



8 de mayo de 2024

**H. Consejo Divisional  
Ciencias y Artes para el Diseño  
Presente**

La **Comisión encargada de la revisión, registro y seguimiento de los proyectos, programas y grupos de investigación, así como de proponer la creación, modificación, seguimiento y supresión de áreas de investigación, para su trámite ante el órgano colegiado correspondiente**, da por recibido el Reporte Final del Proyecto de Investigación N-515 “Desarrollo de equipo y mobiliario antropométrico para el Laboratorio de Ergonomía”, la responsable es la Mtra. Haydeé Alejandra Jiménez Seade, adscrito al Programa de Investigación P-058 “Diseño, desarrollo y producción de sistemas y servicios de atención para personas con discapacidad” y que forma parte del Área de Factores del Medio Ambiente Artificial y Diseño, que presenta el Departamento del Medio Ambiente.

Las personas integrantes de la Comisión que estuvieron presentes en la reunión y se manifestaron a favor de recibir el Informe Global: Mtro. Hugo Armando Carmona Maldonado, Dra. Yadira Alatríste Martínez, LAV. Carlos Enrique Hernández García, Alumna Lic. Gabriela Monserrat Valverde Rebollo, así como los Asesores: Dr. Oscar Ochoa Flores y Dr. Fernando Rafael Minaya Hernández.

**Atentamente  
Casa abierta al tiempo**



**Mtro. Luis Yoshiaki Ando Ashijara**  
Coordinador de la Comisión

JDMA 095.04.2024  
Ciudad de México, a 26 de abril de 2024

**Mtra. Areli García González**  
Presidente del H. Consejo Divisional  
División de Ciencias y Artes para el Diseño

Estimada Mtra. Areli,

Por este medio me permito presentar al H. Consejo Divisional que usted preside, el **reporte final, equivalente al 70% del avance del Proyecto de Investigación:**

- **N-515 Desarrollo de equipo y mobiliario antropométrico para el Laboratorio de Ergonomía**

Cuyo responsable es la **M.D.I. Haydeé Alejandra Jiménez Seade.**

El objetivo del proyecto es diseñar y desarrollar equipo para toma de medidas antropométricas, para fortalecer la infraestructura del Laboratorio de Ergonomía, a la vez que la docencia y la investigación.

El reporte se entrega conforme los aspectos solicitados en el numeral 3.1.4.1. de los Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño, Registro y Seguimiento de las Áreas, Grupos, Programas y Proyectos.

Sin más por el momento, hago propicia la ocasión para enviarle un cordial saludo.

A t e n t a m e n t e

*“Casa Abierta al Tiempo”*



**Dr. Oscar Ochoa Flores**  
Jefe del Departamento del Medio Ambiente

C.c.p. Archivo

Febrero 2024

N-515 Desarrollo de equipo y  
mobiliario antropométrico para el  
Laboratorio de Ergonomía

Reporte final

Haydeé Alejandra Jiménez Seade  
Responsable

---



## Contenido

Introducción .....	3
Participantes .....	4
Resumen de la propuesta .....	4
Planteamiento general del proyecto .....	4
Objetivos .....	4
Objetivo general .....	4
objetivos específicos.....	4
metas .....	4
Avance de la investigación con base en el plan de trabajo original.....	4
Desarrollo o estado de avance en términos porcentuales .....	6
Marco teórico conceptual.....	6
estado del arte.....	10
partes metálicas .....	14
tornillería.....	15
partes plásticas .....	18
Diseño de propuestas, uso y función .....	20
Bocetaje.....	20
Experimentación.....	22
planos técnicos .....	25
Conclusiones parciales .....	32

## Introducción

El presente escrito muestra el desarrollo de instrumentos de medición antropométrica para el laboratorio de Ergonomía, los instrumentos antropométricos desempeñan un papel fundamental en la recopilación de datos precisos sobre las dimensiones y características del cuerpo humano. Estas herramientas, permiten medir y analizar diferentes aspectos antropométricos, como la altura, el peso y longitudes corporales. El uso de estos es esencial en diversos campos, algunos de ellos son la ergonomía, la medicina, la nutrición, el diseño industrial y la arquitectura.

La toma de medidas ayuda a evaluar el crecimiento y el desarrollo humano, realizar diagnósticos médicos, diseñar productos y entornos adaptados a las características corporales de las personas, así como para la elaboración de estudios científicos y estadísticas precisas. En este documento se exploran los principales instrumentos utilizados para un estudio antropométrico, su importancia en la obtención de datos confiables y su aplicación en diversos campos de estudio y práctica.

Se desglosa el proceso de diseño empleado para su elaboración, así como las etapas de prueba y error en el desarrollo de prototipos para su producción.

## Participantes

Jesús Eugenio Ricardez Sánchez  
Luis Yoshiaki Ando Ashijara  
Ruth Alicia Fernández Moreno  
Areli García González

## Resumen de la propuesta

### PLANTEAMIENTO GENERAL DEL PROYECTO

La toma de medidas antropométricas es una de las actividades básicas del Laboratorio de Ergonomía, por ello es importante contar con la infraestructura adecuada para satisfacer las solicitudes de equipo para las prácticas establecidas como dinámicas de las UEA Ergonomía Básica, Ergonomía de Producto y Ergonomía Laboral; y de los proyectos de la comunidad académica que los requieran.

## Objetivos

### OBJETIVO GENERAL

Diseñar y desarrollar equipo para toma de medidas antropométricas para fortalecer la infraestructura del Laboratorio de Ergonomía, y a su vez la docencia y la investigación.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aumentar la cantidad de instrumentos de medición antropométrica que estén a la disposición de la comunidad académica como apoyo en los proyectos de investigación y su aplicación en dinámicas de docencia
- Crear productos funcionales, precisos, versátiles y útiles para estudios antropométricos
- Realizar levantamientos más rápidos, cómodos y eficientes para el/los sujeto(s) de estudio y para los responsables de los proyectos
- Ofrecer una alternativa más de solución a las necesidades antropométricas que tengan algunos proyectos de alumnos y profesores

### METAS

- Conformar el marco teórico conceptual y contextual
- Organizar y jerarquizar datos relevantes para el planteamiento de alternativas
- Elaborar propuestas de diseño y evaluarlas de acuerdo con las necesidades funcionales
- Integración de informes y documentación del proyecto

## Avance de la investigación con base en el plan de trabajo original

El programa que se planteó inicialmente para el desarrollo de la investigación se muestra a continuación.

	2020		2021												2022	
	20-P	20-O			21-I			21-P						21-O	22-P	
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Jun	Jul
Recopilación de información	■	■														
Problematización			■													
Estado del arte y análisis productos existentes				■	■											
Requerimientos						■										
Alternativas uso, técnicas y materiales						■	■									
Diseño propuestas uso y función							■									
Modelado 3D y prototipado								■								
Pruebas con usuarios									■	■	■					
Análisis de factibilidad												■				
Integración elementos formales													■			
Fabricación prototipos													■	■		
Integración documentos del proyecto															■	
Informe final															■	■

	2022						
	21-O		22-I			22-P	
	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul
Pruebas finales de uso, función, estética	■	■					
Análisis de resultados			■				
Integración de avances del proyecto				■	■		

De acuerdo con lo anterior, **se han llevado a cabo** las siguientes actividades:

1. Recopilación de la información
2. Problematización
3. Estado del arte y análisis de productos existentes
4. Requerimientos
5. Alternativas de uso, técnicas y materiales
6. Diseño de propuestas de uso y función
7. Modelado 3D y prototipado
8. Pruebas con usuarios
9. Análisis de factibilidad
10. Integración de elementos formales

11. Fabricación de prototipos
12. Integración de documentos del proyecto
13. Informe final

## Desarrollo o estado de avance en términos porcentuales

De acuerdo con el programa propuesto, las actividades planeadas inicialmente se han trabajado en forma paralela, obteniendo resultados parciales con un **avance aproximado del 70%** en las tareas de investigación a la fecha.

Para la construcción de prototipos y planos de producción se tomaron medidas exactas de las piezas existentes haciendo uso de un calibrador bernier, posteriormente se realizó el proceso de modelado 3D en Inventor de las piezas base que son utilizadas para el correcto funcionamiento de los antropómetros y se realizaron pruebas de los modelos en impresión 3D con material PLA para comprobar tolerancias entre las piezas.

Se requieren piezas metálicas para la construcción de cada instrumento que ayudan a tomar las medidas del cuerpo humano con precisión, por lo que se desarrollaron vectores de corte para las piezas en AutoCAD 2D a fin de realizar los planos técnicos para su producción, así mismo se desarrollaron pruebas que ayudaran a comprobar tolerancia y funcionamiento sobre MDF de 6 mm para la simulación del producto final.

### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

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

Otra definición es la ciencia que estudia las medidas del ser humano, para el diseño industrial de productos adaptados según el sexo, raza, edad, etc., dependiendo de la dimensión y estructura humana y la actividad realizada. La **antropometría** estudia la medida del ser humano, la actividad y movimientos realizados, que de forma correcta evitarán esfuerzos innecesarios y lesiones ocasionales. (Lubián, 2014).

Existen dos tipos de antropometría, la antropometría *estática o estructural* y la antropometría *dinámica* (Obregón, 2016). La primera mide al cuerpo mientras éste se encuentra fijo en una posición, lo que permite medir el esqueleto entre puntos anatómicos específicos. Las aplicaciones de este tipo de antropometría permiten el diseño de objetos como guantes y cascos. La **antropometría dinámica** valora los movimientos como sistemas complejos independientes de la longitud de los segmentos corporales.

La aplicación de la antropometría en el laboratorio es servir como una herramienta conceptual de apoyo para realizar mediciones, análisis y brindar interpretaciones a estudios enfocados a las medidas y movimientos del cuerpo humano.

Existen distintos **instrumentos de medición** necesarios para el laboratorio de ergonomía para la medición del cuerpo humano, entre ellas las más comunes son:

- Tallímetro/estadiómetro: Sirve para medir la estatura y la talla sentado. Puede ser una cinta milimétrica apoyada en la pared o un cursor deslizante para indicar la medición.
- Antropómetro: Es una barra metálica con un cursor deslizante, puede extenderse gracias a una serie de piezas desmontables.
- Vernier calibrador: Es un instrumento de alta precisión, realiza mediciones en diferentes superficies. Permite 4 tipos de medición: exteriores, interiores, escalón y profundidad.
- Cinta métrica: Elemento de medición requerido para las labores de reconocimiento predial, utilizado para medir las longitudes de los predios, que permiten determinar el área de estos.
- Báscula: Instrumento para medir el peso o masa corporal de una persona, puede ser mediante un instrumento mecánico o digital.
- Plicómetro: Instrumento que permite evaluar el estado nutricional de una persona gracias a la medición del espesor de los pliegues cutáneos.
- Goniómetro: Los goniómetros son un instrumento de medición de ángulos, tiene forma de semicírculo o círculo graduado en 180° o 360°
- Inclinómetro: Instrumento de medición que sirve para medir la inclinación en ángulos de la cabeza de un usuario respecto a la superficie terrestre. (Figura 1)



Figura 1, Cinta métrica flexible

Las **dimensiones antropométricas** nos ayudan a obtener la información básica de una persona en cuanto a sus características físicas corporales para realizar una valoración general del estado de una persona, ya sea para fines médicos y de salud o datos generales para diseñar. La principal información que se requieren obtener de una persona para realizar una medición antropométrica básica es la siguiente:

- Peso: Es la fuerza que se genera a través de la gravedad sobre el cuerpo humano. Ambas magnitudes son proporcionales entre sí (fuerza gravitacional y masa corporal), pero no son iguales. Sirve como un indicador para identificar la masa corporal de una persona y su unidad de medida es el kg. Para la obtención de este dato se utilizan las básculas, pueden ser de carácter manual o digital (Figura 2).



Figura 2, Báscula mecánica de columna.

- Altura del cuerpo: Es la longitud que se toma desde los pies hasta la cabeza de una persona a fin de determinar su mayor longitud. Para la obtención de esta medida se utiliza un tallímetro/estadímetro y su unidad de medida es en cm (Figura 3).



Figura 3, Tallímetro manual

- Diámetro de cintura: Es la distancia radial de un cuerpo, mediante este parámetro se puede clasificar la obesidad en central y periférica. Se emplea una cinta métrica y la unidad de medida es en centímetros. (Figura 4)



Figura 4, Cinta métrica flexible

- Largura de brazo extendido: Es la distancia horizontal desde la vertical (pared) hasta la punta (pulpejo) del tercer dedo (medio). Se emplea un antropómetro y su unidad de medida es en cm. (Figura 6).

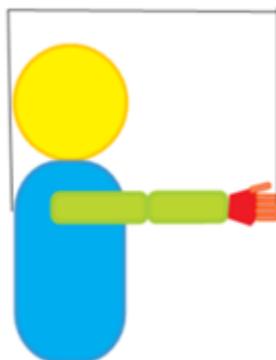


Figura 5, Imagen de referencia, distancia largura brazo extendido.

- Anchura de hombros: Distancia horizontal entre los hombros (máxima protuberancia de los músculos deltoides). Se emplea un antropómetro y su unidad de medida es en cm. (Figura 6)

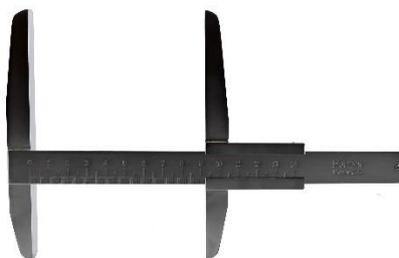


Figura 6, Antropómetro de plástico

- Perímetro: Es la distancia horizontal entre los puntos más laterales de la cadera (anchura máxima de la pelvis) o los contornos corporales (figura 7, letra G), medidos con un antropómetro (figura) expresados en centímetros. Al realizar la medición no se debe comprimir los tejidos blandos de la zona. Generalmente se toma el perímetro de la cintura o la distancia de muslo a muslo.

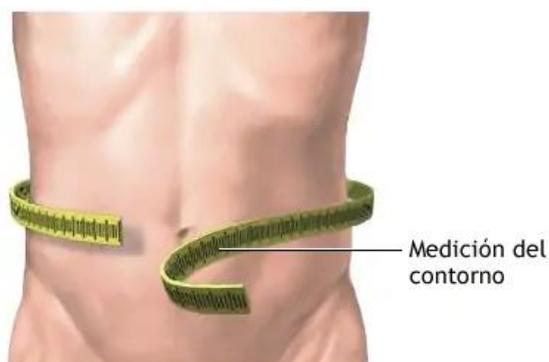


Figura 7, Cinta métrica, perímetro abdominal

- Anchura de cabeza: Es la distancia horizontal entre los extremos de la cabeza (a nivel de la parte superior del pabellón auricular). El instrumento de medición emplea es un antropómetro y su unidad de medida es en cm.

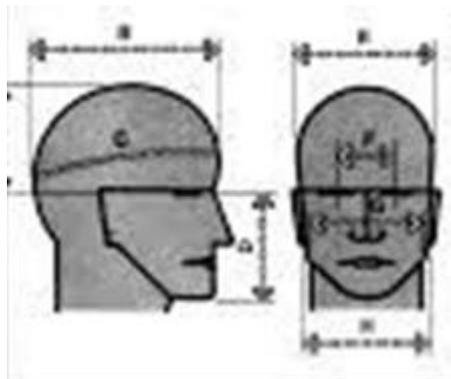


Figura 8, Imagen de referencia, medidas antropométricas de cabeza

### ESTADO DEL ARTE

Para la construcción de este proyecto se realizó un análisis de productos dentro del mercado empleados para la toma de medidas del cuerpo humano y se tomó como referencia los productos existentes en el Laboratorio de Ergonomía para conocer los equipos de medición esenciales empleados en las actividades dentro de la universidad como lo son la impartición de ejercicios de estudios antropométricos en clases de Ergonomía básica y Ergonomía del producto, así como, levantamientos antropométricos para proyectos internos dentro del laboratorio.

Se llevó a cabo una investigación acerca de productos existentes con la finalidad de identificar lo que se ha diseñado y propuesto para la obtención de medidas antropométricas. Se analizan sus costos, materiales, dimensiones, entre otros.

	Nombre: Báscula con estadímetro
	Dimensiones:
	Costo: \$4,650.00
	Materiales y acabados: Aluminio con pintura electrostática.
	Problemáticas: Capacidad máxima de 160 kg., requiere estar en un lugar fijo debido a que incluye báscula.
	Oportunidades: Se puede innovar reduciendo las dimensiones del producto e incorporando sistemas digitales para sustituir el mecanismo manual a fin de facilitar la toma de medidas y peso al usuario.

	Nombre: Estadímetro
	Dimensiones: 17.53 x 12.7 x 3.56 cm; 204.11 g
	Costo: \$980.00

	<p>Materiales y acabados: Plástico ABS y metal</p>
	<p>Problemáticas: La medición se toma de la parte superior y se requiere fijar a la pared a la altura de 2.20 m.</p> <p>Oportunidades: Cuenta con mecanismo de enrollado automático, las dimensiones del producto permiten ahorrar espacio dentro del área donde se requiere medir, tiene una instalación sencilla y podría habilitarse para que la medición se tome de abajo hacia arriba en el caso de las personas con poca estatura que requieren medir.</p>

	<p>Nombre: Estadímetro ultrasónico portátil</p>
	<p>Dimensiones: 21.84 x 2.21 x 3.3 cm; 200 g</p>
	<p>Costo: Rango entre \$426 - \$3,680.00</p>
	<p>Materiales y acabados: plástico ABS, pantalla LED</p>
	<p>Problemáticas: Requiere uso continuo de pilas</p>
	<p>Oportunidades: Es un producto portátil y puede trasladarse fácilmente, la tecnología ultrasónica permite obtener medidas rápidas y en el momento.</p>

	<p>Nombre: Tallímetro</p>
	<p>Dimensiones: 15.49 x 12.95 x 4.06 cm; 136 g</p>
	<p>Costo: \$179.00</p>
	<p>Materiales y acabados: Plástico ABS, cinta metálica flexible</p>
	<p>Problemáticas: Capacidad máxima de 160 kg.</p>
	<p>Oportunidades: Es un producto pequeño y práctico para utilizar dentro del área de trabajo, reduce el espacio, sin embargo, la altura a la que debe instalarse no es accesible para todo el personal que toma la medición.</p>

	<p>Nombre: Báscula digital</p>
--	--------------------------------

	Dimensiones: 30.3 cm de ancho, 5.5 cm de alto y 32.7 cm de largo.
	Costo: \$1, 247.00
	Materiales y acabados: Acero
	Problemáticas: Capacidad máxima de 150 kg. Y requiere de pilas
	Oportunidades: Es un producto fácil de emplear y favorece el tamaño dentro del área donde se requiere utilizar, puede mejorar el mecanismo de resorte con el que se obtiene el peso final debido a que si el aparato no se encuentra en una posición correctamente a 90°, no se obtienen los datos correctos.

	Nombre: Antropómetro digital
	Dimensiones: 170 mm x 150 mm, peso, 0.7g
	Costo: \$1, 399.00
	Materiales y acabados: Plástico ABS y pantalla digital
	Problemáticas: Apertura máxima de 160 mm
Oportunidades: Las pinzas delimitantes del producto podrían cambiarse de material para emplear la durabilidad, sin embargo, hay una ventaja de que sean piezas plásticas ya que disminuye el peso del producto y eso lo hace portátil.	

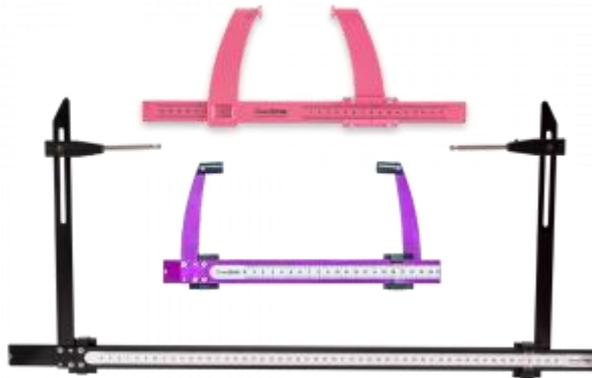
	Nombre: Antropómetro 5 pzas.
	Dimensiones: pza más alta de 210 cm
	Costo: \$26, 680.00
	Materiales y acabados: Aluminio anodizado y plástico para elementos de sujeción
	Problemáticas:
Oportunidades: fácil almacenamiento debido a que el producto se encuentra seccionado podría mejorar la cantidad de piezas empleadas o incorporar varios productos en uno a fin de que se pueda disminuir el número de pzas.	

	Nombre: Antropómetro 24 cm
	Dimensiones: Rango de medición útil, 20 cm.

	Costo: \$4, 872.00
	Materiales y acabados: Aluminio anodizado y plástico para elementos de sujeción
	Problemáticas: Las gomas en la parte superior pueden desprenderse con el tiempo y causar imprecisión en la toma de medidas
	Oportunidades: mejorar el agarre de las pinzas delimitadoras para la toma de longitudes.

	Nombre: Antropómetro 130 mm
	Dimensiones: Rango de medición útil, 60 mm cerrado, 320 mm abierto, 0.4kg
	Costo: \$4, 586.00
	Materiales y acabados: plástico serigrafiado
	Problemáticas: La serigrafía con el uso puede borrar y causar imprecisión en la toma de medidas
Oportunidades: Se pueden realizar productos en dimensiones más grandes.	





Figuras 8,9,10,11,12,13,14 y 15, Imágenes de instrumentos de medición antropométrica existentes dentro del mercado.

#### PARTES METÁLICAS

Con las imágenes anteriores, se aprecia los pequeños cambios y similitudes entre los diseños de cada producto, existen variaciones entre materiales y algunos productos son digitales, sin embargo, prevalecen los productos en donde el funcionamiento es de forma manual.

Ya que se requieren medidas precisas y en algunos casos longitudes grandes, los productos se venden como kits para tomar longitudes pequeñas del cuerpo, productos seccionados y con ensambles para tomar dimensiones prolongadas.

A continuación, se muestra un análisis de las piezas existentes en el laboratorio de ergonomía para identificar funcionamiento, piezas comerciales y emplear el material existente, se cuenta con:

- Perfil cuadrado de 3/4"
- Solera de aluminio de 1/8 x 3/4"
- Placa de aluminio de 1220 x 700 x 5mm de espesor

Estos materiales se contemplaron para cotizar corte y grabado láser de las piezas requeridas, así como fueron la base para modelar las piezas plásticas que acompañan su funcionamiento.

## TORNILLERÍA

El tallímetro (figura 17) está constituido por el perfil cuadrado y piezas plásticas, este perfil se encuentra seccionado en cuatro partes para facilitar su almacenamiento y para poderlo transportar de forma sencilla. Las piezas comerciales que contiene son:

- Tornillo del pulgar moleteado, acero inoxidable (figura16). Este tipo de tornillo se emplea para poder ajustar a la distancia deseada las pinzas que son insertadas en las ranuras plásticas del instrumento (figura 18 y 19) que delimitan la zona a medir (figura 20).



Figura 16, Tonillo de pulgar (imagen de referencia).



Figuras 17,18,19 Y 20, Tallímetro (imágenes de referencia).

- Tornillo cabeza plana allen de 3/8"x1" (figura 21). Este tipo de tornillo se usa para ejercer presión, a una parte plástica del perfil rectangular (figura 22), esta pieza sirve para hacer presión interna dentro del perfil para evitar que se salga y esta sirva de ensamble para colocar el siguiente tramo seccionado del tallímetro (figura23).



Figura 21, Tornillo cabeza plana Allen (imagen de referencia).



Figuras 22 Y 23, Pieza plástica interna e imagen de referencia para tornillo de sujeción interna.

- Tapones cuadrados de plástico (figura 24). Es empleado para evitar que los bordes del perfil queden expuestos y surjan irregularidades en la toma de medidas, ya que están contemplados los milímetros de espesor del tapón para el grabado gradual del perfil cuadrado. **(Revisar en la sección de planos la medida requerida para solicitar pieza comercial, en caso de no encontrar la medida exacta, emplear el modelo 3D).**



Figura 24, Tapón cuadrado de plástico

- Tornillo tipo allen cabeza cilíndrica (figura 25). Este tipo de tornillo se emplea para sujetar la base principal plástica junto con el perfil cuadrado (figura 26).



Figura 25, Tornillo tipo Allen cabeza cilíndrica (imagen de referencia)

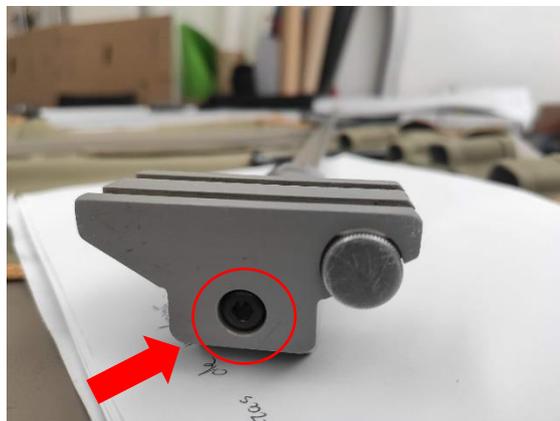


Figura 26, Tornillo tipo Allen cabeza cilíndrica, unión con pieza plástica para tallímetro

- Tornillo de montaje (figura 27). Este tipo de tornillo es utilizado para ajustar la parte plástica al perfil cuadrado a una distancia determinada, es usado continuamente por el usuario cuando desea inhabilitar el movimiento en el tallímetro (figura 28).



Figura 27, tornillo de montaje (Imagen de referencia)

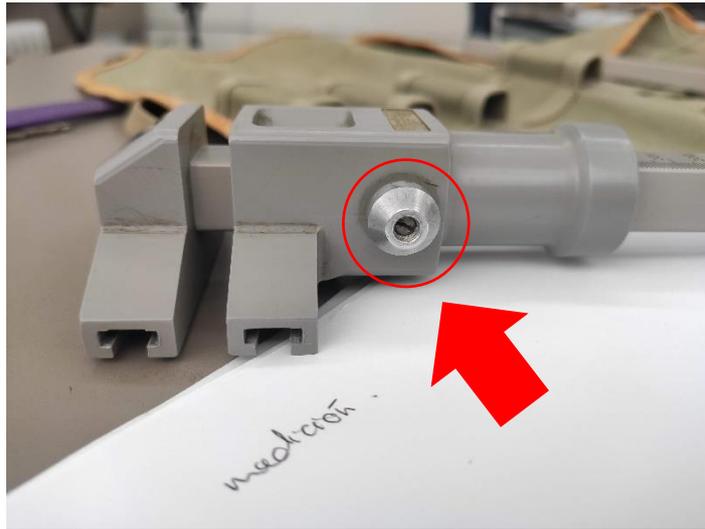


Figura 28, tornillo de montaje sobre pieza plástica y perfil cuadrado (Imagen de referencia)

#### PARTES PLÁSTICAS

- Cuerpo de medición, tallímetro. Lo forman 2 piezas plásticas, una fija y una móvil, ajustadas al modelo para tomar alturas del cuerpo humano de abajo a arriba (figura 29).

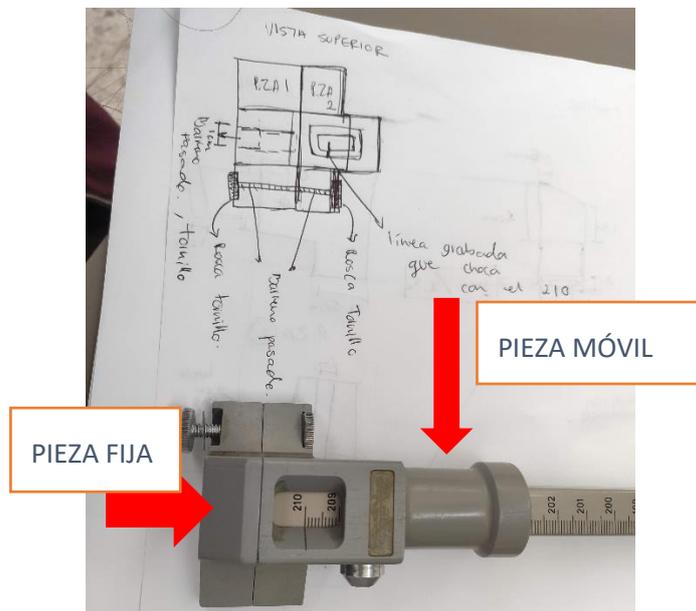
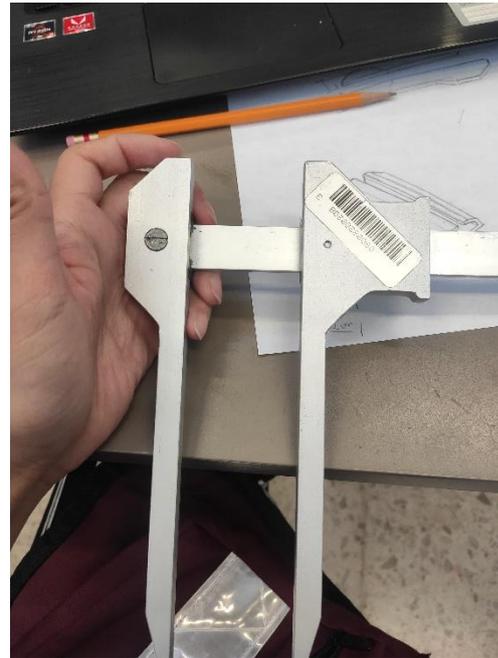


Figura 29, Pieza fija y pieza móvil plástica para toma de medidas en tallímetro.

- Cuerpos metálicos con secciones plásticas para antropómetros de diferentes medidas. Estas piezas son utilizadas para para la sujeción de una solera graduada a diferentes distancias (figuras 30 Y 31), sirve para realizar medidas pequeñas, por ejemplo, las extremidades del cuerpo humano.



Figuras 30 Y 31, Pieza fija y pieza móvil plástica para toma de medidas en antropómetros.

## Requerimientos de diseño

No.	Requerimiento	Justificación	¿Cómo?	Unidad	Magnitud
1	Multifuncional	Para reducir el número de instrumentos	Mediante el uso de graduación doble dentro de los instrumentos	Funciones	número
2	Adaptable al usuario	Deben poderse tomar medidas para cualquier tipo de persona	A través de diversidad de medidas dentro del producto	Medidas antropométricas	cm
3	Medición de diferentes partes del cuerpo	Para obtener medidas de músculos, huesos tejido adiposo o masa corporal.	Diseñando un producto para las partes específicas del cuerpo	Medida	cm
4	Resistente a impactos	La durabilidad del producto con el uso no debe causar imprecisión para la toma de medidas.	Haciendo uso de materiales resistentes y pruebas de resistencia	Pruebas de resistencia de materiales	Apto o no apto
5	Precisión	Se requieren tomar medidas exactas de las partes del cuerpo humano	Haciendo uso de tolerancias y graduación exacta grabada sobre el material a emplear	Medida	cm
6	Estandarización	Para facilitar la producción y reducir costos	A través del uso de piezas comerciales para algunas piezas.	Números de variantes en las piezas	número

7	Almacenamiento práctico	Para reducir el espacio dentro del lugar que se planea almacenar y para facilitar su transportación	Empleando materiales ligeros y disminuyendo el número de componentes para medir	Peso de material y pruebas	gr
---	-------------------------	---	---	----------------------------	----

## Diseño de propuestas, uso y función

### EXPLORACIÓN DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN TÉCNICA Y DE USO (MATERIALES Y MECANISMOS)

Los principales materiales empleados en los instrumentos son plástico ABS, PVC y aluminio, el ABS es un plástico de ingeniería, se caracteriza por su tenacidad y resistencia a impactos a bajas temperaturas y buena rigidez.

El aluminio anodizado posee propiedades de resistencia y durabilidad, resistencia a la corrosión y maleabilidad permite fabricar piezas por fundición, forja y extrusión. Algunas especificaciones sobre este material son:

- La superficie de capa sobre el aluminio anodizado es más duradera que las capas obtenidas por pintura.
- El anodizado no puede ser pelado porque forma parte del metal base.
- Al anodizado no es afectado por la luz solar y por tanto no se deteriora.

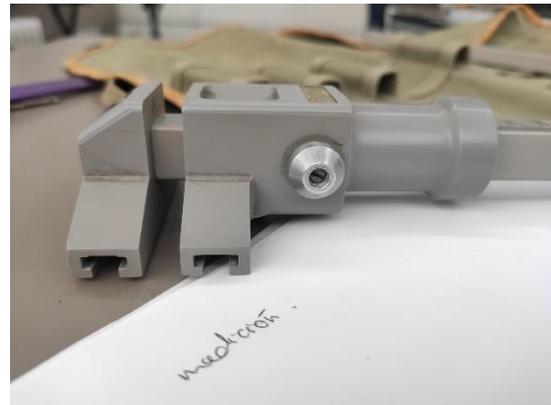
El PVC es otro de los plásticos que se emplea para la fabricación de instrumentos, existe de tipo rígido y flexible, la forma rígida posee una alta resistencia a la corrosión y resistencia química, es buen aislante térmico, acústico y eléctrico.

Los pequeños instrumentos de medición analizados en el documento constan de 4 a 6 piezas (dependiendo del modelo) ensambladas a través de tornillos planos tipo moleteados, tornillo cabeza de botón, ensambles sobre el mismo material y en otros se emplea pegamento entre piezas.

Mediante el diseño de instrumentos se busca utilizar piezas comerciales para facilitar la producción del equipo antropométrico, por lo que se toman como guía los instrumentos existentes dentro del laboratorio.

El tallímetro esta seccionado en cuatro partes a través de un elemento ajustable plástico interno, se ensambla con las otras piezas.

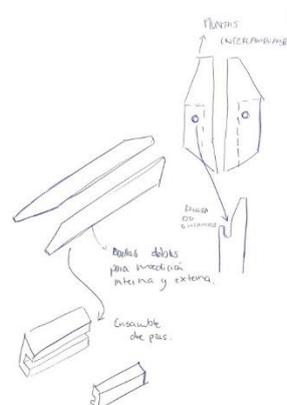
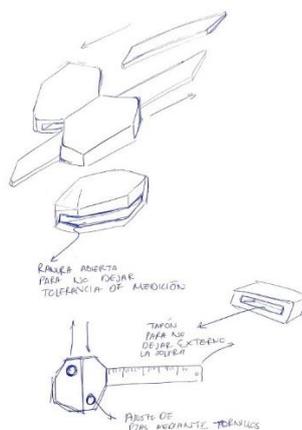
Las soleras empleadas para los antropómetros cuentan con una graduación y entintando sobre el grabado para poder visualizar la medida que se está tomando.

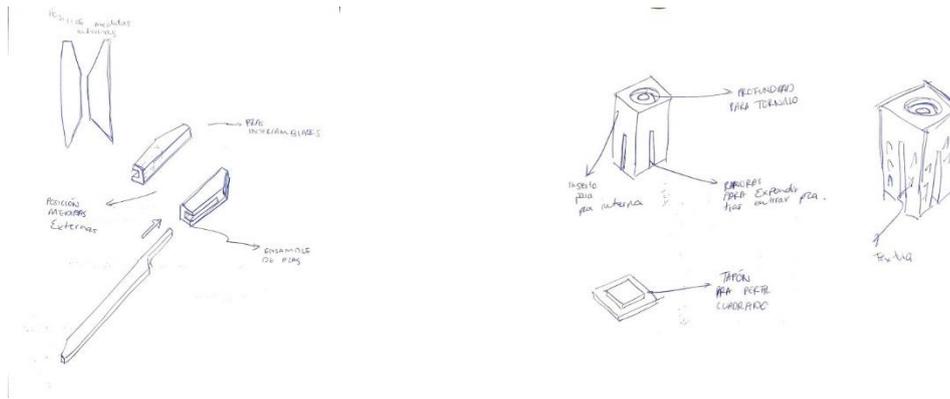


Figuras 32, 33, 34 y 35, Imágenes de instrumentos de medición antropométrica existentes dentro del laboratorio.

## BOCETAJE

A partir del análisis de los productos existentes se realizaron bocetos rápidos a fin de generar alternativas que ayuden a mejorar el uso del producto, disminuir la cantidad de piezas, mejorar los procesos de fabricación, entre otros.





Figuras 1, 2, 3 y 4, Bocetaje rápido.

## EXPERIMENTACIÓN

Partiendo del Bocetaje, se realizaron diferentes modelos de prueba para ayudar y culminar la forma final de producción de cada modelo.

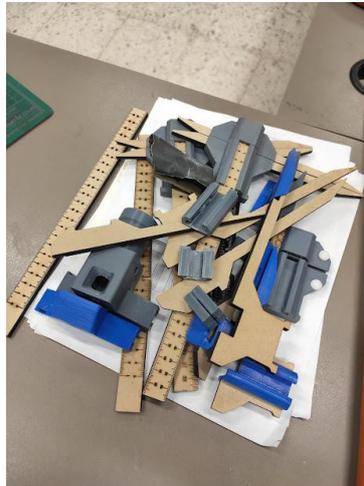


Figura 5, Prototipos.

Los primeros prototipos se centraron en diseñar un antropómetro que pudiera tomar tanto medidas internas como externas, ya que con los instrumentos existentes dentro del laboratorio sólo se toman medidas de carácter externo. En la figura 6, se muestra el modelado de dos piezas plásticas que funcionan como base principal para el deslizamiento de dos varillas, figura 7, sobre una solera de aluminio que ayudan a delimitar las partes del cuerpo que se requieren medir, figura 8.

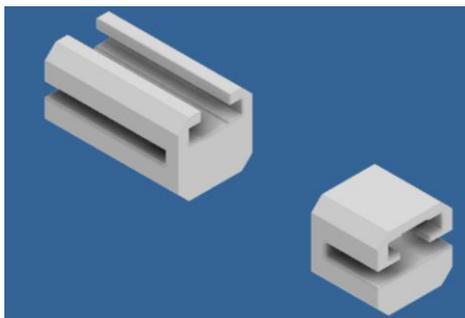


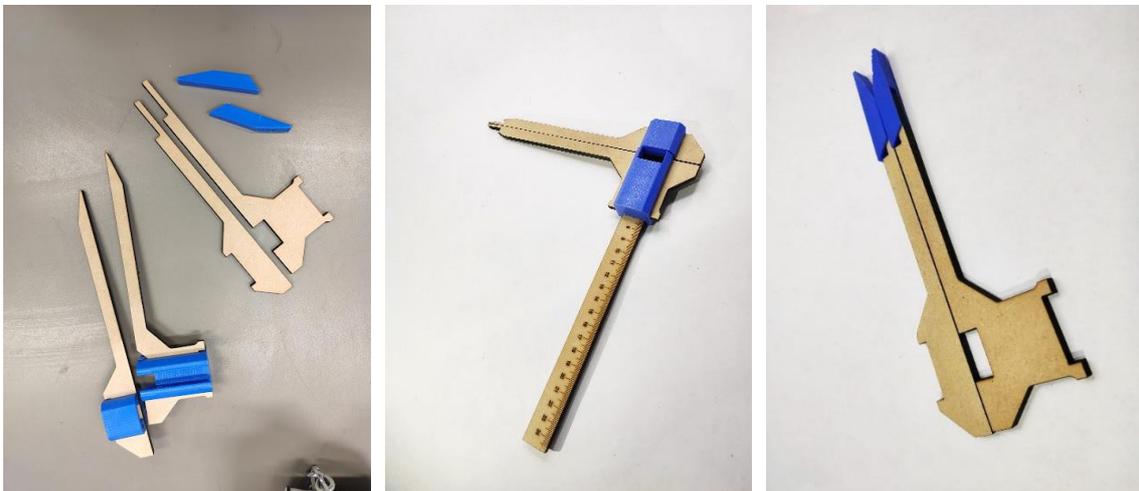
Figura 6, Piezas base para funcionamiento de antropómetro.

Figura 7, Modelo de varillas para antropómetro.



Figura 8, Toma de medidas antropométricas

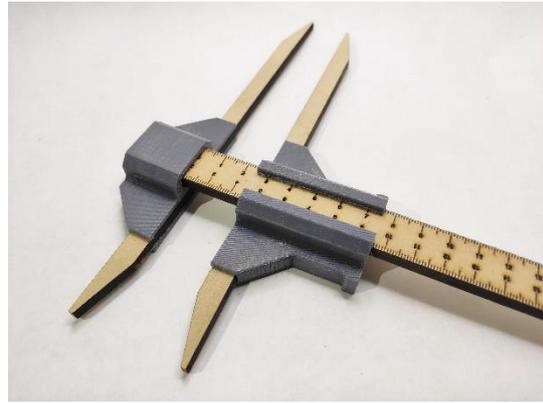
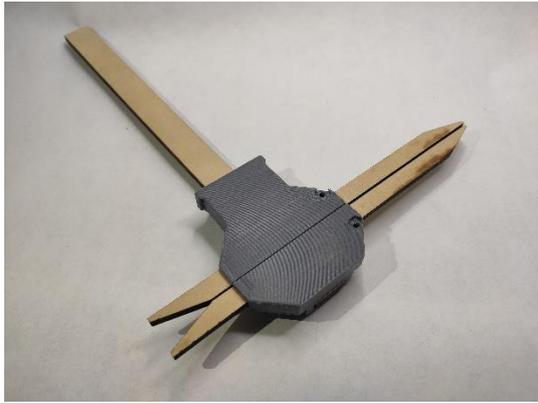
En las pruebas que se presentan en la figura 9 y figura 10 se propuso realizar un modelo que tuviera puntas intercambiables con el fin de tomar medidas internas y externas cuando se requiriera, sin embargo, las puntas resultaron peligrosas y poco accesibles para el corte sobre metal, además que con el uso se podrían romper.



Figuras 9, 10 y 11, Modelos de varillas para antropómetros

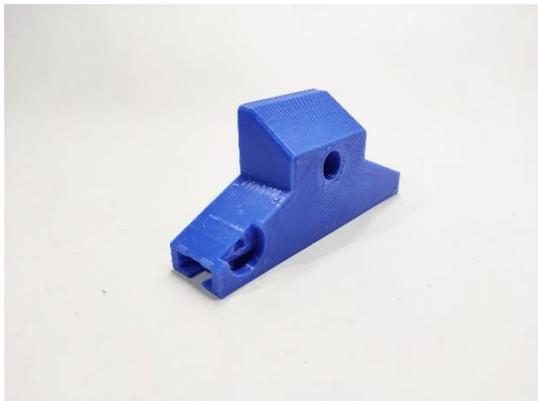
Las siguientes modificaciones se centraron en disminuir el número de piezas para facilitar su fabricación, se planteó realizar un antropómetro doble con pinzas intercambiables, en un sentido toma las medidas externas y en el otro sentido las medidas internas.

La barra central de metal se propuso grabar con medición doble para que un solo instrumento pudiera generar la doble función. Las varillas que ayudan a delimitar la parte del cuerpo que se desea medir, son desmontables para poder acomodarlas dependiendo del uso que se requiera, en la parte posterior de las piezas plásticas, se encuentran unos pequeños agujeros, figura 12, que a través de tornillos ayudan a sujetar las varillas evitando su movimiento para la toma de medidas con precisión.



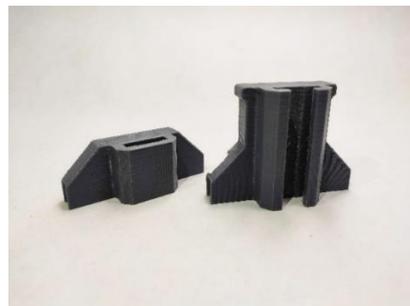
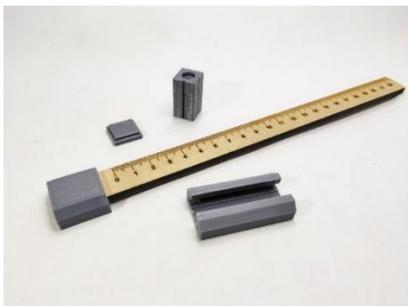
Figuras 12 y 13, Antropómetro doble

Los siguientes modelos, figuras 14 y 15, son piezas correspondientes al tallímetro, la pieza gris se desliza sobre un perfil cuadrado, el cual contiene los centímetros y ayuda a obtener longitudes más grandes. La pieza azul es una base que recubre la parte externa del perfil cuadrado.



Figuras 14 y 15, Piezas plásticas para tallímetro.

Los siguientes modelos que se presentan en la figura 16, corresponden a pequeños tapones y mecanismos de sujeción para el armado del tallímetro, debido a que este instrumento se encuentra segmentado en 4 partes con el objetivo de facilitar su transportación, así como la forma de resguardo. La figura 17, corresponde a las piezas finales que se emplearán para el antropómetro, se realizaron pequeños ajustes para conservar tolerancias entre los materiales.



Figuras 16 y 17, Modelos prueba de piezas plásticas para antropómetro.



Figuras 18 y 19, Modelos prueba de piezas plásticas para antropómetro con puntas intercambiables.

## RESULTADOS DEL MODELADO E IMPRESIÓN 3D Y CORTE LÁSER

Las pruebas realizadas ayudaron a mejorar los mecanismos de uso antes de su producción y permitieron analizar las necesidades reales del usuario para tomar medidas correctas de forma fácil y práctica. Cada prototipo sirvió para mejorar el rendimiento del producto y realizar pruebas de tolerancias entre los materiales existentes dentro del laboratorio para su posterior producción.

# Prototipos de Instrumentos De Medición Antropométrica

## FASE 1

### PRIMEROS PROTOTIPOS



Durante la primera etapa se realizó la impresión de múltiples piezas, que entremezclaban los principios de varios antropómetros ya existentes. Se experimentó con nuevas formas y métodos.

Durante ésta faceta las medidas eran aún caprichosas, además de que aún no se tenía claro que materiales y métodos se utilizarían en su construcción, así como las medidas y materiales de las piezas de aluminio con las que interactuarían.



LABORATORIO DE ERGONOMÍA

# Prototipos de Instrumentos De Medición Antropométrica

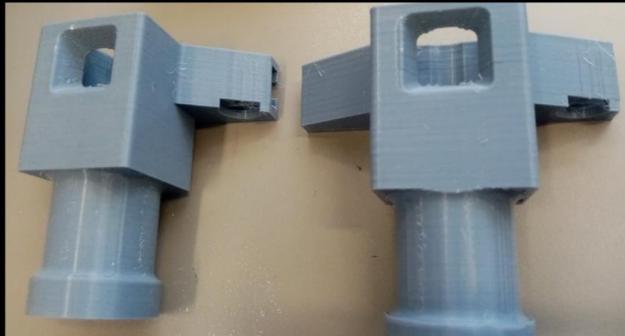
## FASE 2

---



### DEFINICIÓN DE LA FORMA

En esta etapa se estableció cual sería la forma correcta para fabricar un antropometro dentro de las capacidades del plantel. Aún hace falta ajustar diversos detalles, calibrar las medidas y definir su fabricación. Se estableció un tallímetro en dos piezas al igual que el antropometro. En ambos casos se definió que las puntas metálicas no estuvieran fijas a las uniones plásticas, si no que fueran ajustables e intercambiables.



---

LABORATORIO DE ERGONOMÍA

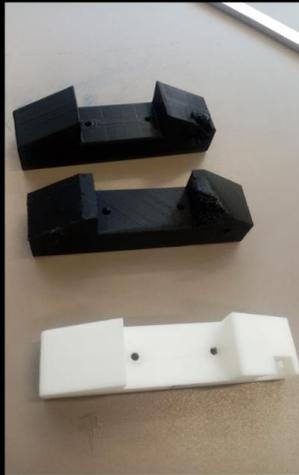
# Prototipos de Instrumentos De Medición Antropométrica

## FASE 3

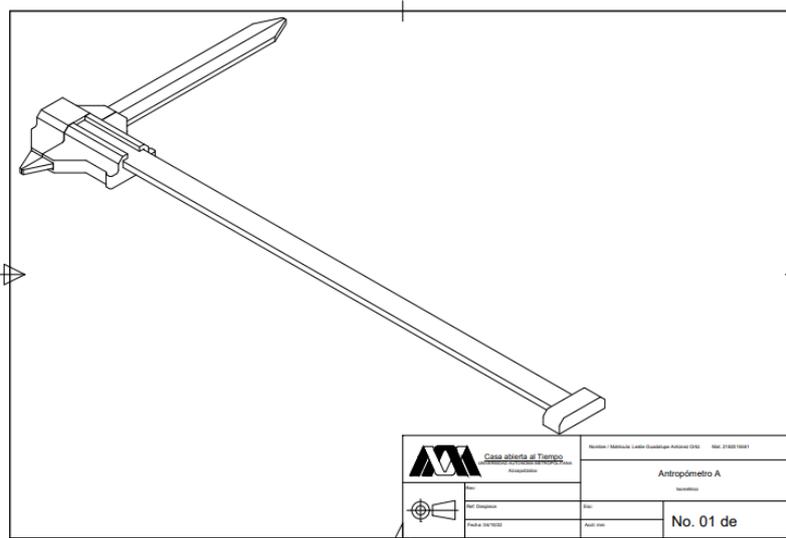


### DETALLES DE PRODUCCIÓN

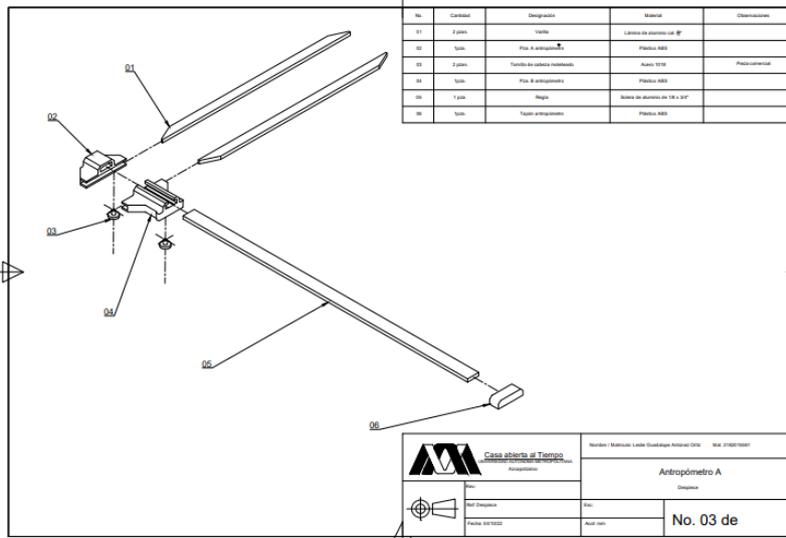
Se toma la elección de dividir el tallímetro en tres partes, con la intención de facilitar su producción. Esto a su vez genera algunos nuevos retos, como el uso de tornillos y de las uniones.



PLANOS TÉCNICOS

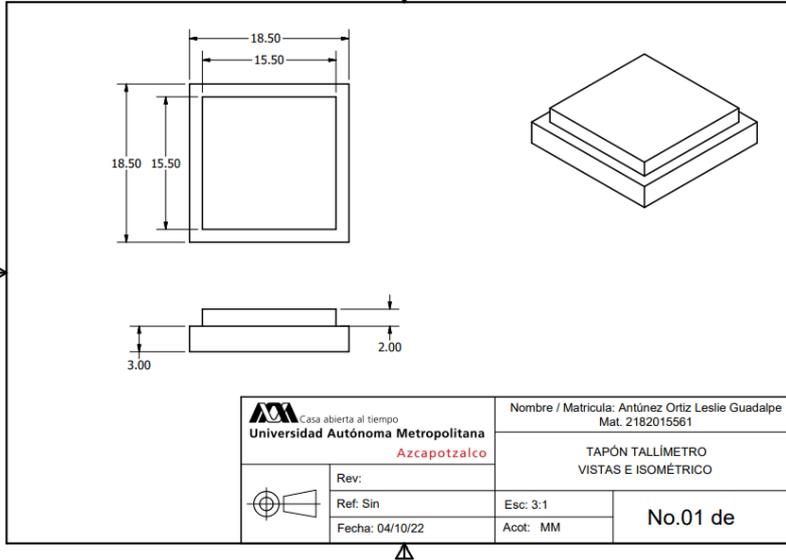


<b>Casa abierta al tiempo</b> Universidad Autónoma Metropolitana Azzcapotzalco		Nombre / Matricula: Leslie Guadalupe Antónico Ochoa Mat. 2182015561	
Proyecto: Antropómetro A		Materia:	
Ref: Sin	Esc:	<b>No. 01 de</b>	
Fecha: 04/10/22	Acot: MM		

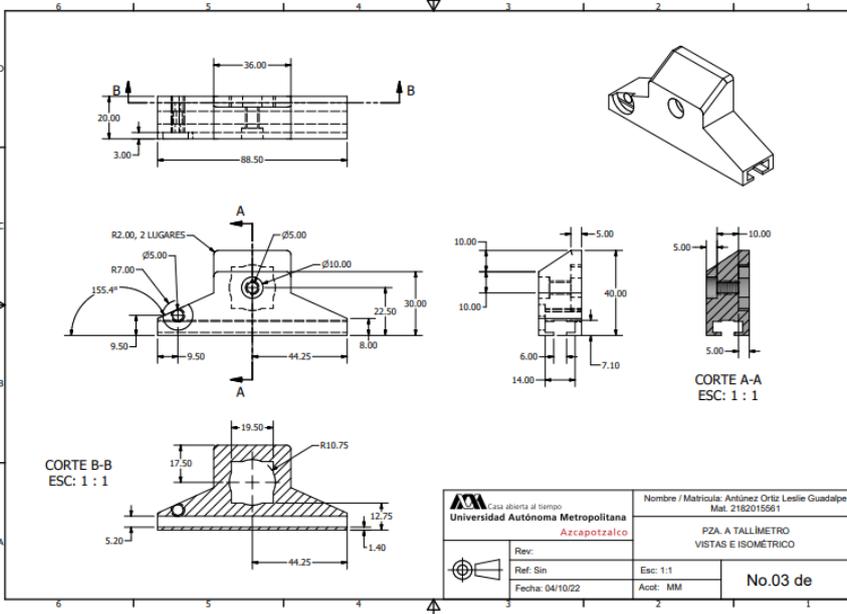
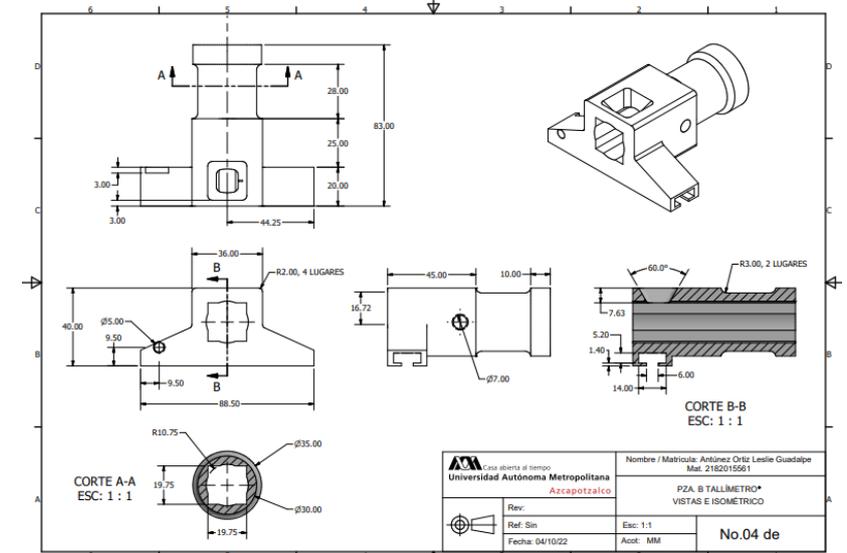
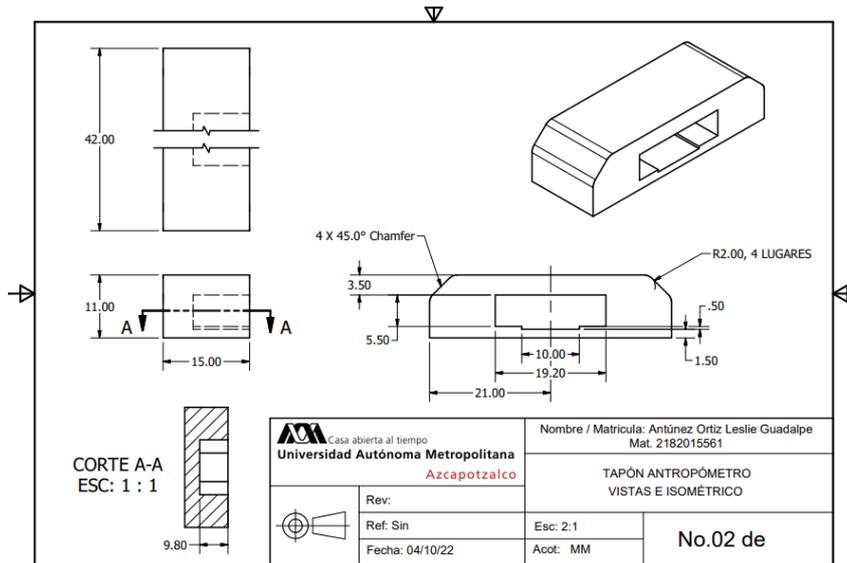


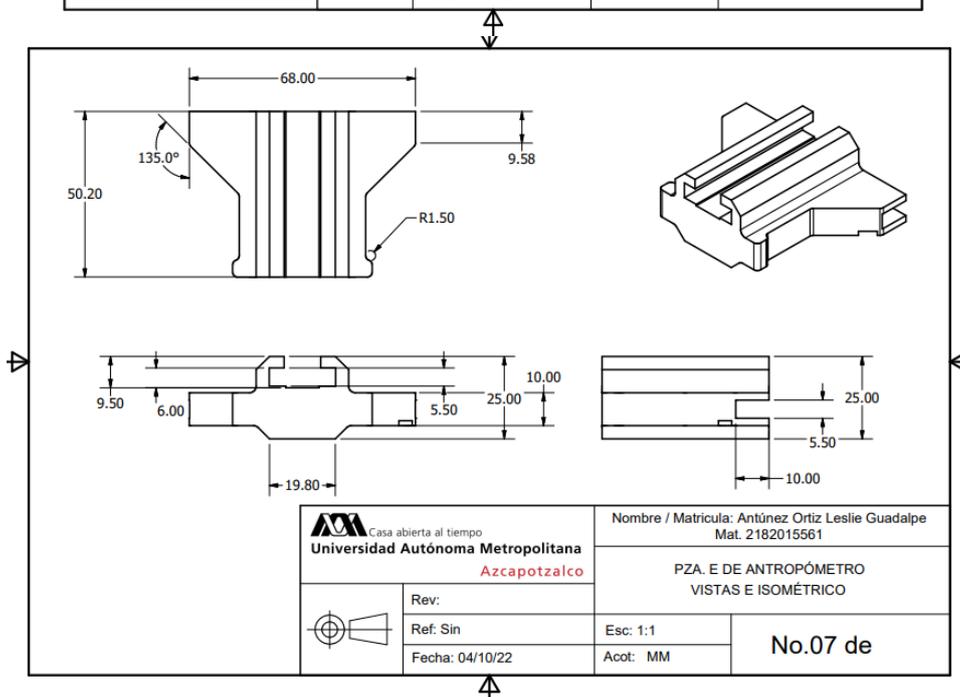
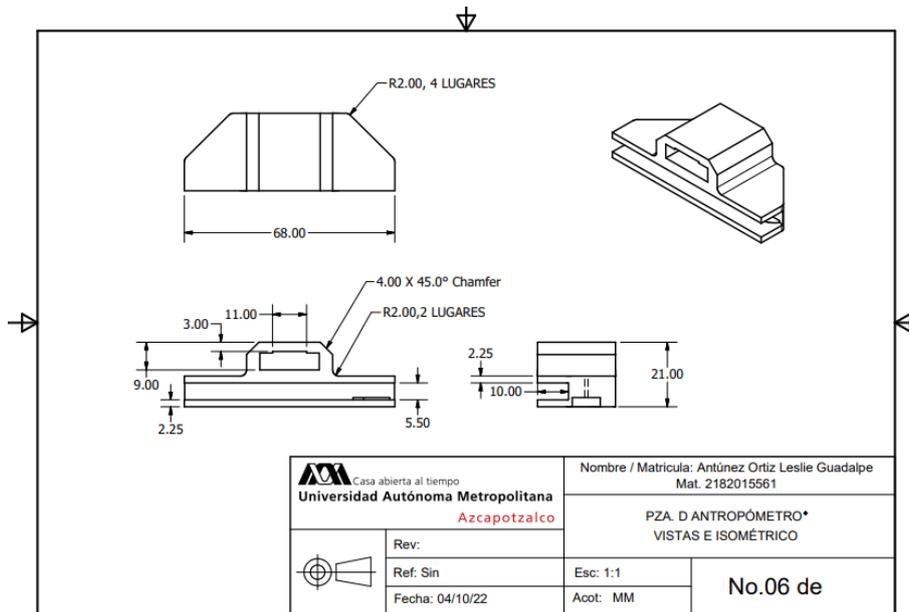
No.	Cantidad	Designación	Material	Observaciones
01	2 piezas	Varilla	Aluminio de aluminio con Ø"	
02	1 sola	Placa de aluminio	Aluminio 6061	
03	2 piezas	Tornillos de cabeza hexagonal	Acero 1018	Placa lateral
04	1 sola	Placa de aluminio	Aluminio 6061	
05	1 sola	Regla	Material de aluminio de 18 x 1.5"	
06	1 sola	Tapa antipolvo	Aluminio 6061	

<b>Casa abierta al tiempo</b> Universidad Autónoma Metropolitana Azzcapotzalco		Nombre / Matricula: Antónico Ortiz Leslie Guadalupe Mat. 2182015561	
Proyecto: Antropómetro A		Materia:	
Ref: Sin	Esc:	<b>No. 03 de</b>	
Fecha: 04/10/22	Acot: MM		



<b>Casa abierta al tiempo</b> <b>Universidad Autónoma Metropolitana</b> Azzcapotzalco		Nombre / Matricula: Antónico Ortiz Leslie Guadalupe Mat. 2182015561	
Proyecto: TAPÓN TALLIMETRO VISTAS E ISOMÉTRICO		Materia:	
Rev:	Esc: 3:1	<b>No.01 de</b>	
Ref: Sin	Acot: MM		
Fecha: 04/10/22			

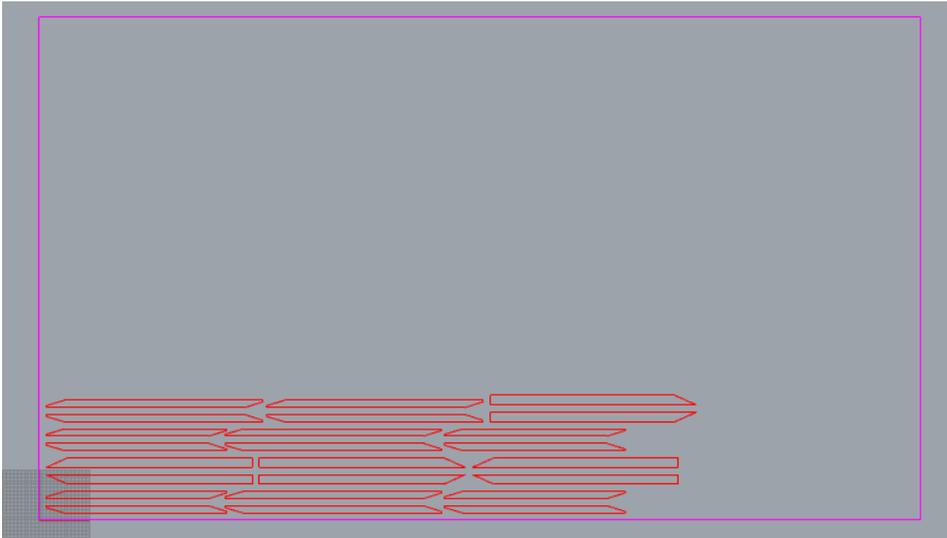




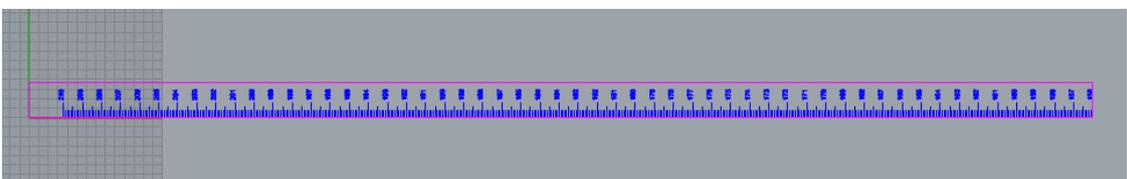
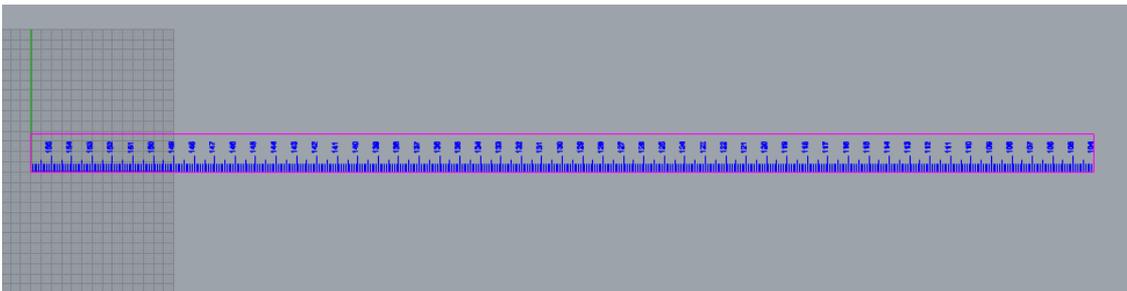
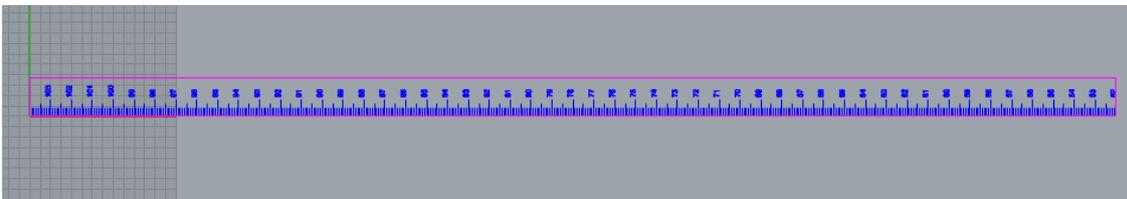
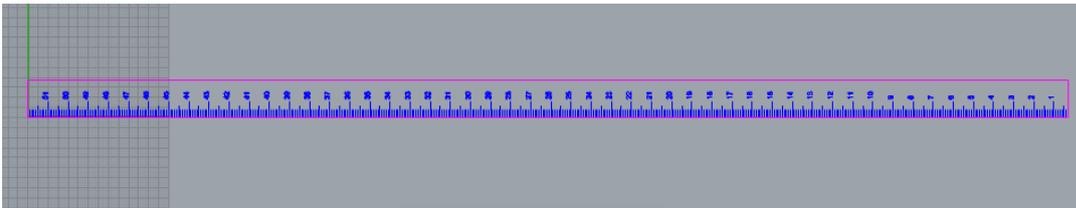
### VECTORES DE CORTE Y PROVEEDOR

Para la cotización de las piezas, se solicitó al proveedor MATERIAM el costo de corte y grabado laser sobre el material existente dentro del laboratorio, de todos los proveedores contactados, fue la única empresa que realizaba los dos procesos en conjunto (cortar y grabar con precisión). Se realizaron los archivos de corte y grabado con ajuste de dimensiones para el equipo con el que cuenta la empresa, ya que pueden realizar grabado máximo de 90 cm en el caso de los perfiles cuadrados y soleras. En el caso de la lámina, los trazos se ajustaron a 10 mm de separación entre cada pieza (requerimiento solicitado por la empresa). A continuación, se anexa la captura de los archivos enviados.

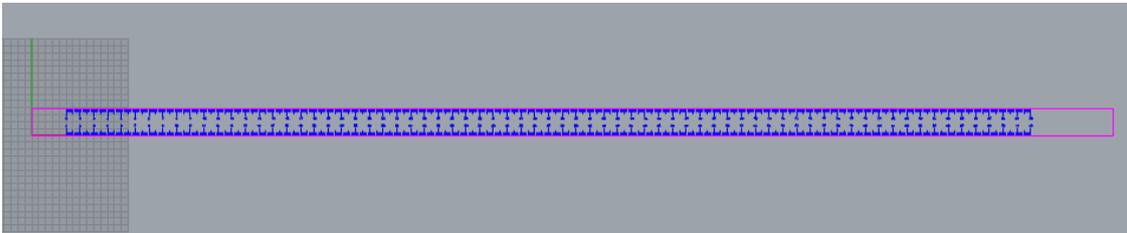
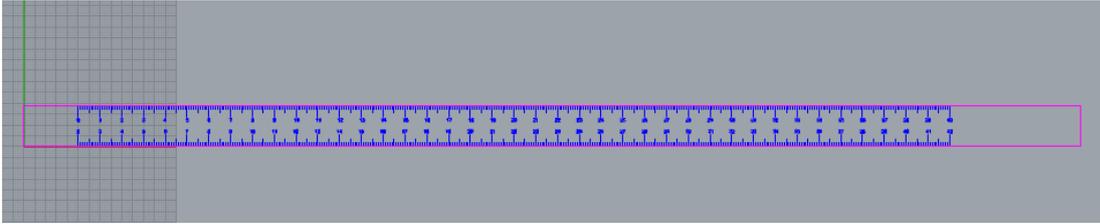
- LÁMINA DE ALUMINIO. Se representa en color rosa las dimensiones del material y en color rojo las piezas solicitadas para corte laser sobre metal.



- PERFIL RECTANGULAR CUADRADO (DEL 1 AL 4). Los archivos están seccionados debido a las dimensiones del equipo con el que cuenta MATERIAM y cada pieza cuenta con la graduación consecutiva (el color rosa representa material y el color azul el grabado sobre la pieza).



- SOLERA



## Conclusiones parciales

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron alternativas que pudieran mejorar el uso de instrumentación antropométrica dentro del laboratorio, por lo que se optó por diseñar antropómetros dobles los cuales pueden tomar medidas internas como externas según sea el caso, esto con el objetivo de disminuir la cantidad de instrumentos dentro de un kit de herramientas y cumplir el requerimiento multifuncional a fin de mejorar el uso del producto y favorecer la producción de piezas que abastezca la cantidad de equipo antropométrico requerido dentro del laboratorio. También se modelaron las piezas complementarias de uniones y ensamblajes para la realización de moldes que ayuden a fabricar las piezas en el material seleccionado, en este caso ABS, el estadímetro está seccionado en cuatro partes y se combina con perfiles cuadrados de aluminio, los cuales se propone realizar grabado de graduación numérica sobre el material para evitar errores de medición durante su uso. A pesar de ser cambios sencillos entre cada pieza, la experimentación permitió determinar las medidas finales de cada instrumento y generar una alternativa adecuada para la producción de dichos instrumentos.

Los instrumentos requieren alta precisión, por lo que no se realizaron cambios en las graduaciones ni longitudes. Estos productos emplean perfiles cuadrados y soleras graduadas acompañadas de piezas plásticas que facilitan la toma de medidas, por lo que se tomaron dimensiones exactas de las piezas existentes haciendo uso de un calibrador Vernier, posteriormente se realizó el proceso de modelado 3D de las piezas base que son utilizadas para el correcto funcionamiento de los antropómetros, se modeló utilizando el programa Inventor y se realizaron pruebas de los modelos en impresión 3D con material PLA para comprobar tolerancias entre las piezas.

En el caso de las piezas metálicas para la construcción (perfiles cuadrados y soleras) se desarrollaron vectores de corte para cotizar en AutoCAD 2D a fin de realizar los planos técnicos

para su producción, así mismo se desarrollaron pruebas/prototipos y planos para verificar tolerancias y funcionamiento sobre MDF de 6 mm para la simulación del producto final. Para su eficiente producción, se contempló dentro del diseño piezas comerciales como tornillería y tapones para perfiles metálicos.

## Bibliografía

### FUENTES DIGITALES

- Tramontina. *Herramientas industriales*. Consultado el 04 de octubre de 2022. <https://www.tramontina.com.br/es/p/44540002-512-calibrador-vernier-capacidad-200-mm-8-tramontina-pro#:~:text=Los%20calibradores%20Vernier%20son%20instrumentos,%2C%20anteriores%2C%20escal%C3%B3n%20y%20profundidad>.
- López, M., De la Vega, E., Ramírez, E., Chacara, A., Velarde, J.M., Báez, G. (2019) *Antropometría para el diseño de puestos de trabajo*. Consultado el 04 de octubre de 2022. <https://www.itson.mx/publicaciones/Documents/ingytec/libro%20antropometri%C3%81a.pdf>
- A. Castro Citera, M. Witriw, *Antropometría, técnicas de medición*. Consultado el 28 de noviembre de 2022. <https://www.fmed.uba.ar/sites/default/files/2020-08/Manual%20de%20T%C3%A9cnicas.pdf>
- Rabat, J., Rebollo, I., *Medidas Antropométrica*. Consultado el 28 de noviembre de 2022. <http://www.sspa.juntadeandalucia.es/sas/hantequera/promsalud/wp-content/uploads/sites/20/2015/03/Alimentaci%C3%B3n-y-medidas-antoprom%C3%A9tricas.pdf>
- Vitamex, *Estadimetro*. Consultado el 28 de noviembre de 2022. <https://www.vitamexdeoccidente.com/producto/estadimetro-seca-206/#tab-especificaciones>
- Zona nutrición, *Antropómetro digital*, Consultado el 28 de noviembre de 2022. <https://www.zonanutricion.mx/producto/antropometro-digital-avanutri/>
- Real mentin, *Antropómetro negro*, Consultado el 28 de noviembre de 2022. <https://realmetinstitute.com/producto/antropometro-pequeno-negro/>
- Servicios de salud de colima, *Utilización del estadimetro y la báscula*, Consultado el 28 de noviembre de 2022. [https://saludcolima.gob.mx/images/documentos/5\\_a\\_BASCULAS%20Y%20ESTADIMETROS.pdf](https://saludcolima.gob.mx/images/documentos/5_a_BASCULAS%20Y%20ESTADIMETROS.pdf)
- *Tratamientos protectores superficiales para el aluminio*. Consultado el 28 de noviembre de 2022. [https://www.revesconsult.com/descargas/propiedades\\_aluminio.pdf](https://www.revesconsult.com/descargas/propiedades_aluminio.pdf)
- Bacon, R., *El PVC*. Consultado el 28 de noviembre de 2022. <https://estudioyensayo.files.wordpress.com/2008/11/pvc.pdf>
- Carmenate, L., Moncada, F.A., Borjas, E.W. (2014). *Manual de medidas antropométricas*. Consultado el 28 de noviembre de 2022. <https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/8632/MANUAL%20ANTROPOMETRIA.pdf>

## FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

- KAPANDJI I.A. (1987), Cuadernos de fisiología articular. 4ª edición. Barcelona, Masson. S.A., ISBN: 9788431101596.
- NOGAREDA C. et al. (2008), Ergonomía. 5ª edición. Madrid: INSHT, ISBN: 978-84-7425-753-3.
- PANERO J., ZELNIK M. (2007), Las dimensiones humanas en los espacios interiores. Estándares antropométricos. México: Ed. G. Gili., 1991. ISBN: 968-887-328-4
- MONDELO, P., TORADA, G., DE PEDRO, E., GONZÁLEZ, Ó., GÓMEZ, M., (2002), Ergonomía 4: El Trabajo en Oficinas. México, E. Alfaomega.
- ÁVILA CHAURAND, ROSALÍO, PRADO LEÓN, LILIA R., GONZÁLEZ MUÑOZ, ELVIA L., (2001), Dimensiones Antropométricas de Población Latinoamericana: México, Cuba, Colombia, Chile, Guadalajara, México. Ediciones Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño; Colección Modular. Universidad de Guadalajara; Centro de Investigaciones en Ergonomía.

Ciudad de México, a 25 de abril del 2024  
Oficio No. AFMAAD.24.14

**Dr. Oscar Ochoa Flores**

Jefe del Departamento del  
Medio Ambiente para el Diseño  
P r e s e n t e

Por este medio me permito solicitar su apoyo para que se lleve a cabo el registro ante el H. Consejo Divisional de Ciencias y Artes para el Diseño, del reporte equivalente al 70% del avance del proyecto de investigación:

- N-515 Desarrollo de equipo y mobiliario antropométrico para el Laboratorio de Ergonomía

El objetivo del proyecto es diseñar y desarrollar equipo para toma de medidas antropométricas, para fortalecer la infraestructura del Laboratorio de Ergonomía, a la vez que la docencia y la investigación.

El reporte se entrega conforme los aspectos solicitados en el numeral 3.1.4.1. de los Lineamientos para la Investigación de la División de Ciencias y Artes para el Diseño, Registro y Seguimiento de las Áreas, Grupos, Programas y Proyectos.

Sin otro particular por el momento, agradezco de antemano su atención y reciba un cordial saludo.

Atentamente,  
"Casa Abierta al Tiempo"



**M.D.I. Haydeé A. Jiménez Seade** 

Jefa del Área de Factores del  
Medio Ambiente Artificial y Diseño  
Departamento de Medio Ambiente

## Fwd: Reporte final, equivalente al 70% del avance del Proyecto de Investigación: N-515

1 mensaje

Director de Ciencias y Artes para el Diseño <dircad@azc.uam.mx>  
Para: OFICINA TECNICA DIVISIONAL CYAD - <consdivcyad@azc.uam.mx>

27 de abril de 2024, 1:11

Estimada Lic. Lupita,

Te envío el siguiente documento para turnarlo por favor con la Comisión correspondiente, muchas gracias.

Saludos cordiales,

A r e l i

----- Forwarded message -----

De: CUENTA CORREO DEPARTAMENTO MEDIO AMBIENTE - <medioambiente@azc.uam.mx>

Date: vie, 26 abr 2024 a las 11:10

Subject: Reporte final, equivalente al 70% del avance del Proyecto de Investigación: N-515

To: Director de Ciencias y Artes para el Diseño <dircad@azc.uam.mx>

Buen día estimada Mtra. Areli,  
por este medio me permito solicitar presente ante el H. Consejo Dlvisional que usted dignamente preside, el Reporte Final, equivalente al 70% del avance del Proyecto de Investigación: N-515  
Sin más por el momento, me permito enviarle un cordial saludo

Dr. Oscar Ochoa Flores

**Departamento del Medio Ambiente**

*División de Ciencias y Artes para el Diseño*

*Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco*

---

### 3 adjuntos

 **Oficio registro REPORTE FINAL N-515 Equipo antropométrico.pdf**  
123K

 **DMA 095.04.2024 - Mtra. Areli García Presidente del H. Consejo Reporte 70% avance Proy de Inv..pdf**  
679K

 **N-515 Reporte final.pdf**  
2521K