



**EDUCACIÓN**  
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



**TECNOLÓGICO  
NACIONAL DE MÉXICO®**

Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga

Departamento de Ingeniería Industrial

# **REPORTE FINAL PARA ACREDITAR RESIDENCIA PROFESIONAL DE LA CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

## **ESTUDIO ERGONÓMICO DE VEHÍCULO PARA PACIENTES CON DISCAPACIDAD MOTRIZ**

**Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga**



Nombre del asesor externo:  
Dora María Guevara Alvarado.

Nombre del asesor interno:  
Enrique Javier Martínez Delgado.  
Jaime Rodarte Martínez.

08/Diciembre/2023

## **CAPÍTULO 1: PRELIMINARES**

### **2. Agradecimientos.**

Primeramente quiero agradecer a mis papas quienes desde muy pequeño siempre me han apoyado en todas mis decisiones y gracias a ellos es que hemos logrado muchos de mis objetivos.

A mi grupo de compañeros del tecnológico que fueron muy importantes en esta etapa, quienes me tuvieron mucha paciencia cuando no entendía parte de algunas materias y por ser quienes siempre me motivaron cuando las cosas no salían bien.

A mis hermanos Ángel, Karol, Joselin y mi sobrino Elian quienes han sido parte también de la motivación de cada día.

Al Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga y cada uno de los docentes que me acompañaron en este camino, compartieron sus conocimientos y me dieron las herramientas para poder formarme académicamente y profesionalmente como ingeniero industrial.

A mi asesor interno Jaime Rodarte Martínez por compartir sus conocimientos y por su disposición para ayudarme en el desarrollo de este proyecto.

A mi asesora externa Dora María Guevara Alvarado por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto y de igual manera que mi asesor interno por su disposición para ayudarme a desarrollar este proyecto.

### **3. Resumen.**

El presente trabajo muestra el estudio ergonómico y diseño e implementación del asiento de un vehículo para pacientes con discapacidad motriz, con la finalidad de obtener un prototipo con características un tanto similares a las de otros vehículos ya existentes en el mercado. Inicialmente se detalla la situación médica de pacientes con discapacidad motriz identificando causas y consecuencias de la situación médica. Se realiza un análisis de los diferentes vehículos que se han desarrollado.

Una vez identificados los problemas se procede al diseño del vehículo mismo que debe cumplir con ciertas características técnicas y mecánicas, debe ser ergonómico y funcional; el diseño se toma en base a la antropometría de un paciente del cual se deben de tomar datos que sirvan para calcular cada una de las partes que conforma el vehículo.

Para el desarrollo del diseño se utiliza el programa Solid Works, ya que permite realizar una caracterización del vehículo y ajustar cada uno de los parámetros necesarios que permitan tomar una decisión sobre las dimensiones de los componentes en el análisis.

#### 4. Índice.

CAPÍTULO 1: PRELIMINARES.....	2
2. Agradecimientos. ....	2
3. Resumen.....	III
4. Índice.....	4
Lista de Tablas .....	8
Lista de Figuras .....	9
CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	12
5.- Introducción.....	12
6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.....	13
9. Objetivos (General y Específicos).....	18
CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO .....	19
10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).....	19
10.1 Estadísticas sobre personas que cuentan con alguna discapacidad motriz en México.....	19
10.2 ¿Qué es las artrogriposis múltiple congénita? .....	19
10.3 Ergonomía.....	21
10.3.1 Definiciones de ergonomía.....	22
10.3.2 Alcances de la ergonomía.....	23
10.3.3 Objetivos de la ergonomía.....	23
10.3.4 Ciencias relacionadas con la ergonomía.....	24
10.3.5 Principios de la ergonomía.....	24
10.3.6 Métodos ergonómicos .....	26
10.4 Antropometría.....	27

10.5 <i>Personas con sillas de ruedas</i> .....	27
10.6 <i>Antropometría del asiento</i> .....	31
10.6.1 <i>Dinámica al tomar asiento</i> .....	31
10.6.2 <i>Consideraciones antropométricas</i> .....	34
10.6.3 <i>Altura del asiento</i> .....	35
10.6.4 <i>Profundidad</i> .....	36
10.6.5 <i>Respaldo</i> .....	38
10.6.6 <i>apoyabrazos</i> .....	39
10.6.7 <i>Acolchamiento</i> .....	40
10.7 <i>peso y dimensiones estructurales del cuerpo en de Niños de 6 a 11 años de edad</i> . .....	42
10.7.1 <i>En posición de pie Escolares Sexo femenino 6 a 8 años</i> .....	42
10.7.2 <i>En posición sentado Escolares Sexo femenino 6 a 8 años</i> .....	44
10.7.3 <i>Cabeza, pie, mano Escolares Sexo femenino 6 a 8 años</i> .....	45
10.7.4 <i>En posición de pie Escolares Sexo masculino 6 a 8 años</i> .....	46
10.7.5 <i>En posición sentado Escolares Sexo femenino 6 a 8 años</i> .....	48
10.7.6 <i>Cabeza, pie, manos escolares sexo masculino 9 a 11 años</i> .....	49
10.7.7 <i>Posición de pies escolares sexo femenino 9 a 11 años</i> .....	50
10.7.9 <i>Posición sentado escolares sexo femenino 9 a 11 años</i> .....	52
10.7.10 <i>Cabeza, pie, manos escolares sexo femenino 9 a 11 años</i> .....	53
10.7.11 <i>En posición de pie Escolares Sexo masculino 9 a 11 años</i> .....	54
10.7.12 <i>Posición sentado escolares sexo masculino 9 a 11 años</i> .....	56
10.7.13 <i>Cabeza, pie, manos escolares sexo masculino 9 a 11 años</i> .....	57
10.8 <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	58
10.9 <i>Tipos de sillas de ruedas</i> .....	58
10.10 <i>Componentes de una silla de ruedas eléctrica</i> .....	58
<b>CAPÍTULO 4: DESARROLLO</b> .....	63

<i>Fase 1; Planear</i> .....	64
11.1.1; <i>Planear</i> .....	64
11.1.2 <i>Estudio antropométrico</i> .....	66
11.1.3 <i>Diagrama de Ishikawa</i> .....	67
<i>Fase 2: Hacer</i> .....	67
11.2.1 <i>Diseños identificados</i> .....	68
11.2.2. <i>Diseño del nuevo asiento para la silla de ruedas.</i> .....	69
11.2.3 <i>Materiales para la elaboración del asiento.</i> .....	70
11.2.4 <i>Materiales para el acolchamiento.</i> .....	71
11.2.5 <i>Materiales para el forrado del asiento</i> .....	72
11.2.6 <i>Materiales para el respaldo del asiento.</i> .....	73
<i>Fase 3: Verificar.</i> .....	74
<i>Fase 4: Actuar</i> .....	74
<b>CAPÍTULO 5: RESULTADOS</b> .....	75
12. <i>Resultados</i> .....	75
12.1 <i>Antes de implementar el proyecto.</i> .....	75
12.2 <i>Después de implementar el proyecto</i> .....	76
12.3 <i>Antes de implementar el proyecto</i> .....	78
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES</b> .....	82
13. <i>Conclusiones del Proyecto</i> .....	82
<b>CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS</b> .....	83
14. <i>Competencias desarrolladas y/o aplicadas</i> .....	83
<b>CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN</b> .....	84
15. <i>Fuentes de información</i> .....	84
<b>CAPÍTULO 9: ANEXOS</b> .....	85
17. <i>Anexos</i> .....	85



## ***Lista de Tablas***

Tabla 3. 1 Propiedades de los materiales para sillas de ruedas. Fuente: Proyecto técnico, diseño, construcción e implementación de una silla de ruedas eléctrica para una persona con problemas de movilidad. 2018. ....	59
Tabla 3. 2. Características de los motores. Fuente: Proyecto técnico, diseño, construcción e implementación de una silla de ruedas eléctrica para una persona con problemas de movilidad. 2018. ....	62
Tabla 4. 1 Cronograma de actividades. Fuente: Elaboración propia. 2023 .....	63
Tabla 4. 2 Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia. 2023. ....	67
Tabla 4. 3 Tabla de los diferentes tipos de sillas de ruedas con sus módulos de manejo. Fuente: Elaboración propia. 2023. ....	68
Tabla 4. 4 Materiales para el relleno del asiento. Fuente: Elaboración propia. 2023. ....	71
Tabla 4. 5 Materiales para el forrado del asiento. Fuente: elaboración propia. 2023. ....	72
Tabla 4. 6 Materiales para el respaldo. Fuente: Elaboración propia.2023. ....	73
Tabla 5. 1 Tabla ilustrativa del asiento en fibra de vidrio. Fuente: Elaboración propia. 2023. ....	77
Tabla 5. 2 Tabla de características de los materiales a utilizar. Fuente: Elaboración propia.2023. ....	78
Tabla 5. 3 Cedula antropométrica. Fuente: Elaboración propia. 2023. ....	79

## **Lista de Figuras**

Ilustración 2. 1 Organigrama Tecnm Campus Pabellón de Arteaga. Fuente: ITPA. 2023.....	14
Ilustración 3. 1 Imagen representativa de la Artrogriposis múltiple congénita. Extraído de: IICOP. <a href="https://www.doctorfernandonoriega.com/2014/09/28/artrogriposis-multiple-congenita-es-posible-tratar-las-deformidades-de-las-piernas-y-los-pies-equino-varos/#:~:text=pies%2">https://www.doctorfernandonoriega.com/2014/09/28/artrogriposis-multiple-congenita-es-posible-tratar-las-deformidades-de-las-piernas-y-los-pies-equino-varos/#:~:text=pies%2</a> .....	20
Ilustración 3. 2 Intervalos de condiciones óptimas para cualquier actividad. Fuente. Libro ergonomía (quinta edición actualizada) año 2008 .....	21
Ilustración 3. 3 Dimensiones de las sillas de ruedas. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1996. ....	29
Ilustración 3. 4 Antropometría de personas en sillas de ruedas. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.....	30
Ilustración 3. 5 Tuberosidades isquiáticas. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.....	32
Ilustración 3. 6 Centro de gravedad. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984. ....	33
Ilustración 3. 7 Dimensiones antropométricas esenciales para el diseño de un asiento. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984. ....	34
Ilustración 3. 8 Superficie del asiento demasiado alta. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984. ....	35
Ilustración 3. 9 Superficie del asiento demasiado bajo. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984. ....	36
Ilustración 3. 10 . Profundidad del asiento. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.....	37
Ilustración 3. 11 La escasa profundidad del asiento. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.....	37
Ilustración 3. 12 La función esencial del respaldo es dar el apoyo a la región lumbar. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984. ....	39
Ilustración 3. 13 En posición de pie escolares sexo femenino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p51. ...	42
Ilustración 3. 14 En posición de pie escolares sexo femenino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p52. ...	43

Ilustración 3. 15 En posición sentado escolares sexo femenino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p53. ...	44
Ilustración 3. 16 Cabeza, pie, mano escolares sexo femenino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p54. ...	45
Ilustración 3. 17 . En posición de pie escolares sexo masculino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p55. ...	46
Ilustración 3. 18 En posición de pie escolares sexo masculino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p56. ...	47
Ilustración 3. 19 En posición sentado escolares sexo masculino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p57. ...	48
Ilustración 3. 20 Cabeza, pie, manos escolares sexo masculino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p58. ...	49
Ilustración 3. 21 En posición de pie escolares sexo femenino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p59. ...	50
Ilustración 3. 22 En posición de pie escolares sexo femenino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p60. ...	51
Ilustración 3. 23 En posición sentado escolares sexo femenino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p61. ...	52
Ilustración 3. 24 Cabeza, pie, manos escolares sexo femenino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p62. ...	53
Ilustración 3. 25 En posición de pie escolares sexo masculino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p63. ...	54
Ilustración 3. 26 En posición de pie escolares sexo masculino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p64. ...	55
Ilustración 3. 27 En posición sentado escolares sexo masculino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p65. ...	56
Ilustración 3. 28 Cabeza, pie, manos escolares sexo masculino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p66. ...	57
Ilustración 4. 1 Concepto inicial del vehículo para personas con discapacidad motriz. Fuente: Protocolo del proyecto de desarrollo tecnológico ene/2023. ....	65
Ilustración 4. 2 Fotografías del dispositivo actual. Fuente: Extraído de Protocolo del proyecto de desarrollo tecnológico ene/2023. 2023.....	65

Ilustración 4. 3 Manual de medidas antropométricas. Fuente: Garrido Chamorro RP. (2005). Manual de antropometría. Wanceulen Editorial .....	66
Ilustración 4. 4 Diseño del asiento para la silla de ruedas. Fuente: Elaboración propia. 2023....	69
Ilustración 4. 5 Diseño final de la silla de ruedas presentado. Fuente: Elaboración propia. 2023. .....	70
Ilustración 4. 6 Diseño final del asiento de la silla de ruedas eléctrica. Fuente: Elaboración propia. 2023 .....	74
Ilustración 5. 1 Vehículo actual del paciente con discapacidad motriz. Fuente: Protocolo VEHICULO-SILLA. 2023.....	75
Ilustración 5. 2 Diseño preliminar del asiento. Fuente: Elaboración propia.2023 .....	76
Ilustración 5. 3 Diseño del asiento. Fuente: Elaboración propia.2023.....	76
Ilustración 9. 1 Chasis de la silla de ruedas. Fuente: Elaboración propia.2023.....	85
Ilustración 9. 2 Asiento presentado en el chasis. Fuente: Elaboración propia. 2023.....	85
Ilustración 9. 3 Asiento presentado en un chasis con otro diseño de dirección. Fuente; elaboración propia.2023. ....	86
Ilustración 9. 4 Manual de medidas antropométricas. Fuente: Garrido Chamorro RP. (2005). Manual de antropometría. Wanceulen Editorial .....	87
Ilustración 9. 5 Carta de término de residencias profesionales. Fuente: Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. 2023. ....	88

## ***CAPÍTULO 2: GENERALIDADES DEL PROYECTO***

### **5.- Introducción**

En la actualidad son muchas las personas que cuentan con algún tipo de discapacidad, entre ellas las que más destacan son las personas con movilidad reducida las mismas que dependen de dispositivos para poder moverse o desplazarse de un punto a otro. Las sillas de ruedas o motorizadas se diseñaron en base a las necesidades y características de las personas, con el fin de otorgar seguridad e independencia en su día a día.

En el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga se implementó el proyecto de un vehículo para personas con discapacidad motriz. El proyecto consta realizar un estudio ergonómico que permita realizar un diseño adecuado de un vehículo automatizado para mejorar la seguridad y la movilidad de un niño que no puede movilizarse por sí solo para realizar sus actividades cotidianas.

Inicialmente se describen las situaciones médicas que presenta la persona para identificar cuales son las condiciones de movilidad que presentan dificultad en su día a día. Se identifican las señales o síntomas más comunes para poder proceder con el diseño adecuado del asiento y del vehículo mismo que debe de cumplir con las características técnicas, mecánicas y ergonómicas que cumplan con las necesidades del paciente. El diseño se basa en la antropometría de la persona y con análisis de diferentes vehículos para personas con discapacidad motriz que ya han sido desarrollados.

Se procede con la elaboración del prototipo mediante la aplicación de Solid Works en base a todo el análisis mencionado anteriormente, para así obtener un vehículo ergonómico, estético que cumpla con las características adecuadas para la persona.

## **6. Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del residente.**

El Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga es una institución educativa localizada en el municipio de Pabellón de Arteaga en la ciudad de Aguascalientes. El Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga es altamente competitivo y comprometido con el sistema.

Los principales retos para la institución son asegurar la calidad de todos los procesos académicos, como lo son:

- El diseño de especialidades
- Asesoría de residencias profesionales
- Desarrollo de proyectos de innovación
- Servicios de educación continua
- Investigación educativa
- Educación dual
- Acreditación de planes de estudio

La Institución cuenta con las certificaciones:

- Certificación ISO 9001:2015 SGC
- Certificación ISO 14001:2015 SGA
- Certificación ISO 50001: 2018 SGEEn
- Certificación de igualdad laboral y no discriminación 2015
- Certificación de espacio libre de humo de tabaco
- Certificación de 100% libre de plástico de un solo uso.

### **Misión**

Brindar un servicio de educación superior de calidad comprometido con la generación, difusión y conservación del conocimiento científico, tecnológico y humanista a través de

programas educativos que permitan un desarrollo sustentable, conservando los principios universales en beneficio de la humanidad.

### Visión

Ser una institución de educación superior reconocida a nivel nacional e internacional, líder en la formación integral de profesionistas de calidad y excelencia, que promueve el desarrollo armónico del entorno.

### Organigrama

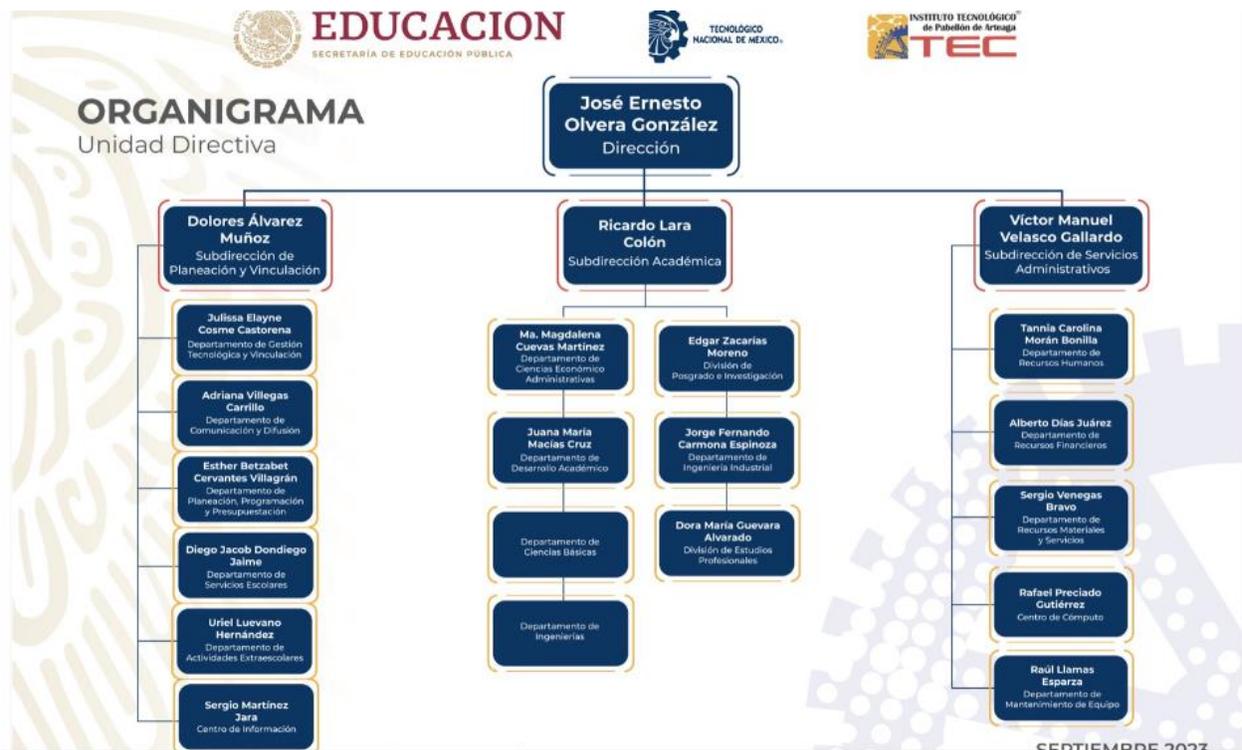


Ilustración 2. 1 Organigrama Tecnm Campus Pabellón de Arteaga. Fuente: ITPA. 2023

La institución está enfocada principalmente en estudiantes recién egresados de bachillerato y para personas que quieran contar con alguna licenciatura y llegar a ser grandes profesionistas para el ámbito industrial.

### **Puesto del residente**

En el Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga se lleva a cabo el proyecto de un vehículo para pacientes con discapacidad motriz, proyecto solicitado por la institución CAM (Centro de Atención Múltiple VIII) ubicado en el municipio de Pabellón de Arteaga, el proyecto consta de realizar un vehículo para un niño que cuenta con una discapacidad motriz que impide su desplazamiento y no puede permanecer por largos periodos de tiempo en una silla con un respaldo de 90° y por sus condiciones requiere de un asiento que le permita tener una buena postura acuerdo a sus necesidades, que sea ergonómica, practica y segura para el paciente.

El trabajo como residente es realizar el estudio ergonómico del vehículo para poder desarrollar un asiento que le permita tener todas las comodidades para el paciente que le permita estar en una buena postura, que no sea cansada y que sea segura para que pueda desplazarse con el vehículo.

## **7. Problemas a resolver, priorizándolos.**

En la institución CAM (Centro de Atención Múltiple VIII) de Pabellón de Arteaga ingresó un niño con las condiciones de la artrogriposis múltiple congénita que le impide tener movimientos en ciertas partes de su cuerpo, esta enfermedad la obtuvo desde el nacimiento, por cuestiones ajenas no se le dio seguimiento a la enfermedad por lo cual se agravó y hoy en día el pequeño tiene dificultades para realizar actividades tan sencillas como el desplazarse. Por ello es que se desempeñó el proyecto de un vehículo para pacientes con discapacidad motriz que ayude a que las personas con estas dificultades motrices se puedan desplazar con más facilidad, de igual manera se realizara un diseño adecuado del asiento del vehículo, confortable, ergonómico y seguro que cumpla las necesidades del paciente permitiendo que tenga una postura cómoda, que no sea cansada y le permita permanecer por largos periodos de tiempo sin sentir molestias en zonas como la espalda y la zona de los glúteos.

## **8. Justificación.**

El tener a una persona con alguna discapacidad motriz muchas de las veces es difícil por el hecho de que esa persona depende de ti, ya que esa persona está limitada a realizar actividades tan simples como el desplazarse, es por eso que surge la idea de realizar un vehículo con el fin de que las personas con discapacidades motrices puedan desplazarse y puedan permanecer largos periodos de tiempo en el vehículo, por ello es que se realizará un estudio ergonómico detallado para poder desarrollar un asiento que cumpla con todas las necesidades del paciente, tomando las medidas necesarias para que el asiento se adapte perfectamente a su cuerpo con ángulo de inclinación adecuado en el que pueda descansar su espalda y no sienta molestias después de permanecer un largo periodo de tiempo en el vehículo.

Este proyecto se lleva a cabo con el fin de lograr que las personas con discapacidad motriz puedan desplazarse con mayor facilidad sin tener la necesidad de que alguna persona secundaria este dependiendo tanto de ellos. El lograr desarrollar este proyecto permitirá que las personas con discapacidad motriz tengan por lo menos un 80% más posibilidades de desplazamiento por sí mismas.

## **9. Objetivos (General y Específicos)**

### **Objetivo general:**

Realizar un estudio ergonómico de un vehículo para personas con discapacidad motriz que facilite su desplazamiento y ayude a tener mayor comodidad al paciente.

### **Objetivos específicos:**

- Investigar diseños ergonómicos de vehículos para pacientes con discapacidad motriz que se han desarrollado para establecer la posición del paciente y de los controles de manejo del vehículo.
- Diseñar un asiento ergonómico que cumpla al 100% las necesidades de los pacientes con discapacidad motriz.

## **CAPÍTULO 3: MARCO TEÓRICO**

### **10. Marco Teórico (fundamentos teóricos).**

#### **10.1 Estadísticas sobre personas que cuentan con alguna discapacidad motriz en México.**

“La jefa de la división de rehabilitación pediátrica del instituto nacional de rehabilitación Luis Guillermo Ibarra Ibarra, María Elena Arellano Saldaña. En México más del seis por ciento de la población tiene alguna discapacidad motriz, es decir, más de 5 millones de personas cuentan con alguna discapacidad motriz.

En su informe explica que toda persona que presenta alguna deficiencia mental, física o sensorial se considera con discapacidad permanente o temporal. Y que puede ser causada o agravada por su entorno económico o social.

La especialista dijo que de acuerdo con el Consejo Nacional para el Desarrollo y la Inclusión de las Personas con Discapacidad (CONADIS), la prevalencia en varones es de 3.3 millones y de 3.8 millones en mujeres.

Indico que la discapacidad motriz es la frecuente, ya que de acuerdo con el instituto nacional de estadística y geográfica (INEGI), las dificultades para ver y caminar son más frecuentes, mientras que las de menos reportadas son las de habla o comunicación.” (Secretaría de Salud , 2017)

#### **10.2 ¿Qué es las artrogriposis múltiple congénita?**

“Es una condición en la que hay múltiples contracturas que afectan dos o más áreas del cuerpo antes del nacimiento. La artrogriposis múltiple congénita no es una enfermedad específica si no que es un síntoma que puede ser parte de muchas enfermedades. Se sospecha que puede estar relacionada con la disminución de los movimientos fetales

durante el desarrollo, lo que puede ser debido a varias causas diferentes como factores ambientales (enfermedad materna, espacio limitado en el útero), o problemas en el feto.



*Ilustración 3. 1 Imagen representativa de la Artrोग्रिपосिस múltiple congénita. Extraído de: IICOP.*

Las señales o síntomas más comunes son:

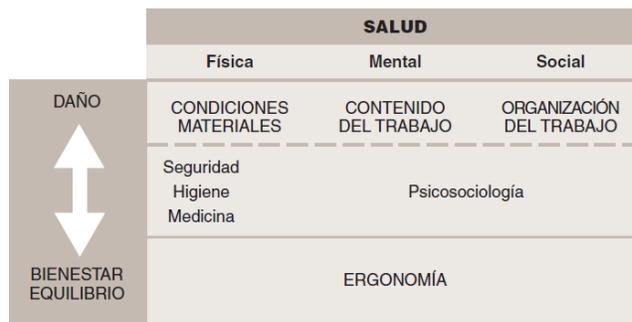
- Contracturas articulares que afectan dos o más áreas del cuerpo antes del nacimiento.
- Articulaciones que están fijadas de forma permanente en posición doblada o recta, lo que afecta su función y el rango de movimiento. En algunos casos, solo unas pocas articulaciones se ven afectadas y en casos graves todas las articulaciones del cuerpo.
- Atrofia o sub-desarrollo de los músculos de las piernas o brazos debido al poco movimiento.
- Puede haber piel entre las articulaciones.
- Rigidez de las articulaciones.
- Deformidades simétricas
- Dislocamiento de las articulaciones.

La causa exacta no se entiende bien. Se piensa que se relaciona a con la disminución del movimiento fetal durante el desarrollo, lo que puede ocurrir por problemas del feto o de la madre.” (GARD, 2016)

### 10.3 Ergonomía.

“Podemos definir la ergonomía como el conjunto de técnicas cuyo objetivo es la adecuación entre el trabajo y la persona. La ergonomía es multidisciplinar, es decir, requiere la aplicación de las distintas ciencias con el fin de conseguir su finalidad: la correcta acomodación entre el puesto del trabajo, su entorno y las características de la persona. (Bestraten Bellovi, y otros, 2008)

La persona es adaptable a unos límites, existen intervalos de condiciones óptimas para cualquier actividad: la ergonomía define cuáles son estos intervalos y determina cuáles son los efectos no deseados si se superan estos límites.



*Ilustración 3.2 Intervalos de condiciones óptimas para cualquier actividad. Fuente. Libro ergonomía (quinta edición actualizada) año 2008*

La ergonomía nació en principio para adecuar los esfuerzos y movimientos que implica la realización de una tarea y las dimensiones del puesto de trabajo de la persona; el objetivo en este caso era que las personas realizaran el trabajo con el mínimo número de movimientos posible, con el fin de ahorrar una fatiga inútil y conseguir un mayor rendimiento en el menor tiempo posible. Este enfoque se hizo insuficiente y se amplió el

campo de estudio, incluyendo las condiciones ambientales (temperatura, ruido, iluminación, etc.).

### 10.3.1 Definiciones de ergonomía.

Existen distintas definiciones de la ergonomía según el autor que la estudia:

En el IXº Congreso internacional de ergonomía celebrado en Bournemouth en el año de 1985, se definió la ergonomía como una ciencia, un arte y una técnica. Se consideró ciencia porque sigue las investigaciones sobre las posibilidades las limitaciones psicológicas humanas. Arte por que integra el individuo y el conjunto. De superar las presiones económicas, tecnológicas y organización para preservar y desarrollar la personalidad humana. Técnica porque es un conjunto de técnicas de medida no solo de los factores del ambiente del funcionamiento de los equipos, si no del estado funcional físico y psíquico del individuo en el trabajo.” (Bestraten Bellovi, y otros, 2008)

Definiciones según su autor:

- (Murrell, 1971); “La ergonomía es el estudio del ser humano en su ambiente laboral”.
- (Cazamian, 1986); “La ergonomía es el estudio multidisciplinar del trabajo humano que pretende descubrir sus leyes para formular mejor sus reglas”.
- (McCormick, 1980); “define la ergonomía relacionando las variables del diseño por una parte y los criterios de eficacia funcional o bienestar del ser humano por la otra”.
- Ruiz Rodríguez, I. y Torollo González, F.J. (1999) la describen como “las técnicas preventivas orientadas a abordar los factores de riesgo derivados, principalmente, de la carga de trabajo y de la organización del mismo. (FOE, 2010)
- En 1992, la real academia española de la lengua lo define como el estudio de datos biológicos y tecnológicos aplicados a problemas de mutua adaptación entre el hombre y la máquina.” (Bestraten Bellovi, y otros, 2008)

### 10.3.2 Alcances de la ergonomía.

- “La ergonomía busca aumentar la seguridad, lo que producirá reducción de tiempo perdido por enfermedades y, un incremento en la eficiencia del trabajador.
- Reducir la impredecibilidad. El operario tiene que ser rápido, eficiente y confiable.
- Diseñar sistemas para reducir una serie de tareas más fáciles de aprender.
- La comodidad. Se refiere a la sensación de bienestar y tranquilidad inducida por el sistema. Un operario incomodo es más propenso a cometer errores.

La labor de la ergonomía es primero determinar las capacidades del operario y después construir un sistema de trabajo para esas capacidades. En este aspecto la ergonomía es la ciencia que “ajusta el ambiente del hombre”.

### 10.3.3 Objetivos de la ergonomía

“Los principales objetivos de la ergonomía son básicamente:

- Seleccionar la tecnología más adecuada al personal disponible.
- Controlar el entorno del puesto de trabajo.
- Detectar los riesgos de fatiga física y mental.
- Analizar los puestos de trabajo para definir los objetivos de la formación.
- Optimizar la interrelación de las personas disponibles y la tecnología utilizada.
- Favorecer el interés de los trabajadores por la tarea y por el ambiente de trabajo.
- Salud y seguridad.
- Productividad y eficacia.
- Fiabilidad y calidad.
- Satisfacción en el trabajo y desarrollo personal.

La ergonomía también se enfoca en la solución del problema de rehabilitación de personas que en una u otra medida han perdido la capacidad de trabajar. También estudia las aptitudes y peculiaridades psíquicas y físicas de las personas de edad

avanzada y de aquellos individuos considerados como trabajadores especialmente sensibles.” (Bestraten Bellovi, y otros, 2008)

#### 10.3.4 Ciencias relacionadas con la ergonomía.

“La actividad humana constituye el comienzo y la coronación de la investigación, educación y diseños ergonómicos, para alcanzar esta meta existen numerosas ciencias aplicadas y técnicas concretas que pueden usarse en múltiples estudios ergonómicos. Algunas tienen como elemento central de estudio el ser humano, por ejemplo, la medicina, la biología, antropometría, psicología, etc.

Las disciplinas fundamentales son:

- La anatomía, se centra en los aspectos antropométricos y biomecánicos.
- La fisiología estudia el funcionamiento de los sistemas fisiológicos y de todo el organismo.
- La psicología trata las leyes del comportamiento y la actividad humana, actitudes, las aptitudes y la carga mental.
- La pedagogía tiene en cuenta los aspectos con la participación y el adiestramiento, está llamada a contribuir con el proceso de perfeccionamiento de la formación.
- La ingeniería ayuda a planificar y diseñar el puesto de trabajo y el centro de trabajo.
- La arquitectura abarca, principalmente, temas referidos a los espacios y accesos.”  
(Bestraten Bellovi, y otros, 2008, págs. 12 -15)

#### 10.3.5 Principios de la ergonomía.

“La ergonomía cuenta con 12 principios para poder ser aplicada:

1. Mantener todo al alcance.  
Distancias inadecuadas causan a menudo sobreesfuerzos y posiciones que dificultan las labores.
2. Utilizar la altura del codo como referencia.

Es recomendable realizar las actividades a la altura del codo ya sea parado o sentado, ya que el esfuerzo incrementa si son realizadas por encima o por debajo de dicha altura.

3. Mejorar la forma de agarre reduce el esfuerzo.

Un buen agarre reduce la fuerza y la tensión. Evitar la fuerza excesiva al sostener los objetos ya que produce desgaste físico innecesario y hasta produce lesiones.

4. Buscar la posición correcta para cada labor.

Una buena posición reduce la presión sobre el cuerpo y facilita el trabajo.

5. Reducir las repeticiones excesivas.

Minimice el número de movimientos requeridos para hacer las tareas esto reduce los desgastes y el desgaste en miembros del cuerpo. Busque la técnica eficiente para eliminar la repetición de movimientos.

6. Minimizar la fatiga

Sobre exigir capacidades físicas y mentales podrían causar accidentes, lesiones, baja producción y pérdidas. Un buen diseño de trabajo ayuda a prevenir la indeseable fatiga

7. Minimizar la presión directa.

La tensión de contacto es un problema común en muchas de las actividades, el estar incomodo puede perjudicar el funcionamiento nervioso y el flujo sanguíneo.

8. Ajuste y cambio de postura.

El ajuste y cambio de postura facilita el acomodo del puesto de trabajo para sus necesidades. El ajustar ayuda a mantener mejores alturas y alcances evitando presiones y posturas incomodas.

9. Disponer espacios y accesos.

De gran importancia es que dispongan de un buen espacio de trabajo cada elemento y un fácil acceso. Asegúrese de tener espacios de adecuados de trabajo.

En general la cantidad de gente con la que se trabaja determina los espacios que necesita.

10. Mantener un ambiente confortable.

El ambiente laboral puede afectar directa o indirectamente su comodidad, salud y rendimiento. Provea la iluminación adecuada, evite temperaturas extremas, aisle la vibración, el ruido excesivo, entre otros.

11. Resaltar con claridad para mejorar comprensión.

El resultado de un diseño inadecuado impide visualizar los controles y mandos de funcionamiento. Muchos errores obedecen a un pobre diseño.

12. Mejorar la organización de trabajo.

Existen nuevas formas de organización del trabajo que ofrecen alternativas para enfrentar problemas que tienen que ver con las jornadas y ritmos de trabajo así como condiciones de algunas tareas como son la repetición y la monotonía.”

(SOLIDARIOS, 2012)

Aplicar estos principios en las labores diarias mejorará la producción y reducirá el desgaste físico y mental de los trabajadores.

### 10.3.6 Métodos ergonómicos

Existen infinidad de métodos que son utilizados para evaluar las condiciones de los trabajos algunos de los más conocidos son:

- Método LEST
- Método RNUR o método de los perfiles de puestos
- Método EWA (Ergonomic Workplace Analysis)
- Método ANACT
- Método Niosh
- Método RULA
- Método REBA
- Método OWAS
- Método Rosa
- Método Fanger
- Método PYME
- Método FAGOR

- Método FREMAP
- Método AET
- Método SAVIEM
- Análisis ergonómico elemental
- Evaluación de puestos de trabajo PAQ

#### **10.4 Antropometría.**

“La antropometría o cineantropometría se presentó como una ciencia en 1976, en el Congreso Internacional de la Ciencia de la Actividad física, en Montreal, dos años después fue aceptada por la UNESCO, en el Internacional Council of Sport and Physical Education.

Es definida como el estudio del tamaño, proporción, maduración, forma y composición corporal, y funciones generales del organismo, con el objetivo de descubrir las características físicas, evaluar, y monitorizar el crecimiento, nutrición y los efectos de la actividad física.

Está basada en 4 pilares básicos: las medidas corporales, el estudio del somatotipo, el estudio de la proporcionalidad y el estudio de la composición corporal.

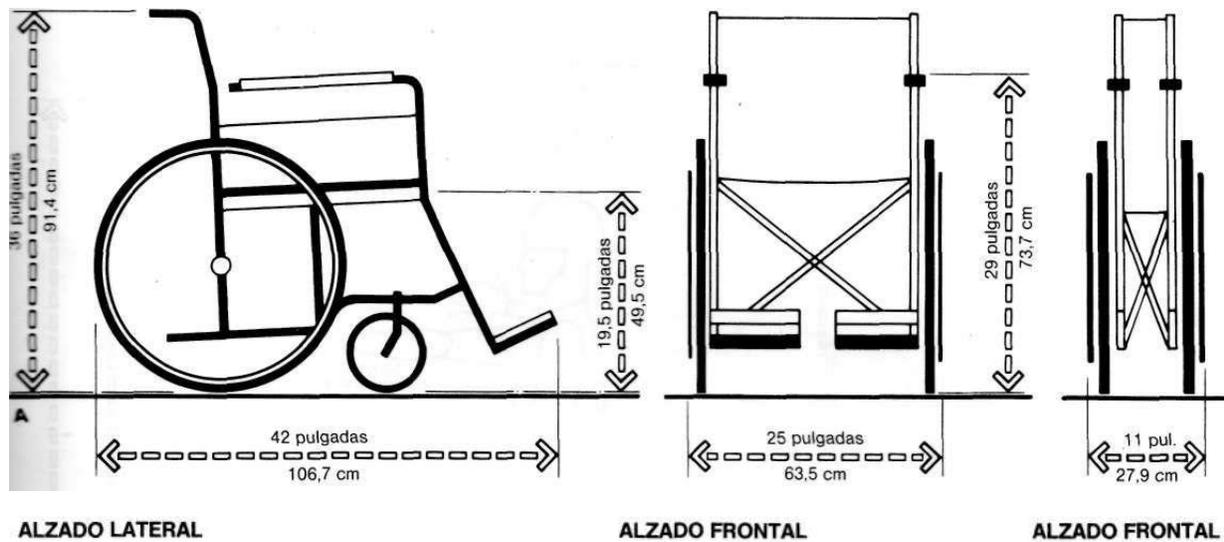
La ergonomía utiliza los datos antropométricos para diseñar áreas de trabajo, herramientas, equipos de seguridad y protección personal.” (Carmenate Milian, Moncada Chevez, & Borjas Leiva, 2014)

#### **10.5 Personas con sillas de ruedas**

“Se carece de datos sobre personas con sillas de ruedas, su estudio revestirá singular dificultad por la cantidad de variables que lleva implícitas: clase de incapacidad, miembros o partes del cuerpo afectados, amplitud de la parálisis, grado de disfunción

muscular, efecto acumulativo en la movilidad general de las extremidades por culpa del confinamiento en la silla, etc. Con vistas a trabajos de estudios por parte del supuesto de que la movilidad de las extremidades no sufre deterioro y así asemeja a la que tienen las personas físicamente capacitadas.

Al dimensional la extensión, holgura y demás parámetros es preciso englobar el conjunto individuo-silla de ruedas, planteamiento que exige conocimientos acerca de las peculiaridades de esta última, algunas de las cuales, básicas y útiles, se encuentran en la ilustración 4.



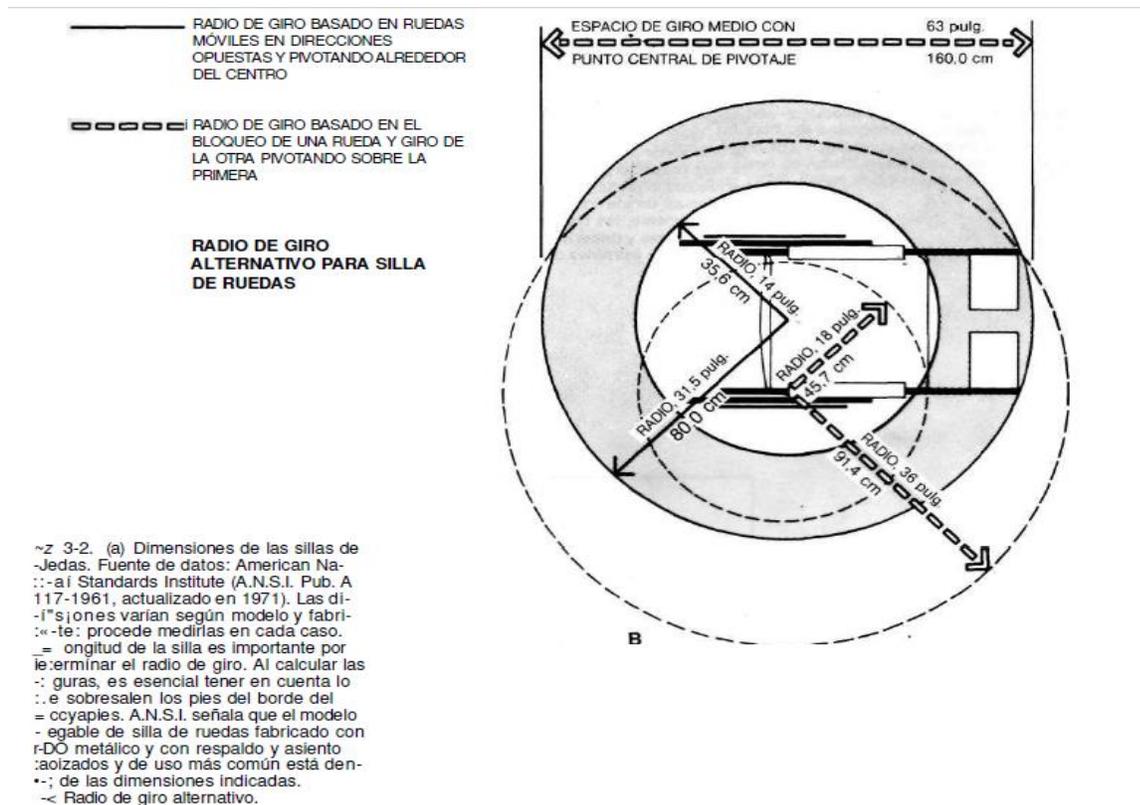


Ilustración 3. 3 Dimensiones de las sillas de ruedas. Fuente: Extraído del libro *Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores*. 1996.

En orden las antropometrías sobre este tema, son muy numerosos los diagramas en circulación que ilustran medidas de hombres y mujeres en silla de ruedas. La interpretación y subsiguiente aplicación de estos datos debe ir cargada de prudencia. Si el alcance es un factor crítico en casos concretos de diseño, este apoyará en las dimensiones corporales que encuadra a la población de menor estatura y no a la estatura media. Es decir, se utilizarán los datos del 5° percentil. Un diseño basado en el denominado alcance medio dejara indefensos a la mitad de los usuarios de las sillas de ruedas.

En la ilustración 6 contemplan la antropometría de los individuos sujetos a la dependencia de la silla de ruedas. Conviene notar que la mayoría de estas no se construyen para mantener el cuerpo en posición erecta y, por consiguiente, algunas partes del mismo no aguardan una estricta verticalidad ni horizontalidad. El Dr. Hermán L. Kamenetz, al describir la disposición geométrica del cuerpo humano, apunta: “en esta postura solo los

tobillos mantienen un ángulo de 90°. Las piernas se elevan 15°, obligando a las rodillas a formar un ángulo de 105°; la espalda se inclina 10°, dando lugar, en la articulación de las rodillas, a un ángulo próximo a 100°. Por último, visto el cuerpo como interrelación de sus partes, efecto resultante es semejante al que daría una inclinación hacia atrás de la silla de 5°, quedando así el asiento a 5° del horizontal, piernas y espalda a 20° y 15° respectivamente de la vertical”.

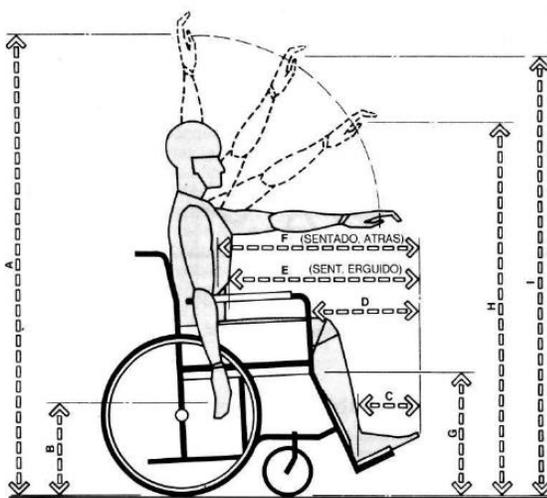


Fig. 3-3. Antropometría de personas en silla de ruedas. En la vista lateral se aprecia al usuario y la silla, junto con las medidas antropométricas masculinas y femeninas más importantes. La totalidad de los datos de alcance corresponden al 2,5° percentil, a fin de acomodar a los usuarios de menor tamaño corporal. Visto que el cuerpo femenino es más pequeño que el masculino, se recomienda el empleo de las dimensiones concernientes al primero en cualquier diseño en que intervenga el alcance. En aquellos problemas donde intervenga la holgura se utilizarán los datos del 97,5° percentil, y, concretamente, las dimensiones masculinas en razón de tener un mayor tamaño corporal. Figuras y datos adaptados de *Designing for the Disabled*, 1963, de Goldsmith y según medidas extraídas de estudios ingleses y americanos.

	HOMBRE		MUJER	
	pulgada	cm	pulgada	cm
A	62.25	158,1	56.75	144,1
B	16.25	41,3	17.5	44,5
C	8.75	22,2	7.0	17,8
D	18.5	47,0	16.5	41,9
E	25.75	65,4	23.0	58,4
F	28.75	73,0	26.0	66,0
G	19.0	48,3	19.0	48,3
H	51.5	130,8	47.0	119,4
I	58.25	148,0	53.24	135,2

Cuadro 3-4. Datos que acompañan la figura 3-3.

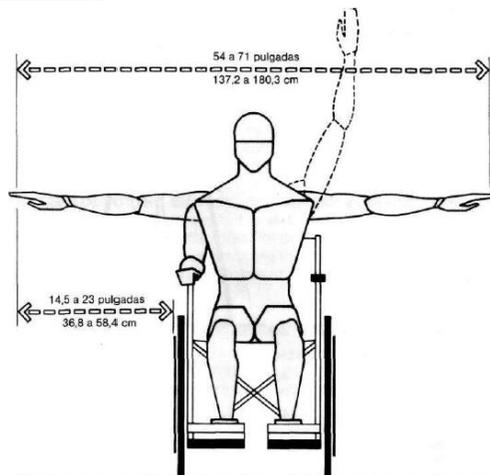


Fig. 3-4. Antropometría de personas en silla de ruedas. En la vista frontal se aprecia al usuario y la silla de ruedas, junto con las medidas antropométricas más importantes. Las dimensiones del alcance bilateral de brazos, con ambos brazos extendidos a uno y otro lado, y la altura de hombros, se extrajeron de American National Standards Institute (A.N.S.I. Pub. A 117-1961, actualizado en 1971). Faltan datos respecto al sexo y agrupación en percentiles.

*Ilustración 3. 4 Antropometría de personas en sillas de ruedas. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984..*

Si el estado físico del usuario de la silla de ruedas le permite adoptar una posición erguida, pese a la inclinación del respaldo de aquella y dada la naturaleza de la actividad y el grado de adecuación, es indudable que el alcance antropométrico medio de los brazos deba ser el apropiado.

Sea como fuera, dicho alcance depende de la inclinación de 15° que tiene la espalda respecto a la vertical y, basándonos en esto, se modificara la media antropométrica de esta medida. Advirtamos que la medición del alcance estándar se toma con la espalda erguida y el individuo sentado sobre el plano horizontal.” (Julius Panero, 1984)

## **10.6 Antropometría del asiento.**

### **10.6.1 Dinámica al tomar asiento.**

“Para una mejor comprensión de la dinámica del sentarse vale la pena estudiar la mecánica del sistema de apoyo y la estructura o sea general que operan en la misma. Según Tichauer, “el eje de apoyo de un torso sentado es una línea situada en un plano coronal que pasa por la proyección del punto inferior de las tuberosidades isquiáticas que descansan en la superficie del asiento. La ilustración 6 indica la localización de las tuberosidades. Branton hace dos observaciones respecto al tema. Primera: en posición sedente, cerca del 75% del peso total del cuerpo es soportado únicamente por 26 cm<sup>2</sup> (4 pulgadas cuadradas), de dichas tuberosidades. Se trata de una carga elevada que se distribuye en una superficie pequeña, lo que redundo en compresiones considerables en las nalgas, que Tichauer valoró entre 6 y 7 kg/cm<sup>2</sup>, u 85 a 100 libras/pulgada cuadrada. Otras informaciones estiman la compresión que experimenta la superficie de piel en contacto con el asiento entre 2,5 y 4 kg/cm<sup>2</sup> (40 y 60 libras/pulgada<sup>2</sup>), cuando en puntos ligeramente más alejados se reduce a 250 gr/cm<sup>2</sup> (4 libras/pulgada<sup>2</sup>).

Fig. 4-1. Tuberosidades isquiáticas vistas en la sección de una figura humana.

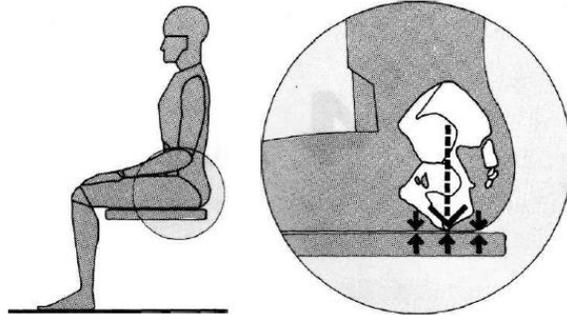
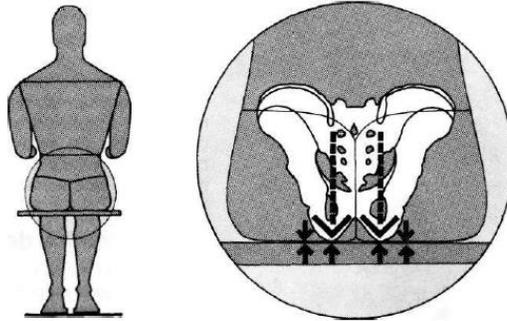


Fig. 4-2. Tuberosidades isquiáticas vistas en sección aumentada.

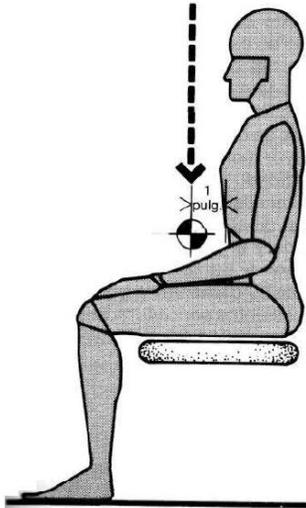


*Ilustración 3.5 Tuberosidades isquiáticas. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.*

La conjunción de estas presiones ocasiona fatiga e incomodidad y se traduce en cambios de postura para aliviar la molestia. De no ser así, una prolongada permanencia en la misma posición y bajo el mismo estado de fuerzas, produce isquemia o interferencias en el riego sanguíneo, que ocasionan dolores y posible entumecimiento.

Es obvio que el diseño de un asiento procurará repartir el peso del cuerpo que carga en las tuberosidades isquiáticas sobre una superficie más extensa, cosa que puede lograrse mediante el relleno adecuado de aquél. También mirará por la libertad del usuario para modificar, siempre que lo desee, su postura y así aumentar el confort. Los datos antropométricos son insustituibles para fijar las medidas y holguras necesarias. La segunda observación de Branton es que, estructuralmente, las tuberosidades son un sistema de apoyo de dos puntos que, en sí mismo, ya es inestable. La anchura y profundidad de la superficie de asiento no basta para alcanzar una estabilidad correcta. En teoría, ésta se consigue gracias a la intervención de piernas, pies y espalda, presuponiendo entonces que el centro de gravedad se encuentra exactamente encima de las tuberosidades. El centro de gravedad del tronco de un cuerpo sentado se halla

aproximadamente, como indica la ilustración 7, a 2,5 cm (1 pulgada), por delante del ombligo.



-ig. 4-3. Centro de gravedad de figura humana sentada.

*Ilustración 3.6 Centro de gravedad.  
Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.*

La abundancia de posturas del cuerpo en posición sedente y la actividad muscular existente, incluso cuando se tiene la sensación de que aquél está en reposo, hace pensar que esta posición no es estática como se cree. Por ejemplo, al alargar las piernas hacia adelante, y cerrando las articulaciones de las rodillas, se ensancha la base de la masa del cuerpo y se reduce el esfuerzo muscular tendente a equilibrar el tronco. Apoyar el mentón en la mano mientras el codo descansa en el apoyabrazos o el regazo, o reclinar la cabeza en la parte superior del respaldo, son otro par de posturas más que ejemplifican ensayos del cuerpo con vistas a un equilibrio que alivie el sistema muscular y, a su vez, aumente la comodidad. No deja de ser significativo que los cambios de postura se hacen de ordinario inconscientemente.

Para el diseñador tiene gran importancia la localización de las superficies donde apoyar espalda, cabeza y brazos, al igual que su tamaño y forma, puesto que éstos son los elementos que actúan como estabilizadores.

## 10.6.2 Consideraciones antropométricas.

La natural complejidad que encierra el confort de quien toma asiento y el hecho de que esta acción sea dinámica, no estática, ha inducido en ocasiones a reclamar una orientación antropométrica al asunto. Aunque una silla antropométricamente correcta, decíamos anteriormente, no garantiza comodidad, parece haber un común acuerdo en que el diseño tiene que basarse en datos antropométricos seleccionados con acierto. De lo contrario se tiene asegurada la incomodidad del usuario. La ilustración 8 proporcionan las dimensiones antropométricas esenciales para el diseño de un asiento.

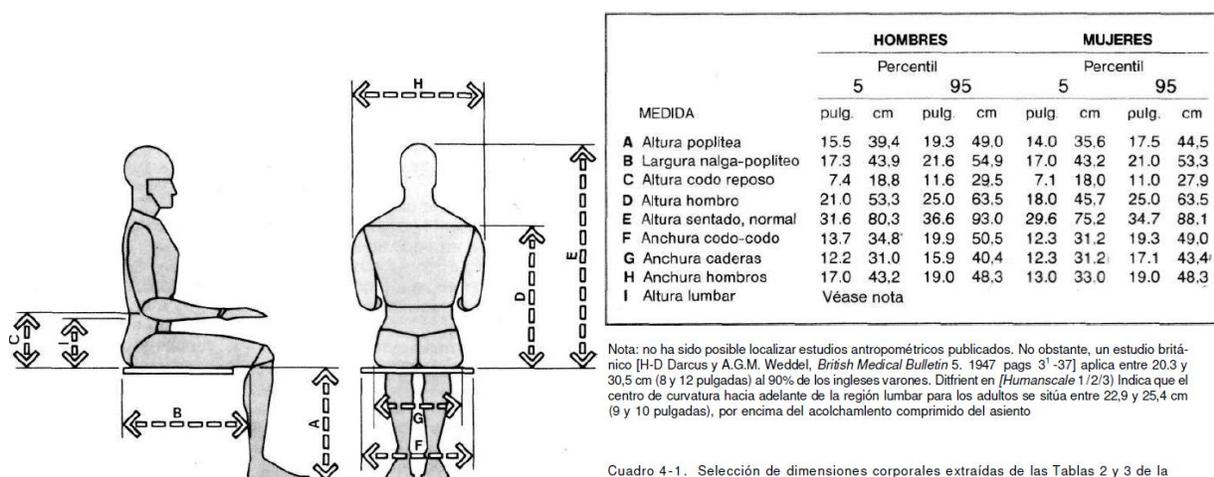


Fig. 4-4. Dimensiones antropométricas fundamentales que se necesitan para el diseño de sillas.

Cuadro 4-1. Selección de dimensiones corporales extraídas de las Tablas 2 y 3 de la Parte B, útiles para el diseño de asientos. Respecto a la región lumbar existen datos pormenorizados en publicaciones. Las estimaciones varían de magnitud de 20,3 a 30,5 cm (8 a 12 pulgadas) y de 22,9 a 25 - CT. 19 a 10 pulgadas).

*Ilustración 3. 7 Dimensiones antropométricas esenciales para el diseño de un asiento. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.*

Al fijar las dimensiones de una silla deben relacionarse los aspectos antropométricos y las exigencias biomecánicas. Demostramos antes que, por ejemplo, en la estabilidad del cuerpo no sólo entra la amplitud del asiento, sino también el rozamiento con otras superficies de piernas, pies y espalda, al tiempo que se exigía la cooperación de alguna fuerza muscular. Si por culpa del diseño antropométricamente erróneo la silla no permite que la mayoría de los usuarios puedan tener los pies o la espalda en contacto con otras superficies, crecerá la inestabilidad del cuerpo, que se compensará con esfuerzos musculares suplementarios. A mayor fuerza muscular o exigencia de control, mayor fatiga e incomodidad.

Es necesario que el diseñador se familiarice con las consideraciones antropométricas que guarda el diseño de asientos y de su relación con imperativos biomecánicos y ergonómicos. A este respecto las dimensiones fundamentales que reciben generalizada atención en el diseño de asientos son: altura, profundidad y anchura de asiento, altura de respaldo y apoyabrazos, y separación.

### 10.6.3 Altura del asiento.

La altura a que se halla la parte superior de la superficie de asiento respecto al suelo es uno de los puntos básicos en este diseño. Si es excesiva se produce una compresión en la cara inferior de los muslos, circunstancia claramente ilustrada en la ilustración, con la consecuente sensación de incomodidad y eventual perturbación de la circulación sanguínea. Un contacto insuficiente entre la planta del pie y el suelo merma la estabilidad del cuerpo.

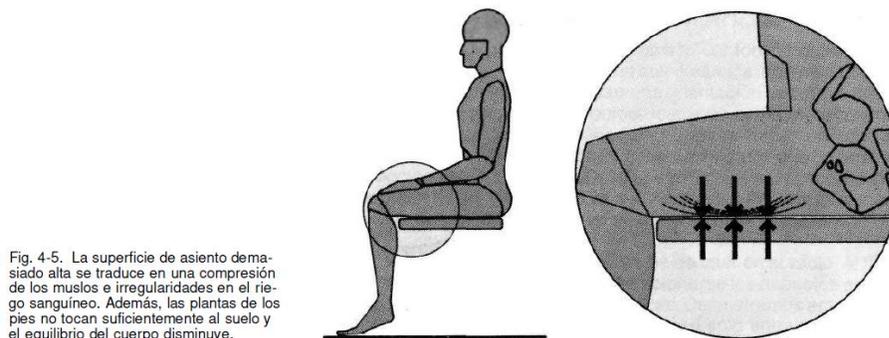
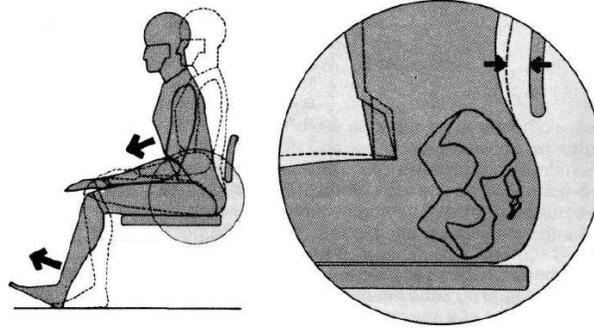


Fig. 4-5. La superficie de asiento demasiado alta se traduce en una compresión de los muslos e irregularidades en el riego sanguíneo. Además, las plantas de los pies no tocan suficientemente al suelo y el equilibrio del cuerpo disminuye.

*Ilustración 3. 8 Superficie del asiento demasiado alta. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.*

Si el asiento es demasiado bajo (ilustración), las piernas pueden extenderse y echarse hacia delante y los pies quedan privados de toda estabilidad. De manera general diremos que una persona alta se encuentra más cómoda sentada en una silla baja que otra de poca estatura en una silla alta.

Fig. 4-6 La superficie de asiento demasiado baja se traduce en una extensión de las piernas hacia delante, privándolas de toda estabilidad. Además, el movimiento del cuerpo hacia delante producirá también un deslizamiento de la espalda alejándose del respaldo, quedando el usuario sin apoyo lumbar.



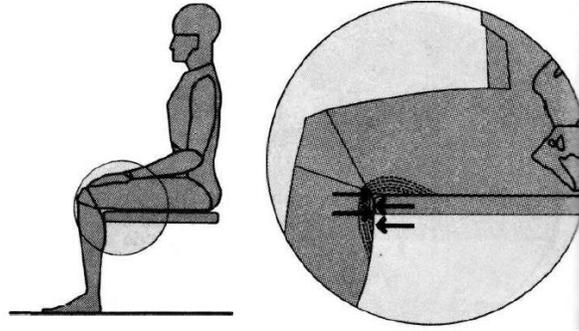
*Ilustración 3. 9 Superficie del asiento demasiado bajo. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.*

La altura poplíteica (distancia tomada verticalmente desde el suelo hasta la cara inferior de la porción de muslo que está justo tras la rodilla), según un enfoque antropométrico, es una medida a extraer de las tablas, con objeto de definir la altura adecuada de asiento. La serie inferior de la tabla, correspondiente al 50 percentil, es la más recomendable, pues comprende al sector de población con dimensiones de cuerpo menores. Con arreglo a lo expuesto en páginas anteriores, el planteamiento lógico es que si la altura de asiento acomoda a toda persona con menor altura poplíteica, también lo hará con quienes la tengan mayor. La ilustración 8 marca una altura poplíteica de 50 percentil, 39,4 cm (15,5 pulgadas), para los hombres y 35,6 cm (14,0 pulgadas), para las mujeres.

#### 10.6.4 Profundidad.

Acto seguido estudiaremos otra de las consideraciones básicas del diseño de sillas. Si la profundidad es excesiva, el borde o arista frontal del asiento comprimirá la zona posterior de las rodillas y entorpecerá el riego sanguíneo a piernas y pies, como se ve en la ilustración 11. La opresión del tejido de la vestimenta originará irritación cutánea y molestia.

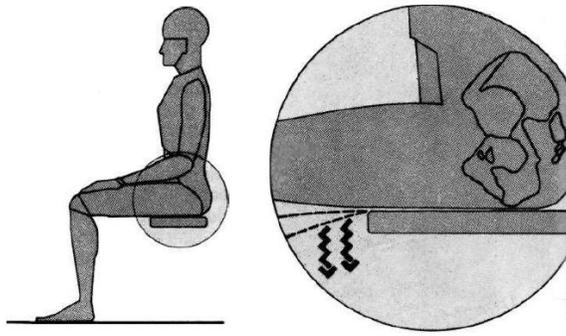
Fig. 4-7. La profundidad de asiento excesiva produce una compresión detrás de la rodilla, origen de incomodidad y problemas en la circulación de la sangre.



*Ilustración 3. 10 . Profundidad del asiento. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.*

Para paliar el malestar en las piernas, el usuario desplazará las nalgas hacia adelante, con lo que la espalda queda falta de apoyo, se aminora la estabilidad corporal y, en compensación, se intensifica el esfuerzo muscular. El resultado final es cansancio, incomodidad y dolor de espalda. Una profundidad de asiento demasiado pequeña (ilustración 12) provoca una desagradable situación al usuario, que tiene la sensación de caerse de bruces y, además, para personas de muslos bajos, no presta suficiente superficie de apoyo.

Fig. 4-8. La escasa profundidad de asiento deja al usuario sin el adecuado apoyo bajo los muslos y con la sensación de caerse de bruces.



*Ilustración 3. 11 La escasa profundidad del asiento. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.*

La longitud nalga-poplíteo (distancia horizontal desde la superficie posterior de las primeras a la homologa de las segundas) es la que, consultada en las tablas nos dará la profundidad de asiento idónea.

La ilustración 8 marca una largura nalga-poplíteo de 5o percentil, 43,9 cm (17,3 pulgadas), para hombres, y 43,2 cm (17,0 pulgadas) para mujeres; las medidas menores que aporta la tabla 2K de la Parte B pertenecen al 1o percentil que, referido a las mujeres,

dan 40,9 cm (16,1 pulgadas). Por consiguiente, cualquier profundidad que exceda de 40,6 cm (16 pulgadas), no acomodará a los usuarios más bajos, mientras que una de 43,2 cm (17 pulgadas), proporcionaría una silla confortable con el 95 % de los mismos.

#### 10.6.5 Respaldo.

Aunque el tamaño, configuración y colocación del respaldo es una de las consideraciones más relevantes, con objeto de asegurar el perfecto acoplamiento usuario-silla, también es el componente de dimensionado más arduo, conforme los datos antropométricos publicados. Pese a la accesibilidad que tienen estas medidas del cuerpo, tan necesarias para definir partes fundamentales de un asiento, como su altura, profundidad, anchura y altura de apoyabrazos, domina la penuria de datos sobre la región lumbar y la curvatura espinal. Nos vemos obligados a circunscribirnos a orientaciones y generalizaciones.

Está comúnmente admitido que el principal cometido del respaldo es suministrar soporte a la región lumbar o a las espaldas de tamaño pequeño, es decir, la zona cóncava que se extiende desde la cintura hasta la mitad de la espalda. La configuración que reciba el respaldo buscará recoger el perfil espinal, singularmente en la zona lumbar. Se evitará que el acoplamiento sea tan completo que impida cambiar la posición del cuerpo.

La altura total del respaldo varía con la clase o previsión de uso que se otorga a la silla. Probablemente, basta con proporcionar un apoyo congruente a la zona lumbar, como se verifica en la tradicional silla de secretaria, a toda la espalda, incluyendo la nuca, como en poltronas o sillas reclinables, o a zonas intermedias, como en asientos de usos múltiples. Hay que pensar también en dar holgura suficiente que reciba la prominencia de las nalgas, holgura que puede ser en forma de espacio libre, retroceder respecto a la superficie de asiento y a la zona lumbar o proveerse mediante un relleno blando en la zona pertinente de asiento.

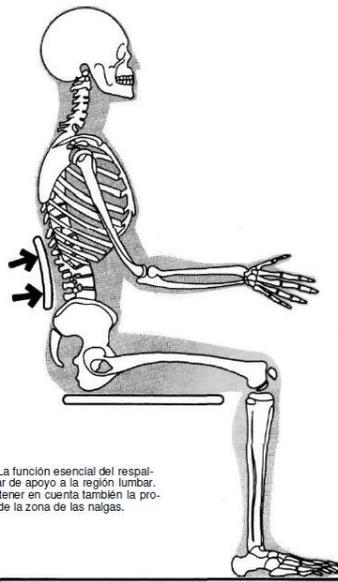


Fig. 4-9. La función esencial del respaldo es dotar de apoyo a la región lumbar. Conviene tener en cuenta también la prominencia de la zona de las nalgas.

*Ilustración 3. 12 La función esencial del respaldo es dar el apoyo a la región lumbar. Fuente: Extraído del libro Las Dimensiones Humanas en los Espacios Interiores. 1984.*

#### 10.6.6 apoyabrazos.

Los apoyabrazos desempeñan varias funciones: cargan con el peso de los brazos y ayudan al usuario a sentarse o levantarse. Si la silla se emplea en la práctica de algún trabajo, por ejemplo, en el manejo de paneles de control, serán superficie de reposo de brazos. El dimensionado y situación de estos componentes depende de distintos factores. La altura está supeditada por la que tenga el codo en reposo, medida que se tiene al tomar la distancia que separa la punta del codo de la superficie de asiento. La cuestión se centra en los datos del percentil por el que se opta.

Reflexionemos sobre el problema que deparan una persona ancha de torso y otra extraordinariamente delgada, con alturas de codo en reposo iguales. En estos casos se ha observado que el usuario con menor anchura de pecho necesita mayor altura, porque el movimiento que hacen los brazos para buscar contacto con los apoyabrazos incrementa la distancia vertical codo-superficie de asiento. Entre las medidas transversales y las verticales no existe relación y, así, se recomienda que los

apoyabrazos se acomoden a la altura de codo más elevada. Aquellos usuarios que tengan la medida de codo en reposo más reducida emplearán dichos componentes mediante la abducción de brazos o elevación de los hombros. Sin embargo, un exceso de altura obliga a que el usuario fuerce o saque el tronco hacia afuera y gire los hombros, con la consiguiente fatiga e incomodidad que origina esta actividad muscular. La ilustración 8 enseña que las mayores alturas de codo en reposo son datos del 95° percentil para los hombres, 29,5 cm o 11,6 pulgadas, a todas luces poco confortables para la mayoría de las personas. Los datos del 70° percentil son correctos para dimensiones límite máximas y del 5o para las mínimas. Otras fuentes aconsejan una altura de apoyabrazos que se encuentre entre 17,8 y 25,4 cm (7 y 10 pulgadas), medidas que, por otra parte, son las que se utilizan habitualmente.

#### 10.6.7 Acolchamiento.

El propósito del acolchamiento es, esencialmente, distribuir la presión que ejerce el peso del cuerpo en una superficie. El diseñador puede caer en la tentación de creer que cuanto mayor, más grueso y blando sea éste, crecerá proporcionalmente el bienestar que brinda. Realmente, no es este el caso. Con demasiada frecuencia padecemos la incomodidad, desazón y molestias que producen lugares de asiento aparentemente confortables. La proximidad de la estructura ósea a la piel hace que aquélla experimente los más elevados índices de incomodidad a causa de la compresión que sufren los tejidos del cuerpo. Ejemplo ya citado de área sensible es la zona de las nalgas, clara demostración de la necesidad e importancia que tiene un buen acolchamiento.

El diseño incorrecto de este elemento conduce a que las fuerzas de compresión se mitiguen a expensas de la estabilidad corporal. Branton afirma que es factible alcanzar una situación en que el acolchamiento prive de apoyo al cuerpo y éste se debata en una masa blanda, con los pies en el suelo por único soporte y un notable incremento de la carga a estabilizar por actividad muscular.

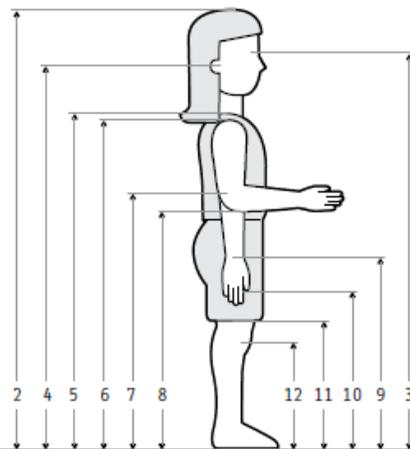
Otra fuente de incomodidades aparece si el peso del cuerpo alza el borde frontal del acolchamiento, desplazando la presión al final de los muslos y a los nervios de esta zona.

Es innegable que los asientos planos y duros no son buenos para todo uso; también se ha dicho que una sobreabundancia de acolchamiento es origen de problemas. El análisis objetivo del confort de quien toma asiento pide investigaciones detalladas de las que carecemos, no obstante, se pueden esbozar algunas líneas orientativas. Diffrient sugiere los siguientes espesores para un asiento de tipo medio: 3,8 cm (1,5 pulgadas) de espuma sobre una base rígida de 13 cm (5 pulgadas), con un total de 5,10 cm (2 pulgadas) y una compresión admisible máxima de 3,8 cm (1,5 pulgadas) que corresponde a una carga de 78 kg (172 lb.) para los hombres. Por cada 13,6 kg (30 lb.) de más o de menos se aplica un incremento o decremento de 6,4 cm (25 pulgadas).<sup>2</sup> Croney aconseja una depresión de 13 mm (1 /2 pulgada).<sup>3</sup> Damon y colaboradores dicen que de 2,5 a 5,1 cm (1 a 2 pulgadas) de compresión es suficiente.” (Julius Panero, 1984)

## 10. 7 peso y dimensiones estructurales del cuerpo en de Niños de 6 a 11 años de edad.

### 10.7.1 En posición de pie Escolares Sexo femenino 6 a 8 años

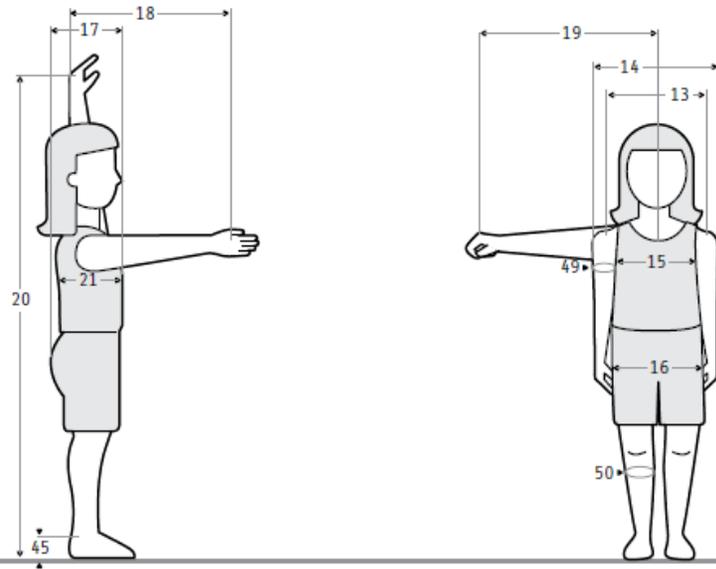
En posición de pie  
Escolares  
Sexo femenino  
6 a 8 años



Dimensiones	6 años (n=369)					7 años (n=406)					8 años (n=402)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
1 Peso (Kg)	22.4	4	17.2	21.5	31.8	25.1	5	16.9	24.1	33.4	28.4	6	18.5	27.3	38.3
2 Estatura	1167	54	1087	1167	1256	1218	54	1129	1215	1307	1269	62	1167	1270	1371
3 Altura ojo	1064	53	977	1061	1151	1114	52	1028	1113	1200	1166	59	1069	1169	1263
4 Altura oído	1044	53	957	1044	1131	1094	52	1008	1090	1180	1145	60	1046	1147	1244
5 Altura vertiente humeral	935	49	860	933	1016	982	49	901	976	1063	1031	54	947	1032	1130
6 Altura hombro	910	48	831	909	989	955	48	876	952	1034	1004	54	907	1005	1093
7 Altura codo	702	36	643	710	761	747	39	683	745	811	785	45	722	781	859
8 Altura codo flexionado	690	36	631	687	749	726	39	662	724	790	759	44	686	758	831
9 Altura muñeca	550	31	499	547	601	578	34	522	576	634	608	37	544	609	670
10 Altura nudillo	490	29	442	489	538	516	32	463	513	569	542	36	483	543	601
11 Altura dedo medio	420	28	374	420	466	443	29	395	442	491	467	33	413	468	521
12 Altura rodilla	320	22	284	320	356	334	23	296	333	372	354	24	314	353	394

Ilustración 3. 13 En posición de pie escolares sexo femenino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p51.

**En posición de pie  
Escolares  
Sexo femenino  
6 a 8 años**

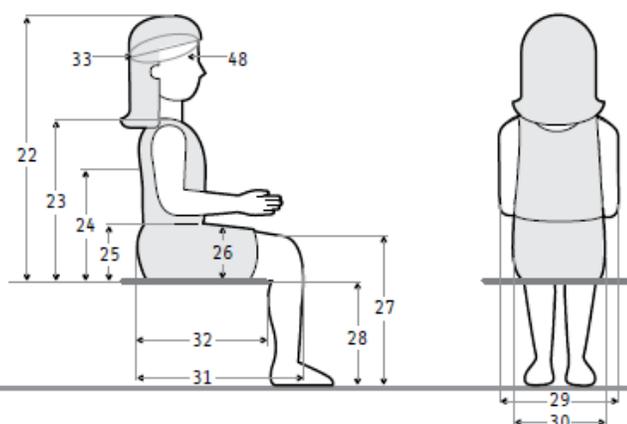


Dimensiones	6 años (n=369)					7 años (n=406)					8 años (n=402)					
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			
			5	50	95			5	50	95			5	50	95	
13	Diámetro máx. bideltoides	292	26	249	290	335	304	27	260	300	349	316	31	265	310	368
14	Anchura máx. cuerpo	316	34	260	313	372	331	35	274	327	389	344	35	287	339	402
15	Diámetro transversal tórax	203	23	165	202	241	213	24	173	210	253	219	25	178	215	261
16	Diámetro bitrocantérico	204	25	163	208	245	213	26	167	215	256	223	34	170	224	279
17	Profundidad máx. cuerpo	189	23	151	185	227	197	26	154	195	240	206	27	161	201	250
18	Alcance brazo frontal	442	37	381	440	503	468	40	402	463	534	493	38	430	489	556
19	Alcance brazo lateral	508	32	455	507	561	530	33	475	529	584	558	34	502	557	614
20	Alcance máx. vertical	1384	77	1257	1385	1511	1456	82	1321	1447	1591	1539	91	1389	1533	1689
21	Profundidad tórax	144	15	118	142	169	150	16	124	148	176	153	16	129	150	179
45	Altura tobillo	56	6	46	56	66	57	7	45	56	68	59	7	47	59	70
49	Perímetro brazo	176	22	140	170	212	182	22	146	180	218	193	26	150	190	236
50	Perímetro pantorrilla	236	22	200	230	272	246	25	205	240	288	256	27	212	253	301

Ilustración 3. 14 En posición de pie escolares sexo femenino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p52.

10.7.2 En posición sentado Escolares Sexo femenino 6 a 8 años.

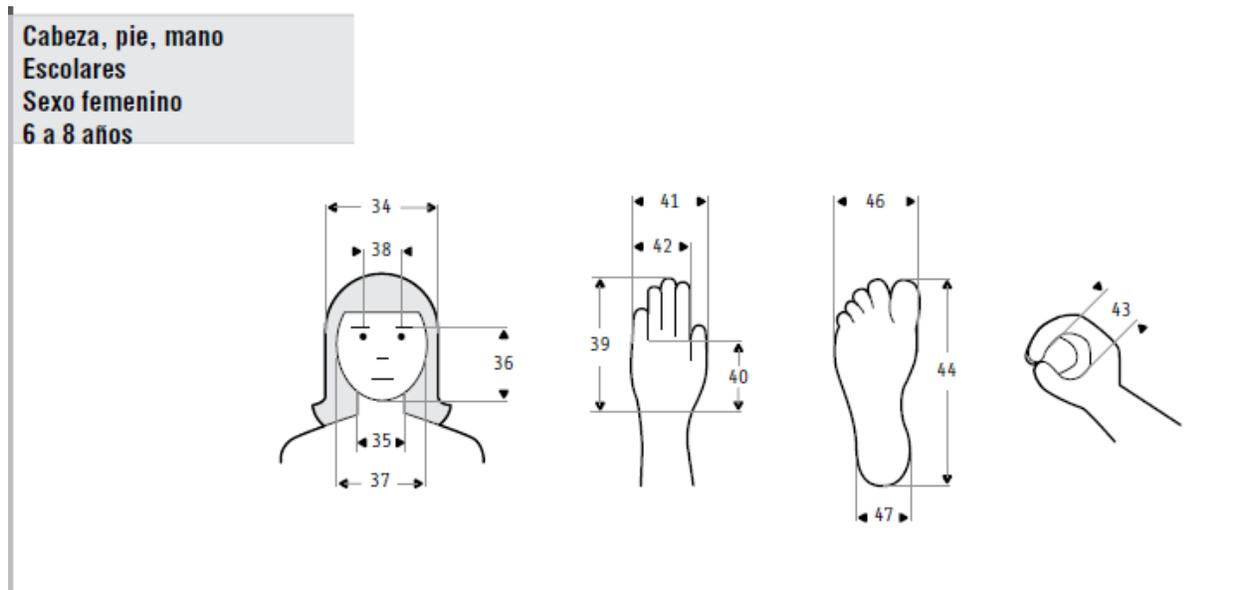
En posición sentado  
Escolares  
Sexo femenino  
6 a 8 años



Dimensiones	6 años (n=369)					7 años (n=406)					8 años (n=402)					
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			
			5	50	95			5	50	95			5	50	95	
22	Altura normal sentado	626	28	580	628	672	649	29	601	647	697	671	32	618	672	724
23	Altura hombro sentado	382	24	342	382	422	400	27	355	401	444	419	29	371	420	467
24	Altura omoplato	302	23	264	302	340	313	24	273	312	353	328	26	285	325	371
25	Altura codo sentado	159	19	128	159	190	170	25	129	170	211	171	25	130	170	212
26	Altura máx. muslo	99	17	76	97	122	104	14	81	102	127	110	16	84	109	136
27	Altura rodilla sentado	350	25	309	350	392	370	25	329	369	412	389	25	348	390	431
28	Altura poplitea	298	20	265	297	331	312	22	276	312	348	329	21	295	327	364
29	Anchura codos	329	38	266	325	392	342	42	273	339	411	355	46	279	350	431
30	Anchura cadera sentado	236	24	203	234	282	246	28	200	240	292	259	34	218	252	326
31	Longitud nalga-rodilla	386	27	341	386	431	411	28	365	419	457	433	28	387	430	479
32	Longitud nalga-popliteo	324	25	283	325	366	339	26	296	340	382	359	27	315	358	404
33	Diámetro a-p cabeza	173	8	160	172	186	174	7	162	175	185	176	8	163	175	189
48	Perímetro cabeza	505	16	479	505	531	508	14	485	510	531	514	13	490	512	540

Ilustración 3. 15 En posición sentado escolares sexo femenino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p53.

### 10.7.3 Cabeza, pie, mano Escolares Sexo femenino 6 a 8 años.

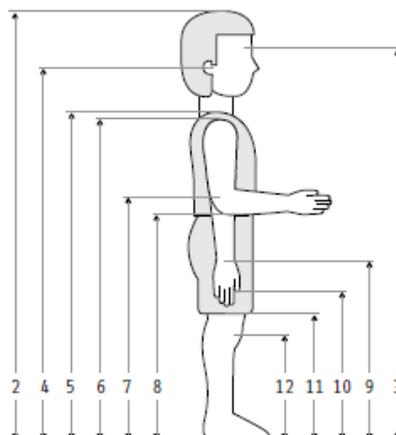


Dimensiones	6 años (n=369)					7 años (n=406)					8 años (n=402)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
34 Anchura cabeza	141	6	131	141	151	142	7	130	143	153	143	7	131	143	154
35 Anchura cuello	84	7	72	83	95	86	8	73	85	97	88	7	76	87	99
36 Altura cara	106	8	93	106	119	108	7	96	109	119	111	7	99	110	122
37 Anchura cara	115	8	101	115	128	116	9	101	116	131	118	9	103	118	133
38 Diámetro interpupilar	47	6	37	47	56	47	5	39	48	55	49	5	41	49	57
39 Longitud de la mano	129	8	116	129	142	134	8	121	134	147	139	8	126	139	152
40 Longitud palma mano	73	6	63	73	83	76	6	66	76	86	78	6	68	78	88
41 Anchura de la mano	71	5	63	70	79	73	5	65	73	81	75	6	65	75	85
42 Anchura palma mano	58	4	51	58	65	60	4	53	60	67	62	5	54	62	70
43 Diámetro empuñadura	27	3	22	26	32	28	3	23	28	33	29	3	24	29	34
44 Longitud del pie	182	11	164	183	200	190	11	172	190	208	200	12	180	199	220
46 Anchura del pie	72	5	64	71	80	74	5	66	74	82	77	6	67	76	87
47 Anchura talón	51	5	43	50	59	52	5	44	52	60	53	5	45	53	61

Ilustración 3. 16 Cabeza, pie, mano escolares sexo femenino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p54.

10.7.4 En posición de pie Escolares Sexo masculino 6 a 8 años.

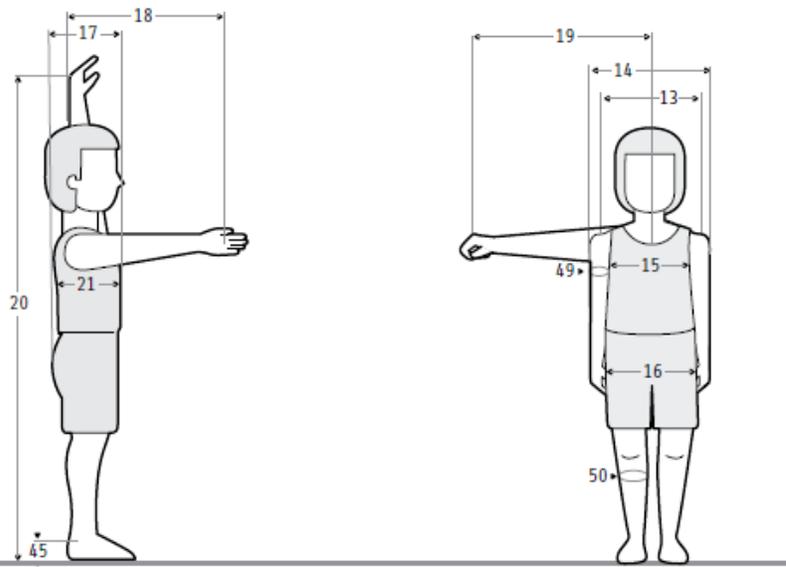
En posición de pie  
Escolares  
Sexo masculino  
6 a 8 años



Dimensiones	6 años (n=384)					7 años (n=405)					8 años (n=375)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			D.E.	Percentiles			
			5	50	95			5	50	95		5	50	95	
1 Peso (Kg)	22.8	4.0	16.2	22.0	29.4	25.8	5.0	17.6	24.5	34.0	29.3	6.0	19.4	27.7	39.2
2 Estatura	1175	54	1086	1175	1264	1228	57	1134	1225	1322	1279	46	1185	1274	1373
3 Altura ojo	1067	54	978	1067	1156	1120	55	1029	1118	1211	1171	57	1077	1164	1265
4 Altura oído	1048	53	961	1046	1135	1098	55	1007	1096	1189	1150	57	1056	1147	1244
5 Altura vertiente humeral	940	48	861	939	1019	990	51	906	986	1074	1037	52	951	1034	1123
6 Altura hombro	912	78	833	911	991	963	79	882	960	1044	1008	52	922	1005	1094
7 Altura codo	713	38	649	711	776	749	40	689	746	815	785	42	716	780	854
8 Altura codo flexionado	689	42	620	690	758	725	38	662	724	788	760	72	691	755	829
9 Altura muñeca	546	34	490	545	602	575	34	519	574	631	604	36	545	604	663
10 Altura nudillo	488	32	435	487	541	512	32	459	511	565	536	35	478	535	594
11 Altura dedo medio	415	30	366	413	464	439	29	391	436	487	460	31	402	460	511
12 Altura rodilla	320	22	284	320	356	335	22	299	333	371	354	23	315	354	392

Ilustración 3. 17 . En posición de pie escolares sexo masculino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p55.

En posición de pie  
Escolares  
Sexo masculino  
6 a 8 años

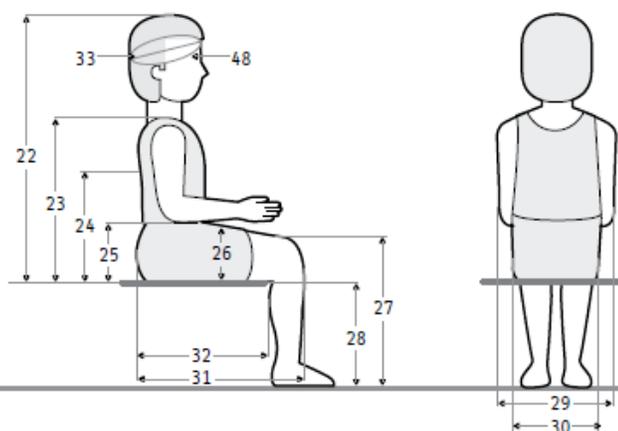


Dimensiones	6 años (n=384)					7 años (n=405)					8 años (n=375)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
13	297	25	256	295	339	308	26	265	305	351	324	29	276	319	372
14	324	28	278	321	370	338	30	288	335	388	351	33	297	349	406
15	210	20	177	207	243	216	20	183	213	249	223	20	190	221	256
16	206	25	163	210	247	217	24	173	218	257	226	28	180	225	272
17	192	24	152	189	232	198	24	158	195	238	207	27	164	204	251
18	443	34	387	442	499	471	36	412	468	530	500	40	434	494	566
19	513	30	463	512	562	537	32	484	535	590	564	33	509	562	618
20	1398	74	1276	1395	1520	1471	102	1303	1465	1639	1558	94	1403	1553	1713
21	147	12	127	146	167	152	14	129	150	175	157	14	134	156	180
45	57	6	47	58	67	58	7	46	57	69	59	7	47	59	71
49	177	21	142	175	212	183	21	148	180	218	194	26	151	190	237
50	236	22	200	235	272	247	24	207	242	287	259	27	214	255	303

Ilustración 3. 18 En posición de pie escolares sexo masculino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p56.

### 10.7.5 En posición sentado Escolares Sexo femenino 6 a 8 años

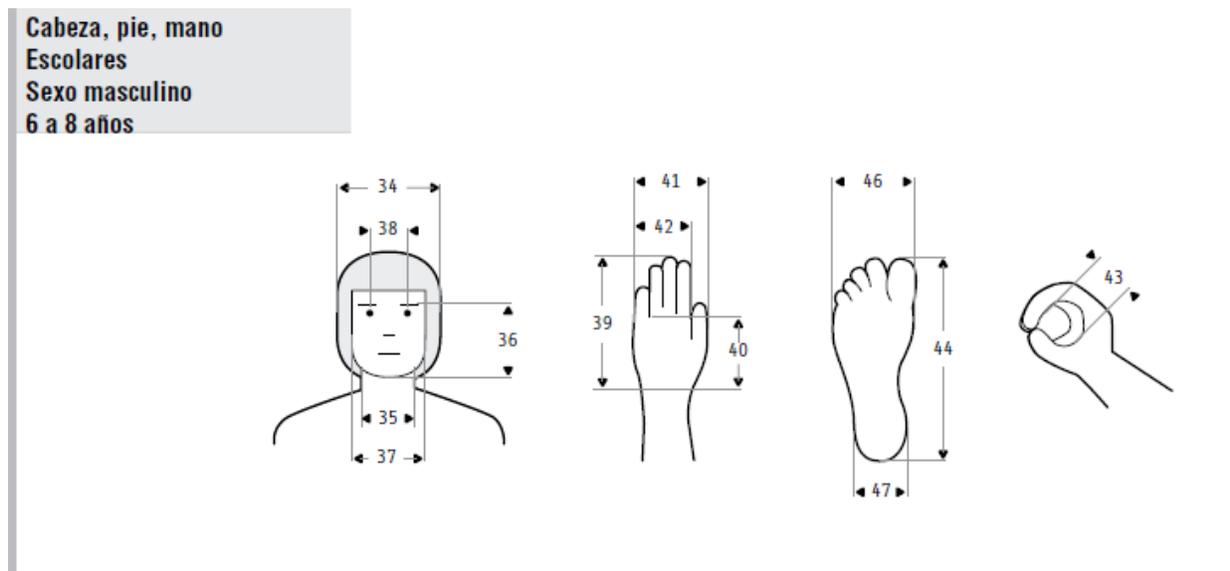
En posición sentado  
Escolares  
Sexo masculino  
6 a 8 años



Dimensiones	6 años (n=384)					7 años (n=405)					8 años (n=375)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
22	633	30	584	634	682	654	29	606	655	702	676	31	625	675	727
23	385	26	342	385	428	403	26	360	403	446	421	27	376	420	466
24	304	22	268	304	340	316	25	275	315	357	325	25	284	324	366
25	161	23	123	162	199	164	23	124	163	202	169	27	126	167	214
26	97	13	76	96	118	102	14	79	100	125	108	14	85	107	131
27	350	22	314	351	386	370	25	329	368	412	389	25	348	389	431
28	296	18	266	297	326	312	20	279	312	345	328	19	297	326	360
29	333	37	272	332	394	348	41	281	348	416	363	40	297	356	429
30	238	24	198	235	278	248	29	201	244	296	262	32	209	256	315
31	384	26	341	382	427	409	26	366	406	452	429	27	385	427	474
32	314	24	274	314	354	335	24	295	333	375	352	25	311	350	394
33	175	8	162	176	188	177	7	165	177	188	178	7	166	179	189
48	514	18	484	515	544	518	15	493	520	543	522	16	496	520	548

Ilustración 3. 19 En posición sentado escolares sexo masculino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p57.

### 10.7.6 Cabeza, pie, manos escolares sexo masculino 9 a 11 años.

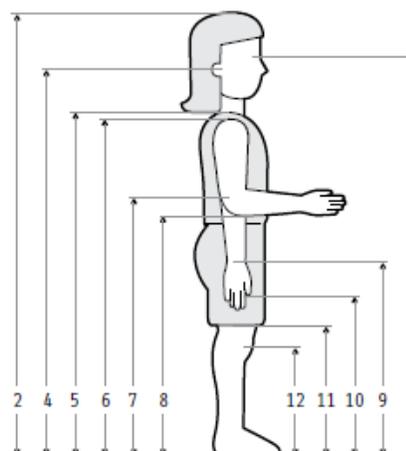


Dimensiones	6 años (n=384)					7 años (n=405)					8 años (n=375)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
34 Anchura cabeza	145	6	135	145	155	146	7	134	146	157	146	6	136	147	160
35 Anchura cuello	85	7	73	85	96	88	7	76	88	99	91	8	78	91	104
36 Altura cara	108	8	95	108	121	111	8	98	110	124	112	7	101	112	126
37 Anchura cara	116	8	103	116	129	117	8	104	117	130	120	8	107	120	133
38 Diámetro interpupilar	47	6	37	47	57	48	6	38	49	58	50	5	42	50	58
39 Longitud de la mano	130	8	117	130	143	135	7	124	135	146	141	9	126	141	156
40 Longitud palma mano	73	5	64	74	81	77	5	69	76	85	80	5	72	80	88
41 Anchura de la mano	72	5	64	72	80	75	5	67	75	83	79	6	69	78	89
42 Anchura palma mano	60	4	53	60	67	62	4	55	62	69	64	4	57	64	71
43 Diámetro empuñadura	26	2	23	27	29	28	3	23	28	33	29	2	25	29	32
44 Longitud del pie	185	11	167	185	203	193	11	175	194	211	203	13	181	201	224
46 Anchura del pie	74	5	66	74	82	76	5	68	76	84	79	6	69	79	89
47 Anchura talón	52	6	42	52	62	54	5	46	55	62	56	5	48	55	64

Ilustración 3. 20 Cabeza, pie, manos escolares sexo masculino 6 a 8 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p58.

### 10.7.7 Posición de pies escolares sexo femenino 9 a 11 años.

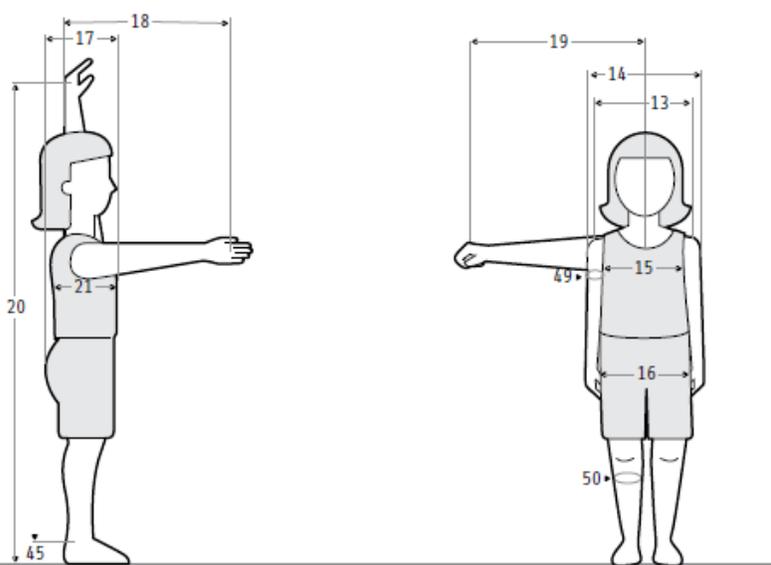
En posición de pie  
Escolares  
Sexo femenino  
9 a 11 años



Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=408)					11 años (n=401)				
			Percentiles					Percentiles					Percentiles		
	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
1 Peso (Kg)	32.3	8	19.1	30.5	45.5	36.3	8	23.1	34.3	49.5	42.3	10	25.8	41.1	58.8
2 Estatura	1318	75	1194	1320	1442	1399	67	1288	1393	1510	1457	71	1340	1454	1574
3 Altura ojo	1226	62	1124	1224	1328	1294	66	1185	1290	1403	1353	67	1242	1352	1464
4 Altura oído	1207	63	1108	1204	1311	1273	68	1161	1270	1385	1330	69	1216	1330	1444
5 Altura vertiente humeral	1088	60	989	1084	1187	1151	63	1047	1147	1255	1204	63	1100	1200	1308
6 Altura hombro	1058	60	959	1060	1157	1122	64	1016	1117	1228	1174	63	1070	1174	1278
7 Altura codo	827	48	748	820	906	877	50	795	874	960	917	50	834	915	1000
8 Altura codo flexionado	799	47	721	795	877	849	50	766	845	932	888	50	806	886	970
9 Altura muñeca	639	40	573	637	705	677	41	609	676	745	707	40	641	705	773
10 Altura nudillo	571	37	510	568	632	605	39	541	606	669	634	38	571	635	697
11 Altura dedo medio	491	34	435	490	547	523	35	465	523	581	548	36	489	546	607
12 Altura rodilla	373	25	332	373	414	397	25	356	395	438	415	27	370	413	460

Ilustración 3. 21 En posición de pie escolares sexo femenino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p59.

En posición de pie  
Escolares  
Sexo femenino  
9 a 11 años

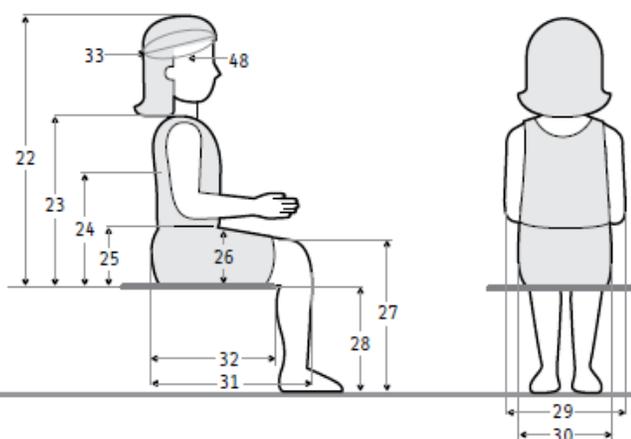


Dimensiones	9 años (n=401)						10 años (n=408)					11 años (n=401)				
			Percentiles					Percentiles					Percentiles			
	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	
13	Diámetro máx. bideltoides	333	35	276	328	391	350	38	287	342	413	366	36	307	363	425
14	Anchura máx. cuerpo	361	39	297	360	426	378	40	312	370	444	394	44	321	392	467
15	Diámetro transversal tórax	228	27	183	223	272	242	31	191	238	293	255	35	197	250	313
16	Diámetro bitrocantérico	236	36	177	236	295	250	32	197	250	303	270	36	211	270	329
17	Profundidad máx. cuerpo	212	28	166	208	258	219	28	173	215	265	226	30	176	222	276
18	Alcance brazo frontal	518	41	450	515	586	544	43	473	540	615	570	42	501	566	641
19	Alcance brazo lateral	583	36	524	582	642	617	36	558	615	679	646	39	582	645	710
20	Alcance máx. vertical	1623	90	1474	1615	1771	1707	98	1545	1700	1809	1781	98	1619	1775	1943
21	Profundidad tórax	160	18	130	157	190	164	18	134	161	194	170	22	137	169	206
45	Altura tobillo	60	7	48	60	71	63	8	50	62	76	64	8	51	65	77
49	Perímetro brazo	203	29	156	200	251	213	29	166	207	261	226	30	176	222	275
50	Perímetro pantorrilla	258	29	221	265	316	279	30	229	277	328	297	34	241	295	353

Ilustración 3. 22 En posición de pie escolares sexo femenino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p60.

### 10.7.9 Posición sentado escolares sexo femenino 9 a 11 años.

En posición sentado  
Escolares  
Sexo femenino  
9 a 11 años

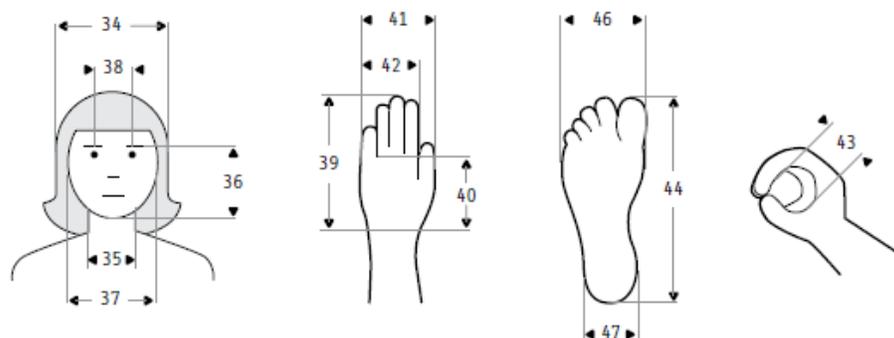


Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=408)					11 años (n=401)					
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			
			5	50	95			5	50	95			5	50	95	
22	Altura normal sentado	695	34	639	694	751	728	39	667	725	795	755	38	692	755	818
23	Altura hombro sentado	438	30	388	438	488	462	32	409	460	515	482	32	429	482	535
24	Altura omoplato	340	27	295	340	384	360	30	310	360	416	380	31	329	377	431
25	Altura codo sentado	182	26	140	182	228	189	27	145	191	232	198	27	153	200	242
26	Altura máx. muslo	116	16	90	114	142	122	17	94	120	150	129	17	101	126	157
27	Altura rodilla sentado	412	27	368	413	457	435	27	391	433	480	454	27	410	454	499
28	Altura poplítea	346	22	310	344	380	363	21	329	361	398	378	22	342	378	414
29	Anchura codos	375	48	296	370	454	385	48	306	382	464	414	49	334	408	495
30	Anchura cadera sentado	277	38	214	270	340	281	32	228	277	334	301	34	245	300	357
31	Longitud nalga-rodilla	458	30	408	456	507	481	32	430	480	524	507	34	451	509	563
32	Longitud nalga-poplíteo	379	26	337	380	422	400	28	354	398	446	421	32	368	419	474
33	Diámetro a-p cabeza	177	8	164	177	190	179	8	166	180	192	181	8	168	181	194
48	Perímetro cabeza	518	18	488	518	548	525	19	494	525	556	531	18	501	530	561

Ilustración 3. 23 En posición sentado escolares sexo femenino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p61.

10.7.10 Cabeza, pie, manos escolares sexo femenino 9 a 11 años.

**Cabeza, pie, mano  
Escolares  
Sexo femenino  
9 a 11 años**

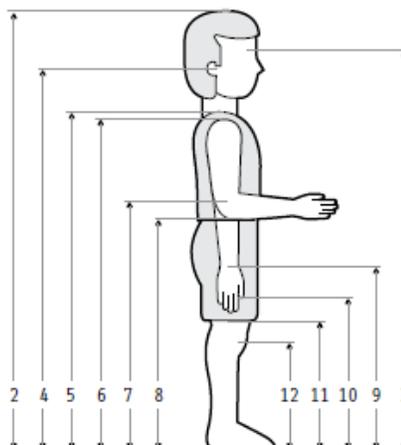


Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=408)					11 años (n=401)				
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles		
			5	50	95			5	50	95			5	50	95
34 Anchura cabeza	145	6	135	145	155	146	6	136	146	156	147	8	136	147	159
35 Anchura cuello	92	9	77	92	107	93	10	78	92	109	97	9	82	96	112
36 Altura cara	112	8	99	112	125	113	8	100	113	126	116	7	104	116	127
37 Anchura cara	121	9	106	122	136	122	8	109	122	135	122	8	109	122	135
38 Diámetro interpupilar	51	6	41	52	61	52	6	42	52	62	52	6	42	52	62
39 Longitud de la mano	146	9	131	146	161	153	9	138	153	168	160	9	145	160	175
40 Longitud palma mano	82	6	72	82	92	86	6	76	86	96	90	6	80	90	100
41 Anchura de la mano	79	6	69	79	89	81	6	71	81	91	86	7	74	85	97
42 Anchura palma mano	65	5	57	65	73	67	5	59	67	75	71	5	63	70	79
43 Diámetro empuñadura	31	3	26	31	36	32	3	27	33	37	34	3	29	34	39
44 Longitud del pie	209	12	189	210	229	219	14	196	217	242	227	14	204	226	250
46 Anchura del pie	80	6	70	80	90	82	6	72	82	92	85	6	75	85	95
47 Anchura talón	56	6	46	55	66	57	6	47	56	67	61	6	51	60	71

Ilustración 3. 24 Cabeza, pie, manos escolares sexo femenino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p62.

10.7.11 *En posición de pie Escolares Sexo masculino 9 a 11 años.*

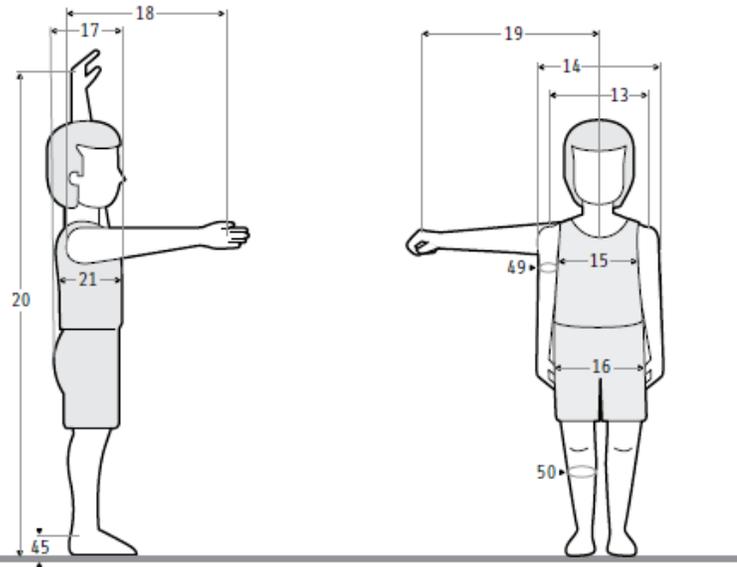
En posición de pie  
Escolares  
Sexo masculino  
9 a 11 años



Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=405)					11 años (n=401)					
			Percentiles					Percentiles					Percentiles			
	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	
1	Peso (Kg)	32.8	7	21.3	31.3	44.4	36.3	9	21.5	34.3	51.2	40.6	9	25.8	39.5	55.5
2	Estatura	1334	61	1233	1335	1435	1381	67	1270	1377	1492	1437	68	1325	1434	1549
3	Altura ojo	1226	59	1129	1224	1323	1272	64	1166	1269	1378	1327	66	1218	1324	1436
4	Altura oído	1204	60	1105	1205	1303	1250	64	1144	1244	1356	1306	67	1195	1304	1542
5	Altura vertiente humeral	1088	55	997	1090	1179	1133	62	1031	1130	1235	1183	63	1079	1178	1287
6	Altura hombro	1059	57	965	1060	1153	1104	62	1002	1100	1206	1157	63	1053	1152	1261
7	Altura codo	824	46	748	822	890	859	48	780	855	938	900	51	816	898	984
8	Altura codo flexionado	796	77	718	795	874	829	50	746	859	912	871	50	788	870	954
9	Altura muñeca	633	38	570	633	696	660	41	592	660	728	692	43	621	688	763
10	Altura nudillo	565	37	504	564	626	588	39	524	585	652	618	40	552	616	684
11	Altura dedo medio	486	33	432	483	540	506	36	447	504	565	533	38	470	532	596
12	Altura rodilla	374	26	331	374	417	393	25	352	390	434	413	38	364	411	462

Ilustración 3. 25 *En posición de pie escolares sexo masculino 9 a 11 años.* Fuente: Extraído de *Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p63.*

En posición de pie  
Escolares  
Sexo masculino  
9 a 11 años

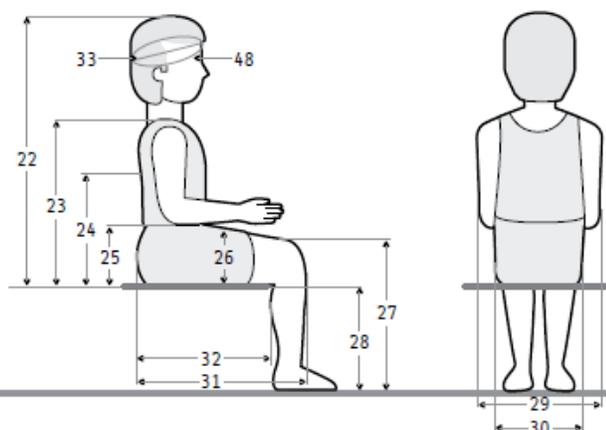


Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=405)					11 años (n=401)					
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			
			5	50	95			5	50	95			5	50	95	
13	Diámetro máx. bideltoides	338	33	284	332	393	350	35	292	345	409	364	37	303	357	425
14	Anchura máx. cuerpo	367	39	303	360	431	380	42	311	372	449	393	41	326	387	461
15	Diámetro transversal tórax	234	24	194	231	274	242	25	201	240	284	252	28	206	246	298
16	Diámetro bitrocantérico	235	30	186	235	284	256	27	211	254	300	258	26	215	258	301
17	Profundidad máx. cuerpo	214	29	166	209	262	218	31	167	214	269	222	32	169	217	275
18	Alcance brazo frontal	519	36	460	517	578	540	42	471	536	609	563	41	495	560	631
19	Alcance brazo lateral	588	33	533	590	642	612	35	554	611	670	640	35	582	638	698
20	Alcance máx. vertical	1634	89	1487	1630	1781	1690	97	1530	1685	1850	1764	98	1602	1750	1926
21	Profundidad tórax	163	17	135	161	191	166	18	136	163	196	171	20	138	168	204
45	Altura tobillo	62	7	50	61	73	62	7	50	61	73	66	8	53	65	79
49	Perímetro brazo	203	27	158	200	247	213	33	159	205	268	222	33	167	215	277
50	Perímetro pantorrilla	269	28	223	265	315	279	36	220	275	338	294	34	238	290	350

Ilustración 3. 26 En posición de pie escolares sexo masculino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p64.

### 10.7.12 Posición sentado escolares sexo masculino 9 a 11 años.

En posición sentado  
Escolares  
Sexo masculino  
9 a 11 años

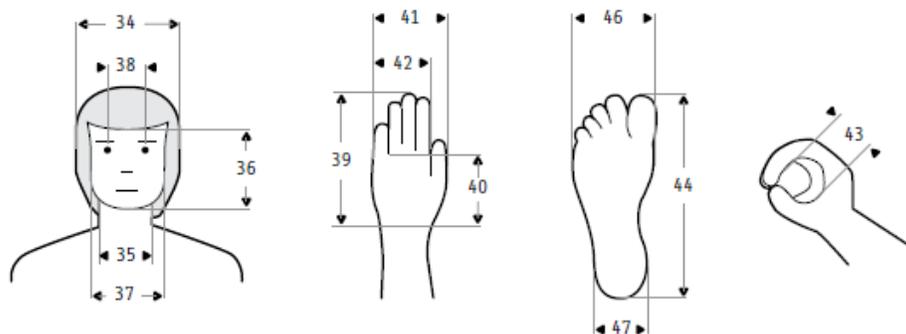


Dimensiones	9 años (n=401)					10 años (n=405)					11 años (n=401)					
	$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			$\bar{x}$	D.E.	Percentiles			
			5	50	95			5	50	95			5	50	95	
22	Altura normal sentado	698	31	647	697	749	714	37	653	714	775	736	34	680	734	792
23	Altura hombro sentado	435	27	390	435	479	450	32	397	450	503	467	31	416	464	518
24	Altura omoplato	337	25	296	336	378	347	27	302	345	392	363	27	318	363	408
25	Altura codo sentado	173	26	130	174	216	175	27	130	177	220	184	26	141	184	227
26	Altura máx. muslo	113	16	87	112	139	118	17	90	116	146	124	17	96	123	152
27	Altura rodilla sentado	412	27	368	412	457	429	28	383	429	475	451	32	398	450	504
28	Altura poplítea	347	22	311	348	383	361	24	321	361	401	377	23	339	376	416
29	Anchura codos	380	47	302	374	458	388	47	311	386	466	409	53	322	403	497
30	Anchura cadera sentado	269	31	218	267	321	283	37	222	279	344	290	32	237	286	343
31	Largo nalga-rodilla	452	29	405	450	500	471	32	418	469	524	497	34	441	496	553
32	Largo nalga-poplíteo	370	28	324	369	416	386	27	342	384	431	406	31	355	404	458
33	Diámetro a-p cabeza	179	8	166	180	192	179	8	166	180	192	181	7	169	181	192
48	Perímetro cabeza	527	17	499	527	555	529	17	501	530	557	535	18	506	534	564

Ilustración 3. 27 En posición sentado escolares sexo masculino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p65.

10.7.13 Cabeza, pie, manos escolares sexo masculino 9 a 11 años.

Cabeza, pie, mano  
Escolares  
Sexo masculino  
9 a 11 años



Dimensiones		9 años (n=401)					10 años (n=405)					11 años (n=401)				
				Percentiles					Percentiles					Percentiles		
		$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95	$\bar{x}$	D.E.	5	50	95
34	Anchura cabeza	148	7	136	148	160	149	6	139	149	159	150	6	140	150	160
35	Anchura cuello	95	10	78	95	111	95	10	79	95	112	97	9	82	96	112
36	Altura cara	114	7	102	114	125	116	7	104	115	127	118	8	105	118	131
37	Anchura cara	121	9	108	121	136	124	9	111	124	137	124	8	109	125	139
38	Diámetro interpupilar	52	5	44	52	60	53	6	43	53	63	53	6	43	53	63
39	Longitud de la mano	146	8	133	145	159	151	9	136	150	166	158	10	141	157	174
40	Longitud palma mano	83	6	73	83	93	86	6	76	86	95	90	6	80	90	100
41	Anchura de la mano	81	6	71	80	91	83	6	73	82	93	87	7	75	86	97
42	Anchura palma mano	66	5	58	66	75	68	5	60	68	77	72	5	64	71	81
43	Diámetro empuñadura	30	3	25	30	35	31	3	26	31	36	33	3	28	33	38
44	Longitud del pie	211	12	191	211	231	220	13	198	220	241	229	13	207	228	250
46	Anchura del pie	81	6	71	81	91	84	6	74	83	94	87	6	77	87	97
47	Anchura talón	57	6	47	57	67	59	6	49	60	69	62	7	50	61	73

Ilustración 3. 28 Cabeza, pie, manos escolares sexo masculino 9 a 11 años. Fuente: Extraído de Dimensiones antropométricas de la población latinoamericana, Segunda edición, 2007, p66.

### 10.8 Diagrama de Ishikawa.

El diagrama de Ishikawa o causa y efecto es una herramienta visual en formato de gráfico. Su principal función es ayudar en los análisis de organización. La mayoría de las veces se emplea para encontrar un problema en su raíz.

De esa forma, el diagrama tiene como objetivo ayudar a llegar a las causas reales de cuello de botella que se cometen en los procesos operativos y organizacionales de la empresa.

### 10.9 Tipos de sillas de ruedas.

“Existen dos tipos de sillas de ruedas:

**Manuales.-** el funcionamiento de esta silla de ruedas se basa en que la persona haga girar las ruedas posteriores, para así lograr un desplazamiento. Se han fabricado de dos formas rígidas y plegables para ahorrar espacio y poder ser trasladadas, estos modelos se han fabricado con materiales ligeros con la finalidad de otorgar una mayor vida útil y sobre todo ligereza.

**Eléctricas.-** este tipo de sillas son impulsadas por motores que son accionados por baterías, la persona controla la silla por medio de un joystick el mismo que dependiendo del tipo de silla puede configurar la velocidad, la posición del respaldo, asiento, etc. Este tipo de sillas depende de las características del paciente.” (Diego Martin Castanier Muñoz, 2018)

### 10.10 Componentes de una silla de ruedas eléctrica.

“Existen diferentes elementos que componen una silla de ruedas, estos van a depender de las necesidades de los pacientes. Sin embargo es importante conocer

cuáles son los elementos más comunes utilizados en el diseño de una silla de ruedas convencional.

**Chasis.-** se define como el bastidor donde van colocadas las piezas o accesorios que conforman la silla de ruedas, existen chasis rígidos y plegables. Los rígidos se caracterizan por ser livianos, económico, gran duración; los plegables sirven para reducir espacio pero sin embargo se requiere de una mayor potencia para transportarlos.

Los materiales más utilizados para la fabricación de una silla de ruedas se puede observar en la tabla.

*Tabla 3. 1 Propiedades de los materiales para sillas de ruedas. Fuente: Proyecto técnico, diseño, construcción e implementación de una silla de ruedas eléctrica para una persona con problemas de movilidad. 2018.*

<b>para</b>	
<b>Material</b>	<b>Propiedades Físicas y Mecánicas</b>
<b>Acero</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Resistente</li> <li>▪ Económico</li> <li>▪ Fácil adquisición</li> <li>▪ Baja resistencia a la corrosión</li> <li>▪ Alta conductividad térmica y eléctrica</li> <li>▪ Resistencia a la tracción en aceros estructurales 310 MPa</li> <li>▪ Densidad de 7850 kg/m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Aluminio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Larga vida útil</li> <li>▪ Económico</li> <li>▪ Fácil adquisición</li> <li>▪ Alta resistencia a la corrosión</li> <li>▪ Densidad de 2700 Kg/m<sup>3</sup></li> <li>▪ La aleación de la serie 6000 es ideal para perfiles y estructuras</li> <li>▪ Resistencia a la tracción 290MPa</li> </ul>

<b>Titanio</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Muy resistente</li> <li>▪ Alta resistencia a la corrosión</li> <li>▪ Elevado costo</li> <li>▪ Poca conductividad térmica y eléctrica</li> <li>▪ Resistencia a la tracción entre 345 a 896 MPa dependiendo del tipo de titanio</li> <li>▪ Biocompatible</li> <li>▪ Densidad 4507 Kg/m<sup>3</sup></li> </ul>
<b>Fibra de carbono</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alta resistencia mecánica</li> <li>▪ Buena resistencia a la corrosión y al fuego</li> <li>▪ Conductor térmico</li> <li>▪ Se requieren moldes para el conformado deseado</li> <li>▪ Resistencia a la tracción entre 1380 a 3100MPa</li> <li>▪ Densidad de 1750 Kg/m<sup>3</sup></li> </ul>

**Asiento.-** este elemento es fundamental ya que es donde se apoya casi totalmente la persona, incluyendo en el soporte pélvico, el reparto de las presiones y la estabilidad puede ser flexible o rígido. El asiento flexible es ajustable, impermeable, resistente a la abrasión y permite una limpieza fácil; por otra parte, el asiento sólido puede ser de poliuretano, grafito, composite, etc.

El asiento debe estar paralelo al suelo con un grado de elevación mínimo en la parte interior para evitar un deslizamiento hacia delante.

Para la selección de este componente se debe de considerar:

- Ergonomía
- Peso
- Materiales
- Dimensiones
- Costo
- Adaptabilidad a la silla de ruedas

**Respaldo.-** proporciona descanso y soporte a la columna, su altura dependerá de las necesidades de los pacientes, este deberá mantener la espalda de una buena

posición, evitar fatiga permitir mayor movilidad. Una de las características que hay que considerar para el diseño del respaldo es el ángulo de inclinación del mismo este dependerá del tipo de silla y la disposición del asiento sobre el chasis y ruedas. Sin embargo hay que considerar que una postura optima cuyo ángulo de inclinación del respaldo esta entre los 90° - 120°.

**Reposabrazos.-** la función principal es brindar descanso a los brazos del usuario, además de servir como apoyo al momento de que el usuario quiera levantarse de la silla de ruedas. La altura ideal es al nivel del codo.

**Reposapiés.-** su finalidad es soportar el peso de los miembros inferiores, influye en la correcta sedestación y buen posicionamiento del tronco.

**Llantas.-** las sillas de ruedas constan de ruedas motrices y direccionales, las mismas que permiten el desplazamiento y soportan el peso de la silla de ruedas. Las llantas motrices las de mayor tamaño y reciben toda la potencia del motor, de igual forma las llantas direccionales ayudan en el desplazamiento. Las llantas direccionales constan de ruedas, horquilla y casquillo.

**Motores.-** estos determinan la velocidad y dirección de la silla, existen diferentes tipos.

Tabla 3. 2. Características de los motores. Fuente: Proyecto técnico, diseño, construcción e implementación de una silla de ruedas eléctrica para una persona con problemas de movilidad. 2018.

<b>Características de los motores</b>	
<b>Motor</b>	<b>Características</b>
<b>Con escobillas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Son los más comunes en las sillas de ruedas eléctricas comerciales.</li> <li>▪ Accionamiento simple, basta con conectar a la fuente de alimentación.</li> <li>▪ Si se requiere control de velocidad y sentido de giro es necesario implementar un driver.</li> <li>▪ Costo accesible.</li> </ul>
<b>A pasos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No requieren de caja reductora para operar a baja velocidad.</li> <li>▪ Es necesario agregar un control para ponerlo en marcha.</li> <li>▪ Es utilizado en tareas que requieren precisión de posicionamiento.</li> </ul>
<b>Servomotor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Incorpora un circuito de control para la velocidad y posición</li> <li>▪ Son utilizados en aplicaciones críticas y de mucha precisión.</li> <li>▪ Su consumo es reducido</li> <li>▪ Tiene mayor costo</li> <li>▪ En sillas de ruedas pueden ser utilizados para la locomoción de la misma, donde se requiere un control preciso e velocidad y posición.</li> </ul>

Dispositivo de control-joystick.- este mando transforma los movimientos en impulsos eléctricos, los cuales procesan en tarjetas de control y permiten accionar la silla de ruedas.

Uno de los factores más importantes a la hora de diseñar cualquier dispositivo de asistencia; es la determinación de manera clara y concreta las dimensiones de las personas, así como también la capacidad física de desenvolverse en su vida cotidiana y los espacios que se requieren para realizar maniobras de giro.

Estas características propias de las personas son la base fundamental para el desarrollo del prototipo, la utilización de datos antropométricos aunque nunca sustituirá al buen diseño profesional, debe atenderse como una de las muchas herramientas para el proceso del diseño, y que a su vez esta es la base para asegurar una silla ergonómica, confortable y funcional.” (Diego Martin Castanier Muñoz, 2018)

## CAPÍTULO 4: DESARROLLO

### 11. Procedimiento y descripción de las actividades realizadas.

En el siguiente capítulo se describirá detalladamente cada una de las actividades implementadas mediante el desarrollo del proyecto; análisis el protocolo de la silla, estudio ergonómico, en el proceso se investigó sobre la antropometría de un asiento para la realización del diseño del asiento para el vehículo, se realizó investigación sobre los pesos y dimensiones estructurales del cuerpo en niños de 6 a 11 años de edad y se estudiaron materiales que se pueden utilizar para la realización del asiento del vehículo.

### Cronograma de actividad

Tabla 4. 1 Cronograma de actividades. Fuente: Elaboración propia. 2023

actividades		agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
fase 1	<b>Conocer el protocolo del proyecto</b>																				
	identificar el problema																				
	investigar sobre la artrogriposis múltiple congénita																				
	investigar sobre la ergonomía y antropometría																				
	realizar diagrama de Ishikawa																				
fase 2	<b>investigar diseños de sillas para personas con discapacidad motriz</b>																				
	estudiar los diseños de las sillas																				
	investigar módulos de manejo para la silla																				
	Realizar diseño de la silla en Solid Works																				
	<b>investigar materiales ergonómicos para la elaboración del asiento</b>																				





Ilustración 4. 1 Concepto inicial del vehículo para personas con discapacidad motriz. Fuente: Protocolo del proyecto de desarrollo tecnológico ene/2023.

Como parte del desarrollo se presentó un diseño como parte de la propuesta de la adaptación del asiento para el dispositivo de movilidad.

El dispositivo actual con el que cuenta el paciente no cumple con las condiciones adecuadas para poder desplazarse con facilidad, ya que el dispositivo es mecánico y para que el paciente pueda desplazarse tiene que realizarlo mediante esfuerzo físico y por su condición física se le dificulta realizar este esfuerzo por la falta de movilidad del paciente.

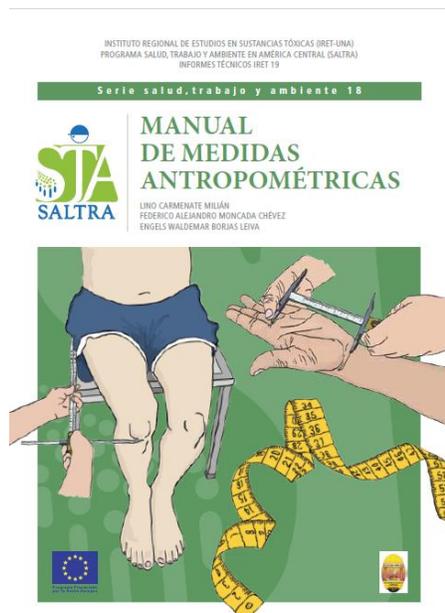


Ilustración 4. 2 Fotografías del dispositivo actual. Fuente: Extraído de Protocolo del proyecto de desarrollo tecnológico ene/2023. 2023

En medida que se fue conociendo el protocolo y los problemas con los que se contaba para realizar el estudio ergonómico se fue investigando sobre la ergonomía estudiando diferentes diseños de sillas de ruedas con las que se plasmó una idea para la realización del nuevo diseño del vehículo, también se realizó la elaboración de un diagrama de Ishikawa para analizar las medidas que se establecieron al elaborar el diseño.

### 11.1. 2 Estudio antropométrico

Como parte del análisis ergonómico que se planteó en los objetivos del proyecto se estarán realizando mediciones antropométricas basadas en los cuatro pilares básicos de la antropometría los cuales son: las medidas corporales, el estudio del somato tipo, el estudio de la proporcionalidad y el estudio de la composición corporal; para lo cual se desarrolló un formato para la toma de mediciones antropométricas basado en el manual de medidas antropométricas proporcionado por el asesor interno, en el cual se planea a futuro vaciar las mediciones de los niños con discapacidad motriz, realizando varias muestras que nos proporcionaran datos que se tomaran como base para el diseño ergonómico del asiento. El manual utilizado en esta actividad se muestra en la ilustración

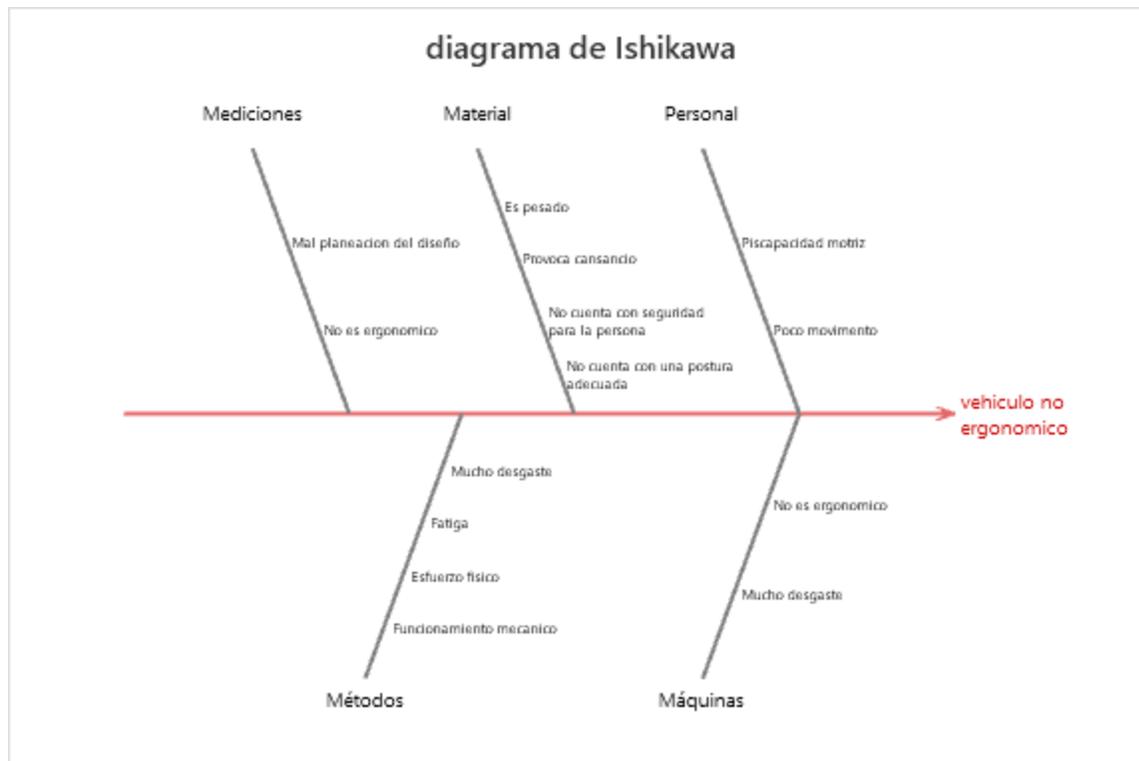


*Ilustración 4. 3 Manual de medidas antropométricas. Fuente: Garrido Chamorro RP. (2005). Manual de antropometría. Wanceulen Editorial*

### 11.1.3 Diagrama de Ishikawa.

Se plasmó un diagrama de Ishikawa identificando las causas raíz del diseño propuesto en el protocolo de la silla.

Tabla 4. 2 Diagrama de Ishikawa. Fuente: Elaboración propia. 2023.



### **Fase 2: Hacer**

En esta etapa se identificaron algunas de las sillas ya desarrolladas del mercado, se analizaron cada uno de los diseños, al igual que se analizaron los tipos de mandos de manejo con los que cuenta cada una de las sillas ya desarrolladas, también se investigaron materiales que se pudieran utilizar para la estructura del asiento de la silla, así como materiales para la estructura y acolchonamiento del asiento. Derivado de lo investigado se realizó un nuevo diseño del concepto de la silla. (Véase tabla 4.3)

### 11.2.1 Diseños identificados

Tabla 4. 3 Tabla de los diferentes tipos de sillas de ruedas con sus módulos de manejo. Fuente: Elaboración propia. 2023.

<p>Silla de ruedas inteligente controlada por voz.</p>	
<p>Silla de ruedas controlada por medio de un dispositivo móvil.</p>	
<p>Silla de ruedas controlada por medio de sensores de ultrasonido para promover la seguridad horizontal.</p>	
<p>Silla de ruedas motorizada controlada mediante diversos dispositivos por enlace inalámbrico.</p>	

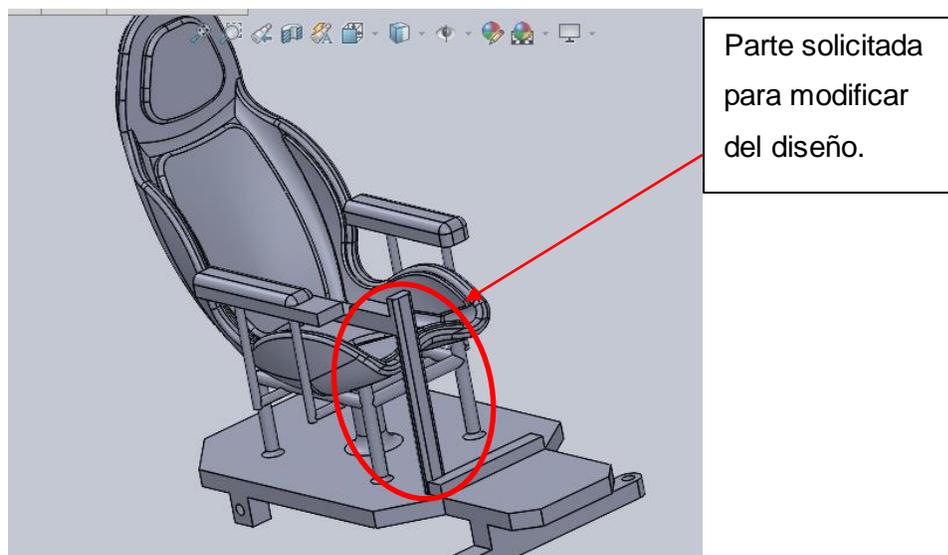
Silla de ruedas controlada mediante joystick



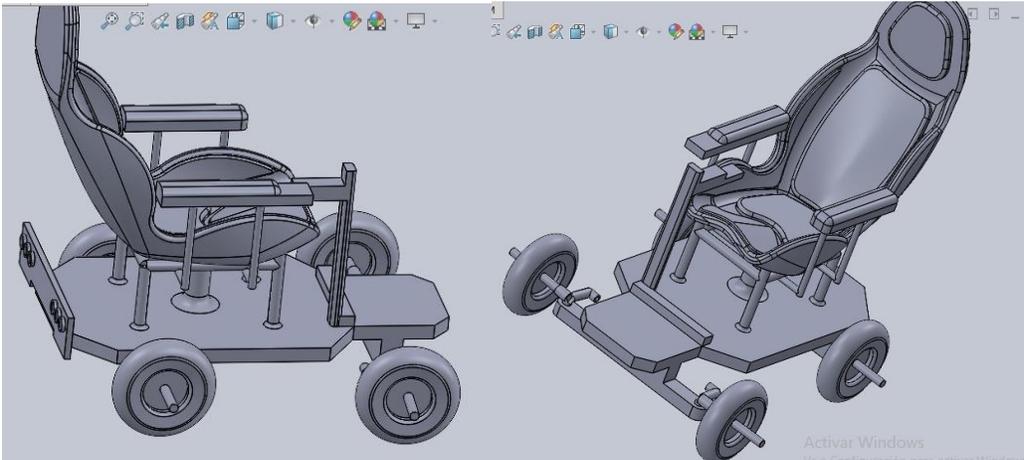
Después de que se analizaron los diseños y se identificaron algunos de los módulos de manejo con los que cuentan las sillas de ruedas, se realizó el diseño de la nueva silla de ruedas y diseño del asiento con ayuda del software Solid Works permitiendo la realización de un prototipo en 3D.

#### 11.2.2. Diseño del nuevo asiento para la silla de ruedas.

El diseño de la silla de ruedas se desarrolló en conjunto con el compañero Octavio Rodríguez quien también estuvo trabajando en el proyecto en la parte del diseño mediante el software Solid Works, trabajando de la mano y analizando las sillas de ruedas se llegó al siguiente diseño que fue presentado como se muestra en la ilustración 4.4 y 4.5.



*Ilustración 4. 4 Diseño del asiento para la silla de ruedas. Fuente: Elaboración propia. 2023.*



*Ilustración 4.5 Diseño final de la silla de ruedas presentado. Fuente: Elaboración propia. 2023.*

### 11.2.3 Materiales para la elaboración del asiento.

En esta etapa se investigaron los materiales que más se suelen utilizar en los asientos, materiales para la parte del respaldo, relleno y tapizado del asiento materiales ergonómicos, duraderos, transpirables, flexibles que se ajusten al cuerpo y económicos: para la parte del relleno se investigaron los materiales que se muestran en la tabla 4.4, para la parte del tapizado la tabla 4.5 y para la parte del respaldo los materiales de la tabla 4.6.

### 11.2.4 Materiales para el acolchamiento.

Tabla 4. 4 Materiales para el relleno del asiento. Fuente: Elaboración propia. 2023.

Material	Propiedades	Descripción	Imagen
Espuma de alta densidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durabilidad</li> <li>• Comodidad</li> </ul>	Se encuentra en diversas densidades proporcionando flexibilidad de selección de acuerdo a las necesidades requeridas	
Relleno fibra de poliéster	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Suavidad</li> <li>• Comodidad</li> <li>• Durabilidad</li> </ul>	Es apreciado por su tacto agradable. Sin embargo con el tiempo tiende a compactarse	
Espuma con efecto memoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptable a la forma del cuerpo</li> <li>• Comodidad</li> <li>• Cuenta con propiedades que pueden retener el calor</li> </ul>	Es reconocida por sus propiedades de conformación a la anatomía de quien la utiliza. Al sentarse en un asiento o almohada con este relleno, sentirás como se amolda a tu cuerpo	
Espuma flexible de poliuretano	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Confort</li> <li>• Proporciona apoyo firme y seguro</li> <li>• Duradero</li> <li>• Suave</li> </ul>	Los espumas flexibles de poliuretano, proporcionan un apoyo firme y seguro para cojines y colchones.	

### 11.2.5 Materiales para el forrado del asiento

Tabla 4. 5 Materiales para el forrado del asiento. Fuente: elaboración propia. 2023.

Material	Ventaja	Desventaja	Imagen
Piel natural	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Confort</li> <li>▪ Resistente</li> <li>▪ Limpieza</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Precio</li> </ul>	
Polipiel o piel sintética	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estética</li> <li>▪ Limpieza</li> <li>▪ precio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ poca resistencia</li> <li>▪ poco confort</li> <li>▪</li> </ul>	
Tela	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Precio</li> <li>▪ Confort</li> <li>▪ Variedad (colores, texturas, estampados y tipo)</li> <li>▪ Resistencia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Limpieza</li> </ul>	
Microfibra (fibra sintética)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Suave</li> <li>▪ Resistente</li> <li>▪ Fácil de limpiar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Precio</li> </ul>	

### 11.2.6 Materiales para el respaldo del asiento.

Tabla 4. 6 Materiales para el respaldo. Fuente: Elaboración propia.2023.

Material	Características	Imagen
Fibra de vidrio	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liviano</li> <li>▪ Gran resistencia mecánica y estabilidad dimensional</li> <li>▪ No se corroe y es impermeable</li> <li>▪ Es incombustible</li> <li>▪ Es uno de los materiales más económicos del mercado</li> </ul>	
Plástico	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fácil de trabajar y moldear</li> <li>▪ Sin aislantes térmico, eléctricos y acústicos</li> <li>▪ Bajo costo de producción</li> <li>▪ Liviano</li> <li>▪ Resistente a roturas</li> <li>▪ Son reciclables</li> </ul>	
Fibra de carbono	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alta resistencia mecánica</li> <li>▪ Resistencia térmica</li> <li>▪ Conductividad térmica</li> <li>▪ Resistencia química</li> <li>▪ Resistencia a la corrosión</li> <li>▪ Su producción es más costosa que a la de otros materiales del mercado</li> </ul>	

### **Fase 3: Verificar.**

Para esta fase se presentó ante el Dr. Enrique el diseño propuesto con la modificación solicitada para que el diseño quedara completo y listo para ser implementado.



*Ilustración 4. 6 Diseño final del asiento de la silla de ruedas eléctrica. Fuente: Elaboración propia. 2023*

### **Fase 4: Actuar**

Dado concluido el periodo de realización del proyecto se estableció el diseño concluido y se empezaron a seleccionar los materiales para realización del asiento, se tomaron en cuenta materiales suaves, duraderos y transpirables (espuma de alta densidad, relleno de poliéster, relleno de algodón, espuma de poliuretano y relleno de látex) para el relleno del asiento así como también la selección de un material durable y fácil de limpiar (piel real, piel sintética o tela).

## CAPÍTULO 5: RESULTADOS

### 12. Resultados

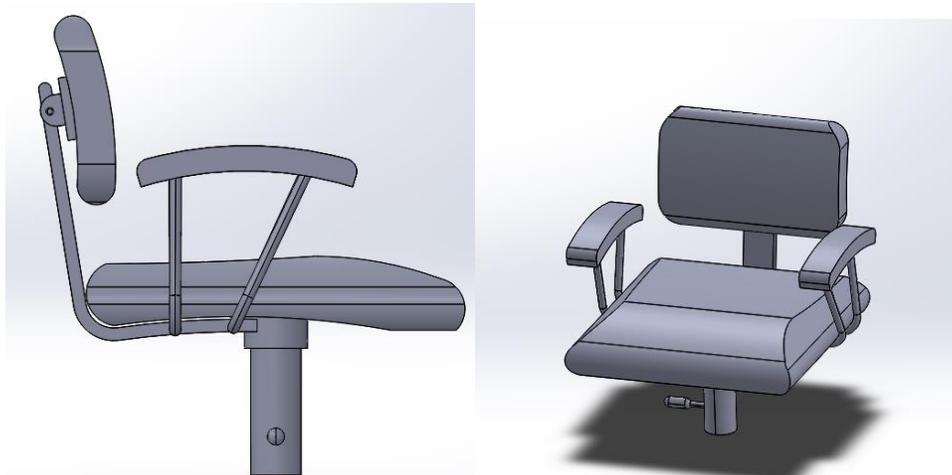
#### 12.1 Antes de implementar el proyecto.

Con la puesta en marcha del proyecto, en donde se estableció realizar el estudio ergonómico de un vehículo para pacientes con discapacidad motriz, se logró alcanzar algunas metas, realizar un estudio ergonómico para el asiento del vehículo y como más significativa diseñar un asiento ergonómico, seguro y cómodo para los pacientes. Como se muestra en la ilustración 5.1 la condición del vehículo actual no tiene un diseño apropiado y no es ergonómico.



*Ilustración 5. 1 Vehículo actual del paciente con discapacidad motriz. Fuente: Protocolo VEHICULO-SILLA. 2023.*

Ante esta situación se presentó el siguiente diseño para el asiento que de igual manera no se tenía él estudió necesario para implementarlo. (Véase ilustración 5.2)



*Ilustración 5. 2 Diseño preliminar del asiento. Fuente: Elaboración propia.2023*

### **12.2 Después de implementar el proyecto**

En la primer etapa del desarrollo del diseño se tomó como idea principal el diseño de un asiento deportivo de carreras para automóvil al ser un asiento de competición se toma mucho en cuenta la ergonomía para que el piloto vaya en una posición que no le genere tanta fatiga, sea como, seguro y no sea cansado, en base a ello se desarrolló el siguiente diseño (ilustración 5.3) un diseño similar a un asiento para carreras per con las adaptaciones correspondientes que cumplan las necesidades de una persona con discapacidad motriz.



*Ilustración 5. 3 Diseño del asiento. Fuente: Elaboración propia.2023.*

Después de realizar el diseño del asiento y de estudiar algunos materiales posibles a utilizarse en la fabricación del asiento se seleccionó como primera opción la fibra de vidrio por ser un material económico, ligero, de gran resistencia mecánica, no corrosible e impermeable aparte de ser un material aislante eléctrico.

*Tabla 5. 1 Tabla ilustrativa del asiento en fibra de vidrio. Fuente: Elaboración propia. 2023.*

Asiento realizado en Solid Works	Imagen ilustrativa del asiento en fibra de vidrio
	

Analizando el material para el respaldo se seleccionó la parte del relleno del asiento, material fundamental que dio el confort del asiento generando comodidad para los pacientes con discapacidad motriz, para esta parte del asiento seleccionaron dos materiales que formarán el relleno, como primer material a utilizarse será la espuma flexible de poliuretano, material utilizado en la industria automovilística para la fabricación de los asientos por sus grandes propiedades físicas que proporciona; y como segundo material a utilizar fue la espuma con efecto memoria que se utilizó para la parte superficial por ser un material que se adapta perfectamente a la forma del cuerpo, proporcionando un apoyo clave en la parte de la espalda y el cuello. (Véase tabla 5.2)

Tabla 5. 2 Tabla de características de los materiales a utilizar. Fuente: Elaboración propia.2023.

Materiales	Características
Espuma flexible de Poliuretano	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Alta capacidad de carga</li> <li>▪ Flexibilidad</li> <li>▪ Resistencia a la abrasión y al impacto</li> <li>▪ Resistencia al agua, grasa y gasolina</li> <li>▪ Facilidad de producción</li> <li>▪ Resistencia al moho y a los hongos</li> <li>▪ Resistencia a condiciones hostiles</li> <li>▪ Buenas propiedades de aislamiento eléctrico</li> </ul>
Espuma con efecto memoria	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Adaptable a la forma del cuerpo</li> <li>▪ Comodidad</li> <li>▪ Cuenta con propiedades que pueden retener el calor</li> <li>▪ Proporciona apoyo en puntos como espalda y cuello</li> <li>▪ Es atérmica</li> <li>▪ Es un material ortopédico</li> <li>▪</li> </ul>

Para el tapizado del asiento se seleccionó la tela por ser un material resistente, económico, tener variedad de colores, confort al ser un material transpirable evitando la sudoración permitiendo que el paciente pueda permanecer por largos periodos de tiempo sentado sin sentirse incomodo por sudoración.

### **12.3 Antes de implementar el proyecto**

Como se mencionó en la parte de las actividades desarrolladas se elaboró un formato de cédula antropométrica para la toma de muestras de las mediciones antropométricas de las dimensiones del cuerpo de los pacientes con discapacidad motriz, misma que se divide en dimensiones de pie, dimensiones sentado, dimensiones de la mano y dimensiones del pie. Esta cédula se aplicará para posteriores modificaciones al diseño del asiento para el vehículo para pacientes con discapacidad motriz. (Véase tabla 5.3)

Tabla 5. 3 Cedula antropométrica. Fuente: Elaboración propia. 2023.

					
<b>Cédula antropométrica</b>		Elaboró: <u>Bryant Atzin Marín Montoya</u> Revisó: <u>Jaime Rodarte Martínez</u> Aprobó: <u>Jaime Rodarte Martínez</u>			
Rev.: 01	Referencia NOM-036-1-STPS-2018				
<b>Datos del paciente</b>		<b>Datos generales</b>			
Nombre completo del paciente:		Nombre del antropometrista:			
Código del participante:		Nombre del anotador:			
Fecha:	Edad	Nombre del asistente:			
	Años:	Lugar de la medición			
	Meses:				
Lugar de nacimiento:		Institución que realiza el estudio:			
Género: Masculino ( ) Femenino ( )					
<b>Registro de mediciones</b>					
<b>Dimensión</b>	<b>Muestras</b>			<b>Promedio</b>	<b>Desviación Estándar</b>
	1	2	3		
Peso corporal					
<b>Dimensiones de pie</b>					
1. Estatura.					
2. Altura del Ojo					
3. Altura del Hombro.					
4. Altura del Codo:					
5. Altura de la Cadera.					
6. Altura de los Nudillos.					
7. Altura de los Dedos.					
8. Longitud del Miembro Superior.					
9. Longitud de Hombro-Sujeción.					

10-11. Alcance para Sujeción Funcional.					
12. Envergadura.					
13. Envergadura de Codos.					
14. Profundidad del Pecho.					
15. Profundidad Abdominal.					
<b>Dimensiones sentado</b>					
16. Altura Posición Sentado.					
17. Altura a Ojos en Posición Sentado.					
18. Altura del Hombro en Posición Sentado.					
19. Altura del Codo en Posición Sentado					
20. Grosor del Muslo o Claro del Muslo.					
21. Longitud del Glúteo-Rodilla.					
22. Longitud del Glúteo-poplíteo.					
23. Altura Poplíteo.					
24. Altura de la Rodilla.					
25. Longitud de la Cabeza.					
26. Ancho de Hombros (Bideltoideo).					
27. Ancho de Hombros (Biacromial).					
28. Ancho de Caderas.					
29. Ancho de la Cabeza.					
30. Longitud de Codo a la Punta de los Dedos.					
31. Longitud del Hombro-Codo.					
32. Alcance para Sujeción Funcional.					
<b>Dimensiones de la mano</b>					
33. Longitud de la mano.					
34. Ancho palma de la mano.					
35. Ancho de la mano.					
36. Longitud palmar.					
37. Circunferencia de la muñeca.					
38. Grosor de la muñeca.					
39. Ancho de la muñeca.					
40. Circunferencia de agarre					
<b>Dimensiones del pie</b>					
41. Longitud del Pie.					
42. Ancho del Pie.					

Observaciones:

La cédula fue elaborada tomando la referencia de la NOM-036-1-STPS-2018, la cual se refiere a los factores de riesgo ergonómico y principalmente a la biomecánica y antropometría del cuerpo humano.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES**

### **13. Conclusiones del Proyecto**

En conclusión se logró estudiar diferentes diseños de sillas de ruedas eléctricas que ya se encontraban desarrolladas en el mercado de las cuales se obtuvo información sobre medidas para la posición de los pacientes, como lo fue la inclinación del respaldo, altura de los apoyabrazos, altura del asiento y longitud nalga-poplíteo. Que logramos identificar diferentes tipos de controles que se utilizan en este tipo de sillas para su manejo las cuales algunas se manejan por medio de un joystick, por medio de un dispositivo móvil controlada mediante diversos dispositivos por enlace inalámbrico, controladas por voz y/o sensores de ultrasonido pero en su mayoría el dispositivo más utilizado es mediante joystick. Para poder realizar el estudio ergonómico solicitado se realizó una cedula antropométrica que ayudo para la toma de las muestras de mediciones antropométricas de las dimensiones corporales de las personas con discapacidad motriz. Una vez desarrollado el diseño se investigaron materiales cómodos, ergonómicos, económicos y resistentes para la elaboración del asiento.

Con ayuda de la cédula antropométrica y del software Solid Works se establecieron los parámetros para el diseño de la silla de ruedas: dimensiones y materiales a utilizarse en cada uno de los componentes de la silla, dando como resultado el diseño de una silla ergonómica segura y ligera.

## **CAPÍTULO 7: COMPETENCIAS DESARROLLADAS**

### **14. Competencias desarrolladas y/o aplicadas.**

1. Apliqué habilidades tomadas en manufactura para la realización de diseños en Solid Works.
2. Utilicé las tecnologías para realizar investigaciones a fondo sobre las diferentes sillas de ruedas que hay en el mercado.
3. Desarrollé conocimiento sobre antropometría como obtener medidas sobre los cuerpos humanos.
4. Adquirí conocimiento sobre cómo realizar un asiento ergonómico.
5. Desarrollé conocimiento sobre las posturas que se deben de tomar al momento de realizar un asiento.
6. Apliqué métodos de investigación e innovación para el desarrollo del diseño de la silla de ruedas.
7. Apliqué mis conocimientos sobre las propiedades de los materiales.

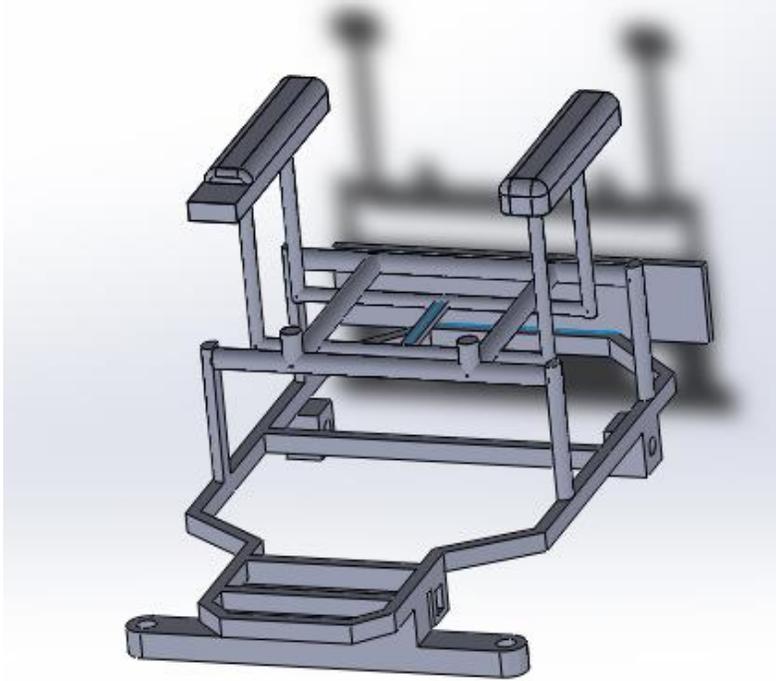
## **CAPÍTULO 8: FUENTES DE INFORMACIÓN**

### **15. Fuentes de información**

1. Bestraten Bellovi, M., Hernandez Calleja, A., Luna Mendaza, P., Nogareda Cuixart, C., Nogareda Cuixart, S., Oncins de Frutos, M., & Sole Gomez, M. (2008). *Ergonomía (quinta edición actualizada)*. Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo Torrelaguna, 73 - 28027 MADRID.
2. Carmenate Milian, L., Moncada Chevez, F. A., & Borjas Leiva, E. W. (2014). *MANUAL DE MEDIDAS ANTROPOMETRICAS*. SALTARA.
3. Cazamian, P. (1986). *"tratado de ergonomía"*. Madrid: Octarés.
4. Diego Martin Castanier Muñoz, E. V. (2018). *"DISEÑO, CONSTRUCCION E IMPLEMENTACION DE UNA SILLA DE RUEDAS ELECTRICA PLEGABLE ´´ARA UNA PERSONA CON PRONLEMAS DE MOVILIDAD."*. CUENCA: UNIVERSIDAD POLITECNICA SALECIANA SEDE CUENCA.
5. FOE. (2010). FOE. Obtenido de FOE : <https://www.foe.es/portal/PRL/Ergonomia/conceptos.asp>
6. GARD, G. a. (25 de 01 de 2016). *National Center for Advancing Translational Sciences*. Obtenido de National Center for Advancing Translational Sciences: <https://rarediseases.info.nih.gov/espanol/12902/artrogriposis-multiple-congenita>
7. Julius Panero, M. Z. (1984). *Human dimensión & interior space*. México.D.F.: Editorial Gustavo Gili, SA. septima edicion.
8. McCormick. (1980). *"Ergonomía"*. Barcelona: Gustavo Gil.
9. Murrell, K. (1971). *"Man in his working environment. Ergonomic"*. London.
10. Secretaría de Salud . (09 de diciembre de 2017). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de Gobierno de Mexico: <https://www.gob.mx/salud/prensa/492-discapacidad-motriz-la-mas-frecuente-en-el-pais#:~:text=La%20prevalencia%20de%20la%20discapacidad,por%20ciento%20en%20el%20pa%C3%ADs.&text=Existen%20tres%20tipos%20de%20discapacidad,la%20comunicaci%C3%B3n%20motriz%20>
11. SOLIDARIOS, I. N. (2012). *Principios de Ergonomia*. San Jose, Costa Rica: INSTITUTO NACIONAL DE SEGUROS SOLIDARIOS.

## CAPÍTULO 9: ANEXOS

### 17. Anexos



*Ilustración 9.1 Chasis de la silla de ruedas. Fuente: Elaboración propia.2023.*



*Ilustración 9.2 Asiento presentado en el chasis. Fuente: Elaboración propia. 2023*



*Ilustración 9. 3 Asiento presentado en un chasis con otro diseño de dirección. Fuente; elaboración propia.2023.*



## MANUAL DE MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

LINO CARMENATE MILIÁN  
FEDERICO ALEJANDRO MONCADA CHÉVEZ  
ENGELS WALDEMAR BORJAS LEIVA



Ilustración 9. 4 Manual de medidas antropométricas. Fuente: Garrido Chamorro RP. (2005). Manual de antropometría. Wanceulen Editorial

Pabellón de Arteaga, Aguascalientes, **06/diciembre/2023**  
Oficio No. DEPI025/2023  
Asunto: Carta de término de Residencias Profesionales

**JOSÉ ERNESTO OLVERA GONZÁLEZ**  
**DIRECTOR DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO DE PABELLÓN DE ARTEAGA**

**PRESENTE**

Por medio del presente se notifica que el **C. BRYANT ATZIN MARÍN MONTOYA**, estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial, con número de control **181050241**, terminó satisfactoriamente su Residencia Profesional a través de proyecto interno de carácter local en el ámbito de Investigación, denominado **“Estudio ergonómico de vehículo para pacientes con discapacidad motriz”** durante el periodo de agosto-diciembre 2023, cubriendo un total de 500 horas en un horario de 09:00 a 16:00 horas de Lunes a viernes.

Sin otro particular por el momento, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
Excelencia en Educación Tecnológica®  
“Tierra Siempre Fértil”®



**EDGAR ZACARIÁS MORENO**  
**JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**



ccp. Archivo  
EZM/ezm



Carretera a la Estación de Rincón Km. 1 C.P. 20670 Pabellón de Arteaga, Aguascalientes  
Tel. 465 958-2482 e-mail: depi\_parteaga@tecnm.mx | parteaga@tecnm.mx



Ilustración 9. 5 Carta de término de residencias profesionales. Fuente: Instituto Tecnológico de Pabellón de Arteaga. 2023.