

Desarrollo de una carta antropométrica integral para el diseño óptimo de una cabina ergonómica en el TECNM Campus Irapuato



Colaboración

Norma Elizabeth Rodríguez Bustos; Adrián Agustín Ríos Barreto; Mónica Mendoza Khors, Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Fecha de recepción: 02 de septiembre de 2024

Fecha de aceptación: 04 de marzo de 2025

RESUMEN: Este estudio desarrolla una carta antropométrica integral para el diseño de cabinas ergonómicas, dirigida a la población estudiantil del TecNM, departamento de Ingeniería Industrial campus Irapuato. A partir de un riguroso análisis de datos antropométricos, se establecieron parámetros precisos que optimizan la adaptabilidad de un diseño de cabina a las características físicas de los usuarios. Los resultados revelan mejoras estadísticamente significativas en los indicadores de confort, seguridad y disminución de enfermedades musculoesqueléticas de los usuarios, subrayando la relevancia de integrar la antropometría en el diseño industrial. Estos resultados confirman que el uso de herramientas antropométricas robustas es esencial para desarrollar espacios de trabajo personalizados y de alto rendimiento.

PALABRAS CLAVE: Ergonomía, Carta antropométrica, cabina ergonómica; salud ocupacional.

ABSTRACT: This study develops a comprehensive anthropometric chart for the design of ergonomic cabins, targeting the student population at TecNM, Department of Industrial Engineering, Irapuato Campus. Based on a rigorous analysis of anthropometric data, precise parameters were established to optimize the adaptability of the cabin design to the users' physical characteristics. The results reveal statistically significant improvements in indicators of comfort, safety, and a reduction in musculoskeletal disorders among users, emphasizing the importance of integrating anthropometry into industrial design. These findings confirm that the use of robust anthropometric tools is essential for developing personalized, high-performance workspaces.

KEYWORDS: Ergonomics, anthropometric chart, ergonomic cabin; occupational health.

INTRODUCCIÓN

La ergonomía se centra en optimizar la interacción entre el trabajador y su entorno, adaptando los espacios laborales a las características individuales de los usuarios para mejorar su bienestar, productividad y seguridad [1]. Este enfoque es especialmente crucial en la industria manufacturera, donde el diseño ergonómico de cabinas contribuye significativamente a

minimizar riesgos laborales y a reducir la incidencia de lesiones derivadas de posturas inadecuadas [2].

Para lograr un diseño óptimo, es imprescindible contar con un conocimiento detallado de las dimensiones corporales de los usuarios potenciales. En este sentido, la antropometría es la ciencia dedicada al estudio de las medidas y proporciones del cuerpo humano, la cual resulta fundamental para generar histogramas biométricos idóneos para el desarrollo de cartas antropométricas que sirvan de base en el diseño de equipos de protección personal, maquinaria y estaciones de trabajo [3]. Diversos estudios han demostrado que la aplicación sistemática de datos antropométricos permite adaptar de forma precisa los entornos laborales a la diversidad humana, reduciendo así los riesgos asociados a movimientos repetitivos, posturas forzadas y sobreesfuerzos [4]. Asimismo, investigaciones recientes han evidenciado que integrar estas metodologías en el proceso de diseño no solo optimiza la comodidad, sino que también incrementa la eficiencia y productividad [5], [6].

En respuesta a esta necesidad, el presente artículo desarrolla una carta antropométrica integral orientada a guiar la fabricación de cabinas ergonómicas. Mediante el análisis de las dimensiones corporales relevantes de una de la población de los estudiantes de ingeniería industrial del TecNM, se ha diseñado un modelo de cabina que maximiza la funcionalidad y la adaptabilidad a las necesidades reales de los usuarios. Este enfoque, basado en evidencia empírica, refuerza la importancia de incorporar metodologías antropométricas en el diseño ergonómico para la creación de entornos laborales seguros y eficientes.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se enmarca dentro de una investigación descriptiva, observacional y transversal, orientada a la recolección y análisis de datos antropométricos. Su objetivo es generar una carta antropométrica que sirva como herramienta base para diseñar cabinas ergonómicas que se ajusten de forma óptima a las dimensiones corporales de los estudiantes.

El método para diseñar la carta antropométrica que se describe en la Figura 1 representa los pasos metodológicos para el diseño de cabinas ergonómicas con el fin de garantizar que el espacio se adapte de manera precisa a las características físicas de los usuarios. Sin estos datos, es probable que se generen diseños que produzcan incomodidad, restricciones en el rango de movimiento y, en consecuencia, un aumento en la incidencia de lesiones por posturas forzadas y movimientos repetitivos. Esta metodología basada en evidencia, es clave para crear entornos laborales seguros, eficientes y orientados al bienestar del usuario.

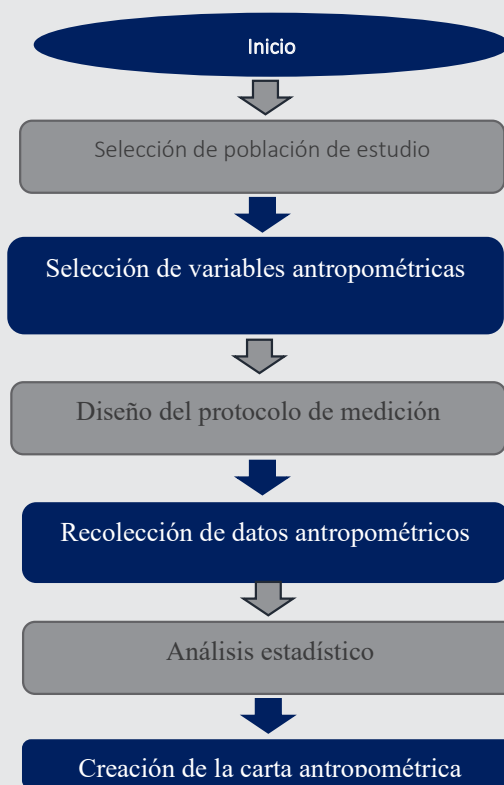


Figura 1. Ejemplo de diagrama de flujo para realizar una carta antropométrica.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 1. Selección de la Población de Estudio. La población objetivo para este estudio fue seleccionada con base en los usuarios del TecNM del campus Irapuato. La determinación del tamaño muestral se realizó considerando la necesidad de obtener datos precisos y representativos que permitan generalizar los hallazgos al conjunto de estudiantes de Ingeniería Industrial. Para ello, se utilizó una fórmula estadística basada en un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 2%, lo que permitió calcular una muestra que refleje la variabilidad de las dimensiones antropométricas dentro de la población estudiantil. Además, se consideraron estudios previos en el área de ergonomía y antropometría que sugieren que una muestra con una distribución equilibrada de variables relevantes (edad, género y nivel académico) es fundamental para capturar las diferencias significativas en las medidas corporales. En la ecuación 1 se encuentra la fórmula para calcular el tamaño de la muestra. [7].

$$n = \left(\frac{Z_{\alpha} * \sigma}{e} \right)^2 \quad \text{Ec. (1)}$$

Para este estudio se considera un nivel de confianza del 95 % ($Z=1.96$, este valor se obtiene de la tabla Z de distribución normal), una desviación estándar ($\sigma=5\text{cm}$) considerando la variabilidad de las estaturas de los estudiantes y un margen de error permitido de ($e = 2$).

Al sustituir las variables en la formula obtendremos que el número de estudiantes que son necesarios para la toma de las muestras antropométricas con un 95 % de confianza es de 24 alumnos tal como se observa en la ecuación 2.

$$n = \left(\frac{Z_{0.05} \cdot 5}{2} \right)^2 = 24 \quad \text{Ec. (2)}$$

El resultado obtenido fue de 24, pero es importante contemplar que no se podrá incluir a estudiantes con discapacidades físicas o trastornos musculo-esqueléticos que puedan distorsionar las medidas.

Paso 2. Selección de variables antropométricas. Se identifican las medidas corporales relevantes para el diseño de la cabina, como altura, anchura de hombros, etc. Para el diseño de este prototipo de cabina ergonómica se tomaran las dimensiones solo considerando el trabajo de pie. La selección de los datos antropométricos considerados para este trabajo se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Selección de variables antropométricas.

Datos antropométricos	
Edad	Anchura de hombros
Estatura (Talla)	Anchura de pecho
Peso del cuerpo	Anchura de cadera
Altura del cuerpo	Largura de brazo
Altura al ojo	Circunferencia de pecho
Altura al hombro	Circunferencia de cintura
Altura al codo	Circunferencia de cadera
Altura a la cadera	Largura de mano
Altura al gluteo	Largura de palma de la mano
Altura a la muñeca	Anchura de palma de la mano
Altura al tercer dedo	Diámetro de agarre de la mano
Anchura lateral de brazos	Largura del pie
Anchura de codos	Altura del pie
Largura de brazos	Anchura del pie
Largura de puño	

Fuente: Elaboración propia

Paso 3. Diseño del protocolo de medición. Se establece un protocolo estandarizado para la toma de medidas, asegurando la precisión y la consistencia de los datos, por tanto, todos los instrumentos serán calibrados previamente siguiendo protocolos estandarizados

para garantizar la validez y confiabilidad de las mediciones. Para este paso es necesario contar con las herramientas necesarias para tomar cada dato de la variable antropométrica definida en el paso 2. Para obtener el valor de cada dato antropométrico se utilizaron las herramientas que se enlistan en la Figura 2.

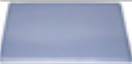
INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	IMAGEN	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN	IMAGEN
CINTA METRICA		TABLITA DE APOYO	
VERNIER		BÁSCULA	
FLEXOMETRO		TAPETE	
REGLA		GONIOMETRO	

Figura 2. Instrumentos necesarios para tomar las medidas antropométricas.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 4. Recolección de Datos Antropométricos. Se recopilaban datos antropométricos utilizando técnicas estándar, incluyendo mediciones de altura, longitud de brazos, anchura de hombros, entre otras. Estos datos fueron procesados y analizados para identificar las dimensiones clave que influyen en el diseño ergonómico de la cabina [3].

Posteriormente se tomaron las medidas a cada estudiante considerando que el tipo de vestimenta que no interfiera en las medidas de cada sector como se observa en la Figura 3.



(a)



(b)



(c)

Figura 3. Instrumentos necesarios para tomar las medidas antropométricas.

Fuente: Elaboración propia.

Cada una de las medidas se registró en una hoja de Excel como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2. Recolección de datos antropométricos.

Datos antropométricos / Muestras	1	2	3	4	5	←→	23	24
Edad	19	20	20	20	20	25	20	20
Estatura (Talla)	166	153	160	168	179	164	178	168
Peso del cuerpo	69	50	73	67	82.6	69.5	90	71
Altura del cuerpo	166	153	160	168	179	164	178	168
Altura al ojo	153	140	146	155	166	155	165	155
Altura al hombro	138	125	132	138	144	135	143	138
Altura al codo	106	100	97	103	111	105	110	106
Altura a la cadera	96	80	85	90	102	89	101	90
Altura al glúteo	75	65	71	77	80	75	79	76
Altura a la muñeca	83	74	75	80	86	78	85	79
Altura al tercer dedo	65	59	63	63	68	61	67	62
Anchura lateral de brazos	160	153	157	170	177	165	176	165
Anchura de codos	84	82	69	85	94	86	95	85
Largura de brazos	72	74	78	80	84	82	83	83
Largura de puño	64	64	74	67	74	68	73	69
Anchura de hombros	45	37	44	44	48	45	47	48
Anchura de pecho	35	32	38	30	37	32	36	35
Anchura de cadera	45	33	49	30	35	30	34	31
Largura de brazo	63	67	70	64	69	65	69	65
Circunferencia de pecho	95	90	108	93	103	94	107	102
Circunferencia de cintura	79	70	97	71	84	72	97	84
Circunferencia de cadera	110	90	111	86	96	88	102	96
Largura de mano	17	16	16	16	18	16	21	17
Largura de palma de la mano	9	9	10	9	10.5	9	10	9
Anchura de palma de la mano	8	7	7	8	9	8	11	7
Diámetro de agarre de la mano	5	5	4	5	5	5	7	4.5
Largura del pie	24	23	22	24.5	28	25.5	27.5	24
Altura del pie	7	5	6	8	11	8	11	8
Anchura del pie	8.3	7.5	9	9	10	9	10	9

Fuente: Elaboración propia.

Paso 5. Análisis estadístico. Se analizan los datos recopilados para calcular medidas de tendencia central, dispersión y percentiles como se observa en la Figura 4.

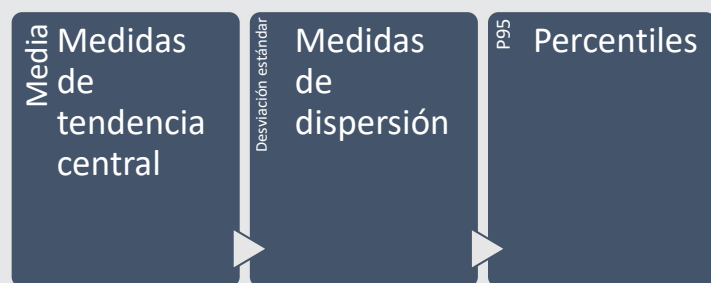


Figura 4. Procedimiento para análisis estadístico.

Fuente: Elaboración propia.

Se calculó cada parámetro de media y desviación estándar y se registró en la Tabla 3.

Tabla 3. Selección de variables antropométricas.

Datos antropométricos / Muestras	MEDIA	DESVEST
Edad	20.5	1.8516402
Estatura (Talla)	167	8.635475006
Peso del cuerpo	71.5125	11.71512301
Altura del cuerpo	167	8.635475006
Altura al ojo	154.375	8.683934263
Altura al hombro	136.625	6.093028803
Altura al codo	104.75	4.713203339
Altura a la cadera	91.625	7.614600637
Altura al glúteo	74.75	4.803272694
Altura a la muñeca	80	4.40778532
Altura al tercer dedo	63.5	3.023715784
Anchura lateral de brazos	165.375	8.634441003
Anchura de codos	85	8
Largura de brazos	79.5	4.472135955
Largura de puño	69.125	4.155461123
Anchura de hombros	44.75	3.535533906
Anchura de pecho	34.375	2.774243784
Anchura de cadera	35.875	7.180081575
Largura de brazo	66.5	2.618614683
Circunferencia de pecho	99	6.845227743
Circunferencia de cintura	81.75	10.89888592
Circunferencia de cadera	97.375	9.575825216
Largura de mano	17.125	1.726888201
Largura de palma de la mano	9.4375	0.623211727
Anchura de palma de la mano	8.125	1.356202682
Diámetro de agarre de la mano	5.0625	0.8634441
Largura del pie	24.8125	2.086307401
Altura del pie	8	2.138089935
Anchura del pie	8.975	0.822452778

Fuente: Elaboración propia.

Paso 6. Desarrollo de la Carta Antropométrica. Los datos antropométricos fueron utilizados para construir una carta que define las dimensiones críticas para el diseño de la cabina. Esta carta sirvió como guía durante el proceso de diseño, asegurando que se cumplieran los requisitos ergonómicos para un trabajo de pie para el percentil del 95 %.

Los datos antropométricos se expresan mayormente en percentiles. Considerando que el percentil es una medida que indica el porcentaje de la población que podrá utilizar la cabina, sin riesgo a sufrir un trastorno musculoesquelético a causa del diseño de la misma. En la Figura 5 se muestra la explicación de los valores del percentil 5 al 95 representados en la curva normal.

Para el cálculo de los percentiles se utiliza la fórmula de la ecuación 3, donde el valor de z del nivel de confianza del 95 % unilateral es 1.645. [9].

$$P_{95\%} = \mu + \sigma (1.645) \quad \text{Ec. (3)}$$

Para calcular el valor del percentil de la altura de la cabina se realiza con el dato de altura del cuerpo y se obtuvieron de las variables $\mu=167$ cm, y $\sigma=8.64$

$$P_{95\%} = 167 \text{ cm} + (8.64 * 1.645) = 181.21 \text{ cm} \quad \text{Ec. (4)}$$

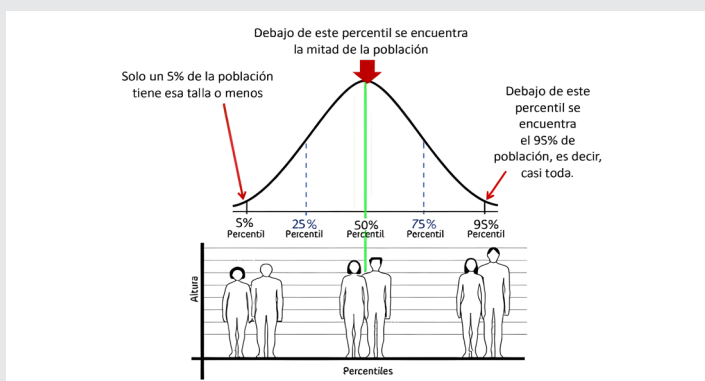


Figura 5. Explicación de percentiles.

Fuente: ¿Cómo elaborar percentiles?, formula y procedimiento [8].

Este procedimiento se repite para cada dato antropométrico y se registra en la Tabla 4 como se muestra a continuación:

Tabla 4. Cálculo de percentiles.

Datos antropométricos / Muestras	MEDIA	DESVEST	z del 5%	z del 95%	percentil 95%
Edad	20.5	1.85164	1.96	1.645	23.546
Estatura (Talla)	167	8.63548	1.96	1.645	181.205
Peso del cuerpo	71.5125	11.7151	1.96	1.645	90.784
Altura del cuerpo	167	8.63548	1.96	1.645	181.205
Altura al ojo	154.375	8.68393	1.96	1.645	168.660
Altura al hombro	136.625	6.09303	1.96	1.645	146.648
Altura al codo	104.75	4.7132	1.96	1.645	112.503
Altura a la cadera	91.625	7.6146	1.96	1.645	104.151
Altura al gluteo	74.75	4.80327	1.96	1.645	82.651
Altura a la muñeca	80	4.40779	1.96	1.645	87.251
Altura al tercer dedo	63.5	3.02372	1.96	1.645	68.474
Anchura lateral de brazos	165.375	8.63444	1.96	1.645	179.579
Anchura de codos	85	8	1.96	1.645	98.160
Largura de brazos	79.5	4.47214	1.96	1.645	86.857
Largura de puño	69.125	4.15546	1.96	1.645	75.961
Anchura de hombros	44.75	3.53553	1.96	1.645	50.566
Anchura de pecho	34.375	2.77424	1.96	1.645	38.939
Anchura de cadera	35.875	7.18008	1.96	1.645	47.686
Largura de brazo	66.5	2.61861	1.96	1.645	70.808
Circunferencia de pecho	99	6.84523	1.96	1.645	110.260
Circunferencia de cintura	81.75	10.8989	1.96	1.645	99.679
Circunferencia de cadera	97.375	9.57583	1.96	1.645	113.127
Largura de mano	17.125	1.72689	1.96	1.645	19.966
Largura de palma de la mano	9.4375	0.62321	1.96	1.645	10.463
Anchura de palma de la mano	8.125	1.3562	1.96	1.645	10.356
Diámetro de agarre de la mano	5.0625	0.86344	1.96	1.645	6.483
Largura del pie	24.8125	2.08631	1.96	1.645	28.244
Altura del pie	8	2.13809	1.96	1.645	11.517
Anchura del pie	8.975	0.82245	1.96	1.645	10.328

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realiza el diseño de la carta antropométrica considerando los diagramas de gauss de cada dato antropométrico y calculando todos los percentiles requeridos como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Diseño de la carta antropométrica.

N. formato	1				de	1	Revisa	Norma Elizabeth Rodríguez Bustos			
Departamento	Producción						Fecha	1 de noviembre del 2023			
Analista	Michelle Martínez						Otros				
Datos antropométricos	1	↔	23	24	MEDIA	DESVEST	z del 5%	z del 95%	percentil 5% sup	percentil 5% inf	percentil 95%
/ Muestras											
Edad	19	25	20	20	20.5	1.85164	1.96	1.645	24.12921	16.87079	23.546
Estatura (Talla)	166	164	178	168	167	8.63548	1.96	1.645	183.9255	150.0745	181.205
Peso del cuerpo	69	69.5	90	71	71.5125	11.7151	1.96	1.645	94.47414	48.55086	90.784
Altura del cuerpo	166	164	178	168	167	8.63548	1.96	1.645	183.9255	150.0745	181.205
Altura al ojo	153	155	165	155	154.375	8.68393	1.96	1.645	171.3955	137.3545	168.660
Altura al hombro	138	135	143	138	136.625	6.09303	1.96	1.645	148.5673	124.6827	146.648
Altura al codo	106	105	110	106	104.75	4.7132	1.96	1.645	113.9879	95.51212	112.503
Altura a la cadera	96	89	101	90	91.625	7.6146	1.96	1.645	106.5496	76.70038	104.151
Altura al gluteo	75	75	79	76	74.75	4.80327	1.96	1.645	84.16441	65.33559	82.651
Altura a la muñeca	83	78	85	79	80	4.40779	1.96	1.645	88.63926	71.36074	87.251
Altura al tercer dedo	65	61	67	62	63.5	3.02372	1.96	1.645	69.42648	57.57352	68.474
Anchura lateral de brazos	160	165	176	165	165.375	8.63444	1.96	1.645	182.2985	148.4515	179.579
Anchura de codos	84	86	95	85	85	8	1.96	1.645	100.68	69.32	98.160
Largura de brazos	72	82	83	83	79.5	4.47214	1.96	1.645	88.26539	70.73461	86.857
Largura de puño	64	68	73	69	69.125	4.15546	1.96	1.645	77.2697	60.9803	75.961
Anchura de hombros	45	45	47	48	44.75	3.53553	1.96	1.645	51.67965	37.82035	50.566
Anchura de pecho	35	32	36	35	34.375	2.77424	1.96	1.645	39.81252	28.93748	38.939
Anchura de cadera	45	30	34	31	35.875	7.18008	1.96	1.645	49.94796	21.80204	47.686
Largura de brazo	63	65	69	65	66.5	2.61861	1.96	1.645	71.63248	61.36752	70.808
Circunferencia de pecho	95	94	107	102	99	6.84523	1.96	1.645	112.4166	85.58335	110.260
Circunferencia de cintura	79	72	97	84	81.75	10.8989	1.96	1.645	103.1118	60.38818	99.679
Circunferencia de cadera	110	88	102	96	97.375	9.57583	1.96	1.645	116.1436	78.60638	113.127
Largura de mano	17	16	21	17	17.125	1.72689	1.96	1.645	20.5097	13.7403	19.966
Largura de palma de la mano	9	9	10	9	9.4375	0.62321	1.96	1.645	10.65899	8.216005	10.463
Anchura de palma de la mano	8	8	11	7	8.125	1.3562	1.96	1.645	10.78316	5.466843	10.356
Diámetro de agarre de la mano	5	5	7	4.5	5.0625	0.86344	1.96	1.645	6.75485	3.37015	6.483
Largura del pie	24	25.5	27.5	24	24.8125	2.08631	1.96	1.645	28.90166	20.72334	28.244
Altura del pie	7	8	11	8	8	2.13809	1.96	1.645	12.19066	3.809344	11.517
Anchura del pie	8.3	9	10	9	8.975	0.82245	1.96	1.645	10.58701	7.362993	10.328

Fuente: Elaboración propia

Dentro de la estructura de la carta antropométrica se incluyen los diagramas de los percentiles como se muestra en el ejemplo de la Figura 6, en la cual se observa la campana de gauss con el percentil de la variable de altura.

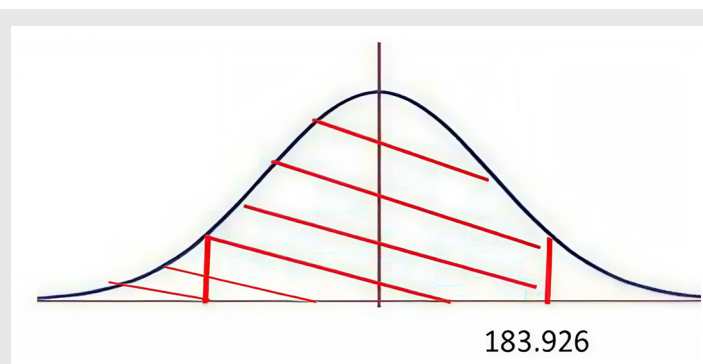


Figura 6. Representación del percentil de altura.

Fuente: Elaboración propia.

Paso 7. Diseño de la Cabina. El diseño de la cabina se llevó a cabo en colaboración con los alumnos de ergonomía de la carrera de Ingeniería Industrial. Se aplicaron los datos de la carta antropométrica para ajustar las dimensiones de la cabina y garantizar que cumpliera con los estándares de ergonomía [6]. Se toman en consideración las dimensiones de los percentiles tal como se observa en la Figura 7.

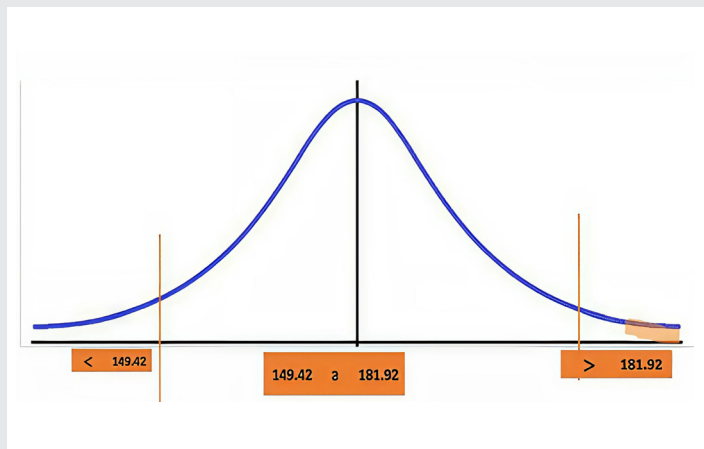


Figura 7. Datos de los percentiles de cada dimensión.

Fuente: Elaboración propia.

Con referencia a la carta antropométrica se realizó el diseño de la cabina ergonómica en el software de AutoCAD tomando en consideración cada dato de los percentiles calculados en la carta antropométrica.

De las 29 variables (partes del cuerpo) que se tomaron en consideración para el diseño de la cabina, las que resultan más significativas son:

La altura, que es un factor clave para el diseño de la cabina, especialmente en relación con el espacio libre para la cabeza y el acceso a los controles.

El ancho de hombros influye en la anchura del asiento y el espacio libre para los brazos.

La longitud de los brazos determina el alcance de los controles y la comodidad al operar la cabina.

En la Figura 8 se muestra la vista frontal del diseño de la cabina ergonómica, para esta vista se considera que la longitud de las piernas afecta el espacio libre.

En la Figura 9 se muestra la vista isométrica del diseño de la cabina.

En la Figura 10 se muestran las dimensiones y el diseño de la vista lateral de la cabina.

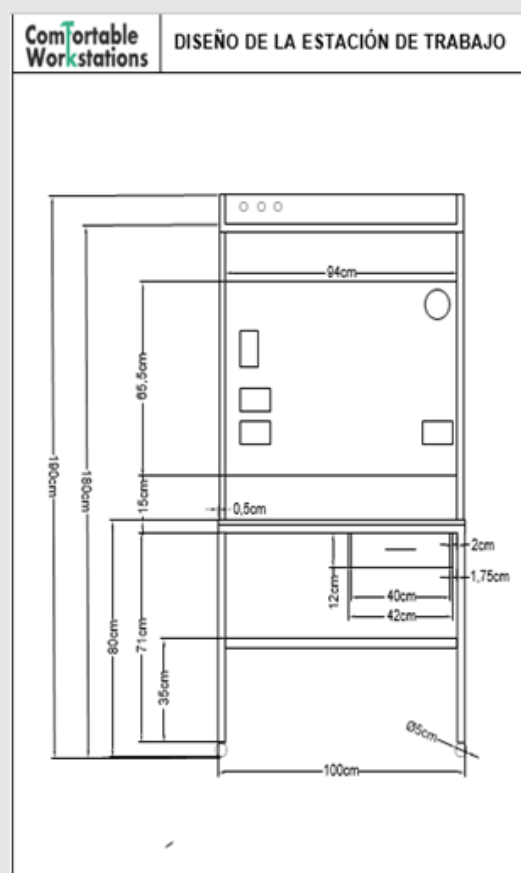


Figura 8. Vista frontal del diseño de la cabina.

Fuente: Elaboración propia.

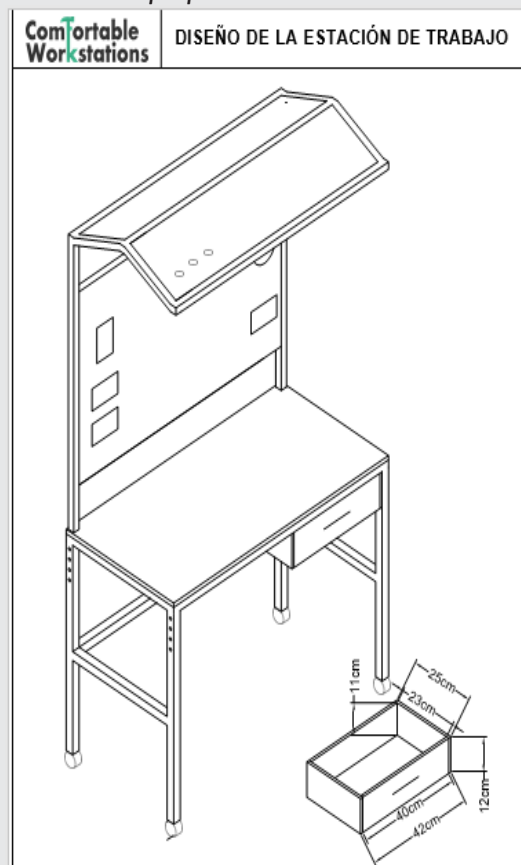


Figura 9. Vista Isométrica del diseño de la cabina.

Fuente: Elaboración propia.

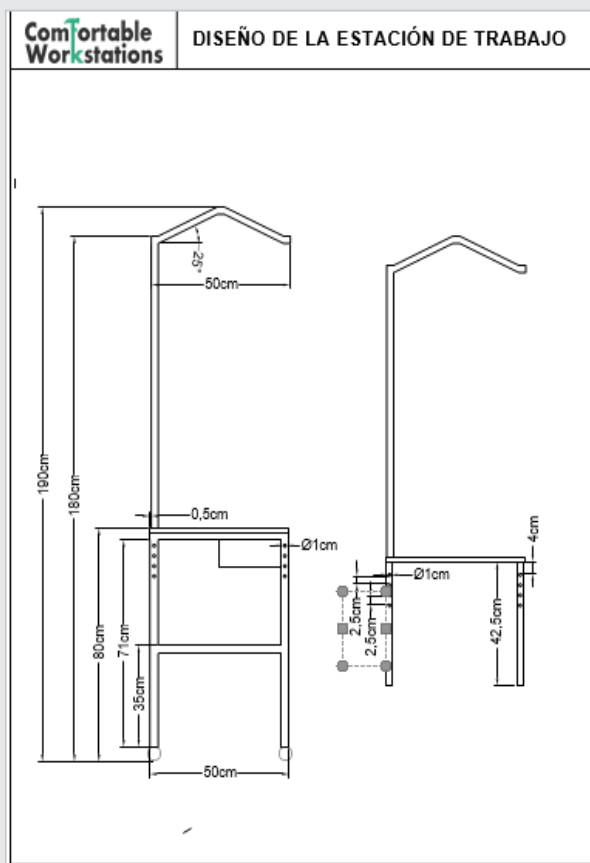


Figura 10. Vista lateral del diseño de la cabina.

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS

El análisis de los datos antropométricos se llevó a cabo mediante un enfoque estadístico riguroso, utilizando Excel, que permiten realizar análisis descriptivos, obtención de las medidas de tendencia central como media y desviación estándar. Con estos datos se calculan los percentiles para obtener los valores de las variables de la carta antropométrica y proceder con el diseño en el software de AutoCAD para validar el modelo de la cabina. Tras aplicar esta metodología estadística, se procedió a elaborar una carta antropométrica que sirvió como base para el desarrollo del prototipo de cabina. Los resultados obtenidos indicaron mejoras significativas en la comodidad y la funcionalidad de la cabina, las cuales fueron evaluadas mediante encuestas a los usuarios sobre su experiencia al usar el nuevo diseño. Estos resultados se compararon con los obtenidos de diseños previos, demostrando una reducción en el reporte de incomodidad y una mejora en la percepción de ergonomía respecto a las versiones anteriores, según los puntajes promedio de las encuestas. En cuanto a aspectos ergonómicos específicos, la implementación de la carta antropométrica permitió lograr ajustes cruciales en la altura de la mesa de trabajo de la cabina, la distribución de los controles y la visibilidad de las pantallas, adaptándolos a las dimensiones corporales más comunes de los estudiantes. Por ejemplo, se ajustó la altura de la mesa en base al percentil 95 de

la estatura de los estudiantes y la longitud del torso, resultando en una mejora en el soporte cervical y la reducción de la tensión en la espalda. Además, la disponibilidad de espacio adecuado para los movimientos de los usuarios contribuyó significativamente a la mejora de la postura y la reducción de movimientos forzados, con un aumento del 58 % en el confort y 100 % de mejora en ajustabilidad. En la Figura 10 se muestra que de los 24 alumnos de esta investigación en el factor de confort 14 de ellos observaron un aumento significativo con respecto a los módulos existentes en el laboratorio y el total de la muestra (24) reportó una mejora del 100 % en el índice de ajustabilidad, lo cual abona significativamente a la disminución de las lesiones musculoesqueléticas.

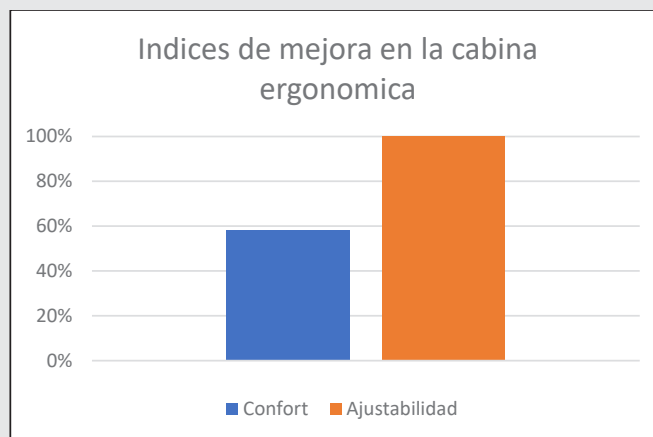


Figura 11. Gráfico de índices de mejora de la cabina.

Fuente: Elaboración propia.

Al aplicar esta carta, se desarrolló una cabina que ofrece un ajuste mejorando significativamente la comodidad y la funcionalidad en comparación con diseños previos. El análisis de los resultados ha revelado patrones interesantes en las dimensiones corporales de la población objetivo. Se ha observado que la altura, el ancho de hombros, la longitud de brazos y piernas, y las dimensiones de la cabeza y el torso varían significativamente entre los individuos. Estos hallazgos son cruciales para el diseño de cabinas ergonómicas, ya que las dimensiones corporales influyen en la posición de los usuarios, el alcance de los controles, la visibilidad de las pantallas y la comodidad general. Esta carta antropométrica proporciona una guía detallada para el diseño de cabinas que se adapten a un rango amplio de usuarios, considerando su variabilidad física y mejorando significativamente el confort, por tanto, la productividad aumentará significativamente.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la carta antropométrica integral ha proporcionado una herramienta valiosa para el diseño de cabinas ergonómicas. La carta considera un rango amplio de medidas corporales, incluyendo altura, ancho de hombros, longitud de brazos y piernas, y dimensiones de la cabeza y el torso.

Este estudio demuestra que la elaboración de una carta antropométrica es esencial para la creación de cabinas ergonómicas que sean seguras y cómodas para los usuarios. Esta investigación confirma que el uso de datos antropométricos en el diseño industrial puede llevar a mejoras significativas en la funcionalidad y la seguridad de los productos manufacturados. Futuras investigaciones deberían enfocarse en la validación de este procedimiento en diferentes contextos industriales y poblacionales.

Los resultados de este estudio subrayan la importancia de la antropometría en el diseño ergonómico. La carta desarrollada no solo proporciona una guía clara para la fabricación de cabinas, sino que también destaca la necesidad de considerar variaciones individuales dentro de la población objetivo. Además, se discutieron las limitaciones del estudio, como la necesidad de ampliar la muestra para incluir una mayor diversidad de usuarios [9].

La carta se puede utilizar como referencia para la selección de los materiales, la configuración de los asientos, la ubicación de los controles, el diseño de las pantallas y la distribución general del espacio.

Para futuras investigaciones, se sugiere realizar estudios adicionales para realizar cabinas ergonómicas enfocadas en la inclusividad como estudiantes con sillas de ruedas o alguna discapacidad visual o auditiva. También se puede considerar la inclusión de otras medidas antropométricas, como la circunferencia del pecho y la longitud de la espalda, para mejorar la precisión del diseño ergonómico.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Y. Torres, and Y. Rodriguez. "Surgimiento y evolución de la ergonomía como disciplina: reflexiones sobre la escuela de los factores humanos y la escuela de la ergonomía de la actividad". *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* [online]. vol.39, n.2 [cited 2025-02-24], e342868. Available from: <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-386X2021000200010&lng=en&nrm=iso>Epub Nov 01, 2021. ISSN 0120-386X. <https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.e342868>. 2021.

[2] MH. Saavedra, "Aplicaciones de la metodología TRIZ en el diseño ergonómico de estaciones de trabajo". *Industrial Data*, vol. 16, núm. 1, pp. 102-107. Enero-junio, 2013.

[3] F. Esparza, and R. Vaquero, *Antropometría: Fundamentos para la aplicación e interpretación*. 1ra ed. Editorial:Aula Magna. 2023.

[4] MJ. Agost, M. Vergara, (2015) *Antropometría aplicada al diseño de producto*. 1ra ed. Editorial: Editorial: Publicacions de la Universitat Jaume. 2023

[5] J. Lopez. *Productividad*. 1ra ed. Editorial:Palibrio. 2012.

[6] H. Gutiérrez. *Calidad y productividad*. 3ra ed. Editorial: Mc Graw Hill. 2010.

[7] G. Hernández. "Uso de medidas antropométricas para el diseño de estaciones de trabajo enfocado a operadoras de las industrias de la ZMG". *Repositorio CIATEQ*. Junio 2016.

[8] O. Casilleros. *¿Cómo calcular percentiles? Fórmula y procedimiento*. *Portal Psicología y Mente*. <https://psicologiymente.com/miscelanea/como-calcular-percentiles>. Septiembre 3, 2019.

[9] D. M. Dudek, "Anthropometric design of workstations and work environments," *Int. J. Ind. Ergon.*, vol. 23, no. 3, pp. 231-242, Jun. 2003.

