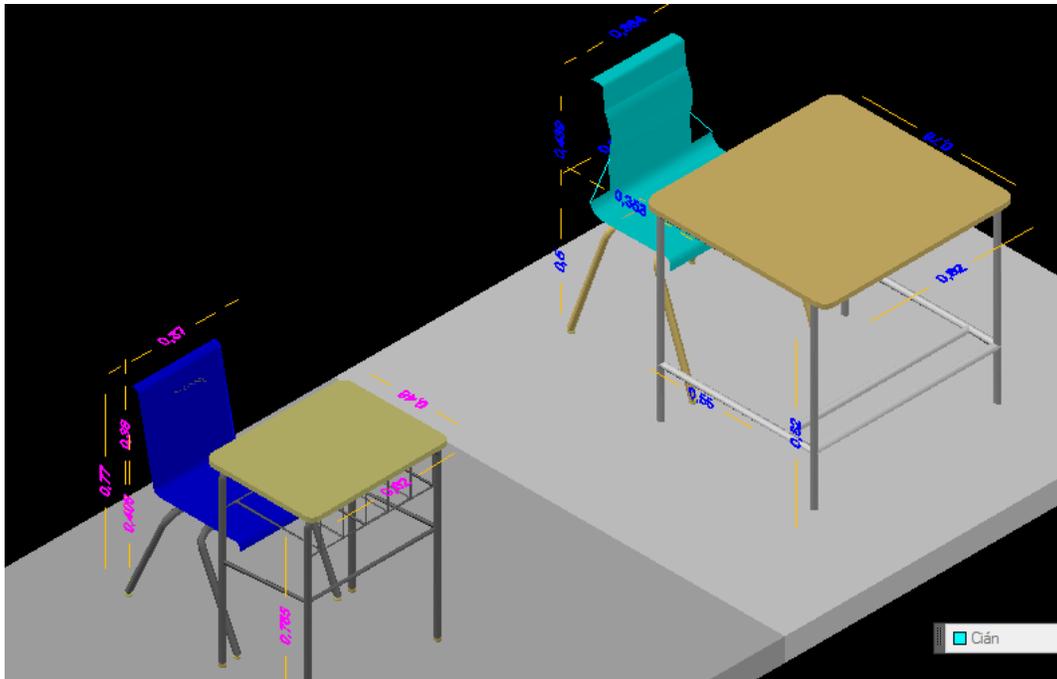


Figura 22: Mobiliario Actual vs Mobiliario Ergonómico propuesto

Por: Autor

CAPITULO IV. DISCUSIÓN

4.1 Conclusiones

- El mobiliario actual no se ajusta a las dimensiones de la población estudiantil Universitaria debido a las diferencias dimensionales que son:
 - La altura del mobiliario actual es menor 0.10 m con respecto al mobiliario ergonómico que se propone, lo que determina que la mayor parte de la población estudiada queda con sus extremidades inferiores sin adecuada sustentación en la superficie del suelo.
 - La altura del respaldo actual es menor 0.059 m del mobiliario ergonómico que se propone.
 - La profundidad de la silla actual es idónea para la población académica.
 - El ancho del respaldo de la silla actual presenta similitud con el valor del ancho para respaldo de la silla ergonómica propuesta.
 - El ancho del asiento actual es menor en 0.17 m que las dimensiones de la silla ergonómica que se propone.
 - El alto de la mesa académica actual es menor 0.04 m de la mesa ergonómica propuesta.
 - La medida frontal de la mesa actual es menor 0.2 m de la mesa ergonómica propuesta
 - La profundidad de la mesa actual es menor 0.39 m de la mesa ergonómica propuesta.
 - El resultado de los datos antropométricos obtenidos ameritan nuevos diseños de silla y pupitre que se ajusten a las dimensiones antropométricas de toda la población estudiantil Universitaria.

4.2 Recomendaciones

- No todo el problema radica en el mal diseño del mobiliario estudiantil, en gran mayoría se debe a las malas posturas que adoptan los estudiantes en horas de clase, se recomienda que en

las mallas académicas de maestría y pregrado se imparta un capítulo de higiene postural en Ergonomía con el fin de que los estudiantes conozcan los ángulos articulares y mejoren sus hábitos posturales.

-Se recomienda que las autoridades tengan pleno conocimiento del estudio realizado para ver la posibilidad del rediseño del mobiliario con el fin de mejorar la confortabilidad del ambiente académico.

-Socializar los resultados del presente estudio con otras instituciones educativas a nivel universitario para que tomen como punto de partida y puedan arrancar el tema antropométrico con el fin de mejorar las condiciones del ámbito educativo.

MATERIALES DE REFERENCIA

AENOR. (Marzo de 2010). EN ISO 7250-1. Madrid , España.

Bustamante, A. (2008). *Ergonomía para Diseñadores*. Madrid: Mapfre.

Card, S. K. (1996). *Methods used in successful user interface design*. San Francisco: Morgan-Kaufman.

Carmona Benjumea, A. (2003). *Antropometría de la población española*. Madrid, España.

Fundación Mapfre. (2012). *Ergonomía 20 preguntas básicas para aplicar la ergonomía en la empresa*. Madrid: Edipack Gráfico.

Gomez-Cano, M. (2007). *Ruido: Evaluación y Acondicionamiento Ergonómico*. Madrid , España.

ICB Editores. (s.f.). *Manual del Alumno Ergonomía*. Málaga.

Instituto Ecuatoriano de Normalización. (Enero de 2014). NTE INEN-ISO 14738. Quito, Pichincha, Ecuador.

Jürgens, H., Aune, I., & Pieper, U. (1990). *International Data on Anthropometry*. Ginebra.

López, G. (Enero de 2015). *Diseño de Mobiliario con características Ergonómicas para estudiantes*. Ambato, Ecuador.

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales . (1998). *Enciclopedia de la Salud y Seguridad en el Trabajo de la OIT*. Madrid, España.

- Mondelo, P., Torada, E., Gonzáles, O., & Gómez, M. (2000). *Diseño de Puestos y Espacios de Trabajo*. Barcelona: EDI MASTER.
- Nordin, M., & Andersson, G. a. (2006). *Musculoskeletal disorder in workplace*. Mosby-Year Book.
- Panero, J., & Zelnik, M. (2000). *Las dimensiones humanos en los espacios interiores*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Ramirez Cavassa, C. (2006). *Ergonomía y Productividad*. Mexico: Limusa S.A.
- Rivas, R. (2007). *Ergonomía en el diseño y la producción industrial*. Buenos Aires: Nobuko.
- Rodriguez, L., & Pilar, G. (Octubre de 2011). La evolución del mobiliario escolar. Asturias, España.
- Roso, R. D., & Tomassiello, R. L. (2016). *Con Buen Diseño Espaldas Sanas*. Argentina.
- Tamayo, M. (2005). *El proceso de la Investigación Científica*. Mexico: Limusa.
- Velázquez, M. d. (2014). *Diseño ergonómico de aulas universitarias que permitan optimizar el confort y reducir la fatiga de estudiantes y docentes*. Lima, Perú.

ANEXOS

Anexo A: IMÁGENES

Anexo A1: Plataforma para toma de medidas Antropométricas



Anexo A2: Instrumentos Antropométricos

Anexo A2.1: Antropómetro



Anexo A2.2: Pie de Rey



Anexo A2.3: Compás de espesores



Anexo A2.4 Cinta métrica



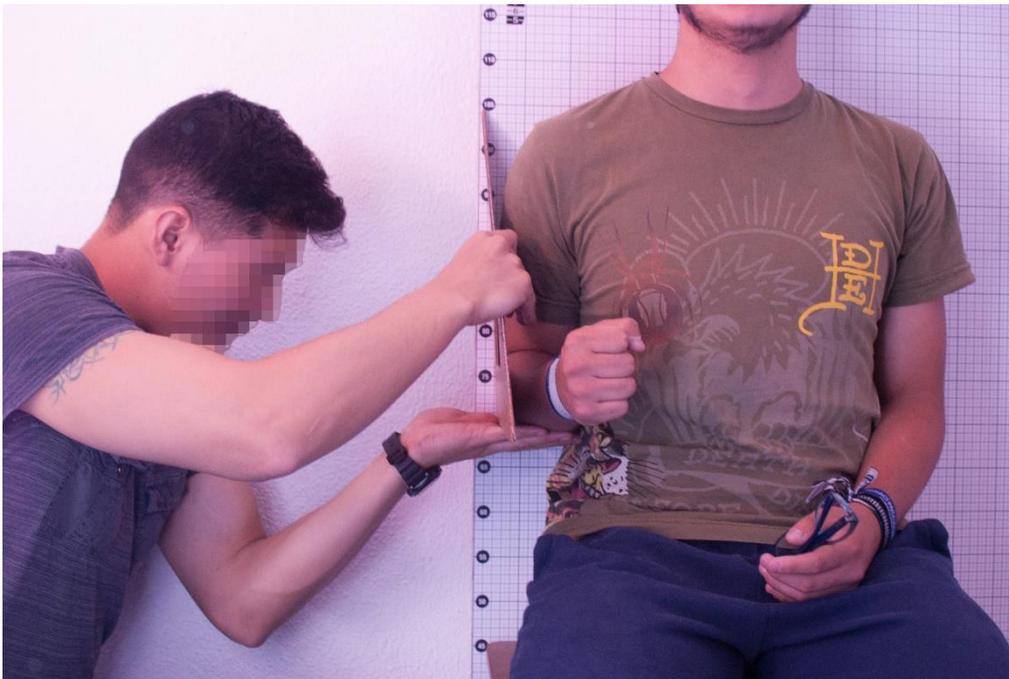
Anexo A3: Toma de Medidas Antropométricas

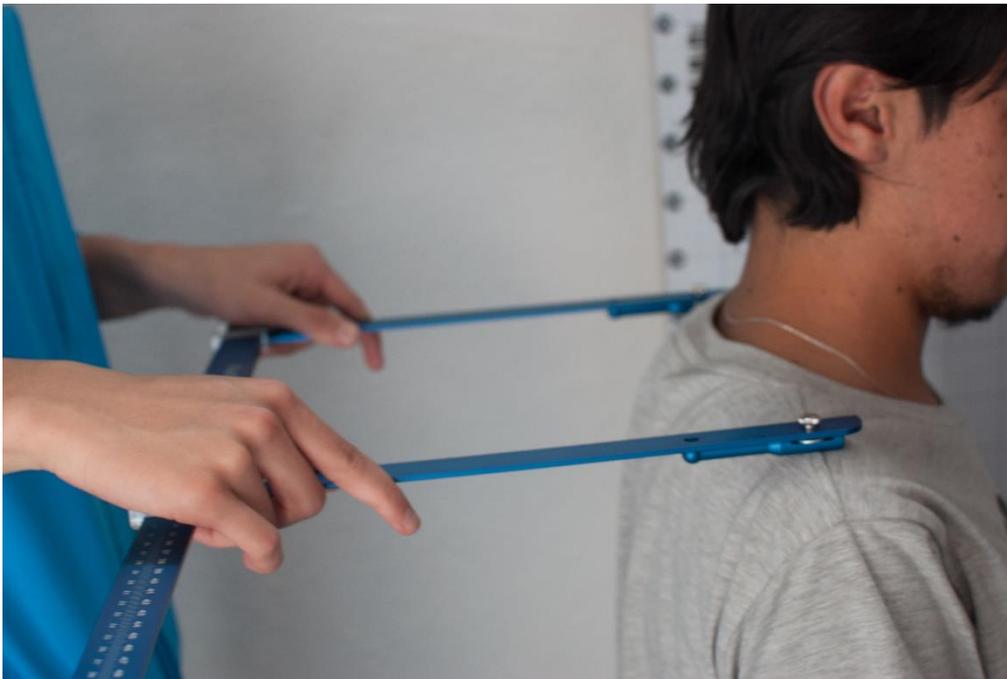
Anexo A3.1: Altura sentado



Anexo A3.2: Altura de ojos



Anexo A3.3: Altura de hombro**Anexo A3.4: Altura de codo**

Anexo A3.5: Altura poplítea**Anexo A3.6: Ancho de hombro**

Anexo A3.7: Ancho de codos**Anexo A3.8: Ancho de caderas**

Anexo A3.9: Longitud nalga-poplítea**Anexo A3.10 Longitud nalga-rodilla**

Anexo A3.11 Longitud de pie



Anexo A3.12 Alcance Normal



Anexo A3.13 Alcance Máximo



Anexo A3.14 Espacio libre de muslo



Anexo A3.15 Perímetro de brazo**Anexo A3.16 Espesor Abdominal**

Anexo B: TABLAS

Anexo B1: Notación, explicación y datos europeos correspondientes a los percentiles

P5 y P95 de las mediciones empleadas en esta norma internacional

Símbolo	Explicación	Valor P5 mm	Valor P95 mm	Definición véase	Para su utilización véase
<i>a</i> ₂	Anchura de hombros (biacromial)	310	430	ISO 7250:1996, 4.2.8	tabla 4
<i>a</i> ₁₇	Anchura de caderas, sentado		440	ISO 7250:1996, 4.2.11	tablas 5 y 7
<i>b</i> ₂	Alcance del puño, alcance hacia delante	605		ISO 7250:1996, 4.4.2	tabla 4
<i>b</i> ₁₅	Espesor abdomen-trasero, sentado	190		ISO 7250:1996, 4.2.17	tablas 5 y 6
<i>b</i> ₁₈	Espacio libre para el muslo (espesor del muslo)	125	185	ISO 7250:1996, 4.2.13	tablas 5 y 6
<i>c</i> ₁	Longitud rodilla-trasero		687	ISO 7250:1996, 4.4.7	tablas 5 y 6
<i>c</i> ₂	Longitud del pie		285	ISO 7250:1996, 4.3.7	tablas 5, 6, 7 y 8
<i>d</i> ₁	Diámetro del brazo, valor fijo	121	121	ISO 15534-3	<i>t</i> ₂ basada en ésta
<i>h</i> ₁	Estatura (altura del cuerpo)		1 881	ISO 7250:1996, 4.1.2	tabla 6
<i>h</i> ₄	Altura del codo	930	1 195	ISO 7250:1996, 4.1.5	tablas 6 y 8