



Universidad
Zaragoza

ANEXOS

Diseño de mobiliario exterior para restaurante con inspiración marina utilizando fabricación aditiva para la marca Suagongo

Design of outdoor furniture for a restaurant with marine inspiration using additive manufacturing for the Suagongo brand.

Autor

Rosario Litago Bienzobas

Director/es

Sergio Aguado Jiménez

Ingeniería de diseño industrial y desarrollo del producto

Facultad de ingeniería y arquitectura

2024/25

ÍNDICE

1. Estudio de mercado	5
2. Normas	8
3. Técnicas de impresión 3d	14
4. Materiales impresión 3d	21
4.1 Materiales plásticos.....	21
4.2 Materiales metálicos	23
4.3 Materiales cerámicos.....	24
4.4 Materiales orgánicos.....	24
5. Equipos de impresión	25
6. Tabla de ponderación	32
7. Selección de material y equipo de impresión	33
7.1 Criterios de selección.....	33
7.2 Selección de material.....	34
7.3 Selección de equipo de impresión.....	38
8. Modelado 3d	39
9. Justificación de dimensiones	40
10. Análisis estructural.....	40
10. Optimización topográfica	44
11. Estimación precio de venta	47
12. Tablas de estudio de mercado y antropométricas	49

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1:FDM.	15
Figura 2: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión SLA.	16
Figura 3: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión SLS.	17
Figura 4: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión PolyJet.	17
Figura 5: Esquema sobre el funcionamiento de la tecnología Chorro de Aglutinante. ...	18
Figura 6: Impresión 3D con arcilla.	19
Figura 7: Bioimpresora.	20
Figura 8: Impresión 3D por fundición a presión de aluminio.	20
Figura 9: Ventajas y desventajas materiales plásticos.	22
Figura 10: Ventajas y desventajas materiales metálicos.	23
Figura 11: Equipo de impresión BigRep Pro.	26
Figura 12: Equipo de impresión Kuka Waam.	26
Figura 13: Tipo de impresión WASP Crane.	27
Figura 14: Equipo de impresión Massivit 1800/1800 Pro	27
Figura 15: Equipo de impresión CEAD AM Flexbot	28
Figura 16: Equipo de impresión EOS P3 Next.....	29
Figura 17: Equipo de impresión 3D Systems EXT 1070 Titan Pellet.	29
Figura 18: Equipo de impresión BLT S450	30
Figura 19: Equipo de impresión BigRep One.	31
Figura 20: Equipo de impresión BigRep VIIIO 250.	31
Figura 21: Equipo de impresión MX3D Metal XL.....	32
Figura 22: Textura de mapa de desplazamiento.	39
Figura 23: Texturizado de las superficies de la mesa y la concha mediante la operación de Textura 3D en SolidWorks	39
Figura 24: Formula de factor de seguridad.	41
Figura 25: Estudio estructural de la mesa.	41
Figura 26: Estudio estructural tensiones mesa.	42
Figura 27: Análisis de tensiones Von Mises en estructura-sillón.....	42
Figura 28: Análisis de desplazamiento en estructura-sillón.....	43
Figura 29: Estudio optimización topográfica mesa.	44
Figura 30: Propiedades físicas iniciales de la mesa.	45
Figura 31: Parámetros de la fabricación aditiva de la mesa.	45
Figura 32: Estudio topográfico de la estructura-sillón.....	46
Figura 33: Demostración de la masa inicial y final de la estructura-sillón tras la optimización.	46
Figura 34: Peso final de la estructura-sillón.....	46
Figura 35: Peso con soportes de la estructura-sillón.....	47

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1: Estudio de mercado mobiliario para restaurante.....	5
Tabla 2: Estudio de mercado mobiliario con fabricación aditiva.....	7
Tabla 3: Tabla comparativa de tecnologías de impresión 3D	21
Tabla 4: Rango de dimensiones de los conceptos.	25
Tabla 5: Tabla ponderación.	33
Tabla 6: Comparación entre rPETG y ASA.....	37

1. Estudio de mercado

El presente estudio de mercado se ha desarrollado con el objetivo fundamental de analizar el sector del mobiliario destinado a espacios de restauración, haciendo especial hincapié en aquellos productos aptos para su uso en exteriores.

La metodología empleada se ha centrado en la identificación y el análisis exhaustivo de productos similares existentes, examinando sus **características formales** (diseño, estética, inspiración), los **materiales empleados** (con un interés particular en la resistencia a la intemperie y los procesos innovadores como la impresión 3D), los **aspectos funcionales** como la ergonomía y seguridad y sus **precio**.

Se han hecho dos estudios, el primero productos independientemente del modo de fabricación y el segundo con productos fabricados con impresoras 3D.

En este apartado se pueden ver las tablas de los estudios de mercado. Como las tablas se ven demasiado pequeñas están también en anexos como "Tabla de productos".


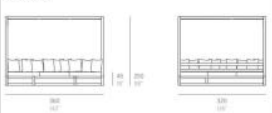

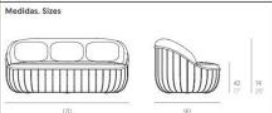





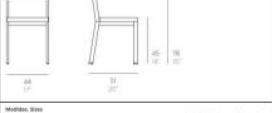
PRODUCTO	NOMBRE Y LINK	MATERIAL	RESISTENCIA MATERIAL INTERPERIE	DIMENSIONES	ERGONOMÍA	SEGURIDAD	PRECIO
	PERGOLA SOFÁ https://www.gandiablasco.com/producto/pergola-sofa/	Periferia de aluminio anodizado o termolacado Lonas de tela plástica (soft) Los asientos de gomaespuma de poliuretano recubierta con tejido hidrófugo (25 cojines + asientos)	aluminio anodizado o termolacado y soft: Resistente al sol, lluvia y corrosión. Gomaespuma de poliuretano recubiertos con tejido hidrófugo: Resistente a la lluvia, pero la durabilidad a largo plazo puede verse afectada por el sol. El tejido hidrófugo debe secarse bien para evitar humedades.	Medidas. Sizes 	Altura ergonomica para sentarse. Antidezlizantes	Estabilidad Tejidos ignifugos	16.300 €
	Sofa 2 plazas arena https://www.gandiablasco.com/producto/sofa-2-plazas-arena/	Aluminio termolacado. Asiento, respaldo y cojín de gomaespuma de poliuretano y fibra de poliéster con tejido hidrófugo. Tapicería de tejido técnico para exterior desenfundable.	Aluminio termolacado y tejido técnico: resistente al sol, lluvia y corrosión. Gomaespuma de poliuretano recubiertos con tejido hidrófugo: Resistente a la lluvia, pero la durabilidad a largo plazo puede verse afectada por el sol. El tejido hidrófugo debe secarse bien para evitar humedades.	Medidas. Sizes 	Respaldo inclinado Reposabrazos	Estabilidad. Diseño redondeado. Resistente al fuego.	4.800 €
	Butaca Onsen https://www.gandiablasco.com/producto/butaca-onsen/	Acero inoxidable AISI 316L satinado. Aluminio termolacado. Cinchas de piel sintética, vinilo y poliéster. Ribete en tejido 100% acrílico. Asiento y respaldo de gomaespuma de poliuretano reutilizable y fibra de poliéster con tejido hidrófugo. Tapicería de tejido técnico para exterior desenfundable.	Aluminio termolacado, tejido técnico y acero inoxidable: resistente al sol, lluvia y corrosión. Cinchas de piel sintética, vinilo y poliéster y tejidos acrílicos: Resistente al sol y la lluvia, pero puede degradarse con el tiempo. Gomaespuma de poliuretano recubiertos con tejido hidrófugo: Resistente a la lluvia, pero la durabilidad a largo plazo puede verse afectada por el sol. El tejido hidrófugo debe secarse bien para evitar humedades.	Medidas. Sizes 	Se adapta al cuerpo de ser humano y a su movimiento, repartiendo el peso del cuerpo.	Materiales resistentes	2.990 €
	silla DNA https://www.gandiablasco.com/producto/silla-dna/etficha	Aluminio anodizado o termolacado Aluminio efecto madera Gomaespuma de poliuretano recubierta con tejido hidrófugo Tapicería de tejido técnico de exterior	Aluminio termolacado y efecto madera y tejido técnico: resistente al sol, lluvia y corrosión. Gomaespuma de poliuretano recubiertos con tejido hidrófugo: Resistente a la lluvia, pero la durabilidad a largo plazo puede verse afectada por el sol. El tejido hidrófugo debe secarse bien para evitar humedades.	Medidas. Sizes 	Inclinación del respaldo Material ligera para poder moverse por el cliente Dimensiones ergonomicas	Estabilidad Como inconveniente al ser de aluminio con el sol se calienta y puede quemar al usuario por lo que dispone de tapicería.	580 €
	Mesa alta Bosc https://www.gandiablasco.com/producto/mesa-alta-bosc/	Aluminio termolacado Porcelánico	Ambos materiales son resistentes al sol, lluvia y corrosión	Medidas. Sizes 	Dimensiones adaptadas al ser humano Espacio para las piernas	Esquinas redondeadas.	

Tabla 1: Estudio de mercado mobiliario para restaurante.





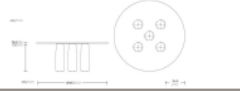


PRODUCTO	NOMBRE Y LINK	MATERIAL	RESISTENCIA MATERIAL INTERPERIE	DIMENSIONES	ERGONOMÍA	SEGURIDAD	PRECIO
	Sillón Pine Beach (inspira en la orilla del mar) https://serralunga.com/collections/armchairs/products/pine-beach-armchair	Fabricado con LLDPE (polietileno lineal de baja densidad).	resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.	Largo: 70 cm Ancho: 66cm Alto: 76cm	Reposabrazos. Dimensione ergonomicas Inclinación del respaldo	dispone sistema de drenaje, con un pequeño orificio para el agua	561 €
	Sillón Canisse https://serralunga.com/collections/armchairs/products/canisse-armchair	Fabricado con LLDPE (polietileno lineal de baja densidad).	resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.	Largo: 97 cm Ancho: 88 cm Alto: 80 cm	Espacioso Los reposabrazos no son ergonomicos porque no son uniforme y acolchados. Respaldo alto	Sin bordes afilados Estabilidad	2952€
	Sillón Sirchester Moleksine https://serralunga.com/collections/chairs/products/sirchester-armchair-moleksin	Material: Fabricado en LLDPE (polietileno lineal de baja densidad). Tratamiento superficial manual que le confiere un tacto y aspecto aterciopelado.	resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.	Largo: 120 cm Ancho: 82 cm Alto: 72 cm	Espacioso Reposabrazos Respaldo inclinado y alto	Estabilidad Redondeado	1.271€
	Il Colonnato Mesa de comedor de piedra minera https://www.kettal.com/living/es/minera-stone-dining-table-0165-8-guest	Piedra Minera	resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.		Espacio para las piernas Dimensiones ergonomicas	Estabilidad Redondeado	
	Giro Mesa central D135 https://www.kettal.com/living/es/giro-central-table-135-vincent-van-duyzen	Ceramica	resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.		Altura comoda si el cliente esta sentado sofas o sillones altos	Esquinas redondeadas.	

Tabla 1: Estudio de mercado mobiliario para restaurantes

A continuación tenemos el estudio sobre productos de mobiliario hechos con fabricación aditiva:


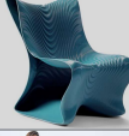







PRODUCTO	NOMBRE Y LINK	MATERIAL	RESISTENCIA MATERIAL INTERPERIE	DIMENSIONES	ERGONOMÍA	SEGURIDAD	PRECIO	FABRICACIÓN	INSPIRACIÓN
	Degradate Table (de Nagami) https://nagami.design/products/degradate-table/	PETG Polimero Reciclado	PETG reciclado es apto para exteriores, pero si estará expuesto de forma continua al sol o en condiciones extremas, es mejor elegir una versión con protección UV		al tener un diseño cónico, evita rozamientos con patas en los bordes.	Base ancha: Reduce el riesgo de vuelco, ofreciendo estabilidad. No tiene esquinas afiladas		Las piezas están impresas en una sola pieza con un brazo robótico industrial añadiendo colorante a medida que se va imprimiendo, un resultado sólo posible utilizando la fabricación aditiva. La extrusión de PETG genera una textura lineal que le concede a las piezas un característico acabado.	Inspiración en el atardecer
	Mawj https://nagami.design/products/mawj/	PETG Polimero Reciclado	PETG reciclado es apto para exteriores, pero si estará expuesto de forma continua al sol o en condiciones extremas, es mejor elegir una versión con protección UV		La superficie ondulada que sigue una geometría paramétrica, diseñada para la estética y para ofrecer una adaptabilidad al cuerpo (las perforaciones se suavizan en la zona lumbar para un mejor apoyo en esta área). Diseño no ergonómico para periodos largos (demasiada inclinación del respaldo)	Estable Resistente	1,850 EURO	Impreso con un grosor de sólo 6 mm. En un único volumen.	patrón ondulado de la superficie algamaria recubierta a las aguas del Mar Arábigo
	Aarchase https://nagami.design/products/aarchase/	Polimero PET Reciclado	PETG reciclado es apto para exteriores, pero si estará expuesto de forma continua al sol o en condiciones extremas, es mejor elegir una versión con protección UV		Su diseño envolvente con un respaldo alto y curvo, lo que proporciona un buen soporte lumbar y dorsal, permitiendo distribuir el peso. Respaldo inclinado.	Robusto. Estable. Esquinas redondeadas.		Un único volumen.	inspirado en formas aerodinámicas y futuristas
	Banco X https://thenevaw.org/+bench	PP reciclado	PP es resistente a lluvia y corrosión. Respecto al sol no es resistente y necesita aditivos.	Ancho 90cm Alto 140cm Largo 86cm	Forma curva para adaptarse a la postural corporal.	Esquinas redondeadas. Robusto.		Dos volúmenes. Fabricación con materiales reciclados y sin desperdicios.	
	Ermis https://thenevaw.org/ermis	PP reciclado	PP es resistente a lluvia y corrosión. Respecto al sol no es resistente y necesita aditivos.	Ancho 80cm Alto 70cm Largo 75cm	Forma curva para adaptarse a la postural corporal. Ligera	Esquinas redondeadas. Robusto. Estable		Dos volúmenes. Fabricación con materiales reciclados y sin desperdicios.	Formas naturales y colores de la tierra. Podría representar una playa.
	MESA HANA https://www.aectual.com/shop/777682a5e1aa-hana-1012	Superficie lateral impresa en 3D: envases de bebidas reciclados (PolyAl) Tablero madera	Resistente al sol si lleva tratamientos de UV, lluvia y corrosión.	Disponibilidad de tres diámetros: 105, 120 y 130cm	Espacio para las piernas.	Esquinas redondeadas. Robusto	2.400 €	Impresión 3D (Fabricación de granulado fundido) con material de Cartones de bebidas reciclados (PolyAl)	En una flor
	Kids Puzzle Chair P39 https://www.btsandparts.org/shop/	ABS	Es resistente a lluvias y corrosión, pero no es un material apropiado para una exposición prolongada al sol		Respaldo inclinado Ligera para niños. Permite adaptar las medidas de la pieza al usuario.	Material no tóxico Robusto Bordes redondeados Estable		Se fabrican 39 piezas de rompecabezas grandes con impresoras 3D	Se inspira en que la alta resulta atractiva y de diversión para los niños.

Tabla 2: Estudio de mercado mobiliario con fabricación aditiva.

PRODUCTO	NOMBRE Y LINK	MATERIAL	RESISTENCIA MATERIAL INTERIORE	DIMENSIONES	ERGONOMÍA	SEGURIDAD	PRECIO	FABRICACIÓN	INSPIRACIÓN
	Gradient Fauteuil https://prodifonso.it/it/gradientes-el-diseño-parecete-a-la-impression-3d-en-hormigon-y-le-sienta-bien/	Hormigón Fibras de carbono. Revestimiento de poliuretano	El hormigón es resistente al sol y la lluvia, aunque puede desarrollar fisuras por cambios térmicos o humedad si no está bien sellado. El revestimiento de poliuretano protege la superficie, mejorando la durabilidad ante la intemperie. Ninguno de los materiales es corrosivo.	Altura: 102 cm Anchura: 108 cm Profundidad: 95 cm	Forma orgánica y envolvente (que sugiere un diseño pensado para adaptarse al cuerpo humano).	Esquinas redondeadas	15.000 €	Se extruye hormigón para obtener el producto. Posteriormente se refuerza con fibras de carbono para mejorar la resistencia a la tracción. Y por último, aplicación de revestimiento manualmente de poliuretano resistente a los rayos UV para proteger la superficie y mejorar su durabilidad.	Inspiración en los degradados con el fin de transmitir elegancia y armonía.
	Gradient Bench Large https://design-punk.com/en/top-adults-creates-3d-printed-concrete-furniture-and-vases/?utm_source=chaggt.com	Hormigón Reforzado por Acero	El hormigón es resistente al sol y la lluvia, aunque puede desarrollar fisuras por cambios térmicos o humedad si no está bien sellado. El revestimiento de poliuretano protege la superficie, mejorando la durabilidad ante la intemperie. Ninguno de los materiales es corrosivo.	230 x 56 x 45 cm	Sin respaldo por lo que no es ergonómico para tiempos prolongados. Dimensiones ergonómicas.	Esquinas redondeadas	5.300 €	El banco se construye capa por capa mediante impresión 3D, aplicando tintes directamente en la boquilla durante el proceso para lograr el efecto de degradado deseado. Integración del refuerzo de acero durante la impresión en áreas estratégicas para reforzar la estructura.	Inspiración en los degradados con el fin de transmitir elegancia y armonía.
	https://www.furniture-design.com/interior-design/interior-design-ideas/interior-design-ideas-2019/interior-design-ideas-2019-10.html USO	75% FiberPak *, 25% aluminio + poliuretano	Los materiales son resistentes a las condiciones que se pueden enfrentar a la intemperie.		Inclinación del respaldo	Esquinas redondeadas		Se fabrica con WASP 3MT	
	Bone chaise https://www.joritaarmn.com/work/bone-chair/	Pelco de mármol blanco de Carrara y resina de fundición	Los materiales como el mármol y la resina no están diseñados específicamente para resistir la exposición continua al sol, la lluvia y la corrosión		está diseñada para ser ergonómica, con una forma que se adapta al cuerpo, proporcionando soporte sin comprometer su apariencia artística.	Este material resultó en una apariencia similar a la porcelana, pero con una textura más sólida y resistente		Se obtiene una silla con un volumen a partir de un molde formado por 91 piezas	En el momento de la naturaleza
	Silla de Caidas Largas o Silla de Adaptación https://www.joritaarmn.com/work/adaptation-chair/	poliamida impresa en 3D, recubierta con un material conductor, y luego electroformada con cobre para darle resistencia estructural.	En general, la silla es adecuada para interiores o exteriores protegidos, pero la exposición directa constante al sol o la lluvia podría afectar su longevidad.	Altura: 72,1 cm Ancho: 69,9 cm Profundidad: 76,8 cm	está diseñada para ser ergonómica, con una forma que se adapta al cuerpo, proporcionando soporte sin comprometer su apariencia artística.	Estable Robusta Bordes redondeados		se imprimió en 3D un sustrato de poliamida con una gran máquina SLS, tras lo cual se ensamblaron las piezas mediante soldadura. Posteriormente, el sustrato se recubrió con un material conductor y se electroconformó.	
	Silla de aluminio con degradado https://www.joritaarmn.com/work/gradient-chair/	Aluminio	Materiales resistentes a la corrosión, pero la exposición prolongada al sol y la lluvia podría afectar su apariencia con el tiempo	Altura: 72,5 cm Ancho: 61,8 cm Profundidad: 67 cm	Forma adaptada al cuerpo humano y que proporciona un soporte	Estabilidad Sin bordes afilados Material duradero		Se fabrica mediante fabricación aditiva, utilizando la técnica de sinterización láser en aluminio.	
	Maker Tables https://www.joritaarmn.com/work/maker-tables/	resina compuesta y plástico		Altura: 77 cm Ancho: 345 cm Profundidad: 130 cm	Espacio para los pies.	Estable		1. Impresión 3D: Se crean pequeñas piezas. 2. Fresado CNC: Algunas partes se elaboran con máquinas de fresado controladas por computadora. 3. Ensamblaje modular: Las piezas impresas se ensamblan para formar una estructura compleja y orgánica, similar a un rompecabezas tridimensional.	

Tabla 2: Estudio de mercado mobiliario con fabricación aditiva

Algunas de las conclusiones que podemos sacar de este estudio de mercado son:

- Utilizar polímeros reciclados con protección UV integrada sería ideal con el fin de que el material fuera sostenible.
- El uso de fabricación aditiva permite crear productos a de gran escala, ergonómicos, orgánicos y con gran valor en el mercado.
- Se debe priorizar el confort lumbar con el fin de hacerlos más ergonómicos, para ello el respaldo debe estar algo inclinado.
- Con el fin de dar mayor seguridad al consumidor, los bordes deben ser redondeados y la base del producto estable.
- La resistencia a la intemperie es algo fundamental, por lo que hay que seleccionar un buen material y en caso de que sea necesario usar técnicas de recubrimiento para garantizar una mayor resistencia a los rayos UV.
- Dimensiones para mobiliario chill out: las mesas suelen tener una altura entre 40-50cm, los sillones entre 35-46cm y las sillas entre 40-45cm, este último hacemos referencia a la altura del asiento.

2. Normas

UNE-EN 581-1:2017 – Mobiliario exterior. Asientos y mesas de uso doméstico, público y de camping. Parte 1: Requisitos generales de seguridad

Esta norma establece los requisitos de seguridad generales para el mobiliario exterior, incluyendo asientos y mesas de uso doméstico, público y de camping.

Aspectos clave a considerar:

- **Estabilidad:** El mobiliario debe ser estable en diferentes superficies y condiciones climáticas. Tendrás que asegurarte de que las estructuras sean robustas y no se vuelquen fácilmente.

- **Dimensiones:** Deben cumplirse unas dimensiones mínimas y máximas en asientos y mesas para garantizar la comodidad y seguridad del usuario.
- **Bordes y esquinas:** Los bordes deben ser redondeados o protegidos para evitar lesiones. Esto es esencial especialmente si el mobiliario va a ser usado en un espacio público.
- **Materiales:** Los materiales utilizados deben ser adecuados para soportar el uso exterior y las inclemencias del tiempo, además de evitar el riesgo de corrosión o deterioro rápido.
- **Fuerzas y cargas:** El mobiliario debe resistir las fuerzas aplicadas durante su uso, como el peso de las personas sentadas o los objetos colocados en las mesas. Esto incluye pruebas de carga estática y dinámica.

UNE-EN 581-2:2017 – Mobiliario de exterior. Asientos y mesas de uso doméstico, público y de camping. Parte 2: Métodos de ensayo para la resistencia y durabilidad

Esta parte se centra en los métodos de ensayo que se deben aplicar para comprobar la resistencia y durabilidad de los muebles.

Aspectos clave a considerar:

- **Resistencia estructural:** Es importante realizar pruebas para verificar que las estructuras resisten las cargas especificadas sin deformarse ni romperse. Esto incluye pruebas de resistencia a la presión, flexión y torsión.
- **Durabilidad de los materiales:** Asegúrate de que los materiales elegidos para el mobiliario sean capaces de resistir los ciclos de uso y exposición al aire libre sin perder sus propiedades funcionales o estéticas.
- **Pruebas de fatiga:** Las piezas deben ser sometidas a ciclos repetidos de carga para evaluar su comportamiento ante el uso continuo (por ejemplo, personas sentándose y levantándose).
- **Condiciones climáticas:** Los ensayos deben simular condiciones extremas de temperatura, humedad y exposición a los rayos UV para garantizar que los materiales no se degraden rápidamente bajo estas condiciones.

UNE-EN 581-3:2017 – Mobiliario de exterior. Asientos y mesas de uso doméstico, público y de camping. Parte 3: Requisitos de seguridad para los niños

Esta norma está dirigida a garantizar la seguridad de los muebles de exterior cuando sean utilizados por niños, especialmente en espacios públicos.

Aspectos clave a considerar:

- **Seguridad frente a pequeños objetos:** Asegúrate de que no haya partes pequeñas (tornillos, piezas sueltas, etc.) que puedan ser ingeridas por los niños.
- **Altura y accesibilidad:** El mobiliario debe ser accesible para los niños, con alturas adecuadas y formas que les permitan usarlos de manera segura.
- **Espacios para atrapamientos:** Evita que haya huecos o rendijas en los que los niños puedan quedar atrapados, especialmente en las estructuras de los asientos o mesas.
- **Protección de bordes:** Además de ser redondeados, los bordes deben estar bien protegidos para que no puedan causar daños si un niño entra en contacto con ellos.
- **Materiales no tóxicos:** Asegúrate de que los materiales no contengan sustancias tóxicas que puedan ser perjudiciales para los niños en caso de contacto.

UNE-EN 1728:2013 (Versión corregida en fecha 2022-09-07) – Mobiliario. Asientos. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia y de la durabilidad

Esta norma proporciona los métodos de ensayo para evaluar la resistencia y durabilidad de los asientos, esenciales para garantizar que los muebles resistan el uso repetido y la exposición a condiciones de uso intensivo.

Aspectos clave a considerar:

- **Pruebas de resistencia:** Es necesario realizar pruebas para asegurar que los asientos resisten el peso, la presión y las fuerzas a las que estarán sometidos durante su uso. Esto incluye pruebas de carga estática y dinámica.
- **Durabilidad de los componentes:** Los materiales deben resistir la fatiga producida por ciclos repetidos de uso. Las pruebas deben incluir tanto la resistencia a la compresión como a la torsión, y también deben comprobar la resistencia de las uniones, las estructuras de soporte y los acabados.
- **Resistencia a los impactos:** Los asientos deben ser capaces de resistir impactos sin que se produzcan daños estructurales.
- **Condiciones de uso en exteriores:** Además de las pruebas estándar, el mobiliario debe pasar pruebas de exposición a condiciones climáticas extremas, como cambios de temperatura y humedad.

UNE-EN 12520:2016 – Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para asientos de uso doméstico

Esta norma establece los requisitos específicos para la resistencia, durabilidad y seguridad de los asientos utilizados en entornos domésticos, pero también es relevante para el uso en espacios públicos o comerciales, como tu restaurante.

Aspectos clave a considerar:

- **Estabilidad:** Asegúrate de que los asientos sean estables y no se vuelquen fácilmente. Esto es especialmente importante en el contexto de un espacio público, donde la seguridad es primordial.
- **Resistencia a las cargas:** El mobiliario debe resistir cargas estáticas (por ejemplo, el peso de una persona sentada) y dinámicas (como los movimientos de la persona al sentarse y levantarse).
- **Durabilidad de los materiales:** Debes seleccionar materiales que resistan bien al desgaste del uso frecuente y la exposición a factores ambientales, como la humedad, el sol y el viento.
- **Comodidad:** La ergonomía es fundamental para los asientos. Asegúrate de que los asientos ofrezcan una postura cómoda para los usuarios, considerando la altura y el diseño del respaldo y el asiento.
- **Comprobación de deslizamientos:** Los asientos deben tener bases antideslizantes para evitar que se deslicen cuando las personas se sienten o se levanten.

UNE-EN 15372:2017 – Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para mesas de uso no doméstico

Esta norma establece los requisitos de resistencia, durabilidad y seguridad para las mesas de uso no doméstico, es decir, aquellas que se utilizan en espacios públicos o comerciales.

Aspectos clave a considerar:

- **Estabilidad:** Las mesas deben ser estables y no volcarse fácilmente cuando se les apliquen fuerzas, como las que se generan al colocar objetos sobre ellas o al sentarse en las sillas que las acompañan.
- **Resistencia de las superficies:** Las superficies de las mesas deben ser resistentes al desgaste, a las manchas y a los daños causados por el uso constante y la exposición a los elementos (agua, sol, etc.).

- **Cargas estáticas y dinámicas:** Las mesas deben soportar tanto cargas estáticas (por ejemplo, objetos pesados como platos y bebidas) como dinámicas (movimientos como empujones o tirones).
- **Durabilidad frente a las inclemencias del tiempo:** El mobiliario exterior debe ser capaz de resistir la exposición a condiciones climáticas extremas, como la lluvia, el calor intenso o la exposición a la radiación UV del sol. Esto afecta tanto a los materiales como a los acabados.
- **Fácil mantenimiento:** Es importante que las mesas sean fáciles de limpiar y mantener, ya que se utilizarán en un ambiente público donde la higiene es esencial.
- **Seguridad:** Asegúrate de que no haya bordes afilados, piezas pequeñas o componentes sueltos que puedan suponer un peligro para los usuarios.

UNE-EN ISO 9227:2023 Ensayos de corrosión en atmósferas artificiales. Ensayos de niebla salina. (ISO 9227:2022).

Destinadas a ser utilizadas cerca de ambientes marinos o áreas con alta humedad, esta norma puede ser útil, ya que especifica cómo evaluar la resistencia a la corrosión de los materiales, que es clave en la durabilidad del mobiliario exterior.

¿Por qué son importantes estas normativas?

- **Durabilidad:** Aseguran que las mesas de exterior resistan las condiciones climáticas extremas sin perder funcionalidad ni seguridad.
- **Seguridad:** Ayudan a evitar accidentes o situaciones peligrosas en entornos públicos.
- **Confort y accesibilidad:** Aseguran que el mobiliario sea cómodo y accesible para todos los usuarios.

Resumen general:

Para todos estos estándares, deberás prestar especial atención a:

- La **estabilidad y resistencia** del mobiliario, asegurándote de que pueda soportar el uso continuo sin deformarse ni volcarse.
- **Durabilidad** frente a condiciones exteriores, especialmente al diseño de materiales que resistan el desgaste y los daños causados por las condiciones climáticas (sol, lluvia, viento).
- **Seguridad** tanto para los adultos como para los niños, considerando bordes redondeados, ausencia de partes pequeñas que puedan ser ingeridas, y una correcta disposición de las piezas para evitar atrapamientos.
- El **mantenimiento y la limpieza**, especialmente en un entorno público como el de un restaurante, donde el mobiliario debe ser fácil de mantener en buen estado.

NORMATIVA FABRICACIÓN ADITIVA

UNE-EN ISO/ASTM 52900:2022 Fabricación aditiva. Principios generales. Fundamentos y vocabulario. Terminología (ISO/ASTM 52900:2021).

Esta norma define los principios generales de la fabricación aditiva, proporcionando una base terminológica y conceptual esencial.

Aspectos clave a considerar:

- **Terminología estándar:** Facilita la comunicación con proveedores y fabricantes.
- **Principios de fabricación aditiva:** Ayuda a comprender los fundamentos tecnológicos aplicados al mobiliario.

UNE-EN ISO/ASTM 52910:2020 Fabricación aditiva. Diseño. Requisitos, directrices y recomendaciones (ISO/ASTM 52910:2018).

Proporciona directrices específicas para el diseño en fabricación aditiva, asegurando eficiencia y viabilidad.

Aspectos clave a considerar:

- **Optimización estructural:** Diseños que aprovechen las ventajas de la fabricación aditiva.
- **Consideraciones geométricas:** Evitar errores como sobre colgantes sin soporte o paredes demasiado delgadas.
- **Requisitos funcionales:** Adaptar el diseño para garantizar estabilidad y resistencia mecánica.

UNE-EN ISO/ASTM 52901:2019 Fabricación aditiva. Principios generales. Requisitos para la compra de piezas AM (ISO/ASTM 52901:2016).

Guía para especificar requisitos de calidad al encargar piezas en fabricación aditiva.

Aspectos clave a considerar:

- **Tolerancias dimensionales:** Garantizar precisión en la fabricación.
- **Acabados superficiales:** Evaluar rugosidad y calidad visual del mobiliario.
- **Certificación de materiales:** Asegurar que los polímeros utilizados cumplen normativas de seguridad.

UNE-EN ISO/ASTM 52902:2024 Fabricación aditiva. Piezas de ensayo. Evaluación de la capacidad geométrica de los sistemas de fabricación aditiva. (ISO/ASTM 52902:2023).

Evalúa la capacidad de los sistemas de fabricación aditiva para producir geometrías complejas.

Aspectos clave a considerar:

- **Precisión geométrica:** Validar que el diseño final sea reproducible con exactitud.
- **Control de calidad:** Realizar pruebas de fabricación antes de la producción en masa.

UNE-EN ISO 14006:2020 Sistema de gestión ambiental. Directrices para incorporar el ecodiseño. (ISO 14006:2020).

Proporciona directrices para reducir el impacto ambiental en el diseño y producción del mobiliario.

Aspectos clave a considerar:

- **Selección de materiales sostenibles:** Uso de polímeros reciclados o biodegradables.
- **Optimización del diseño:** Minimizar el consumo de material sin comprometer resistencia.
- **Eficiencia energética:** Evaluar procesos de fabricación con menor impacto

UNE-CEN ISO/ASTM TS 52930:2021 (ratificada) fabricación aditiva. Principios de cualificación. Instalación, operación y rendimiento (IQ/OQ/PQ) de equipos PBF-LB (ISO/ASTM/TS 52930:2021) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en abril de 2023.)

Contenido principal de la norma:

- **Ámbito de aplicación:** Aborda las calificaciones directamente relacionadas con el sistema de fabricación aditiva que influye en la consolidación del material. No cubre la calificación de materias primas ni procesos posteriores al más allá de la eliminación de polvo.
- **Calificación de instalación (IQ):** Verifica que el equipo esté instalado correctamente y cumpla con las especificaciones del fabricante.
- **Calificación de operación (OQ):** Confirma que el equipo funcione según los parámetros establecidos y dentro de los límites definidos.
- **Calificación de rendimiento (PQ):** Evalúa si el equipo produce resultados consistentes y de calidad durante su operación.

NORMATIVA FABRICACIÓN ADITIVA

ISO 1873-2:2019 – Plásticos. Polímeros de estireno. Determinación de propiedades físicas y mecánicas

Esta norma especifica los métodos para determinar las propiedades físicas y mecánicas de los polímeros de estireno, como el ASA.

Aspectos clave a considerar:

- Densidad y homogeneidad: Verificar que el material sea uniforme en toda la pieza impresa.
- Resistencia mecánica: Comprobar resistencia a tracción y flexión, asegurando que soporta las cargas de uso en mobiliario exterior.
- Módulo de elasticidad: Garantizar que la pieza mantenga su rigidez y no se deforme bajo cargas normales.

ISO 527-2:2012 – Plásticos. Determinación de las propiedades de tracción

Esta norma define los ensayos de tracción para plásticos, permitiendo evaluar su comportamiento mecánico.

Aspectos clave a considerar:

- Resistencia a la tracción: Verificar que el ASA resista fuerzas aplicadas por personas sentadas o apoyadas.
- Elongación a la rotura: Comprobar que el material tenga cierta flexibilidad sin romperse.
- Consistencia de las propiedades: Asegurar que todas las piezas impresas tengan resultados similares en los ensayos.

ISO 75-2:2013 – Plásticos. Determinación de la temperatura de deformación bajo carga (HDT)

Esta norma evalúa la temperatura a la que el material se deforma bajo carga, fundamental para mobiliario expuesto al sol.

Aspectos clave a considerar:

- Estabilidad dimensional: Garantizar que ASA mantenga su forma incluso con altas temperaturas.
- Seguridad de uso: Evitar deformaciones que puedan comprometer la estructura del mobiliario o la seguridad de los usuarios.

ISO 4892-2:2013 – Plásticos. Ensayos de envejecimiento por radiación UV

Permite simular la exposición del material a la luz solar y evaluar su resistencia a la radiación ultravioleta.

Aspectos clave a considerar:

- Durabilidad frente al sol: Verificar que el ASA no se degrade ni pierda color con la exposición prolongada.
- Mantenimiento de propiedades mecánicas: Asegurar que la resistencia y rigidez del material no se vean afectadas por la radiación UV.

UNE-EN ISO 11357-3:2018 – Plásticos. Análisis térmico. Determinación de propiedades térmicas

Esta norma permite evaluar el comportamiento térmico del ASA bajo diferentes condiciones de temperatura.

Aspectos clave a considerar:

- Resistencia a ciclos de temperatura: Comprobar que el material soporta cambios de calor y frío sin agrietarse ni deformarse.
- Seguridad estructural: Asegurar que la integridad del mobiliario no se vea afectada por las variaciones térmicas.

ISO 10993-5:2009 – Evaluación biológica de productos sanitarios. Pruebas de citotoxicidad.

Aplicable para asegurar que el ASA sea seguro en contacto con personas, especialmente niños.

Aspectos clave a considerar:

- No toxicidad: Garantizar que el material no libera compuestos perjudiciales en contacto con la piel.
- Seguridad infantil: Asegurar que el mobiliario sea seguro para su uso por niños en entornos públicos o familiares.

3. Técnicas de impresión 3d

Las técnicas de fabricación aditiva consiguen llevar a cabo una serie de procesos de producción de piezas de forma rápida, a partir del diseño 3D permitiendo obtener formas complejas. Pero dentro de este método de fabricación podemos encontrar varios procesos con características distintas (precisión, calidad de la superficie, material utilizado, fuentes de energía y el precio). A continuación, se identifican y resumen algunos de los procesos más destacables de este ámbito tecnológico.

Modelado por deposición fundida (FDM):

Este tipo de tecnología consiste en depositar capas sucesivas de material fundido para construir el objeto capa a capa. Las impresoras FDM son generalmente más costosas en comparación con otras tecnologías de impresión 3D. Existe una amplia gama de materiales disponibles para la impresión FDM, que incluyen plásticos como PLA y ABS, así como compuestos más avanzados como filamentos flexibles, de fibra de vidrio o de madera. Estas impresoras son fáciles de usar y requieren menos mantenimiento en comparación con otras impresoras.

Permite la fabricación rápida de prototipos y productos finales, lo que la hace adecuada para proyectos con entregas a corto plazo. Existen gran variedad de tamaños, lo que permite la impresión de objetos de diferentes dimensiones.

Una de las desventajas es que la resolución y precisión puede ser inferior en comparación con otras tecnologías de impresión 3D, lo que puede afectar la calidad de los detalles en los objetos impresos. Además, suelen tener superficies rugosas debido a las capas visibles, lo que puede requerir posprocesamiento para mejorar la estética. No todas las geometrías son aptas para este tipo de tecnología. Las opciones de materiales pueden ser limitadas a pesar de que hay gran variedad. Los materiales más utilizados para este tipo de impresión son el PLA, el ABS, el TPU, el PET y el Nylon.

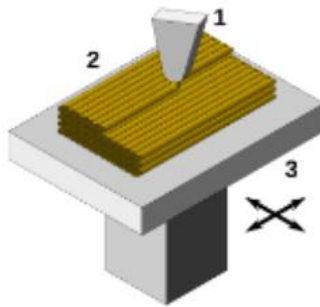


Figura 1:FDM.

En resumen, sus ventajas y desventajas son:

- **Ventajas:**
 - Bajo coste de maquinaria y materiales.
 - Fácil de usar y mantener.
 - Amplia variedad de materiales disponibles (PLA, ABS, TPU, PETG, Nylon).
 - Adecuado para prototipos rápidos y piezas funcionales.
- **Desventajas:**
 - Menor resolución y precisión en comparación con otras tecnologías.
 - Superficies rugosas debido a las capas visibles.
 - Limitaciones en geometrías complejas sin soportes.
 - Propiedades mecánicas inferiores a otras tecnologías.

Modelado por Estereolitografía (SLA):

Esta tecnología consta de un láser que controla el endurecimiento de la resina capa por capa para crear objetos 3D de alta precisión y por tanto con gran capacidad de detalle y acabados superficiales. Estas impresoras pueden utilizar gran diversidad de materiales incluyendo resinas especializadas con propiedades como flexibilidad.

Es una tecnología rápida y no requiere soportes, en cambio, es un tipo de impresión más caro y por tanto menos accesible. Requiere precauciones de seguridad al poder ser tóxica. Su tamaño es limitado por lo que no se podrán hacer objetos de gran tamaño.

Los materiales más utilizados para este tipo de impresión son resinas estándar, flexibles, rígidas, transparentes y duraderas.

Es una tecnología rápida que no requiere soportes, sin embargo, es más caro y por lo tanto menos accesible. Requiere precauciones de seguridad al poder ser tóxica. Su tamaño es limitado por lo que no se podrán hacer objetos de gran tamaño.

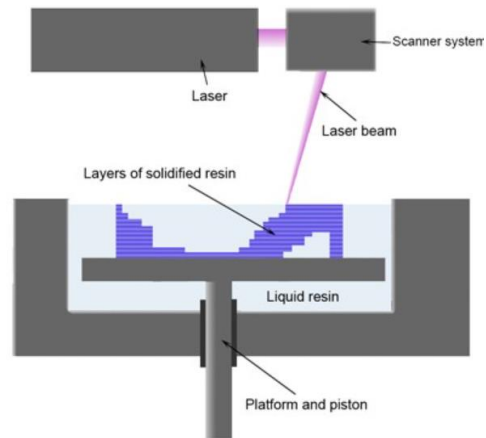


Figura 2: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión SLA.

- **Ventajas:**
 - Alta precisión y detalles finos.
 - Superficies lisas y acabados de alta calidad.
 - Amplia gama de resinas con propiedades específicas (flexibles, resistentes, transparentes).
 - Ideal para aplicaciones médicas, dentales y joyería.
- **Desventajas:**
 - Coste elevado de equipos y materiales.
 - Requiere postprocesamiento y manejo cuidadoso de resinas.
 - Tamaño de impresión limitado.
 - Las piezas pueden ser frágiles y sensibles a la luz UV y humedad.

Sinterización selectiva por láser (SLS):

Esta tecnología funciona de manera que a medida que se funde el polvo, las capas se solidifican para formar el objeto deseado. Este tipo de impresión permite la fabricación de objetos complejos y estructuras enredadas sin soportes. Las piezas realizadas con esta tecnología suelen tener buena resistencia mecánica y gran durabilidad. Estas impresoras suelen tener costes muy elevados y las superficies suelen ser más rugosas por lo que en muchas ocasiones requieren de post procesamiento para mejorar la estética.

Los materiales más utilizados para este tipo de impresión son las poliamidas, el polipropileno, polvos metálicos y cerámicas.

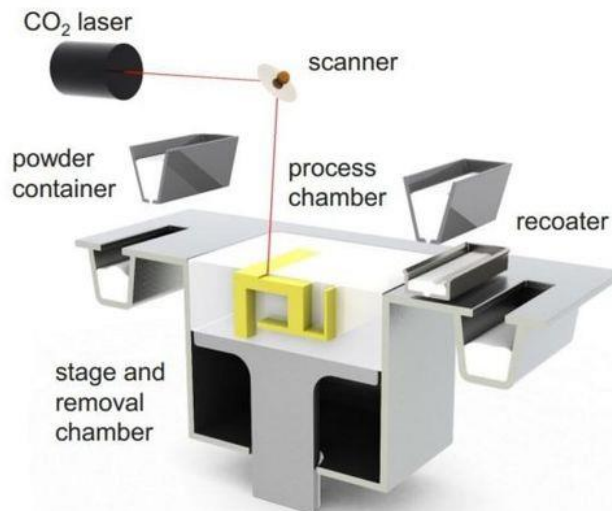


Figura 3: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión SLS.

- **Ventajas:**
 - No requiere estructuras de soporte, permitiendo geometrías complejas.
 - Buena resistencia mecánica y durabilidad.
 - Adecuado para producción de piezas funcionales y prototipos.
 - Amplia variedad de materiales (poliamidas, polipropileno, polvos metálicos y cerámicos).
- **Desventajas:**
 - Equipos y materiales costosos.
 - Superficies rugosas que pueden requerir postprocesamiento.
 - Proceso más complejo y lento en comparación con otras tecnologías.

Impresión Polyjet

La impresión 3D PolyJet es una tecnología avanzada y cara que crea rápidamente piezas precisas, aunque con una baja resistencia mecánica utilizando fotorolímicos, luz UV y cabezales de inyección de tinta. Logra precisión, detalles finos y superficies suaves mediante capas de resinas para formar materiales digitales. Las gotas de fotorolímico se inyectan en la plataforma de construcción, luego se curan con lámparas UV para unir capas. Los materiales de soporte se disuelven o se retiran manualmente. Los materiales más utilizados para este tipo de impresión son los fotorolímicos estándar y materiales flexibles.

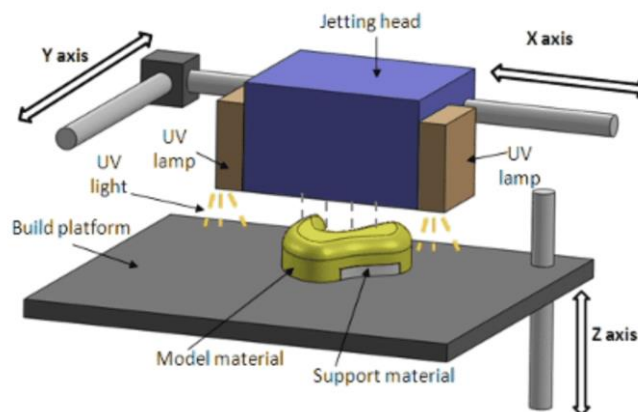


Figura 4: Esquema sobre el funcionamiento de la impresión PolyJet.

- **Ventajas:**
 - Alta precisión y detalles finos.
 - Capacidad para imprimir en múltiples materiales y colores simultáneamente.
 - Superficies suaves y acabados comparables al moldeo por inyección.
 - Ideal para prototipos visuales, modelos complejos y piezas con diferentes propiedades mecánicas en una sola impresión.
- **Desventajas:**
 - Coste elevado de equipos y materiales.
 - Propiedades mecánicas inferiores, no adecuado para piezas funcionales a largo plazo.
 - Sensibilidad a la luz UV y al calor, lo que puede causar degradación con el tiempo.
 - Requiere postprocesamiento para eliminar materiales de soporte, aunque estos suelen ser solubles en agua.

Chorro de Aglutinante:

Binder Jetting es una técnica de impresión 3D rápida que se basa en la deposición de capas sucesivas de polvo, seguida de la aplicación controlada de un aglutinante líquido para unir las partículas de polvo. El proceso se repite capa por capa hasta que se completa el objeto tridimensional pudiendo ser este de tamaños muy variables. Después de la impresión, las piezas generalmente requieren un proceso de posprocesamiento para eliminar el exceso de polvo y fortalecerlas. Es un proceso que reduce el desperdicio de material ya que el aglutinante solo se aplica donde se necesita, aunque su resolución no es tan alta en comparación con otros tipos de impresiones 3D. Las piezas fabricadas con esta técnica pueden tener propiedades mecánicas inferiores hablando en términos de resistencia y durabilidad. Los materiales más utilizados para este tipo de impresión son el polvo metálico, el cerámico, el polimérico y compuestos a partir de los anteriores.

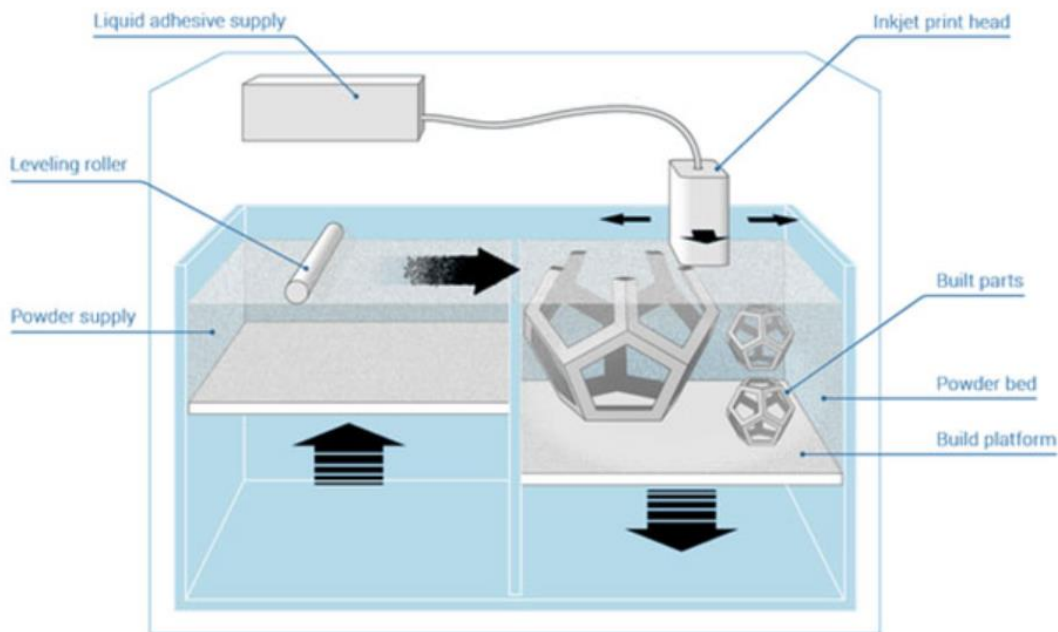


Figura 5: Esquema sobre el funcionamiento de la tecnología Chorro de Aglutinante.

- **Ventajas:**
 - Alta velocidad de impresión, adecuada para producción en volumen.
 - Capacidad para imprimir en una amplia gama de materiales (metales, cerámicas, polímeros, arena).
 - Menor desperdicio de material y menor consumo energético al no utilizar calor durante el proceso de impresión.
 - Posibilidad de imprimir piezas de gran tamaño y geometrías complejas sin necesidad de soportes.
- **Desventajas:**
 - Las piezas requieren postprocesamiento (como sinterizado o infiltración) para alcanzar propiedades mecánicas adecuadas.
 - Menor resolución y precisión en comparación con otras tecnologías.
 - Propiedades mecánicas inferiores sin postprocesamiento adicional.
 - Las piezas pueden ser porosas y no adecuadas para aplicaciones estructurales sin tratamientos adicionales.

Impresión 3D con materiales cerámicos

El uso de la cerámica para impresiones 3D es ideal para piezas que requieren alta resistencia a temperaturas y al desgaste. Dentro de los materiales cerámicos existen diferentes materiales como la cerámica, la arena, cemento y piedra.

Para este tipo de impresión se emplean técnicas como Binder Jetting, Extrusión o Fotopolimerización.

Lo más habitual es ir depositando capas hasta conseguir la forma deseada y por último se cocina para conseguir el resultado final firme.



Figura 6: Impresión 3D con arcilla.

Impresión 3D con materiales orgánicos

Se utilizan entre muchas otras cosas para la impresión 3D. Se utilizan para fabricar piel, tejidos, tendones o incluso órganos. La impresión se suele hacer depositando capas sucesivas a través de una jeringa especialmente creada para ello. Aún queda mucho por hacer, pero los descubrimientos e innovaciones en este campo son cada vez más numerosos y prometedores. La madera también es un material orgánico y se utiliza principalmente en forma para impresoras 3D FDM/FFF.

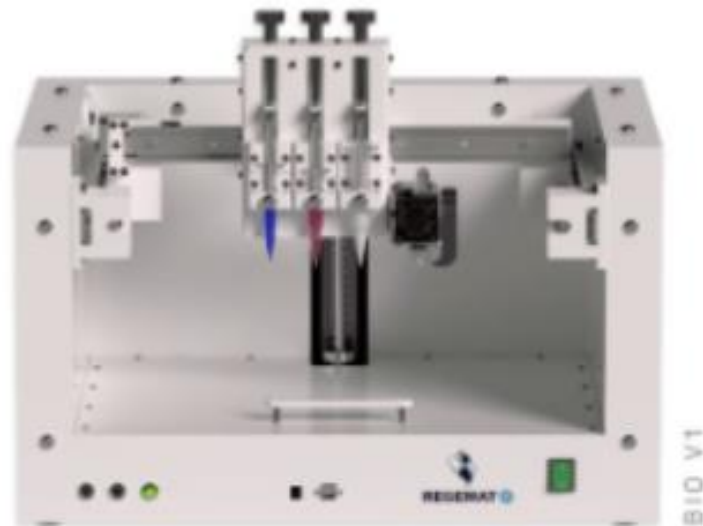


Figura 7: Bioimpresora.

Impresión 3D metales

Una opción de impresión de metales es la DMP, es una tecnología de impresión 3D poderosa que forma la geometría de cualquier pieza metálica deseada fundiendo polvo metálico capa por capa. Esta tecnología se aplica para acumular material en capas en lugar de quitarlo en diferentes pasos. Las partículas de polvo metálico determinadas por el láser se funden rápida y completamente para que el nuevo material se fije adecuadamente a la capa anterior, sin pegamento ni cola líquida.

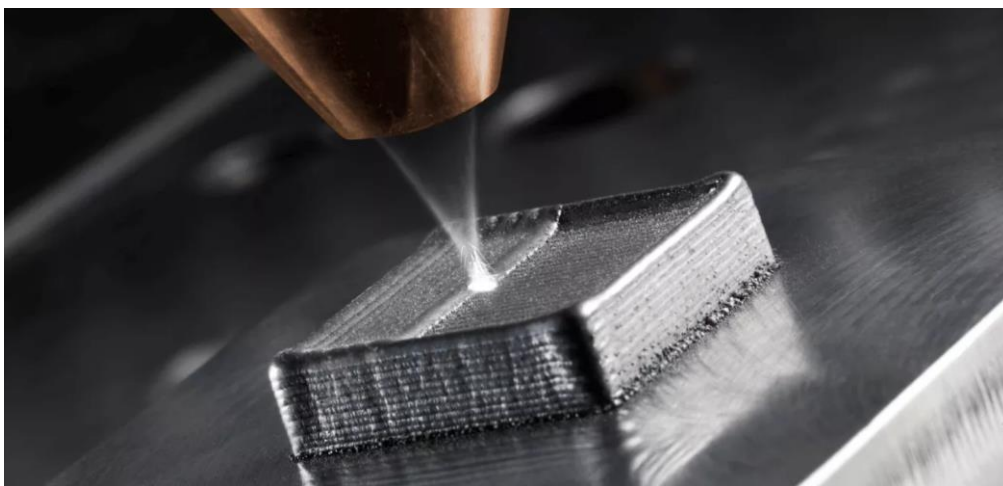


Figura 8: Impresión 3D por fundición a presión de aluminio.

El diseño CAD de las piezas dirige directamente las máquinas de producción DMP sin necesidad de programar, usar abrazaderas ni herramientas.

Todas estas técnicas ofrecen gran variedad de opciones para poder imprimir mobiliario en 3D y conseguir el resultado que se desee a partir de diferentes materiales y diferentes niveles de detalle.

Tabla comparativa de tecnologías de impresión 3D

Características	FDM	SLA	SLS	PolyJet	Aglutinante
Precisión	Baja	Alta	Media	Alta	Media
Velocidad	Alta	Media	Media	Alta	Muy Alta
Coste	Bajo	Alto	Alto	Alto	Medio
Materiales	ABS	Resinas fotopolímeras	Poliamidas	Fotopolímeros	Metales
Soporte	Sí	Sí	No	Sí	No
Aplicaciones	Prototipos rápidos	Aplicaciones médicas	Piezas funcionales	Prototipos visuales	Producción en volumen

Tabla 3: Tabla comparativa de tecnologías de impresión 3D

4. Materiales impresión 3d

Hoy en día, los materiales predominantes en la impresión 3D se pueden agrupar en cuatro categorías principales: plásticos, cerámicas, materiales orgánicos y metales.

Como existen diferentes técnicas y procesos de manufactura aditiva, es lógico que también tengamos, consecuentemente, diferentes materiales.

En la fabricación de cualquier producto, es crucial que la materia prima elegida sea compatible con el proceso de producción y posea propiedades adecuadas para garantizar una aplicación exitosa.

4.1 Materiales plásticos

Existen una variedad de materiales plásticos usados en la fabricación aditiva entre los que destaca PLA, ABS o PETG. Destacan por su coste asequible respecto a otros materiales, facilidad de procesamiento debido a su facilidad relativa de fundir y extruir, ligereza, permite creaciones de diseños personalizadas y complejas y por último por su versatilidad de aplicaciones.

Sin embargo, también hay algunas limitaciones asociadas con el uso de plásticos en la impresión 3D, como la resistencia limitada a la temperatura, la susceptibilidad a la deformación bajo estrés y la posibilidad de que las piezas impresas sean menos duraderas que las fabricadas con otros materiales como los metales.

A continuación, vamos a ver diferentes plásticos y sus ventajas o inconvenientes:

PLA: plástico ampliamente utilizado en la impresión 3D. Se deriva de recursos naturales renovables como el almidón de maíz, la yuca o la caña de azúcar.

ABS: polímero termoplástico muy utilizado en la impresión 3D que se da en forma de filamentos.

PET: plástico termoplástico ampliamente utilizado en la fabricación de botellas de bebidas y envases alimentarios debido a su transparencia, rigidez, resistencia química y flexibilidad.

PETG: plástico termoplástico ampliamente utilizado en la fabricación de botellas de bebidas y envases alimentarios debido a su transparencia, rigidez, resistencia química y flexibilidad. El PETG puede considerarse menos rígido y más resistente a los impactos que el PET.

ASA: termoplástico con propiedades similares al ABS, pero con mejor resistencia a los rayos UV y condiciones climáticas adversas (aire, lluvia, frío, calor...). Se presenta en forma de filamento para la impresión.

PC: termoplástico ligero y resistente que ofrece multitud de aplicaciones profesionales. Es un material diseñado para aplicarlo en la ingeniería.

PP: polímero termoplástico de los más ligeros para la impresión 3D. se produce mediante la polimerización del propileno y es reciclable, lo que lo convierte en una opción popular en la fabricación de envases, productos médicos, textiles, componentes automotrices y una variedad de productos de consumo.

NYLON: polímero que contiene amida, conocida como poliamidas.

RESINAS: material líquido o semilíquido que se solidifica bajo la exposición a la luz ultravioleta (UV) o láser. Las propiedades de la resina final pueden variar según la formulación específica y las necesidades de la aplicación.



Figura 9: Ventajas y desventajas materiales plásticos.

4.2 Materiales metálicos

Dentro del campo de la fabricación aditiva, los materiales metálicos han ganado una atención significativa debido a su capacidad para producir componentes y piezas de alta resistencia, durabilidad y complejidad geométrica. La impresión 3D de metales permite la creación de estructuras metálicas con formas intrincadas es decir detallados, complejos o elaborados y características personalizadas que pueden ser difíciles o imposibles de lograr con métodos de fabricación tradicionales.

Los materiales metálicos constituyen una importante categoría de materiales empleados en la impresión 3D, abarcando una amplia gama que incluye aluminio, cobalto, acero inoxidable, hierro, así como metales preciosos como oro, bronce y plata.

A continuación, vamos a ver diferentes metales y sus ventajas o inconvenientes:

ALUMINIO: metal ferromagnético que por lo general suele alearse con elementos como silicio, magnesio o cobre para mejorar sus propiedades.

COBALTO Y ALEACIONES: metal duro y ferromagnético que se usa en una variedad de aplicaciones industriales.

ACERO INOXIDABLE: material con alta aceptación en el mundo de la fabricación aditiva por su facilidad de procesamiento y utilización como punto de partida en la iniciación en esta tecnología.

ORO, PLATA Y PLATINO: son materiales de impresión 3D utilizados para aplicaciones principalmente en joyería, aunque también se puede encontrar en el mundo de la medicina y electrónica.

TITANIO Y ALEACIONES: material utilizado en muchas industrias, como aeroespacial, química, automotor...



Figura 10: Ventajas y desventajas materiales metálicos.

4.3 Materiales cerámicos

Las cerámicas son excelentes materiales para aplicaciones que requieren dureza y alta resistencia al calor. Estos materiales son difíciles de moldear con métodos tradicionales. La fabricación aditiva puede ser el impulso final para la promoción de un uso más amplio de materiales cerámicos en las distintas industrias.

Algunos de los materiales son los siguientes:

ARENA: se utiliza para crear piezas complejas que aprovechan las ventajas de la fabricación aditiva, especialmente para crear moldes de fundición.

CEMENTO: mezcla de piedra y agua, donde su uso principal es en la construcción.

PIEDRA: se utiliza principalmente en forma de filamento para impresoras 3D.

ALÚMINA: es la más utilizada, también es el material más rentable de esta clase. La alúmina tiene muchas propiedades excelentes, siendo las más destacadas su alta dureza, su buena resistencia a la corrosión y los cambios de temperatura. Su temperatura de fusión es superior a 2000°C. Los componentes hechos de alúmina son aislantes eléctricos y a prueba de pinchazos.

CIRCONA: entre su característica destaca baja conductividad térmica, excelente aislamiento térmico y alta resistencia a la propagación de grietas. Proporcionan un buen compromiso entre dureza y tenacidad. Las cerámicas de circona no son tan frágiles como otras cerámicas.

SÍLICE: destaca por su resistencia al choque térmico y su lixiviabilidad (disolución química). Por estas razones, se usa frecuentemente en la producción de carcasas y núcleos de moldeo en ingeniería aeroespacial y energética.

CARBURO DE SILICIO: duro y ligero, catalogada como la cerámica más resistente a la corrosión

NITRURO DE ALUMINIO: tiene el punto de fusión elevado (3.000 °C.), tiene una alta resistencia a la oxidación y alta conductividad térmica y eléctrica.

NITRURO DE SILICO: es de las cerámicas más duras y resistentes. Se caracteriza por una baja densidad, alta tenacidad, resistente a la flexión y al choque térmico.

4.4 Materiales orgánicos

A continuación se presenta una tabla que detalla diferentes materiales orgánicos utilizados en la impresión 3D, enfocándose en la madera, la cera y los tejidos biológicos. Estos materiales ofrecen diversas aplicaciones, desde la creación de objetos decorativos y prototipos hasta el desarrollo de soluciones innovadoras en la biomedicina.

Algunos de los materiales orgánicos que se pueden utilizar son:

TEJIDOS BIOLÓGICOS: se utiliza para crear piezas complejas que aprovechan las ventajas de la fabricación aditiva, especialmente para crear moldes de fundición.

MADERA: material orgánico que se utiliza principalmente en forma de filamento.

CERA: se utilizan para la creación de moldes que posteriormente se utilizan para crear piezas

5. Equipos de impresión

En la fase de conceptualización de este proyecto, resulta fundamental analizar las diferentes tecnologías de fabricación aditiva disponibles en el mercado, con el objetivo de identificar el sistema de impresión 3D más adecuado para la producción de mobiliario que cumpla con los requisitos establecidos.

Este apartado explora las capacidades técnicas de diversas impresoras 3D de gran formato, evaluándolas en función de:

- **Volumen de impresión:** para garantizar la fabricación de piezas monolíticas y de gran tamaño.
- **Materiales compatibles:** con especial énfasis en opciones sostenibles, duraderas y aptas para uso comercial.
- **Precisión y acabado:** que permitan lograr tanto resistencia estructural como detalles estéticos refinados.
- **Eficiencia productiva:** considerando producción bajo demanda y minimización de residuos.

Al no estar definido que producto vamos a fabricar, es difícil escoger un tamaño que nos permita reducir las impresoras a utilizar. Las medidas podrían estar entre:

DIMENSIÓN	MÁXIMA	MÍNIMA
ALTURA	2m	0,4m
ANCHURA	2m	0,5m
PROFUNDIDAD	1,2m	0,5m

Tabla 4: Rango de dimensiones de los conceptos.

A continuación vamos a ver diferentes modelos de impresoras:

- **BigRep PRO**

Permite obtener piezas de un gran tamaño a escala real a gran velocidad, precisión y calidad. Permite reforzar los materiales con fibra de carbono, biopolímeros y soportes solubles en agua.

- ❖ **Tecnología:** FDM
- ❖ **Volumen (mm³):** 1020×970×985
- ❖ **Materiales:** Composites (Fibra de carbono, vidrio, kevlar...), Estándares (PLA, ABS, PP...), Poliamidas (PA12, PA11, PA6...), Termoplásticos
- ❖ **Eficiencia producción:** media-alta
- ❖ **Precisión (mm):** ± 0.3 mm
- ❖ **Acabado:** Rugoso (post-procesado)
- ❖ **Ventajas:** Bajo coste operativo y resistencia

- ❖ **Limitaciones:** Baja resolución para detalles finos, necesidad de post-procesado



Figura 11: Equipo de impresión BigRep Pro.

- **KUKA WAAM**

Permite la fabricación de piezas metálicas de escala industrial y dimensiones muy grandes, ideales para sectores como el aeronáutico, naval y de energía.

- ❖ **Tecnología:** WAAM
- ❖ **Volumen (mm³):** 6000 × 1500 × 3500
- ❖ **Materiales:** Aleaciones metálicas (Acero inoxidable, Aluminio, Inconel)
- ❖ **Eficiencia producción:** Baja
- ❖ **Precisión (mm):** ±1-3
- ❖ **Acabado:** Rugoso (mecanizado posterior)
- ❖ **Ventajas:** Piezas metálicas gigantes
- ❖ **Limitaciones:** Coste de equipo y operación elevado, complejidad de uso y necesidad de post-procesado



Figura 12: Equipo de impresión Kuka Waam.

- **WASP Crane**

Está diseñada para la impresión 3D a gran escala con un fuerte enfoque en la sostenibilidad, utilizando materiales naturales, reciclados y de bajo impacto ambiental.

- ❖ **Tecnología:** FDM a gran escala
- ❖ **Volumen (mm³):** Ø8200 × 3200 (configurable)
- ❖ **Materiales:** Bioplásticos, geopolímeros, materiales cerámicos, plásticos reciclados en pelle
- ❖ **Eficiencia producción:** Baja
- ❖ **Precisión (mm):** ±0.5-1

- ❖ **Acabado:** Semi-Rugoso
- ❖ **Ventajas:** Enfoque en sostenibilidad extrema, capacidad para imprimir estructuras muy grandes.
- ❖ **Limitaciones:** Velocidad de impresión muy lenta.

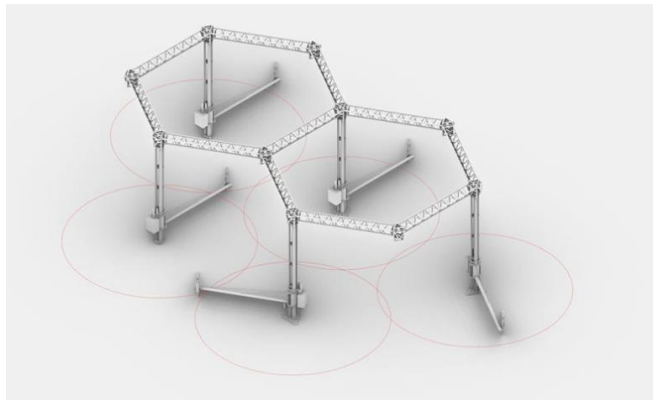


Figura 13: Tipo de impresión WASP Crane.

- **Massivit 1800/1800Pro**

Especializada en el prototipado rápido y la creación de modelos, maquetas y piezas de gran formato con un alto nivel de detalle y un acabado superficial liso.

Algunas de sus características son:

- ❖ **Tecnología:** Fotopolímeros (con inyección de gel)
- ❖ **Volumen (mm³):** 1450 × 1110 × 1800
- ❖ **Materiales:** Resinas UV de fotopolímero
- ❖ **Eficiencia producción:** Alta
- ❖ **Precisión (mm):** ±0.1–0.3
- ❖ **Acabado:** Ultra liso
- ❖ **Ventajas:** Velocidad excepcional para piezas grandes y altamente detalladas.
- ❖ **Limitaciones:** Los materiales (resinas) suelen ser no reciclables y más frágiles que los termoplásticos



Figura 14: Equipo de impresión Massivit 1800/1800 Pro

- **CEAD AM Flexbot**

Sistema robótico versátil que combina la libertad de movimiento de un brazo robótico con la extrusión de materiales compuestos avanzados, ideal para piezas ligeras y resistentes.

Algunas de sus características son:

- ❖ **Tecnología:** Robótica + FDM (Extrusión de material compuesto)
- ❖ **Volumen (mm³):** 2000 × 2000 × 2000
- ❖ **Materiales:** Termoplásticos reforzados con fibras continuas (carbono, vidrio)
- ❖ **Eficiencia producción:** Media
- ❖ **Precisión (mm):** ±0.3–0.6
- ❖ **Acabado:** Rugoso (requiere post-procesado)
- ❖ **Ventajas:** Capacidad para fabricar piezas compuestas ligeras y de alta resistencia.
- ❖ **Limitaciones:** Necesita post-procesado para mejorar el acabado superficial.

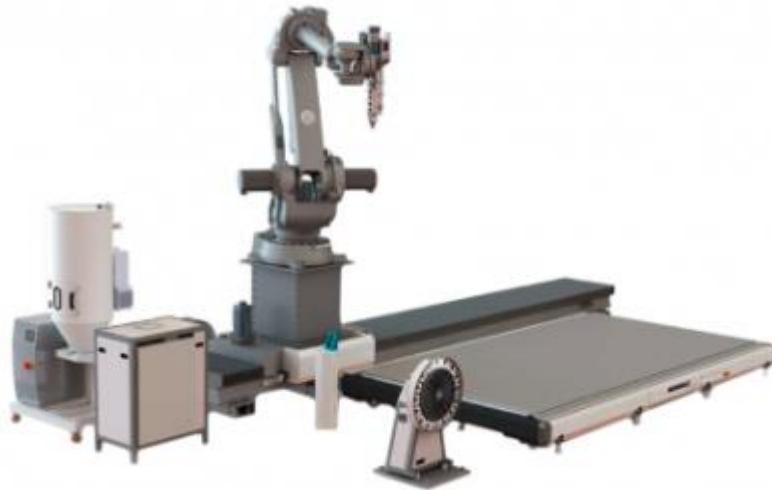


Figura 15: Equipo de impresión CEAD AM Flexbot

- **EOS P3 NEXT**

Una solución de sinterizado láser de alta productividad y precisión para la fabricación serie de piezas poliméricas finales, incluso para sectores regulados.

Algunas de sus características son:

- ❖ **Tecnología:** SLS
- ❖ **Volumen (mm³):** 350 × 350 × 600
- ❖ **Materiales:** Poliamidas (Nylon PA12, PA11), TPU, PP
- ❖ **Eficiencia producción:** Alta
- ❖ **Precisión (mm):** ±0.1–0.15
- ❖ **Acabado:** Liso
- ❖ **Ventajas:** Alta precisión, excelentes propiedades mecánicas, capacidad para multimaterial.

- ❖ **Limitaciones:** Coste elevado de la máquina y los materiales, volumen de construcción limitado.



Figura 16: Equipo de impresión EOS P3 Next.

- **3D Systems EXT 1070 Titan Pellet**

Diseñada para la fabricación aditiva industrial de alto rendimiento, priorizando la velocidad de producción y el uso de materiales termoplásticos avanzados granulado.

- ❖ **Tecnología:** FGF
- ❖ **Volumen (mm³):** 1067 × 1067 × 1067
- ❖ **Materiales:** Granulado de ABS, PC, Nylon
- ❖ **Eficiencia producción:** Muy alta
- ❖ **Precisión (mm):** ±0.3–0.5
- ❖ **Acabado:** Rugoso (requiero post-procesado)
- ❖ **Ventajas:** Rapidez extrema y bajo coste por pieza para prototipos grandes y herramientas.
- ❖ **Limitaciones:** Menor precisión y acabado superficial.



Figura 17: Equipo de impresión 3D Systems EXT 1070 Titan Pellet.

- **BLT S450**

Sistema de fabricación aditiva metálica de alta precisión que utiliza fusión láser para producir piezas metálicas densas y mecánicamente resistentes para aplicaciones críticas.

- ❖ **Tecnología:** DMLS/SLM
- ❖ **Volumen (mm³):** 450 × 450 × 500
- ❖ **Materiales:** Aleaciones de Titanio, Aluminio, Acero, Inconel
- ❖ **Eficiencia producción:** Media
- ❖ **Precisión (mm):** ±0.05–0.1
- ❖ **Acabado:** Semi-liso
- ❖ **Ventajas:** Alta precisión y excelentes propiedades mecánicas en metales.
- ❖ **Limitaciones:** Coste muy elevado (equipo y material), tamaño de pieza limitado.



Figura 18: Equipo de impresión BLT S450

- **BigRep ONE**

Ofrece un volumen de construcción cúbico de 1 metro, ideal para prototipos a escala 1:1, herramientas de fabricación y piezas finales grandes con diversos materiales.

- ❖ **Tecnología:** FDM
- ❖ **Volumen (mm³):** 1000 × 1000 × 1000
- ❖ **Materiales:** PLA, PETG, ASA, materiales reforzados con fibra
- ❖ **Eficiencia producción:** Media
- ❖ **Precisión (mm):** ±0.3–0.5
- ❖ **Acabado:** Rugoso
- ❖ **Ventajas:** Gran volumen de impresión.

- ❖ **Limitaciones:** Acabado típico FDM que requiere post-procesado para aplicaciones estéticas, velocidad media.

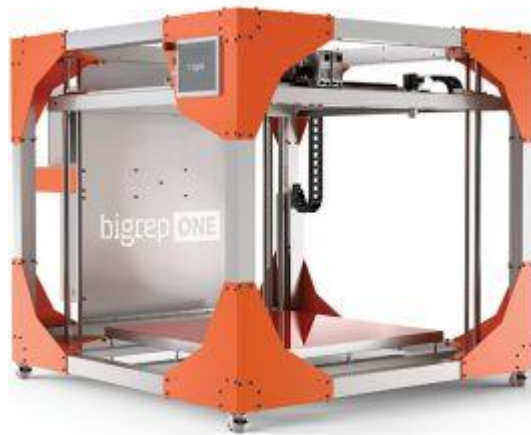


Figura 19: Equipo de impresión BigRep One.

- **BigRep VIIIO 250**

Una solución de fabricación aditiva industrial robusta, diseñada para la producción continua con materiales de ingeniería de alto rendimiento y temperatura.

- ❖ **Tecnología:** FDM
- ❖ **Volumen (mm³):** 1000 × 500 × 500
- ❖ **Materiales:** Materiales de ingeniería (hasta 350°C)
- ❖ **Eficiencia producción:** Media- Alta
- ❖ **Precisión (mm):** ±0.2–0.4
- ❖ **Acabado:** Rugoso
- ❖ **Ventajas:** Confiabilidad industrial, compatibilidad con materiales técnicos avanzados y mayor repetibilidad.
- ❖ **Limitaciones:** Volumen útil menor que el de la BigRep ONE. Coste inicial generalmente más alto.



Figura 20: Equipo de impresión BigRep VIIIO 250.

- **MX3D Metal XL**

Sistema robótico que utiliza la tecnología WAAM para imprimir estructuras metálicas a escala arquitectónica o industrial, permitiendo la libertad de diseño en metal.

- ❖ **Tecnología:** WAAM
- ❖ **Volumen (mm³):** 6000 × 1500 × 3500
- ❖ **Materiales:** Acero inoxidable, Aluminio, Incone
- ❖ **Eficiencia producción:** Baja
- ❖ **Precisión (mm):** ±1-3
- ❖ **Acabado:** Rugoso
- ❖ **Ventajas:** Capacidad para piezas metálicas estructurales de gran tamaño.
- ❖ **Limitaciones:** Acabado superficial muy rugoso, alta tasa de post-procesado, complejidad..

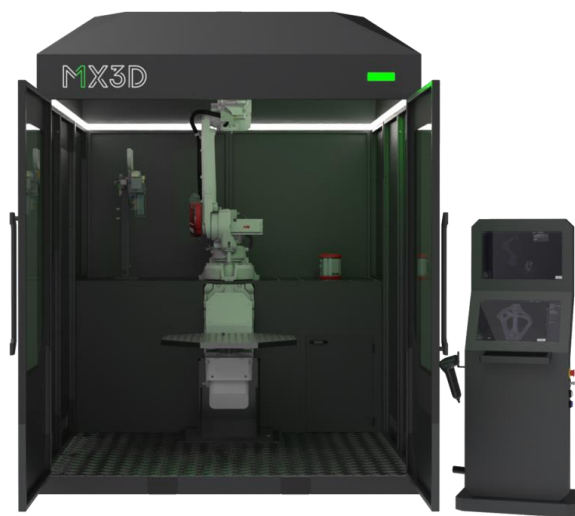


Figura 21: Equipo de impresión MX3D Metal XL.

6. Tabla de ponderación

Voy a dar una breve justificación de el valor de cada uno de los criterios establecidos en la tabla.

Como primer criterio se ha considerado la **inspiración marina**, con un peso del 30%, ya que constituye un requisito fundamental del proyecto. El concepto con menor puntuación ha sido *Low Tide*, pues, aunque incorpora un biombo con forma de concha y una mesa que evoca el movimiento de las olas, su representación del mar resulta más sutil en comparación con las otras propuestas. En cambio, *The Shell's Whisper*, gracias a su concha gigante, transmite de manera clara y directa la identidad marina, motivo por el que se le ha asignado la máxima puntuación. En un punto intermedio se encuentra *Reef Grotto*, que evoca arrecifes y corales con formas reconocibles, aunque menos universales y simbólicas que la concha.

El segundo criterio valorado ha sido la **sostenibilidad y optimización de material**. En este caso, *Reef Grotto* obtiene la menor puntuación, ya que su estructura porosa y de gran masa sólida requiere mayor cantidad de material para garantizar estabilidad. En cambio, tanto *Low Tide* como *The Shell's Whisper* presentan volúmenes que pueden ser parcialmente huecos, lo que mejora su eficiencia material.

En cuanto a la **viabilidad técnica y fabricación aditiva**, nuevamente *Reef Grotto* resulta el menos favorable debido a su geometría irregular y las múltiples perforaciones que

dificultan el proceso de impresión, pudiendo generar defectos o fallos estructurales. Por el contrario, *Low Tide* y *The Shell's Whisper* son más factibles de materializar mediante impresión 3D de gran formato, siendo el primero el más fácil debido a su sencillez.

Por último, se ha considerado la **innovación**. El concepto más innovador es *The Shell's Whisper*, ya que transforma un elemento natural en un espacio arquitectónico habitable, aportando un carácter icónico y distintivo. *Low Tide* se sitúa en un nivel intermedio, dado que, aunque estéticamente atractivo, se asemeja más a un biombo tradicional, lo que lo hace menos disruptivo. Finalmente, *Reef Grotto*, si bien incorpora texturas llamativas, presenta un lenguaje formal que puede recordar a otros productos existentes en el mercado, resultando menos diferenciador.

CRITERIO DE EVALUACIÓN	PESO (%)	Low Tide	The Shell's Whisper	Reef Grotto
<i>Inspiración marina</i>	30%	3	5	4
<i>Sostenibilidad/Optimización del material</i>	20%	4	3,5	3
<i>Viabilidad técnica y fabricación aditiva</i>	25%	5	4	3
<i>Innovación</i>	25%	4	5	4
MEDIA TOTAL	-	3,95	4,45	3,55

Tabla 5: Tabla ponderación.

7. Selección de material y equipo de impresión

7.1 Criterios de selección

La selección del material y equipo de impresión se ha realizado considerando los siguientes aspectos clave:

1. **Sostenibilidad y alineación con Suagongo:** Uso de materiales biodegradables, reciclados o de origen renovable.
2. **Resistencia a exteriores:** Resistencia UV, humedad, impacto y cargas estructurales.
3. **Compatibilidad con fabricación aditiva:** Materiales aptos para impresión 3D de gran formato.
4. **Estética y acabado:** Posibilidad de lograr superficies orgánicas, texturas marinas.
5. **Viabilidad técnica y económica:** Equipos disponibles en el mercado con capacidad de impresión a escala.
6. **Capacidad de Volumen:** El equipo debe tener un volumen de construcción mínimo de 2000 x 1500 x 1100 mm o ser un sistema de impresión robótica sin restricciones de cabina, utilizando tecnologías como brazo robótico o sistema delta de gran escala.
7. El material seleccionado tiene que ser compatible con el equipo de impresión

7.2 Selección de material

Voy a centrarme en materiales plásticos con el fin de seguir la estética de la marca Suagongo. Algunos materiales considerados son los siguientes:

PETG RECICLADO

Ventajas:

- ❖ **Sostenibilidad:** Fabricado a partir de materiales reciclados como botellas de PET, lo que reduce el uso de nuevos recursos y el impacto ambiental.
- ❖ **Resistencia a la intemperie:** Excelente comportamiento frente a la humedad, radiación UV y cambios de temperatura, ideal para exteriores.
- ❖ **Durabilidad:** Alta resistencia a los impactos y deformaciones, lo que asegura una larga vida útil en condiciones exteriores.
- ❖ **Reciclabilidad:** Puede reciclarse nuevamente, cerrando el ciclo de vida del material.

Desventajas:

- **Coste:** Puede ser más caro que otros plásticos convencionales, debido al proceso de reciclado y los estándares de calidad.
- **Acabado:** Puede no tener la estética natural que ofrecen otros materiales como los bioplásticos con fibras naturales.

Aplicaciones:

Ideal para mobiliario que esté expuesto de manera continua al sol, la lluvia o cambios de clima. Su resistencia prolongada garantiza durabilidad en aplicaciones exteriores.

NYLON REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO O CARBONO

Ventajas:

- **Resistencia mecánica:** El refuerzo con fibra de vidrio o carbono proporciona una gran rigidez y capacidad para soportar grandes cargas, ideal para mobiliario intensamente usado.
- **Durabilidad:** Altamente resistente a la abrasión, golpes y desgaste por el uso continuo.
- **Estabilidad térmica:** Soporta bien temperaturas extremas, tanto frío como calor.
- **Longevidad:** Mantiene su integridad estructural durante años en condiciones exteriores exigentes.

Desventajas:

- **Sostenibilidad limitada:** Aunque las fibras pueden ser recicladas, el nylon en sí no es biodegradable, lo que afecta su perfil ecológico.
- **Dificultad de reciclado:** El proceso de reciclaje es más complejo debido a la combinación de nylon con fibras de refuerzo.
- **Peso:** Puede ser más pesado en comparación con otros plásticos, lo que podría ser un inconveniente en algunos diseños de mobiliario.

Aplicaciones:

Perfecto para muebles que requieran soportar peso y uso continuo, como sillas, mesas o estructuras en exteriores no cubiertos. Soporta bien el desgaste por factores climáticos.

PLA CON FIBRAS DE REFUERZO

Ventajas:

- **Sostenibilidad:** Derivado de fuentes renovables (maíz, caña de azúcar), es biodegradable, lo que reduce la huella de carbono.

- Refuerzo natural: La adición de fibras naturales como madera o bambú mejora la resistencia sin perder el carácter ecológico del material.
- Facilidad de impresión: Excelente para aplicaciones en impresión 3D, permitiendo diseños personalizados y una producción flexible.

Desventajas:

- Resistencia limitada a la intemperie: Su estabilidad frente a la humedad y el calor es reducida, lo que limita su uso prolongado en exteriores.
- Durabilidad: Aunque es resistente, no alcanza la misma longevidad que materiales como el PETG o el nylon reforzado.
- Costo: Puede ser más costoso debido a la producción de bioplásticos y la inclusión de fibras naturales.

Aplicaciones:

Mobiliario decorativo o que esté en zonas de exteriores controlados, como patios cubiertos o terrazas semiabiertas.

ASA

Ventajas:

- Resistencia a la intemperie: Mantiene su forma e integridad estructural frente a grandes variaciones de temperatura, humedad y condiciones climáticas adversas. Además ofrece una protección contra los rayos UV.
- Resistencia mecánica: Combina una buena rigidez con una alta resistencia al impacto y a la deformación.
- Resistencia química: Resistente a productos de limpieza.
- Buen acabado superficial: acabado liso y uniforme, fácil de pintar y post-procesar.

Desventajas:

- Costo: Es un poco más caro que materiales como el PLA o el PETG.
- Mayor complejidad de impresión: Requiere una cama caliente con temperatura controlada ($\approx 100-110^{\circ}\text{C}$) y preferiblemente una cámara de impresión calefactada para evitar el *warping* (deformación por contracción), especialmente en piezas de gran formato.
- Sostenibilidad relativa: aunque es reciclable, es un plástico de origen petroquímico (no biodegradable). Su ventaja sostenible es por su larga durabilidad.
- Emisiones durante la impresión: Emite vapores de estireno durante la impresión, por lo que se requiere una buena ventilación o un sistema de filtración en el espacio de trabajo.

Aplicaciones:

Material para mobiliario urbano y de exterior, elementos arquitectónicos, carcasas exteriores y cualquier aplicación que vaya a estar permanentemente expuesta a la intemperie sin comprometer su estética o integridad estructural.

BIOPLÁSTICOS

Ventajas:

1. Sostenibilidad mejorada: Estos bioplásticos están parcialmente compuestos de recursos renovables, lo que reduce los combustibles fósiles y la huella de carbono.
2. Reciclabilidad: Algunos composites de bioplásticos pueden reciclarse, lo que mejora su sostenibilidad.

3. Propiedades similares a plásticos convencionales: Ofrecen la misma resistencia y durabilidad que los plásticos tradicionales, pero con un perfil ambiental más favorable.

Desventajas:

- Sostenibilidad parcial: Aunque tienen componentes de origen biológico, no siempre son completamente biodegradables, lo que limita sus beneficios ambientales.
- Coste: Los bioplásticos suelen ser más caros que los plásticos convencionales debido a los procesos de producción más complejos.
- Acceso limitado: Dependiendo de la región, los bioplásticos pueden ser menos accesibles o su disponibilidad más limitada.

Aplicaciones:

Adecuados para mobiliario exterior resistente y duradero, especialmente en proyectos que buscan equilibrar funcionalidad con sostenibilidad.

FILAMENTOS DE MADERA O BAMBÚ

Ventajas:

- Atractivo estético: Ofrece una apariencia y textura similar a la madera, proporcionando una estética natural en diseños de mobiliario.
- Sostenibilidad: Al estar compuesto por fibras naturales de bambú o madera mezcladas con PLA, tiene un menor impacto ambiental que los plásticos convencionales.
- Biodegradable: Dado que utiliza PLA, es biodegradable bajo ciertas condiciones industriales.

Desventajas:

- Resistencia limitada a la intemperie: No es adecuado para uso prolongado en exteriores donde esté expuesto directamente a la lluvia o al sol, ya que puede degradarse rápidamente.
- Durabilidad: Las fibras naturales pueden ser susceptibles al deterioro más rápido en ambientes húmedos o con cambios de temperatura.
- Fragilidad: Comparado con otros materiales plásticos reforzados, tiene menos resistencia a impactos o cargas pesadas.

Aplicaciones:

Ideal para elementos decorativos en exteriores cubiertos, donde la exposición a condiciones climáticas extremas no sea un factor importante.

Teniendo en cuenta las características de todos estos materiales, los materiales que más se puede acercar a los requisitos de nuestro proyecto son el PETG reciclado o ASA. A continuación en la hoja siguiente, podemos encontrar una comparación de estos materiales donde se presenta un conflicto directo entre los dos valores centrales de Suagongo, por un lado el PETG reciclado es más **sostenible** ya que procede de material reciclado y se puede volver a reciclar, en cambio el material ASA proviene del petróleo pero se puede reciclar. Por otro lado, este último material es mejor para un mueble de exterior debido a su larga **durabilidad**.

Comparación PETG reciclado vs ASA



	 rPETG	 ASA
Sostenibilidad	EXCELENTE	BUENO
Resistencia a Exteriores	ACEPTABLE	EXCELENTE
Compatibilidad con Formato Grande	COMPATIBLE	COMPATIBLE
Estética/Acabado	BUENO	MUY BUENO
Viabilidad Técnica	VARIABLE	ALTA
Costo	POSIBLEMENTE MÁS BAJO	MODERADO/ALTO
Resistencia Mecánica	BUENA	MUY BUENA

Tabla 6: Comparación entre rPETG y ASA

JUSTIFICACIÓN DE MATERIAL SELECCIONADO

Finalmente he seleccionado el Acrilonitrilo Estireno Acrilato (ASA) como material para la fabricación del mobiliario "The Shell's Whisper" ya que le proporciona exclusividad, durabilidad y coherencia con los valores de Suagongo, equilibrando las prestaciones técnicas con la responsabilidad ambiental.

La necesidad de crear un producto que se convierta en una pieza de autor, capaz de resistir el paso del tiempo en condiciones exteriores sin comprometer su valor estético, hace que este material sea él idóneo.

Además es una buena opción como resistencia a los rayos UV que previene el amarilleamiento y la degradación, garantizando que la pieza mantenga su integridad estructural y su belleza original durante años. Esta durabilidad le proporciona la sostenibilidad que estoy buscando, ya que un producto que no requiere reemplazo evita generación de residuos, alineándose con la filosofía de diseño responsable de Suagongo.

ASA tiene buena resistencia mecánica y soporta bien las cargas estructurales, así como su uso intensivo en el entorno del restaurante. También es resistente a cambios térmicos y humedad asegurando que este no sufra deformaciones, y que el producto diseño mantenga sus detalles marítimos.

Permite obtener acabado superficiales muy buenos y el uso de post-procesados. A pesar de su larga durabilidad, al final de su ciclo de vida del producto, el material se puede reciclar.

7.3 Selección de equipo de impresión

El análisis de los equipos disponibles en el mercado, detallado en el **Anexo 5**, permite realizar una selección fundamentada para la fabricación del concepto "The Shell's Whisper". Partiendo de las dimensiones finales de una de las piezas (185 x 225 x 110 mm) y la decisión previa de utilizar ASA como material, se descartan automáticamente la mayoría de las opciones de impresión 3D convencionales y de gran formato estándar, cuyos volúmenes de construcción resultan insuficientes para abordar la fabricación.

El material descarta tecnologías que no sean compatibles con la extrusión de polímeros, como los sistemas de sinterización láser de polvos (SLS) o las impresoras de resina (SLA).

Tras esta filtración la lista se reduce a únicamente dos opciones:

1. **WASP Crane 3MT** (Sistema de impresión delta de gran escala con extrusión de pallet y gran compatibilidad con ASA)
2. **CEAD AM Flexbot** (Sistemas de fabricación aditiva robótico mediante un brazo más extrusor, también gran compatibilidad con el material)

JUSTIFICACIÓN DEL EQUIPO SELECCIONADO

La elección de la tecnología de fabricación aditiva de gran escala, es el sistema delta **WASP Crane 3MT**, por la necesidad de materializar de forma fiel, viable y coherente el conceptual y técnica del proyecto "The Shell's Whisper".

En primer lugar, las grandes dimensiones de una de las piezas (2000 x 1500 x 1100 mm) descarta cualquier sistema de impresión 3D convencional o de gran formato estándar, cuyos volúmenes de construcción resultan insuficientes. Este equipo es una de las pocas tecnologías capaz de hacer la pieza de una sola vez, sin necesidad de ensamblar, ya que es uno de los requisitos de nuestro producto.

En segundo lugar, la tecnología de impresión por extrusión de granulado (pellet) es compatible con el material seleccionado, el ASA, siendo eficiente y económico para piezas de tal envergadura. Se garantiza no solo la viabilidad de fabricación, sino también la optimización de recursos, reduciendo el coste por volumen de material.

Finalmente, la elección de WASP no cumple únicamente criterios técnicos, sino también éticos. WASP es un líder reconocido en la exploración de la fabricación sostenible y la economía circular, utilizando materiales naturales y locales. Esta elección añade una coherencia profunda al proyecto, reforzando el relato de una pieza que nace del diseño inspirado en la naturaleza, la tecnología más avanzada y un compromiso tangible con la responsabilidad medioambiental. Así, la tecnología de fabricación se convierte en parte indisoluble del valor y la identidad del producto final.

8. Modelado 3d

Para genera las texturas superficiales de los diferentes productos, se ha escogido una foto de internet, haciendo una búsqueda con “displacement mapping textura” y escogiendo aquella foto que se asemejara a lo que quería visualmente.

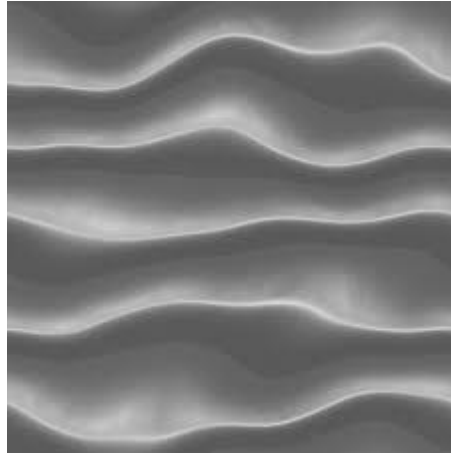


Figura 22: Textura de mapa de desplazamiento.

Posteriormente, dentro del modelo 3D en SOLIDWORKS, se seleccionaron las caras del concepto donde se deseaba aplicar la textura. A través del panel de *apariciencia*, se asignó la imagen descargada en la ruta correspondiente. Con este paso apreciamos como más o menos se verá la superficie durante el proceso de diseño y renders.

Como tercer paso, para añadir geometría real al modelo, se utilizó la herramienta *Insertar > Operaciones > Textura 3D*. Esta función permite convertir la imagen 2D en un de desplazamiento real que modifica la malla geométrica de la pieza, añadiendo relieve y detalles superficiales.

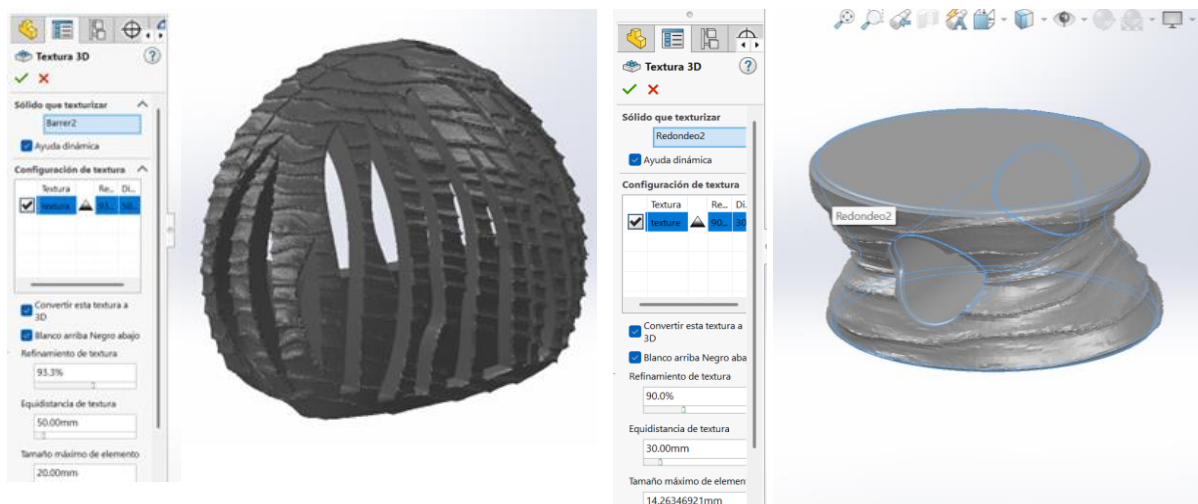


Figura 23: Texturizado de las superficies de la mesa y la concha mediante la operación de Textura 3D en SolidWorks

9. Justificación de dimensiones

Las dimensiones del mobiliario se han definido mediante un estudio ergonómico exhaustivo y teniendo en consideración productos del mercado, basado en datos antropométricos de la población española y adaptado a las especificidades de un entorno de relax. Este enfoque prioriza la comodidad postural y el bienestar, permitiendo la flexibilidad de movimientos propia de un estado de descanso o relax.

Por un lado la altura del asiento del sillón se ha puesto a 46 cm del suelo, a un que posteriormente tendrá algo más al añadir cojines. Esta altura más alta de lo normal, por encima del percentil de 95 femenino, ha sido una decisión consciente para priorizar la experiencia de relax ya que los clientes no necesariamente se van a sentar en posturas de 90º, pueden adoptar posturas informales durante su uso (como cruzar las piernas sobre el asiento, estirarse...).

La altura total del sillón (80 cm) se determina para garantizar un soporte lumbar y dorsal completo. Partiendo de que la altura sentado del percentil 95 masculino es de 92,9 cm, un respaldo de 34 cm de altura, proporciona un apoyo efectivo hasta la región dorsal media, cubriendo las necesidades del 95% de la población y fomentando una postura reclinada óptima.

Finalmente, el respaldo se encuentra inclinado a 110º, un ángulo dentro del rango recomendado (100º-110º) para mobiliario de relax. Esta inclinación promueve una distribución ideal del peso corporal, reduce la presión lumbar y facilita una transición natural hacia posturas de descanso absoluto.

Respecto a la mesa, se le ha dado una altura de 40cm. Los clientes van a estar sentados en un asiento de 46cm, de esta forma al ser algo menor la mesa, estos pueden interactuar con ella sin necesidad de elevar los hombros o flexionar en exceso los codos. La finalidad de la mesa, es apoyar bebidas y aperitivos y que estos sean manipulados sin romper la postura de relajación del cliente y teniendo en cuenta que es una actividad social informal.

10. Análisis estructural

Para realizar el estudio topológico de mí diseño, primero se lleva a cabo un análisis estructural en SolidWorks Simulation, basado en el **Método de Elementos Finitos (FEM)**. Este método divide la geometría en pequeñas partes (elementos) para resolver numéricamente las ecuaciones del comportamiento mecánico bajo cargas externas, permitiendo predecir deformaciones, tensiones y factores de seguridad.

La aplicación utiliza el **criterio de Von Mises** para evaluar la resistencia del material. Este criterio calcula una **tensión equivalente** (σ_{vm}) a partir de las componentes multidireccionales del tensor de tensiones (tracción, compresión y cortante), que se compara con el **límite elástico del material** (en este caso, ASA: 30 MPa). Si la tensión de Von Mises en cualquier punto supera este límite, el material sufrirá una deformación plástica irreversible (fallo).

Para cuantificar la proximidad al fallo, se emplea el **factor de seguridad (FS)**, definido como:

$$FS = \sigma Y / \sigma VM$$

Figura 24: Formula de factor de seguridad.

donde:

- $\sigma Y=30$ (límite elástico del ASA).
- σVM es la tensión de Von Mises calculada.

Interpretación del factor de seguridad:

- $FS < 1$: Fallo
- $FS = 1$: Situación límite.
- $FS > 1$: Diseño seguro. Cuanto mayor sea el valor, mayor margen de seguridad.

Para el análisis necesario es necesario rellenar los datos de material de la pieza, sujeción (aquella geometría fija del concepto) y valor de cargas externas en momentos más extremos.

Se ha comenzado haciendo el estudio de la mesa. Las flechas verdes indican la cara de sujeción, ya que la base de la pieza esta en contacto total con el suelo. Las flechas moradas es una carga externa de 1000N (100kg) en la superficie, que podría ser peso distribuido por botellas, platos, alguien apoyándose puntualmente... y las flechas rojas hacen referencia a una carga de viento fuerte en el lateral con valor de 1000N/m² (144km/h), para garantizar que posteriormente la mesa resista incluso en condiciones adversas.

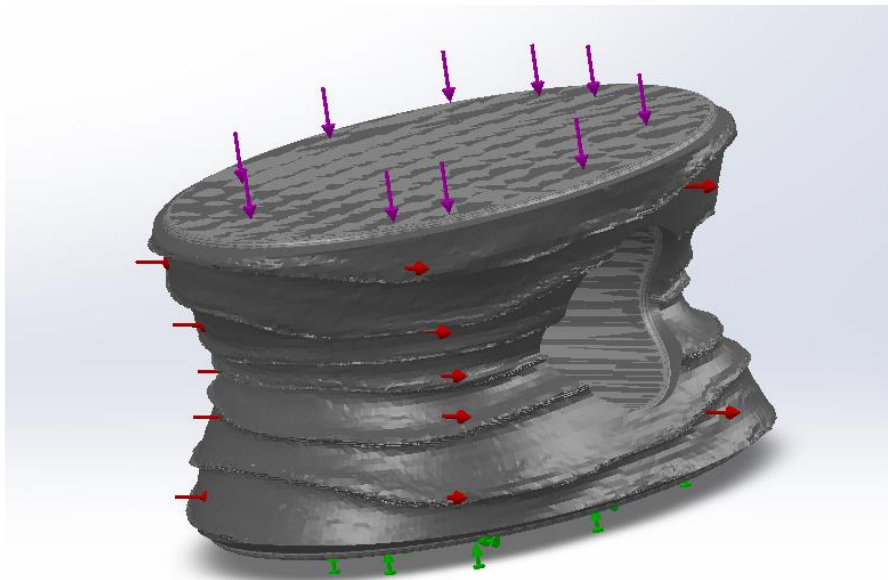


Figura 25: Estudio estructural de la mesa.

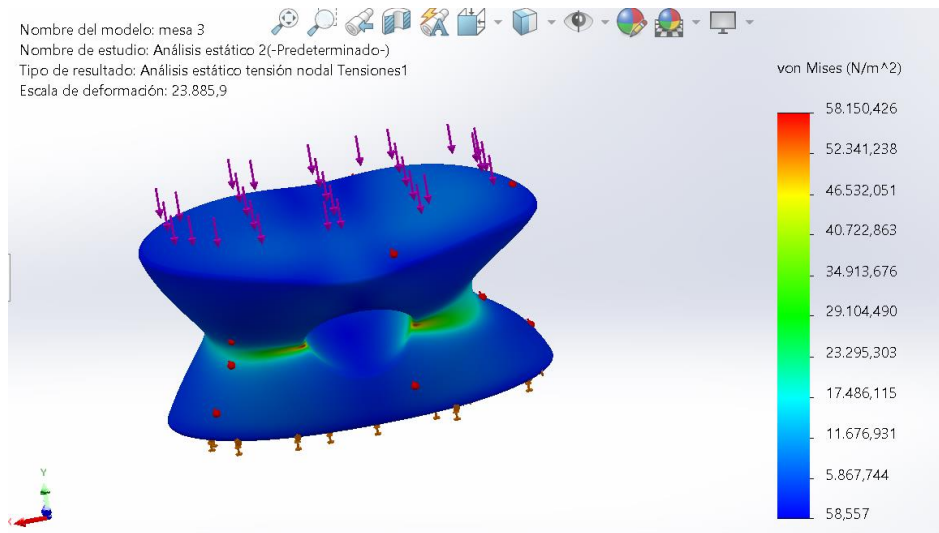


Figura 26: Estudio estructural tensiones mesa.

Podemos apreciar que los valores tanto máximo como mínimo son extremadamente pequeños (0,058 y 0,006 MPa respectivamente) lo que generara deformaciones muy pequeñas incluso nulas.

Como conclusión vemos que el diseño tiene un factor de seguridad muy alto y que se podrá optimizar, reduciendo así el material.

El segundo estudio se ha realizado para la estructura-sillón. Se ha fijado la base que esta en contacto con el suelo (flechas verdes), asegurando que no hay desplazamiento en esta zona siguiendo la normativa UNE EN 581-1:2017 y UNE EN 15372:2017. Las cargas que se han aplicado en este caso son:

- **Fuerza sobre el asiento de 2000N:** representa el peso que puede ejercer los clientes al sentarse (flecha morada vertical). Se a aplicado la normativa UNE EN 15372:2017, que establece que los muebles de uso público deben someterse a pruebas considerando cargas equivalentes al peso de un usuario promedio.
- **Fuerza sobre el respaldo de 1000N:** presión ejercida por los consumidores al apoyarse en el respaldo (flechas moradas perpendiculares al respaldo).
- **Carga de viento de 1000N/m²:** equivale a 144 km/h, aplicada sobre la superficie lateral de mayor área. Con estas condiciones, se analiza el escenario más crítico de exposición al viento (flechas naranjas)

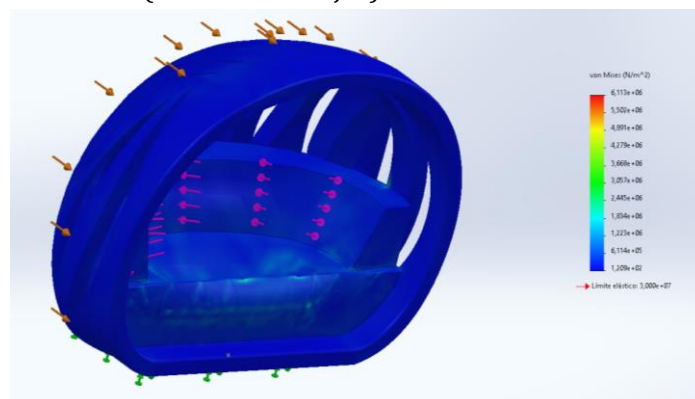


Figura 27: Análisis de tensiones Von Mises en estructura-sillón.

Para interpretar mejor los resultados, creo que es conveniente en este caso ver el gráfico del desplazamiento:

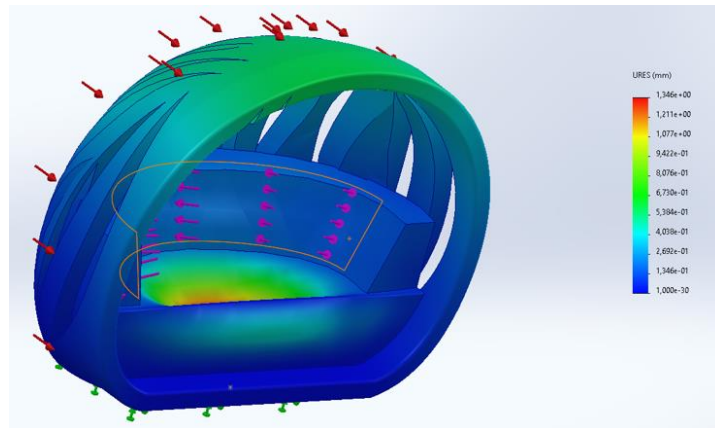


Figura 28: Análisis de desplazamiento en estructura-sillón.

Los resultados obtenidos muestran que las tensiones máximas de la estructura-sillón son muy bajas en comparación con el límite elástico del ASA (30 MPa). Esto indica que las deformaciones generadas por las cargas aplicadas, incluyendo el peso de un usuario y la exposición al viento, serán muy pequeñas en el asiento o prácticamente nulas en el resto de la pieza.

Ambos análisis nos informan que existe un comportamiento estructural muy seguro frente al caso crítico estudiado. A pesar de que ASA es un material anisótropo y sus propiedades mecánicas varían. Los resultados obtenidos permiten concluir que el diseño es robusto y fiable.

En ambos casos las tensiones máximas están muy por debajo del límite elástico del material (30MPa). Esto da a entender que las deformaciones son prácticamente nulas y que el factor de seguridad es muy alto.

Por ellos se considera la posibilidad de optimizar los diseños. Esto permite reducir el consumo de material, logrando un diseño más sostenible que siga la filosofía de Suagongo.

10. Optimización topográfica

Tras completar el análisis estructural de las dos piezas y comprobar que existen márgenes de mejora en términos de distribución de tensiones y aprovechamiento del material, se concluye que es posible reducir la masa sin comprometer el comportamiento mecánico requerido.

En este apartado se aborda un proceso de optimización topográfica orientado a identificar las regiones que contribuyen de forma más eficiente a la rigidez global de la pieza. Para ello utilizaremos también la aplicación de Solidword.

La optimización topográfica permite identificar de forma visual qué zonas de la pieza son realmente necesarias para soportar las cargas y cuáles pueden aligerarse. Estos resultados sirven como punto de partida para rediseñar la geometría de manera más eficiente. Con esta técnica se busca aprovechar mejor el material, mantener la resistencia estructural y obtener finalmente una pieza más ligera, funcional y también más sostenible gracias a la reducción de masa.

Para realizar el estudio se han mantenido todos los parámetros utilizados en el análisis estructural (**Anexo 9**) y además se ha definido mantener la superficie del orificio para mantener su estética.

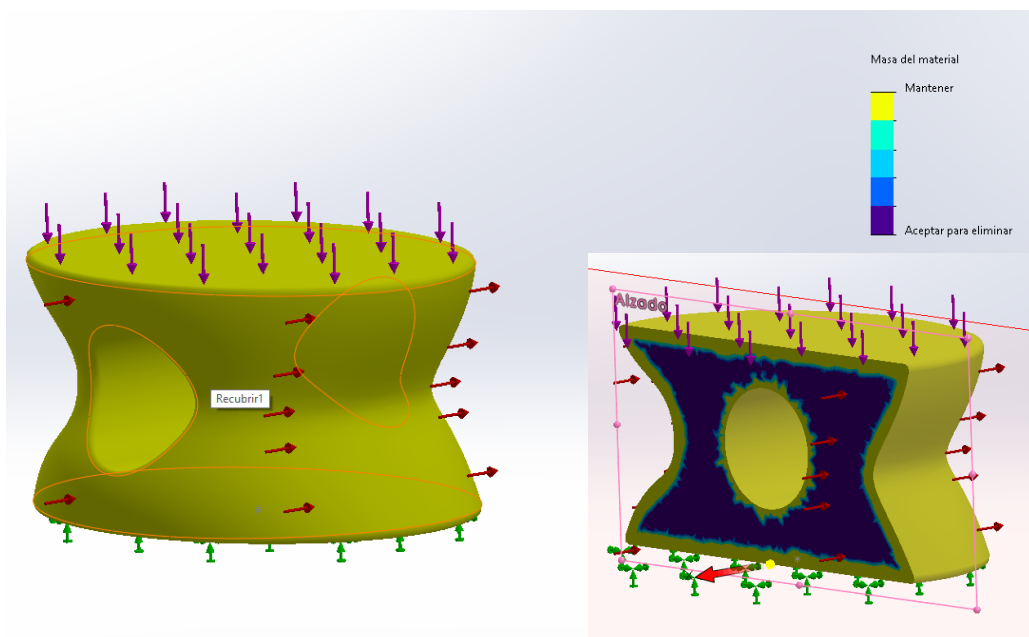


Figura 29: Estudio optimización topográfica mesa.

A partir del resultado mostrado en la imagen, se aprecia que el análisis de topología indica zonas claramente diferenciadas entre el material que debe mantenerse (en tonos amarillos) y el que puede eliminarse sin comprometer el comportamiento estructural (en tonos azules). Esto evidencia que gran parte de la geometría actual presenta un exceso de masa que no contribuye de forma significativa a la resistencia.

Las zonas externas cercanas a los apoyos y cargas permanecen como regiones críticas a conservar. Esto confirma que la pieza puede ser aligerada de manera notable manteniendo la integridad estructural. Por otro lado, aunque la superficie del orificio no es estructuralmente crítica, se conserva con un espesor al haber sido fijada como región a mantener por motivos estéticos.

La masa inicial de la mesa es 104,65kg, tras realizar el estudio podemos reducir está a 34,45kg.

Propiedades físicas de "Estudio de topología 2"

Masa = 104,65 kg

Volumen = 0,10 m³

Área de superficie = 1,85 m²

Figura 30: Propiedades físicas iniciales de la mesa.

Para saber el peso final de la pieza, se ha usado el modelo optimizado para exportarlo a Ultimaker Cura para su preparación de impresión 3D. Los parámetros seleccionados garantizan tanto la resistencia mecánica como una buena calidad en la reproducción de la textura, al mismo tiempo que permiten reducir ligeramente el peso.

Para mantener los detalles, se establecieron capas de 0,5 mm con boquilla de 1,2 mm y una velocidad de impresión de 50 mm/s. Finalmente, el peso estimado de la pieza es de 31,5 kg, logrando una ligera reducción respecto a los 34,45 kg iniciales, utilizando un patrón de infill Gyroid.

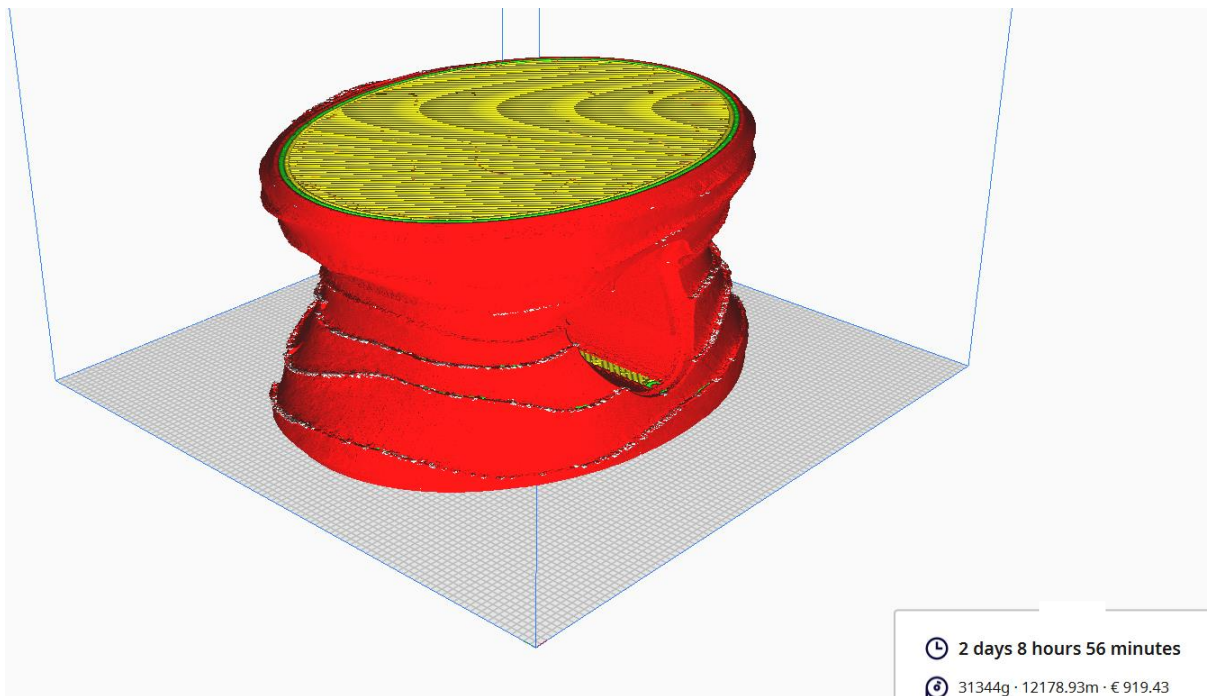


Figura 31: Parámetros de la fabricación aditiva de la mesa.

En el caso del sofá, también se han mantenido las superficies exteriores por motivos estéticos, de manera que el diseño conserve su apariencia original y continúe evocando la forma de una concha. Al igual que en el caso anterior se busca reducir la masa sin comprometer la resistencia mecánica frente a las cargas de uso y la acción del viento.

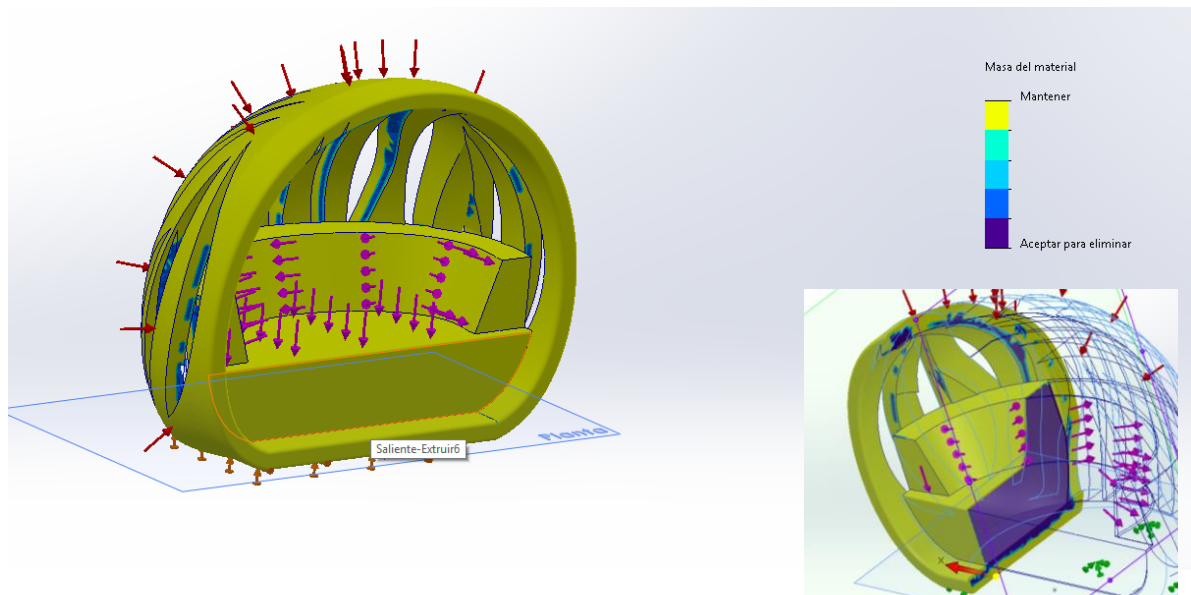


Figura 32: Estudio topográfico de la estructura-sillón.

Nota: Imagen de creación propia

En este estudio hemos podido reducir la masa de 598'87 kg a 204kg, manteniendo un comportamiento seguro frente a cargas estáticas y exposición al viento durante su uso en exterior.

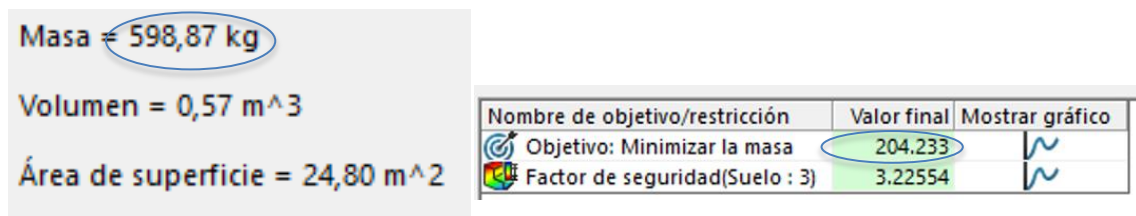


Figura 33: Demostración de la masa inicial y final de la estructura-sillón tras la optimización.

Nota: Imagen de creación propia

Posteriormente, el modelo optimizado se pasó a Ultimaker Cura, manteniendo parámetros similares a los utilizados para la mesa, salvo la capa que se ha pasado a 0,6mm. Realizando el estudio sin soportes, se estimó el peso final de la pieza en aproximadamente 88,5 kg, una reducción significativa respecto a los 200 kg tras la optimización topográfica.

88348g ·

Figura 34: Peso final de la estructura-sillón.

Nota: Imagen de creación propia.

Seguidamente, se calculó el peso y el tiempo de impresión considerando soportes, con el objetivo de planificar la cantidad de material requerido y la duración total del proceso de fabricación.

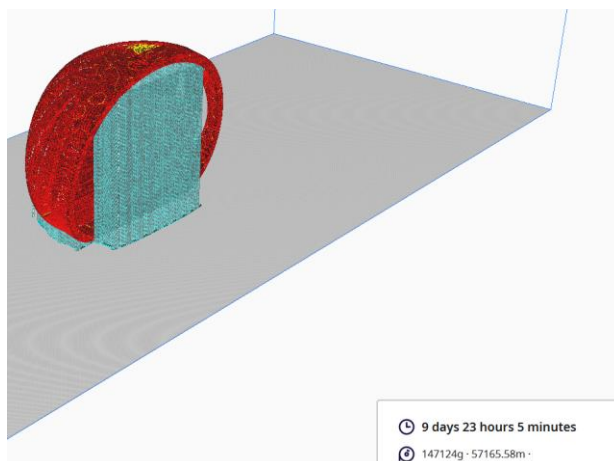


Figura 35: Peso con soportes de la estructura-sillón.

Nota: Imagen de creación propia.

Gracias a este estudio se demuestra que existe un potencial importante de reducción de masa, ofreciendo una guía clara para rediseñar la pieza hacia una configuración más eficiente y sostenible, reduciendo material y, por tanto, el impacto ambiental asociado a su fabricación

11. Estimación precio de venta

El coste final y el precio de venta de las piezas fabricadas mediante impresión 3D de gran formato requiere analizar de manera detallada todas las variables que intervienen en su producción.

Dado que se trata de muebles de gran tamaño, fabricados en un único cuerpo y mediante tecnología de extrusión de pellet con material ASA, es necesario considerar no solo el material útil de la pieza final, sino también el material adicional necesario para soportes, rellenos, márgenes de seguridad y pérdidas propias del proceso.

Se debe tener en cuenta funcionamiento continuo de la maquina, la energía consumida, la supervisión técnica, los tiempos de preparación y retirada de soportes, así como los costes indirectos derivados de la ocupación de espacio, mantenimiento o posibles incidencias de impresión.

La pieza tiene un peso final de 88,35 kg, pero para fabricarla se requieren 147,124 kg de material ASA, debido al uso de soportes requeridos durante su fabricación y márgenes de adherencia: que se utilizan en impresión de gran formato para garantizar estabilidad.

Dado un precio de ASA de **22 €/kg**, el coste en material es 3.236€, obtenido de la multiplicación del peso calculado y el coste por kilo.

En segundo lugar hay que tener en cuenta el coste asociado a la fabricación. La impresión completa tarda 9 días, 23 horas y 5 minutos, lo que supone casi 240 horas de impresión. Se considera que:

- Consumo estimado: 1,4 kW
- Tiempo total: 239 h
- Precio kWh empresarial: ~0,22 €/kWh

Podemos considerar que el consumo energético puede ser de aproximadamente 74€.

Además deber haber contratada uno o más personas que en cada impresión se en cargen de preparar la máquina, cargar el pallet, controlen la impresión y retiren el soporte empleado. Dependerá del número de horas de trabajo, pero puede ascender a los 1.200€.

La estructura sillón incorpora un acolchado subcontratado que costara alrededor de 300€.

Para finalizar se debe subcontratar el sitio y la impresora donde se va a realizar. Los gastos aproximados de esto pueden ser:

- Alquiler de la impresora para 10 días es 1.200 €
 - Climatización: 50 €
 - Gastos de instalación, espacio, seguro y gestión: 150 €
 - Mantenimiento y consumibles: 150 €
 - Contingencia (5 % del material): 161,84 €
- $\text{Gastos indirectos} = 1.200 + 50 + 150 + 150 + 161,84 = 1.711,84\text{€}$

Si sumado todo esto la fabricación del producto es de alrededor de 6.440'57€ y el precio de venta con un margen de ganancias del cuarenta por ciento se quedaría en 9.028€

En segundo lugar tenemos la mesa, que requiere 31,35 kg de material ASA para su fabricación. El coste del material es aproximadamente 690 €, obtenido multiplicando el peso de material por su precio unitario (31,35 kg × 22 €/kg).

El proceso completo de impresión tarda 2 días y 9 horas, es decir, aproximadamente 57 horas. El consumo energético de la impresora, estimado en 1,4 kW, y considerando un precio de electricidad empresarial de 0,22 €/kWh, supone un coste energético de 17,56 € (1,4 kW × 57 h × 0,22 €/kWh).

Sacando la proporción respecto al sillón, donde se consideraba una mano de obra de 1.200 €, para esta pieza más pequeña se obtiene un coste de 200 € para la preparación de la máquina, supervisión de la impresión y retirada de soportes.




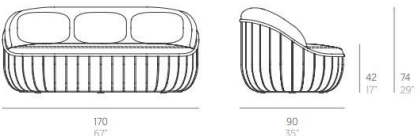

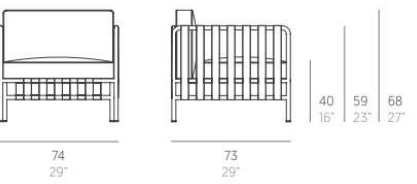

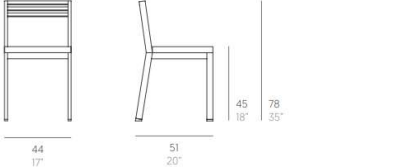

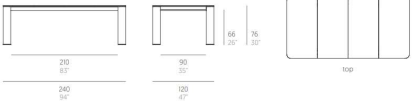
El alquiler de la impresora se estima en 285 €, proporcional al alquiler de 10 días calculado para el sillón.


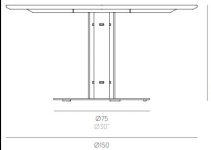

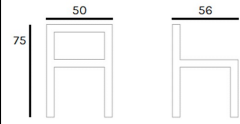




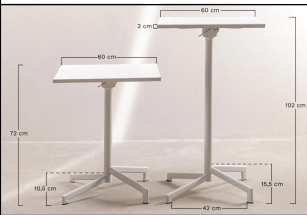



Los gastos asociados a la fabricación, incluyendo mantenimiento, consumibles, climatización, ocupación de espacio, seguros y contingencia, se estiman en 648,11 €.









Sumando todas estas partidas, el coste total de fabricación de la mesa es aproximadamente 1.555,37€






Aplicando un margen de beneficio del 40 %, el precio de venta recomendado sería de aproximadamente de 2.177,52€



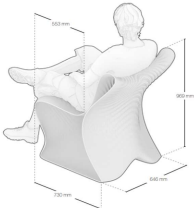

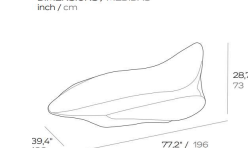




12. Tablas de estudio de mercado y antropométricas


PRODUCTO	NOMBRE Y LINK	MATERIAL	RESISTENCIA MATERIAL INTERPERIE	DIMENSIONES	ERGONOMÍA	SEGURIDAD	PRECIO
	PERGOLA SOFÁ https://www.gandiablasco.com/producto/pergola-sofa/	Perfilería de aluminio anodizado o termolacado Lonas de tela plástica (solti) Los asientos de gomaespuma de poliuretano recubierta con tejido hidrófugo (25 cojines + asientos)	aluminio anodizado o termolacado y solti: Resistente al sol, lluvia y corrosión. Gomaespuma de poliuretano recubiertos con tejido hidrófugo: Resistente a la lluvia, pero la durabilidad a largo plazo puede verse afectada por el sol. El tejido hidrófugo debe secarse bien para evitar humedades.	Medidas. Sizes  360 142" 45 18" 250 98" 320 126"	Altura ergonomica para sentarse. Antidezlizantes	Estabilidad Tejidos ignifugos	16.300 €
	Sofa 2 plazas arena https://www.gandiablasco.com/producto/sofa-2-plazas-arena/	Aluminio termolacado. Asiento, respaldo y cojin de gomaespuma de poliuretano y fibra de poliéster con tejido hidrófugo. Tapicería de tejido técnico para exterior desenfundable.	Aluminio termolacado y tejido técnico: resistente al sol, lluvia y corrosión. Gomaespuma de poliuretano recubiertos con tejido hidrófugo: Resistente a la lluvia, pero la durabilidad a largo plazo puede verse afectada por el sol.El tejido hidrófugo debe secarse bien para evitar humedades.	Medidas. Sizes  170 67" 42 17" 74 29"	Respaldo inclinado Reposabrazos	Estabilidad. Diseño redondeado. Resistente al fuego.	4.800 €
	Butaca Onsen https://www.gandiablasco.com/producto/butaca-onsen/	Aceros inoxidable AISI 316L satinado. Aluminio termolacado. Cinchas de piel sintética, vinilo y poliéster. Ribete en tejido 100% acrílico. Asiento y respaldo de gomaespuma de poliuretano reutilizable y fibra de poliéster con tejido hidrófugo. Tapicería de tejido técnico para exterior desenfundable.	Aluminio termolacado, tejido técnico y acero inoxidable: resistente al sol, lluvia y corrosión. Cinchas de piel sintética, vinilo y poliéster y tejidos acrílicos: Resistente al sol y la lluvia, pero puede degradarse con el tiempo. Gomaespuma de poliuretano recubiertos con tejido hidrófugo: Resistente a la lluvia, pero la durabilidad a largo plazo puede verse afectada por el sol.El tejido hidrófugo debe secarse bien para evitar humedades.	Medidas. Sizes  74 29" 73 29" 40 16" 59 23" 68 27"	Se adapta al cuerpo de ser humano y a su movimieto, repartiendo el peso del cuerpo.	Materiales resistentes	2.990 €
	silla DNA https://www.gandiablasco.com/producto/silla-dna/#ficha	Aluminio anodizado o termolacado Aluminio efecto madera Gomaespuma de poliuretano recubierta con tejido hidrófugo Tapicería de tejido técnico de exterior	Aluminio termolacado y efecto madera y tejido técnico: resistente al sol, lluvia y corrosión. Gomaespuma de poliuretano recubiertos con tejido hidrófugo: Resistente a la lluvia, pero la durabilidad a largo plazo puede verse afectada por el sol.El tejido hidrófugo debe secarse bien para evitar humedades.	Medidas. Sizes  44 17" 51 20" 45 18" 78 35"	Inclinación del respaldo Material ligera para poder moverse por el cliente Dimensiones ergonomicas	Estabilidad Como inconveniente al ser de aluminio con el sol se calienta y puede quemar al usuario por lo que dispone de tapicería.	580 €
	Mesa alta Bosc https://www.gandiablasco.com/producto/mesa-alta-bosc/	Aluminio termolacado Porcelánico	Ambos materiales son resistentes al sol, lluvia y corrosión	Medidas. Sizes  210 87" 90 35" 66 26" 76 30" 100 240 94" 120 47"	Dimensiones adaptadas al ser humano Espacio para las piernas	Esquinas redondeadas.	

	Mesa alta Ø150 Isla https://www.gandiablasco.com/producto/mesa-alta-d150-isla/	Acero zincado termolacado (pie de mesa). Aluminio termolacado. Madera de Iroko	Tanto el acero como el aluminio son resistentes al sol, lluvia y corrosión. La madera Iroko es resistente pero necesita mantenimiento de barniz o aceites para evitar su deterioro y la aparición de grietas o deformaciones.		Dimensiones ergonomicas. Espacio para las piernas	Esquinas redondeadas.	4.400 €	
	Silla Tuga https://www.muebleshosteleria.es/ofertas/Sillas_Sillones_Exterior.pdf	Polipropileno reforzado con fibra de vidrio	Resistente al sol, lluvia y corrosión.	DIMENSIONES (CM) 	Dimensiones ergonomicas. Respaldo con soporte lumbar inclinado ligeramente. Reposa brazos. Transpirable por la espalda	Contornos redondeados	El precio ronda de 50€ según distribuidor, y para hostelería puede tener un 45% de descuento	Disponibilidad de otros diseños con las mismas características algunos con o sin reposabrazos.
	Sillón Steely https://www.muebleshosteleria.es/ofertas/Sillas_Sillones_Exterior.pdf	Inyectado en fibra de vidrio con polipropileno.	Resiste a la lluvia y corrosión. Resistente al sol con tratamiento anti-UV para evitar que con el tiempo se vuelva quebradizo o perder color.		Dimensiones ergonomicas. Respaldo con soporte lumbar inclinado ligeramente. Reposa brazos.	Contornos redondeados	El precio de 4 es 85€ con la compra de 28 se reduce a 74 €	
	Sillón 6361 https://www.muebleshosteleria.es/ofertas/Sillas_Sillones_Exterior.pdf	Aluminio Cuerda olefin Polyester	Los materiales son resistente al sol, lluvia y corrosión. Respeto al polyester puede decolorarse con el tiempo y envejecerse con grandes lluvias.	Ancho 57 cm Fondo 62 cm Alto 81 cm	Dimensiones ergonomicas. Respaldo con soporte lumbar inclinado ligeramente. Reposa brazos. Transpirable por la espalda	Contornos redondeados	120€ (varía según el distribuidor)	
	Gemini Abatible https://www.muebleshosteleria.es/ofertas/Mesas_Exterior.pdf	Base en polipropileno con fibra de vidrio y poliamida. Tubo en aluminio lacado	Materiales altamente resistentes al sol, la lluvia y la corrosión,		2 alturas Dimensiones ergonomicas Espacio para las piernas	Contornos redondeados	77 €	
	Mesa A154 https://www.muebleshosteleria.es/ofertas/Mesas_Exterior.pdf	Acero inoxidable	Resistente al sol, lluvia y corrosión.	Dimensiones cuadrado también disponibles en 60x60 	Dimensiones ergonomicas Espacio para las piernas	Contornos redondeados	65€ (60x60) 75€ (70x70)	
	Silla color burdeos https://www.amazon.es/MBH-Mobiliario-hosteleria-reposabrazos-Unidades/dp/B0BZZ6NSRY/ref=sr_1_6?__mk_es_ES=%C3%85M%	Aluminio	Resistencia tanto al sol, la lluvia como a la corrosión.	53f. x 54an. x 73al. Centímetros	Material ligero. Respaldo con soporte lumbar inclinado ligeramente. Reposabrazos	Contornos redondeados Estabilidad	80,50€/unidad	

	Sillon Kenia https://maquinariabarhosteleria.com/es/sillas/sillon-kenia.html#/1581-medidas_sillas_taburetes_y_mesas_contractos_x_55_x_87_cm	Aluminio Rattan sintéticos	aluminio y rattan sintético son altamente resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.		Material ligero. Respaldo con soporte lumbar inclinado ligeramente. Reposabrazos	Contornos redondeados Estabilidad	94€/ unidad
	Silla vestige https://maquinariabarhosteleria.com/es/sillas/silla-vestige.html#/1544-colores_de_las_sillas_contrac-color_rojo	Hierro Pintura EDP para exterior	El hierro por sí solo no es adecuado para condiciones exteriores sin protección, pero al aplicar pintura EDP para exterior, se incrementa considerablemente su resistencia al sol, la lluvia y la corrosión.	45x52x85 cm	Respaldo con soporte lumbar inclinado ligeramente.	Contornos redondeados	77 €
	Set Honey para terraza https://maquinariabarhosteleria.com/es/mobiliario-terracea/set-honey-para-terracea.html	Estructura galvanizada Pintura EDP para exterior Asiento en Wicker sintético Mesa cristal templado	Todos los materiales son resistentes al sol, lluvia y corrosión. Cuidado con el cristal a temperaturas muy elevadas	Sofá Dimensiones 126x68x83 cm Sillón Dimensiones 70x68x63 cm Mesa Dimensiones 100x45x45 cm	Material ligero. Respaldo con soporte lumbar inclinado ligeramente. Reposabrazos	Contornos redondeados	979€ por el set
	Set de sofás y mesa Jambo para interior o exterior https://maquinariabarhosteleria.com/es/mobiliario-terracea/set-de-sofas-y-mesa-jambo-para-interior-o-exterior.html	Aluminio blanco	resistente al sol, la lluvia y la corrosión.	Medidas de la mesa 120x75x26 cm Medidas del sofá de 2 plazas 240x85x62 cm Medidas del sofá de 3 plazas 262x85x62 cm	Material ligero. Reposabrazos en las esquinas.	Acolchado.	1.654 €
	Silla baja Ostrea https://www.royalbotania.com/es-ES/productos/OST77	Acero inoxidable	resistente al sol, la lluvia y la corrosión.	Altura 71.9 cm Anchura 66.0 cm Longitud 60.0 cm Altura del asiento 36.0 cm	Respaldo con soporte lumbar inclinado ligeramente.	Esquinas redondeadas.	
	Sillón Jive recubierto de aluminio y teca https://www.royalbotania.com/es-ES/productos/JIV55W	Acero inoxidable Teca	resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.	Altura 73.5 cm Anchura 55.0 cm Longitud 53.0 cm	Reposabrazos. Dimensione ergonomicas	Esquinas redondeadas.	
	Mesa alta XQI de 200x70cm de teca https://www.royalbotania.com/es-ES/productos/XQI200H	Teca	resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.	Altura 110.0 cm Anchura 70.0 cm Longitud 200.0 cm	Dispone de una barra en los pies para apollar los pies	Solida y estable	

	<p>Sillón Pine Beach (inspira en la orilla del mar)</p> <p>https://serralunga.com/collections/armchairs/products/pine-beach-armchair</p>	<p>Fabricado con LLDPE (polietileno lineal de baja densidad).</p>	<p>resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.</p>	<p>Largo: 70 cm</p> <p>Ancho:66cm</p> <p>Alto:76cm</p>	<p>Reposabrazos.</p> <p>Dimensione ergonomicas</p> <p>Inclinación del respaldo</p>	<p>dispone sistema de drenaje, con un pequeño orificio para el agua</p>	<p>561 €</p>
	<p>Sillón Canisse</p> <p>https://serralunga.com/collections/armchairs/products/canisse-armchair</p>	<p>Fabricado con LLDPE (polietileno lineal de baja densidad).</p>	<p>resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.</p>	<p>Largo: 97 cm</p> <p>Ancho: 88 cm</p> <p>Alto: 80 cm</p>	<p>Espacioso</p> <p>Los reposabrazos no son ergonomicos porque no son uniforme y acolchados.</p> <p>Respaldo alto</p>	<p>Sin bordes afilados</p> <p>Estabilidad</p>	<p>2952€</p>
	<p>Sillón Sirchester Moleskine</p> <p>https://serralunga.com/collections/chairs/products/sirchester-armchair-moleskin</p>	<p>Material: Fabricado en LLDPE (polietileno lineal de baja densidad). Tratamiento superficial manual que le confiere un tacto y aspecto aterciopelado.</p>	<p>resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.</p>	<p>Largo: 120 cm</p> <p>Ancho: 82 cm</p> <p>Alto: 72 cm</p>	<p>Espacioso</p> <p>Reposabrazos</p> <p>Respaldo inclinado y alto</p>	<p>Estabilidad</p> <p>Redondeado</p>	<p>1.271€</p>
	<p>Il Colonnato Mesa de comedor de piedra minera</p> <p>https://www.kettal.com/living/es/minerastone-dining-table-0165-8-guest</p>	<p>Piedra Minera</p>	<p>resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.</p>		<p>Espacio para las piernas</p> <p>Dimensiones ergonomicas</p>	<p>Estabilidad</p> <p>Redondeado</p>	
	<p>Giro Mesa central D135</p> <p>https://www.kettal.com/living/es/giro-central-table-135-vincent-van-duysen</p>	<p>Ceramica</p>	<p>resistentes al sol, la lluvia y la corrosión.</p>		<p>Altura comoda si el cliente esta sentado sofas o sillones altos</p>	<p>Esquinas redondeadas.</p>	

PRODUCTO	NOMBRE Y LINK	MATERIAL	RESISTENCIA MATERIAL INTERPERIE	DIMENSIONES	ERGONOMÍA	SEGURIDAD	PRECIO	FABRICACIÓN	INSPIRACIÓN
	Degradee Table (de Nagami) https://nagami.design/producto/degradee-table/	PETG Polímero Reciclado	PETG reciclado es apto para exteriores , pero si estará expuesto de forma continua al sol o en condiciones extremas, es mejor elegir una versión con protección UV		al tener un diseño cónico, evita tropiezos con patas en los bordes.	Base ancha: Reduce el riesgo de vuelco, ofreciendo estabilidad. No tiene esquinas afiladas		Las piezas están impresas en una sola pieza con un brazo robótico industrial añadiendo colorante a medida que se va imprimiendo, un resultado sólo posible utilizando la fabricación aditiva. La extrusión de PETG genera una textura lineal que le concede a las piezas un característico acabado.	Inspiración en el atardecer
	Mawj https://nagami.design/producto/mawj/	PETG Polímero Reciclado	PETG reciclado es apto para exteriores, pero si estará expuesto de forma continua al sol o en condiciones extremas, es mejor elegir una versión con protección UV		La superficie ondulada que sigue una geometría paramétrica, diseñada para la estética y para ofrecer una adaptabilidad al cuerpo (las ondulaciones se suavizan en la zona lumbar para un mejor apoyo en esta área). Diseño no ergonomico para periodos largos (demasiada inclinación del respaldo)	Estable Resistente	1,850 EURO	Impreso con un grosor de sólo 6 mm. En un unico volumen.	patrón ondulado de la superficie aguamarina recuerda a las aguas del Mar Árabe
	Airchase https://nagami.design/producto/airchase/	Polímero PET Reciclado	PETG reciclado es apto para exteriores, pero si estará expuesto de forma continua al sol o en condiciones extremas, es mejor elegir una versión con protección UV	DIMENSIONES / MEDIDAS inch / cm 	Su diseño envolvente con un respaldo alto y curvo, lo que proporciona un buen soporte lumbar y dorsal, permitiendo distribuir el peso. Respaldo inclinado.	Robusto. Estable. Esquinas redondeadas.		Un unico volumen.	inspirado en formas aerodinámicas y futuristas
	Banco X https://thenewraw.org/x-bench	PP reciclado	PP es resistente a lluvia y corrosión. Respecto al sol no es resistente y necesita aditivos.	Ancho 90cm Alto 140cm Largo 86cm	Forma curva para adaptarse a la postural corporal.	Esquinas redondeadas. Robusto.		Dos volúmenes. Fabricación con materiales reciclados y sin desperdicios.	
	Ermis https://thenewraw.org/ermis	PP reciclado	PP es resistente a lluvia y corrosión. Respecto al sol no es resistente y necesita aditivos.	Ancho 80cm Alto 70cm Largo 75cm	Forma curva para adaptarse a la postural corporal. Ligera	Esquinas redondeadas. Robusto. Estable		Dos volúmenes. Fabricación con materiales reciclados y sin desperdicios.	Formas naturales y colores de la tierra. Podría representar una playa.
	MESA HANA https://www.aectual.com/shop/7f7d32a5e1aa-hana-1012	Superficie lateral impresa en 3D: envases de bebidas reciclados (PolyAl) Tablero madera	Resistente al sol si lleva tratamientos de UV, lluvia y corrosión	Disponibilidad de tres diámetros: 105, 120 y 130cm	Espacio para las piernas.	Esquinas redondeadas. Robusto	2.490 €	Impresión 3D (fabricación de granulado fundido) con material de Cartones de bebidas reciclados (PolyAl)	En una flor
	Kids Puzzle Chair P39 https://www.bitsandpar.ts.org/shop/	ABS	Es resistente a lluvias y corrosión, pero no es un material apropiado para una exposición prolongada al sol		Respaldo inclinado Ligera para niños. Permite adaptar las medidas de la pieza al usuario.	Material no toxico Robusto Bordes redondeados Estable		Se fabrican 39 piezas de rompecabezas grandes con impresoras 3D	Se inspira en que la silla resulte atractiva y de diversión para los niños.

	<p>Gradient Fauteuil</p> <p>https://purodiseno.lat/hacedores/el-diseno-apuesta-a-la-impresion-3d-en-hormigon-y-le-sienta-bien/</p>	<p>Hormigón</p> <p>Fibras de carbono.</p> <p>Revestimiento de poliuretano</p>	<p>El hormigón es resistente al sol y la lluvia, aunque puede desarrollar fisuras por cambios térmicos o humedad si no está bien sellado. El revestimiento de poliuretano protege la superficie, mejorando la durabilidad ante la intemperie. Ninguno de los materiales es corrosivo.</p>	<p>Altura: 102 cm</p> <p>Anchura: 108 cm</p> <p>Profundidad: 95 cm</p>	<p>forma orgánica y envolvente que sugiere un diseño pensado para adaptarse al cuerpo humano.</p>	<p>Esquinas redondeadas</p>	<p>15.000 €</p>	<p>Se extruye hormigón para obtener el producto. Posteriormente se refuerza con fibras de carbono para mejorar la resistencia a la tracción. Y por último, aplicación de revestimiento manualmente de poliuretano resistente a los rayos UV para proteger la superficie y mejorar su durabilidad.</p>	<p>Inspiración en los degradados con e fin de transmitir elegancia y armonia.</p>
	<p>Gradient Bench Large</p> <p>https://design-milk.com/philipp-aduatz-creates-3d-printed-concrete-furniture-and-vases/?utm_source=chatgpt.com</p>	<p>Hormigón</p> <p>Reforzado por Acero</p>	<p>El hormigón es resistente al sol y la lluvia, aunque puede desarrollar fisuras por cambios térmicos o humedad si no está bien sellado. El revestimiento de poliuretano protege la superficie, mejorando la durabilidad ante la intemperie. Ninguno de los materiales es corrosivo.</p>	<p>230 x 56 x 45 cm</p>	<p>Sin respaldo por lo que no es ergonomico para tiempos pronlogados.</p> <p>Dimensiones ergonómicas.</p>	<p>Esquinas redondeadas</p>	<p>5.300 €</p>	<p>El banco se construye capa por capa mediante impresión 3D, aplicando tintes directamente en la boquilla durante el proceso para lograr el efecto de degradado deseado.</p> <p>Integración del refuerzo de acero durante la impresión en áreas estratégicas para reforzar la estructura.</p>	<p>Inspiración en los degradados con e fin de transmitir elegancia y armonia.</p>
	<p>https://amfg.ai/projects/3direct-3d-printed-street-furniture-from-recycled-materials/</p> <p>USO</p>	<p>75% FiberPak®, 25% aluminio + polietileno</p>	<p>Los materiales son resistentes a las condiciones que se pueden enfrentar a la interperie.</p>		<p>Inclinación del respaldo</p>	<p>Esquinas redondeadas</p>		<p>Se fabrica con WASP 3MT</p>	
	<p>Bone chaise</p> <p>https://www.jorislaarmann.com/work/arm-chair/</p>	<p>Polvo de mármol blanco de Carrara y resina de fundición</p>	<p>Los materiales como el mármol y la resina no están diseñados específicamente para resistir la exposición continua al sol, la lluvia y la corrosión</p>		<p>está diseñada para ser ergonómica, con una forma que se adapta al cuerpo, proporcionando soporte sin comprometer su apariencia artística.</p>	<p>Este material resultó en una apariencia similar a la porcelana, pero con una textura más sólida y resistente</p>		<p>Se obtiene una silla con un volumen a partir de un molde formado por 91 piezas</p>	<p>En el movimiento de la naturaleza</p>
	<p>Silla de Celdas Largas o Silla de Adaptación.</p> <p>https://www.jorislaarmann.com/work/adaptation-chair/</p>	<p>poliamida impresa en 3D, recubierta con un material conductor, y luego electroformada con cobre para darle resistencia estructural.</p>	<p>En general, la silla es adecuada para interiores o exteriores protegidos, pero la exposición directa constante al sol o la lluvia podría afectar su longevidad.</p>	<p>Altura: 72,1 cm</p> <p>Ancho: 69,9 cm</p> <p>Profundidad: 76,8 cm</p>	<p>está diseñada para ser ergonómica, con una forma que se adapta al cuerpo, proporcionando soporte sin comprometer su apariencia artística.</p>	<p>Estable</p> <p>Robusta</p> <p>Bordes redondeados</p>		<p>se imprimió en 3D un sustrato de poliamida con una gran máquina SLS, tras lo cual se ensamblaron las piezas mediante soldadura. Posteriormente, el sustrato se recubrió con un material conductor y se electroconformó.</p>	
	<p>Silla de aluminio con degradado</p> <p>https://www.jorislaarmann.com/work/gradient-chair/</p>	<p>Aluminio</p>	<p>Material resistente a la corrosión, pero la exposición prolongada al sol y la lluvia podría afectar su apariencia con el tiempo</p>	<p>Altura: 72,5 cm</p> <p>Ancho.: 61,8 cm</p> <p>Profundidad: 67 cm</p>	<p>Forma adaptada al cuerpo humano y que proporciona un soporte</p>	<p>Estabilidad</p> <p>Sin bordes afilados</p> <p>Material duradero</p>		<p>Se fabrica mediante fabricación aditiva, utilizando la técnica de sinterización láser en aluminio.</p>	
	<p>Maker Tables</p> <p>https://www.jorislaarmann.com/work/maker-tables/</p>	<p>resina compuesta y plástico</p>		<p>Altura: 77 cm</p> <p>Ancho: 345 cm</p> <p>Profundidad: 130 cm</p>	<p>Espacio para las piernas.</p>	<p>Estable</p>		<p>1. Impresión 3D: Se crean pequeñas piezas</p> <p>2. Fresado CNC: Algunas partes se elaboran con máquinas de fresado controladas por computadora</p> <p>3. Ensamblaje modular: Las piezas impresas se ensamblan para formar una estructura compleja y orgánica, similar a un rompecabezas tridimensional.</p>	

APÉNDICE I

Tablas de datos antropométricos de la población laboral española

Datos antropométricos de la población laboral española
Población conjunta
 (diciembre 1996 - corregidos octubre 1999)

Nº de Referencia ISO 7250:1996	Designación	Tamaño muestra	Media	Desviac. típica	Error típico	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 99
1. Medidas tomadas con el sujeto de pie (mm)										
1 (4.1.1)	Masa corporal (peso, kg)	1711	70,46	12,70	0,307	46,9	51,0	70,0	92,7	102,8
2 (4.1.2)	Estatura (altura del cuerpo)	1723	1.663,23	83,89	2,021	1.479	1.525	1.665	1.803	1.855
3 (4.1.3)	Altura de los ojos	1722	1.557,96	82,31	1,985	1.382	1.423	1.558	1.699	1.747
4 (4.1.4)	Altura de los hombros	1722	1.382,12	76,28	1,838	1.217	1.256	1.384	1.508	1.558
5 (4.1.5)	Altura del codo	1721	1.027,24	58,03	1,399	900	932	1.027	1.122	1.165
6 (4.1.6)	Altura de la espina iliaca	1524	934,46	56,59	1,452	806	842	934	1.028	1.066
7 (4.1.8)	Altura de la tibia	1374	451,78	36,56	0,986	377	398	449	515	548
8 (4.1.9)	Espesor del pecho, de pie	1722	249,16	26,91	0,648	192	208	248	294	320
9 (4.1.10)	Espesor abdominal, de pie	1719	230,05	39,81	0,960	154	168	229	297	327
10 (4.1.11)	Anchura del pecho	1722	308,20	32,80	0,790	237	257	309	360	385
11 (4.1.12)	Anchura de caderas (de pie)	1723	343,30	24,31	0,586	288	306	342	385	404
2. Medidas tomadas con el sujeto sentado (mm)										
12 (4.2.1)	Altura sentado	1716	859,69	41,59	1,004	764	793	859	929	959
13 (4.2.2)	Altura de los ojos, sentado	1716	753,04	39,78	0,960	661	690	753	819	848
14 (4.2.3)	Altura del punto cervical, sentado	1716	631,26	35,23	0,850	552	574	631	688	714
15 (4.2.4)	Altura de los hombros, sentado	1719	578,66	33,70	0,813	500	524	579	635	660
16 (4.2.5)	Altura del codo, sentado	1711	224,98	26,44	0,639	169	182	224	269	294
17 (4.2.6)	Longitud hombro - codo	1721	354,75	25,48	0,614	291	312	356	395	410
18 (4.2.8)	Anchura de hombros, biacromial	1721	369,58	39,46	0,951	281	304	372	432	453
19 (4.2.10)	Anchura entre codos	1717	457,85	53,33	1,287	335	367	461	542	574
20 (4.2.11)	Anchura de caderas, sentado	1718	365,14	30,44	0,734	294	316	364	417	445
21 (4.2.12)	Longitud de la pierna (altura del popliteo)	1721	418,17	29,17	0,703	350	368	419	464	487
22 (4.2.13)	Espesor del muslo, sentado	1710	144,78	18,89	0,457	100	112	145	174	188
23 (No incl.)	Altura del muslo, sentado	1712	558,21	35,14	0,849	473	498	558	615	632
24 (4.2.15)	Espesor abdominal, sentado	1719	240,12	44,11	1,064	156	173	238	314	349
3. Medidas de segmentos específicos del cuerpo (mm)										
15 (4.3.1)	Longitud de la mano	1719	182,94	11,88	0,287	155	163	183	202	209
26 (4.3.3)	Anchura de la palma de la mano (en metacarpianos)	1719	85,29	7,86	0,190	68	72	86	97	102
27 (4.3.4)	Longitud del dedo índice	1378	72,00	5,13	0,198	61	64	72	81	85

N° de Referencia ISO 7250:1996	Designación	Tamaño muestra	Media	Desviac. típica	Error típico	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 99
28 (4.3.5)	Anchura proximal dedo índice	1722	19,86	1,99	0,048	16	17	20	23	24
29 (4.3.6)	Anchura distal del dedo índice	1723	17,29	2,03	0,049	13	14	17	20	22
30 (4.3.7)	Longitud del pie	1721	251,55	17,80	0,429	210	221	253	279	290
31 (4.3.8)	Anchura del pie	1715	97,10	8,61	0,206	71	84	98	110	115
32 (4.3.9)	Longitud de la cabeza	1717	187,38	8,68	0,209	166	173	187	201	206
33 (4.3.10)	Anchura de la cabeza	1719	144,74	7,68	0,185	126	132	145	157	162
34 (4.3.11)	Longitud de la cara (nasion-mentón)	1570	124,97	11,48	0,290	104	110	124	142	159
35 (4.3.12)	Perímetro de la cabeza	1698	565,63	20,05	0,487	520	533	565	598	611
36 (4.3.13)	Arco sagital de la cabeza	1715	354,30	25,47	0,615	299	315	352	400	419
37 (4.3.14)	Arco bitragial	1718	359,51	19,80	0,478	312	326	360	391	402
38 (No incl.)	Distancia interpupilar	1717	62,76	4,39	0,106	52	56	63	70	73
4. Medidas funcionales (mm)										
39 (4.4.2)	Alcance máximo horizontal (puño cerrado)	1719	698,83	54,25	1,308	570	606	700	765	818
40 (4.4.3)	Longitud codo - puño	1715	335,93	25,58	0,618	275	292	337	376	393,00
41 (4.4.4)	Altura del tercer metacarpiano	1568	732,87	43,45	1,097	633	662	733	807	836
42 (4.4.5)	Longitud codo-punta de dedos	1717	447,32	30,23	0,730	381	396	448	495	514
43 (4.4.6)	Profundidad de asiento	1721	493,52	28,05	0,676	426	450	492	540	568
44 (4.4.7)	Longitud rodilla - trasero	1719	590,75	31,52	0,760	523	541	590	644	667
45 (4.4.8)	Perímetro del cuello	1718	368,31	37,21	0,898	292	308	373	425	448
46 (4.4.9)	Perímetro torácico, de pie	1707	968,86	91,01	2,203	788	826	970	1.117	1.210
47 (4.4.10)	Perímetro de cintura, de pie	1721	871,72	118,93	2,867	642	680	872	1.056	1.147
48 (4.4.11)	Perímetro de la muñeca	1712	166,10	13,73	0,332	137	143	168	187	196

Datos antropométricos de la población laboral española
Población: Mujeres
(diciembre 1996 - corregidos octubre 1999)

Nº de Referencia ISO 7250:1996	Designación	Tamaño muestra	Media	Desviac. típica	Error típico	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 99
1. Medidas tomadas con el sujeto de pie (mm)										
1 (4.1.1)	Masa corporal (peso, kg)	586	60,45	9,18	0,379	44,2	48,1	59,0	77,0	90,5
2 (4.1.2)	Estatura (altura del cuerpo)	593	1595,37	62,97	2,586	1439	1494	1596	1701	1744
3 (4.1.3)	Altura de los ojos	590	1491,17	60,95	2,509	1339	1393	1490	1595	1639
4 (4.1.4)	Altura de los hombros	592	1320,09	57,66	2,37	1193	1229	1319	1420	1457
5 (4.1.5)	Altura del codo	593	985,65	47,86	1,965	882	913	985	1059	1109
6 (4.1.6)	Altura de la espina iliaca	522	907,54	48,50	2,123	790	829	908	985	1033
7 (4.1.8)	Altura de la tibia	472	432,32	31,65	1,457	368	384	430	488	519
8 (4.1.9)	Espesor del pecho, de pie	593	245,75	28,73	1,18	193	207	241	304	329
9 (4.1.10)	Espesor abdominal, de pie	591	207,88	36,98	1,521	146	160	203	279	316
10 (4.1.11)	Anchura del pecho	593	283,16	28,01	1,15	230	247	280	328	374
11 (4.1.12)	Anchura de caderas (de pie)	593	340,01	27,07	1,112	281	299	337	388	415
2. Medidas tomadas con el sujeto sentado (mm)										
12 (4.2.1)	Altura sentado	588	830,34	34,23	1,411	748	772	830	884	909
13 (4.2.2)	Altura de los ojos, sentado	589	726,00	32,46	1,337	644	673	725	779	800
14 (4.2.3)	Altura del punto cervical, sentado	588	604,95	28,43	1,173	538	559	604	651	677
15 (4.2.4)	Altura de los hombros, sentado	591	556,32	29,04	1,194	486	511	556	604	622
16 (4.2.5)	Altura del codo, sentado	585	222,82	24,70	1,021	168	182	223	264	284
17 (4.2.6)	Longitud hombro - codo	591	335,06	19,84	0,816	286	303	335	368	381
18 (4.2.8)	Anchura de hombros, biacromial	593	347,15	33,92	1,393	272	287	351	397	420
19 (4.2.10)	Anchura entre codos	590	420,30	45,45	1,871	322	346	419,5	500	532
20 (4.2.11)	Anchura de caderas, sentado	592	366,85	32,87	1,351	294	312	368	425	450
21 (4.2.12)	Longitud de la pierna (altura del popliteo)	591	399,41	26,17	1,076	346	356	400	445	459
22 (4.2.13)	Espesor del muslo, sentado	590	141,42	16,99	0,699	100	112	142	169	180
23 (No incl.)	Altura del muslo, sentado	590	538,983	33,743	1,389	459	484	540	595	613
24 (4.2.15)	Espesor abdominal, sentado	592	213,245	38,897	1,599	150	163	206	289	325
3. Medidas de segmentos específicos del cuerpo (mm)										
25 (4.3.1)	Longitud de la mano	593	172,99	8,72	0,358	152	159	173	188	194
26 (4.3.3)	Anchura de la palma de la mano (en metacarpianos)	592	77,65	4,69	0,193	67	70	78	86	89
27 (4.3.4)	Longitud del dedo índice	480	68,46	4,01	0,183	60	62	68	75	77
28 (4.3.5)	Anchura proximal dedo índice	592	18,11	1,54	0,063	15	16	18	21	22
29 (4.3.6)	Anchura distal del dedo índice	593	15,51	1,44	0,059	13	13	15	18	19
30 (4.3.7)	Longitud del pie	592	236,65	13,35	0,549	200	215	237	257	267
31 (4.3.8)	Anchura del pie	590	90,92	6,70	0,276	70	79	91	100	106
32 (4.3.9)	Longitud de la cabeza	591	181,18	7,02	0,289	164	170	181	193	198
33 (4.3.10)	Anchura de la cabeza	591	140,25	6,91	0,284	123	129	141	151	156
34 (4.3.11)	Longitud de la cara (nasion-mentón)	540	119,57	11,48	0,494	103	107	118	135	175

N° de Referencia ISO 7250:1996	Designación	Tamaño muestra	Media	Desviac. típica	Error típico	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 9
35 (4.3.12)	Perímetro de la cabeza	586	552,36	16,27	0,572	508	525	552	580	592
36 (4.3.13)	Arco sagital de la cabeza	588	345,587	24,575	1,013	291	310	342	392	412
37 (4.3.14)	Arco bitragial	592	350,836	18,809	0,773	307	320	351	381	398
38 (No incl.)	Distancia interpupilar	592	61,017	4,029	0,166	51	55	61	68	70
4. Medidas funcionales (mm)										
39 (4.4.2)	Alcance máximo horizontal (puño cerrado)	593	661,75	43,46	2,000	550	587	663	734	764
40 (4.4.3)	Longitud codo - puño	589	315,83	21,68	0,893	267	281	315	351	375
41 (4.4.4)	Altura del tercer metacarpiano	537	706,94	36,61	2,000	624	647	706	767	802
42 (4.4.5)	Longitud codo-punta de dedos	567	421,53	22,78	0,940	370	385	421	458	490
43 (4.4.6)	Profundidad de asiento	591	486,56	24,59	1,000	436	450	485	531	552
44 (4.4.7)	Longitud rodilla - trasero	589	575,08	27,85	1,000	515	530	573	622	656
45 (4.4.8)	Perímetro del cuello	590	329,64	22,97	0,945	288	297	326	372	392
46 (4.4.9)	Perímetro torácico, de pie	590	921,15	85,08	4,000	767	810	909	1063	1206
47 (4.4.10)	Perímetro de cintura, de pie	593	782,12	98,94	4,000	620	654	765	981	1082
48 (4.4.11)	Perímetro de la muñeca	591	152,38	8,95	0,368	135	139	152	168	177

Datos antropométricos de la población laboral española

Población: Hombres

(diciembre 1996 - corregidos octubre 1999)

Nº de Referencia ISO 7250:1996	Designación	Tamaño muestra	Media	Desviac. típica	Error típico	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 99
1. Medidas tomadas con el sujeto de pie (mm)										
1 (4.1.1)	Masa corporal (peso, kg)	1125	75.67	11.05	0.329	52,9	58,6	75,0	95,8	104,9
2 (4.1.2)	Estatura (altura del cuerpo)	1130	1698.84	70.49	2.097	1537	1583	1698	1820	1864
3 (4.1.3)	Altura de los ojos	1130	1592.82	69.50	2.068	1438	1479	1591	1712	1755
4 (4.1.4)	Altura de los hombros	1130	1414.62	63.68	1.894	1266	1309	1414	1520	1566
5 (4.1.5)	Altura del codo	1128	1049.11	50.48	1.503	928	970	1049	1134	1170
6 (4.1.6)	Altura de la espina iliaca	1002	948.48	55.60	1.756	826	855	947	1040	1073
7 (4.1.8)	Altura de la tibia	902	461.96	34.80	1.159	397	409	461	520	554
8 (4.1.9)	Espesor del pecho, de pie	1129	250.95	25.73	0.766	191	209	251	292	318
9 (4.1.10)	Espesor abdominal, de pie	1128	241.66	36.16	1.077	166	184	240	301	333
10 (4.1.11)	Anchura del pecho	1129	321.35	26.97	0.803	253	280	320	364	389
11 (4.1.12)	Anchura de caderas (de pie)	1130	345.02	22.56	0.671	294	310	344	383	402
2. Medidas tomadas con el sujeto sentado (mm)										
12 (4.2.1)	Altura sentado	1128	874.99	36.59	1.089	795	816	874	936	964
13 (4.2.2)	Altura de los ojos, sentado	1127	767.16	35.75	1.065	689	710	767	828	855
14 (4.2.3)	Altura del punto cervical, sentado	1128	644.97	30.30	0.902	574	596	645	697	717
15 (4.2.4)	Altura de los hombros, sentado	1128	590.36	29.85	0.889	524	543	589	640	664
16 (4.2.5)	Altura del codo, sentado	1126	226.10	27.24	0.812	170	181	224	272	296
17 (4.2.6)	Longitud hombro - codo	1130	365.05	21.78	0.648	305	328	366	399	412
18 (4.2.8)	Anchura de hombros, biacromial	1128	381.37	37.00	1.102	305	318	386	436	458
19 (4.2.10)	Anchura entre codos	1127	477.51	46.14	1.374	357	398	479	551	585
20 (4.2.11)	Anchura de caderas, sentado	1126	364.25	29.06	0.866	297	317	363	415	439
21 (4.2.12)	Longitud de la pierna (altura del popliteo)	1130	427.99	25.65	0.763	369	388	428	468	491
22 (4.2.13)	Espesor del muslo, sentado	1120	146.55	19.60	0.586	100	113	147	176	191
23 (No incl.)	Altura del muslo, sentado	1122	568.33	31.46	0.939	490	516	568	619	641
24 (4.2.15)	Espesor abdominal, sentado	1127	254.24	39.95	1.190	169	190	254	320	356
3. Medidas de segmentos específicos del cuerpo (mm)										
25 (4.3.1)	Longitud de la mano	1126	188.18	9.79	0.292	162	172	188	204	210
26 (4.3.3)	Anchura de la palma de la mano (en metacarpianos)	1127	89.30	5.99	0.178	75	80	90	99	103
27 (4.3.4)	Longitud del dedo índice	898	73.89	4.64	0.155	64	67	73	82	86
28 (4.3.5)	Anchura proximal dedo índice	1130	20.80	1.50	0.045	17	18	21	23	25
29 (4.3.6)	Anchura distal del dedo índice	1130	18.23	1.62	0.048	15	16	18	21	22
30 (4.3.7)	Longitud del pie	1129	259.36	14.56	0.433	220	234	260	282	291
31 (4.3.8)	Anchura del pie	1125	100.34	7.68	0.229	74	87	101	112	117
32 (4.3.9)	Longitud de la cabeza	1126	190.64	7.63	0.227	171	178	191	202	209
33 (4.3.10)	Anchura de la cabeza	1128	147.09	6.99	0.208	131	136	147	158	163
34 (4.3.11)	Longitud de la cara (nasion-mentón)	1030	127.79	10.43	0.325	108	114	127	143	156

Nº de Referencia ISO 7250:1996	Designación	Tamaño muestra	Media	Desviac. típica	Error típico	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 9
35 (4.3.12)	Perímetro de la cabeza	1112	572.63	18.24	0.547	529	543	572	602	615
36 (4.3.13)	Arco sagital de la cabeza	1127	358.84	24.75	0.737	303	320	356	402	420
37 (4.3.14)	Arco bitragial	1126	364.07	18.76	0.559	320	332	365	394	405
38 (No incl.)	Distancia interpupilar	1125	63.68	4.30	0.128	53	57	64	71	74
4. Medidas funcionales (mm)										
39 (4.4.2)	Alcance máximo horizontal (puño cerrado)	1126	718.36	48.92	1.458	588	632	720	796	825
40 (4.4.3)	Longitud codo - puño	1126	346.45	20.71	0.617	297	312	347	380	394
41 (4.4.4)	Altura del tercer metacarpiano	1031	746.38	40.51	1.262	653	680	746	813	840
42 (4.4.5)	Longitud codo-puntá de dedos	1130	460.73	24.37	0.725	401	420	461	501	520
43 (4.4.6)	Profundidad de asiento	1130	497.16	29.06	0.864	422	451	497	545	575
44 (4.4.7)	Longitud rodilla - trasero	1130	598.92	30.22	0.899	527	550	598	650	672
45 (4.4.8)	Perímetro del cuello	1128	388.53	25.34	0.754	330	348	388	430	451
46 (4.4.9)	Perímetro torácico, de pie	1117	994.06	83.68	2.504	803	860	989	1130	1222
47 (4.4.10)	Perímetro de cintura, de pie	1128	918.83	99.99	2.977	696	751	920	1075	1189
48 (4.4.11)	Perímetro de la muñeca	1121	173.34	9.69	0.289	150	157	173	189	198

Dimensión:

1. Masa del cuerpo (peso)

Ref. ISO 7250:1996

4.1.1

Descripción:

Masa total (peso) del cuerpo.

Método:

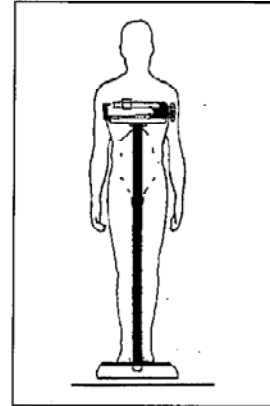
El sujeto se sitúa de pie sobre una báscula.

Instrumento:

Báscula.

Observaciones:

La medida se expresará en kg y décimas de kg.



Dimensión:

2. Estatura (altura del cuerpo)

Ref. ISO 7250:1996

4.1.2

Descripción:

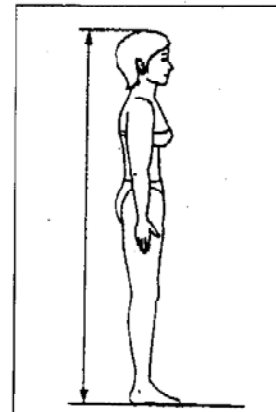
Distancia vertical desde el suelo hasta el punto más alto de la cabeza (vértex).

Método:

El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

Instrumento:

Antropómetro.



Dimensión:

3. Altura de los ojos

Ref. ISO 7250:1996

4.1.3 (*)

Descripción:

Distancia vertical desde el suelo hasta el vértice *interior* del ojo.

Método:

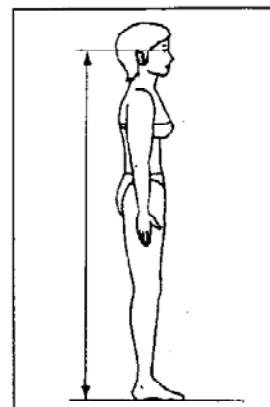
El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

Instrumento:

Antropómetro.

Observación:

(*) La norma ISO 7250:1996 considera el vértice *exterior* del ojo.



Dimensión:

4. Altura de los hombros

Ref. ISO 7250:1996
4.1.4

Descripción:

Distancia vertical desde el suelo hasta el acromion.

Método:

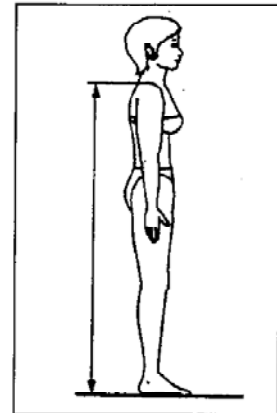
El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos. Los hombros relajados, con los brazos colgando libremente.

Instrumento:

Antropómetro.

Observación:

Se ha medido el acromion más alto. Si la diferencia no era perceptible, se midió el izquierdo



Dimensión:

5. Altura del codo

Ref. ISO 7250:1996
4.1.5

Descripción:

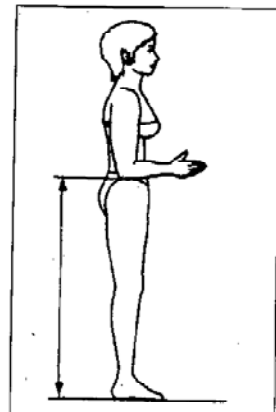
Distancia vertical desde el suelo hasta el punto óseo más bajo del codo flexionado.

Método:

El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos. El brazo cuelga libremente hacia abajo, con el antebrazo formando un ángulo recto.

Instrumento:

Antropómetro.



Dimensión:

6. Altura de la espina iliaca, de pie

Ref. ISO 7250:1996
4.1.6

Descripción:

Distancia vertical desde el suelo a la espina iliaca antero-superior (el punto de la cresta iliaca dirigido más hacia abajo).

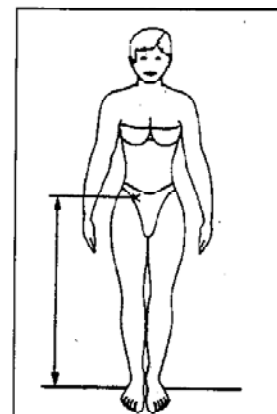
Método:

El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos.

Instrumento:

Antropómetro.

Observación: Se ha medido sobre el lado izquierdo



Dimensión:

7. Altura de la tibia

Ref. ISO 7250:1996
4.1.8

Descripción:

Distancia vertical desde el suelo hasta el punto tibial.

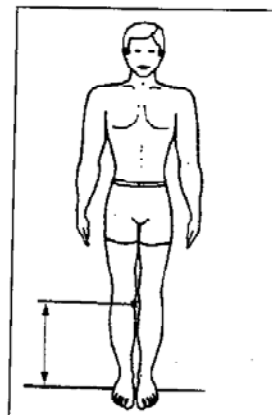
Método:

El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos.

Instrumento:

Antropómetro.

Observación: Se ha medido sobre el lado izquierdo



Dimensión:

8. Espesor del pecho, de pie

Ref. ISO 7250:1996
4.1.9

Descripción:

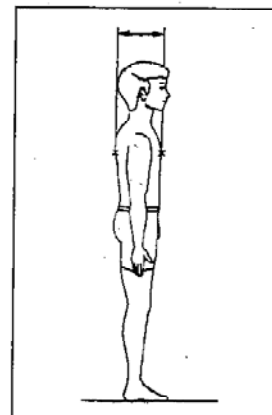
Espesor del torso a nivel mesosternal, medido en el plano sagital medial.

Método:

El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con los pies juntos. Los brazos colgando libremente hacia abajo.

Instrumento:

Pie de rey grande con brazos curvos.



Dimensión:

9. Espesor abdominal, de pie

Ref. ISO 7250:1996
4.1.10 (*)

Descripción

Espesor del vientre a la altura de la protuberancia anterior máxima del vientre.

Método:

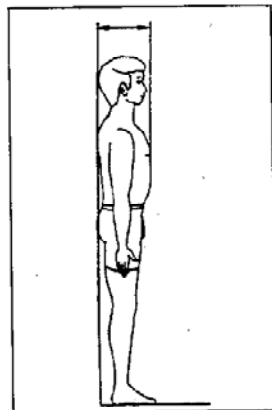
El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido, con los pies juntos y los brazos colgando libremente hacia abajo.

Instrumento:

Pie de rey grande con brazos curvos.

Observaciones:

(*) Coincide, en determinados casos, con la medida "Espesor del cuerpo, de pie", 4.1.10 de ISO 7250:1996



Dimensión:

10. Anchura del pecho, de pie

Ref. ISO 7250:1996

4.1.11 (*)

Descripción:

Anchura máxima horizontal del tórax.

Método:

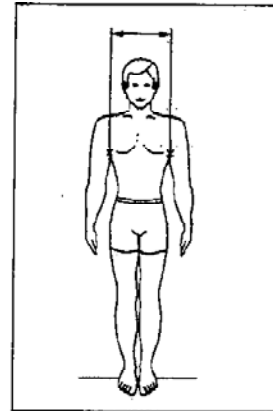
El sujeto se sitúa de pie totalmente erguido, con los pies juntos y los brazos colgando libremente hacia abajo.

Instrumento:

Antropómetro (pie de rey grande), compás de espesores grande.

Observaciones:

(*) La norma ISO 7250:1996 define esta dimensión como "Anchura del torso medida a nivel mesosternal". Se estima que ambas medidas pueden ser coincidentes en la inmensa mayoría de los casos.



Dimensión:

11. Anchura de caderas, de pie

Ref. ISO 7250:1996

4.1.12

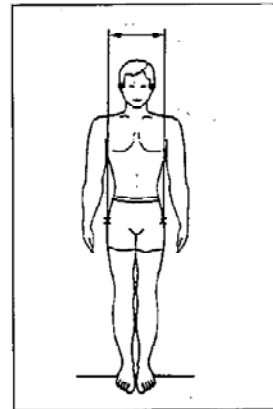
Descripción:

Distancia horizontal máxima entre caderas o muslos.

Método: El sujeto se sitúa de pie, erguido y con los pies juntos. La medida se toma sin ejercer presión.

Instrumento: Antropómetro (pie de rey grande), compás de espesores grande.

Observaciones: La norma ISO 7250:1996 sólo indica "distancia horizontal entre caderas".



Dimensión:

12. Altura sentado

Ref. ISO 7250:1996

4.2.1.

Descripción:

Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el punto más alto de la cabeza (vértex).

Método:

El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados, las piernas colgando libremente y los pies apoyados en el suelo. Muslos y piernas formando ángulo recto. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

Instrumento: Antropómetro.

Observaciones: La norma ISO 7250:1996 no incluye la aclaración incluida aquí en letra cursiva.



Dimensión:

13. Altura de los ojos, sentado

Ref. ISO 7250:1996
4.2.2.

Descripción:

Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el vértice exterior del ojo.

Método:

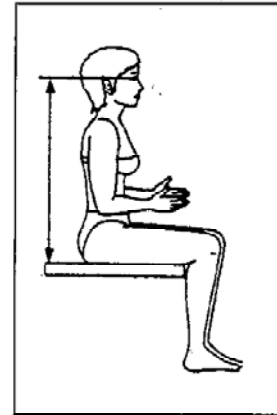
El sujeto se sitúa sentado, totalmente erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

Instrumento:

Antropómetro.

Observación:

Se ha medido sobre el ojo izquierdo. La norma ISO 7250:1996 considera el vértice *exterior* del ojo.



Dimensión:

14. Altura del punto cervical, sentado

Ref. ISO 7250:1996
4.2.3

Descripción:

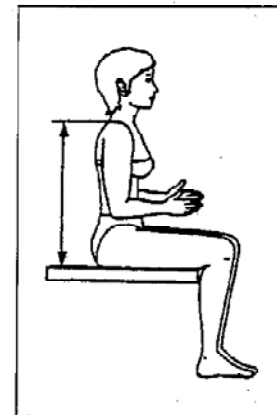
Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el punto cervical.

Método:

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

Instrumento:

Antropómetro.



Dimensión:

15. Altura de los hombros, sentado

Ref. ISO 7250:1996
4.2.4.

Descripción:

Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el acromion.

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

Instrumento: Antropómetro.

Observaciones: Se ha medido sobre el hombro más alto de los dos; si la diferencia no es perceptible se ha medido sobre el lado izquierdo.



Dimensión:

16. Altura del codo, sentado

Ref. ISO 7250:1996

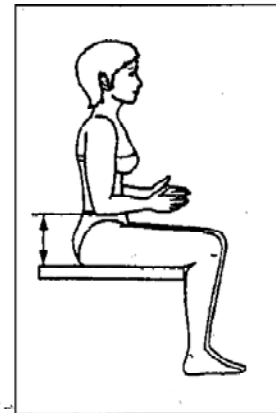
4.2.5.

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

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

Instrumento: Antropómetro.

Observaciones: Se ha medido el codo más alto de los dos; si la diferencia no es perceptible se ha medido sobre el lado izquierdo.



Dimensión:

17. Longitud hombro-codo

Ref. ISO 7250:1996

4.2.6.

Descripción:

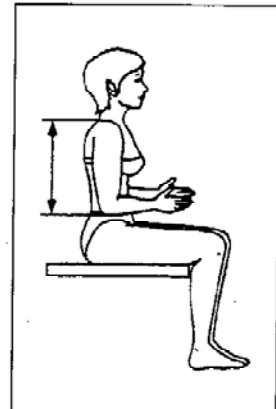
Distancia vertical desde el acromion hasta el punto más bajo del codo flexionado en ángulo recto, con el antebrazo horizontal.

Método:

El sujeto se sitúa sentado, erguido, con los muslos perfectamente apoyados y las piernas colgando libremente. Los brazos colgando libremente hacia abajo y los antebrazos en posición horizontal.

Instrumento: Antropómetro (pie de rey grande).

Observaciones: Se ha medido sobre el lado izquierdo.



Dimensión:

18. Anchura de hombros (biacromial)

Ref. ISO 7250:1996

4.2.8.

Descripción:

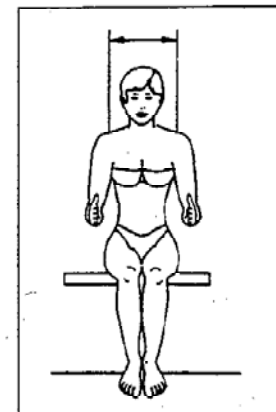
Distancia, en línea recta, entre ambos acromiones.

Método:

El sujeto se sitúa sentado o de pie, completamente erguido y con los hombros relajados.

Instrumento:

Pie de rey grande o compás de espesores grande.



Dimensión:

19. Anchura entre codos

Ref. ISO 7250:1996

4.2.10. *

Descripción:

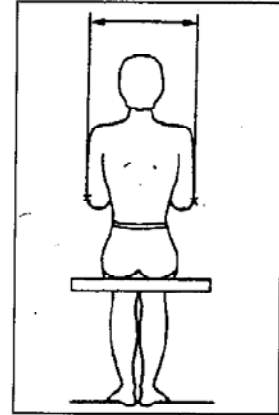
Distancia máxima horizontal entre las superficies laterales de ambos epicóndilos laterales.

Método:

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

Instrumento: Pie de rey grande o compás de espesores grande.

Observaciones: Se ha medido por la espalda del sujeto. La norma ISO 7250:1996 indica "...superficies laterales de la región de los codos".



Dimensión:

20. Anchura de caderas, sentado

Ref. ISO 7250:1996

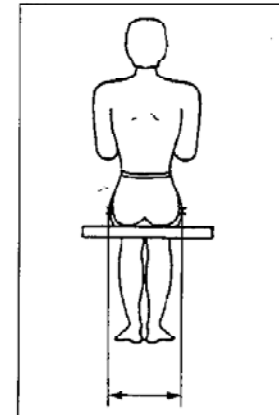
4.2.11 *

Descripción: Distancia horizontal máxima entre caderas, medida sobre un plano paralelo al de asiento y sobre la parte más ancha de ambos muslos.

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

Instrumento: Compás de espesores grande

Observaciones: (*) La norma ISO 7250:1996 indica: Anchura del cuerpo medida en la parte más ancha de las caderas.



Dimensión:

21. Longitud de la pierna (altura del poplíteo)

Ref. ISO 7250:1996

4.2.12

Descripción: Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies hasta la superficie inferior del muslo inmediata a la rodilla, con ésta doblada en ángulo recto.

Método: El sujeto mantiene el muslo y la pierna formando ángulo recto durante la medición. El sujeto puede estar sentado o permanecer de pie con el pie colocado sobre una plataforma elevada respecto del suelo. El brazo móvil del instrumento de medida presiona suavemente contra el tendón del músculo bíceps fémoris relajado.

Instrumento: Antropómetro.

Observaciones: Se ha medido sobre el muslo derecho.



Dimensión:

22. Espacio libre para el muslo (espesor del muslo)

Ref. ISO 7250:1996

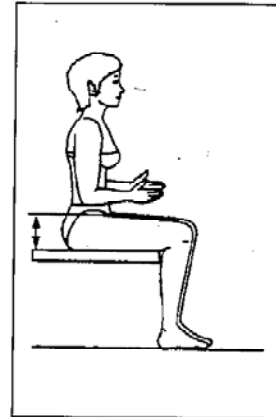
4.2.13

Descripción: Distancia vertical desde la superficie de asiento hasta el punto más elevado del muslo.

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

Instrumento: Antropómetro.

Observaciones: Se ha medido sobre el muslo derecho.



Dimensión:

23. Altura del muslo, sentado

Ref. ISO 7250:1996

No se incluye

Descripción:

Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies (suelo) al punto más alto del muslo derecho

Método:

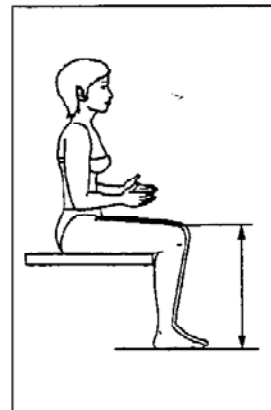
El sujeto se sitúa sentado, erguido, con los muslos totalmente apoyados en el asiento y las piernas descansando libremente, con los pies apoyados horizontalmente en el suelo. Muslo y pierna forman ángulo recto

Instrumento:

Antropómetro.

Observaciones:

Se ha medido sobre el muslo derecho.



Dimensión:

24. Espesor abdominal, sentado

Ref. ISO 7250:1996

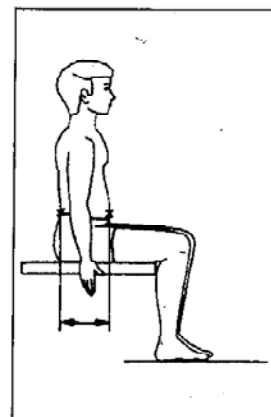
4.2.15 *

Descripción: Máximo espesor del abdomen en posición sentado.

Método: El sujeto se sitúa sentado, completamente erguido y con los brazos y manos estirados por encima de la cabeza, con las palmas enfrentadas.

Instrumento: Antropómetro (pie de rey grande)

Observaciones: (*) La norma ISO 7250:1996 indica: "... los brazos colgando libremente hacia abajo";



Dimensión:

25. Longitud de la mano

Ref. ISO 7250:1996

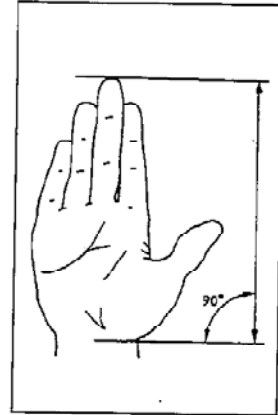
4.3.1

Descripción: Distancia perpendicular medida desde una línea recta trazada entre las apófisis estiloides hasta la punta del dedo medio.

Método: El sujeto mantiene el antebrazo horizontal con la mano totalmente extendida y plana y la palma hacia arriba. El punto de medida, a la altura de la apófisis estiloide, corresponde aproximadamente a la arruga media de la muñeca.

Instrumento: Pie de rey.

Observaciones: Se ha medido sobre la mano derecha en personas diestras y sobre la izquierda en personas zurdas.



Dimensión:

26. Anchura de la mano en los metacarpianos

Ref. ISO 7250:1996

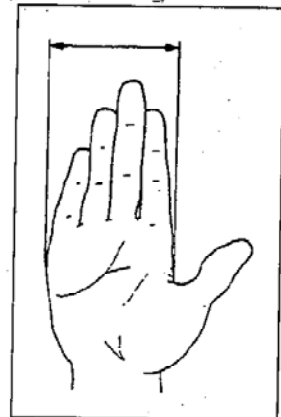
4.3.3.

Descripción: Distancia entre los metacarpianos radial y cubital, medida entre las cabezas del segundo y quinto metacarpiano.

Método: El sujeto mantiene el antebrazo horizontal con la mano totalmente extendida y plana y la palma hacia arriba.

Instrumento: Pie de rey.

Observaciones: Se ha medido entre puntos exteriores de las cabezas de los metacarpianos. La mano apoyada en una superficie plana y los dedos juntos. Mano derecha o izquierda en personas diestras o zurdas respectivamente.



Dimensión:

27. Longitud del dedo índice

Ref. ISO 7250:1996

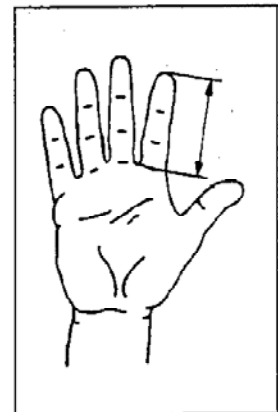
4.3.4.

Descripción: Distancia desde la punta del dedo índice hasta el pliegue cutáneo de la inserción del dedo en la palma de la mano.

Método: El sujeto mantiene el antebrazo horizontal con la mano totalmente extendida y plana; los dedos extendidos y la palma hacia arriba.

Instrumento: Pie de rey.

Observaciones: Se considera el pliegue cutáneo formado en la articulación entre la falange proximal y el metacarpiano. La mano apoyada en una superficie horizontal y dedos separados. Mano derecha o izquierda en personas diestras o zurdas respectivamente.



Dimensión:

28. Anchura proximal del dedo índice

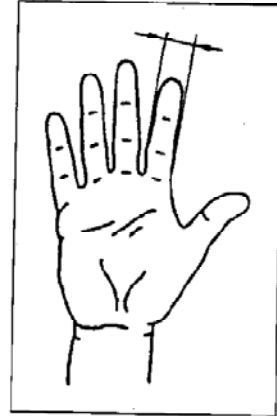
Ref. ISO 7250:1996
4.3.5.

Descripción: Distancia máxima entre las superficies medial y lateral del dedo índice medida sobre la articulación entre las falanges medial y proximal.

Método: El sujeto mantiene el antebrazo horizontal con la mano totalmente extendida y plana, los dedos extendidos y la palma hacia arriba.

Instrumento: Pie de rey.

Observaciones: Se ha medido sobre la mano derecha o izquierda en personas diestras o zurdas respectivamente.



Dimensión:

29. Anchura distal del dedo índice

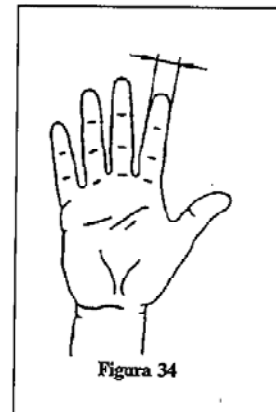
Ref. ISO 7250:1996
4.3.6.

Descripción: Distancia máxima entre las superficies medial y lateral del dedo índice medidas sobre la articulación entre las falanges media y distal.

Método: El sujeto mantiene el antebrazo horizontal con la mano totalmente extendida y plana, los dedos extendidos y la palma hacia arriba.

Instrumento: Pie de rey.

Observaciones: Se ha medido sobre la mano derecha o izquierda en personas diestras o zurdas respectivamente.



Dimensión:

30. Longitud del pie

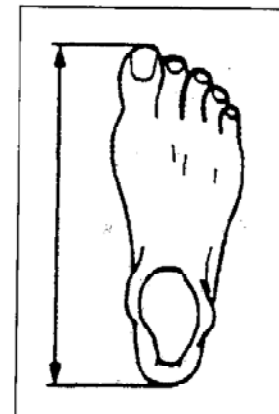
Ref. ISO 7250:1996
4.3.7.

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

Método: El sujeto se sitúa de pie con el peso del cuerpo equitativamente distribuido entre ambos pies.

Instrumento: Antropómetro.

Observaciones: Se ha medido sobre el pie derecho.



Dimensión:

31. Anchura del pie

Ref. ISO 7250:1996

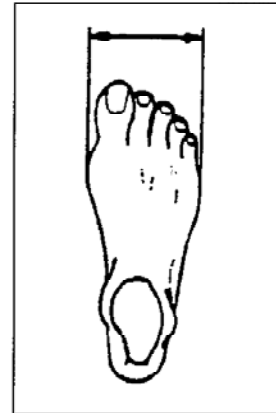
4.3.8.

Descripción: Distancia máxima entre las superficies medial y lateral del pie, perpendicular al eje longitudinal del pie.

Método: El sujeto se sitúa de pie con el peso del cuerpo equitativamente distribuido entre ambos pies.

Instrumento: Compás de espesores

Observaciones: Se ha medido sobre el pie derecho.



Dimensión:

32. Longitud de la cabeza

Ref. ISO 7250:1996

4.3.9

Descripción:

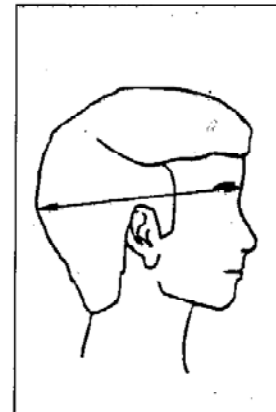
Distancia, sobre una línea recta entre la glabella y el punto posterior del cráneo. Véase la figura 37.

Método:

La posición de la cabeza no tiene influencia sobre la medida.

Instrumento:

Compás de espesores.



Dimensión:

33. Anchura de la cabeza

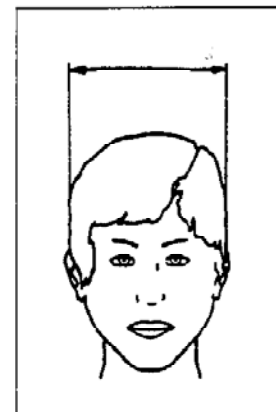
Ref. ISO 7250:1996

4.3.10

Descripción: Anchura máxima de la cabeza por encima de las orejas, medida perpendicularmente al plano sagital medial.

Método: la posición de la cabeza no tiene influencia sobre la medida.

Instrumento: Compás de espesores.



Dimensión:

34. Longitud de la cara (nasion-mentón)

Ref. ISO 7250:1996

4.3.11

Descripción:

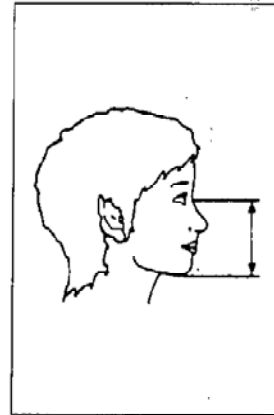
Distancia entre el nasion y el mentón.

Método:

El sujeto mantiene la boca cerrada. La cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

Instrumento:

Compás de espesores.



Dimensión:

35. Perímetro de la cabeza

Ref. ISO 7250:1996

4.3.12

Descripción:

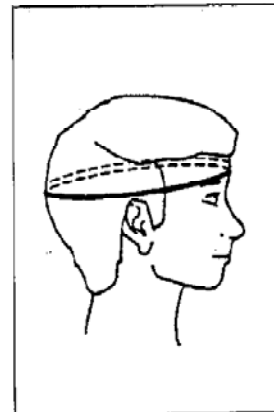
Perímetro máximo de la cabeza, medido, aproximadamente horizontal, sobre la glabella y el punto más posterior del cráneo.

Método:

La cinta métrica se apoya sobre la glabella y, rodeando la cabeza, se hace pasar por el punto más posterior del cráneo. El cabello debe ser incluido en la medida.

Instrumento:

Cinta métrica.



Dimensión:

36. Arco sagital de la cabeza

Ref. ISO 7250:1996

4.3.13

Descripción:

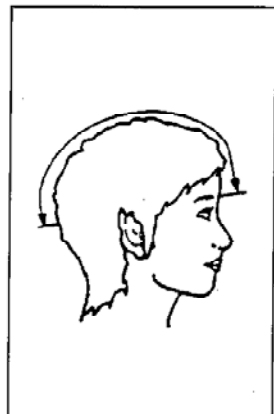
Arco comprendido entre la glabella y el inión, por encima del cráneo, medido en el plano sagital medial de la cabeza.

Método:

La cinta métrica se apoya sobre la glabella y, llevándola por encima de la cabeza, se hace pasar por el punto más posterior del cráneo. El cabello debe ser incluido en la medida.

Instrumento:

Cinta métrica.



Dimensión:

37. Arco bitragial

Ref. ISO 7250:1996

4.3.14

Descripción:

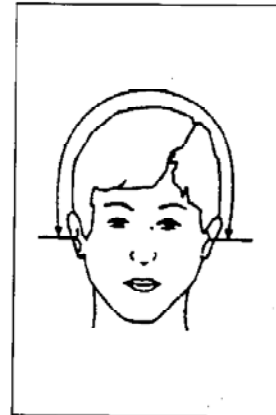
Arco comprendido entre ambos tragiones, pasando por encima de la cabeza.

Método:

La cinta métrica se apoya sobre un tragion y se lleva, por encima de la cabeza hasta el otro tragion. El cabello deberá ser incluido en la medida.

Instrumento:

Cinta métrica.



Dimensión:

38. Distancia interpupilar

Ref. ISO 7250:1996

No se incluye

Descripción:

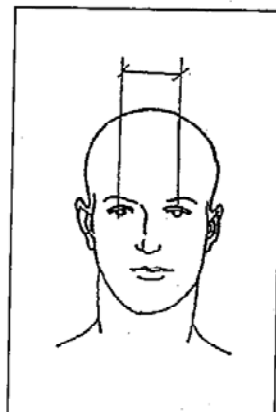
Distancia entre los centros de ambas pupilas.

Método:

La posición de la cabeza no tiene relevancia para la medida. La persona se situará como convenga, preferiblemente sentada. La mirada al frente con ambos ojos en miosis. Abordar la medida por la parte superior de la cara.

Instrumento:

Cinta métrica.



Dimensión:

39. Alcance máximo horizontal (puño cerrado)

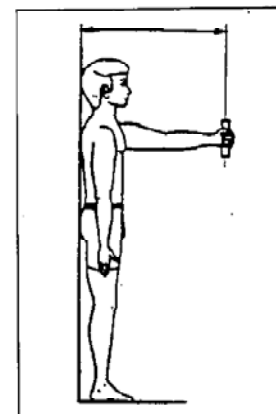
Ref. ISO 7250:1996

4.4.2

Descripción: Distancia horizontal desde una superficie vertical hasta el eje del puño de la mano mientras el sujeto apoya ambos omóplatos contra la superficie vertical.

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

Instrumento: Antropómetro; cilindro recto de 20 mm de diámetro para determinar el eje del puño.



Dimensión:

40. Longitud codo-puño

Ref. ISO 7250:1996

4.4.3

Descripción:

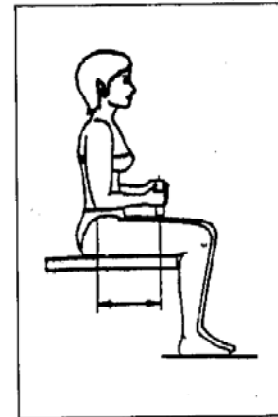
Distancia horizontal desde la parte posterior del brazo (a la altura del codo) hasta el eje del puño, el codo flexionado en ángulo recto.

Método:

El sujeto se sitúa sentado o de pie, erguido, con el brazo colgando libremente hacia abajo y flexionado por el codo en ángulo recto. La mano sostiene el cilindro de medida, con el eje del puño vertical.

Instrumento:

Antropómetro; cilindro recto de 20 mm de diámetro para determinar el eje del puño.



Dimensión:

41. Altura del tercer metacarpiano

Ref. ISO 7250:1996

4.4.4 (*)

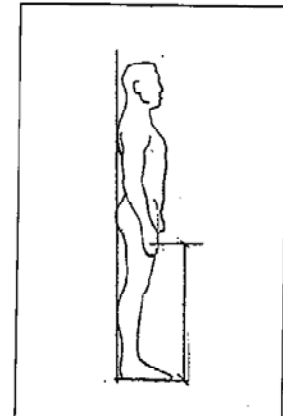
Descripción: Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies (suelo) hasta la cabeza del tercer metacarpiano.

Método: El sujeto se sitúa de pie, totalmente erguido y con brazos colgando libremente hacia abajo. Para garantizar la posición, el sujeto mantendrá la cabeza, espalda, glúteos y pantorrillas en contacto con la pared u otra superficie vertical.

Instrumento: Antropómetro.

Observaciones: Se ha medido sobre la mano izquierda.

(*) En ISO 7250:1996, se define una dimensión "4.4.4 Altura del puño (eje del puño)". No obstante, se estima que ambas coinciden aproximadamente.



Dimensión:

42. Longitud codo-punta de los dedos

Ref. ISO 7250:1996

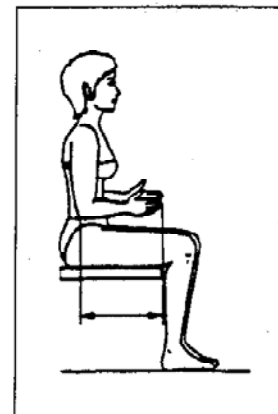
4.4.5 (*)

Descripción: Distancia horizontal desde la parte posterior del brazo (a la altura del codo) hasta la punta de los dedos, el codo flexionado en ángulo recto.

Método: El sujeto se sitúa, erguido, con el brazo colgando hacia abajo, el antebrazo horizontal y la mano extendida.

Instrumento: Antropómetro (pie de rey grande).

Observaciones:(*) La norma ISO 7250:1996 indica "4.4.5 Longitud antebrazo-punta de los dedos".



Dimensión:

43. Longitud poplíteo-trasero (profundidad del asiento)

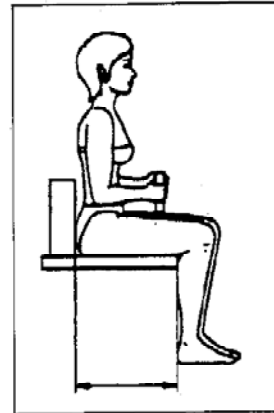
Ref. ISO 7250:1996

4.4.6

Descripción: Distancia horizontal desde el hueco posterior de la rodilla (Borde posterior de la cabeza del peroné) hasta el punto posterior del trasero.

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

Instrumento: Antropómetro; bloque de medida.



Dimensión:

44. Longitud rodilla-trasero

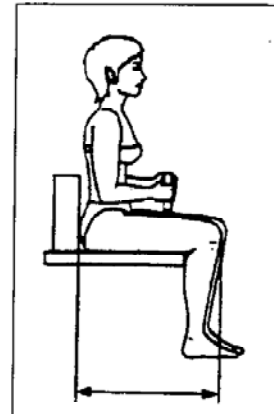
Ref. ISO 7250:1996

4.4.7

Descripción: Distancia horizontal desde el punto anterior de la rótula hasta el punto posterior del trasero.

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

Instrumento: Antropómetro; bloque de medida.



Dimensión:

45. Perímetro del cuello

Ref. ISO 7250:1996

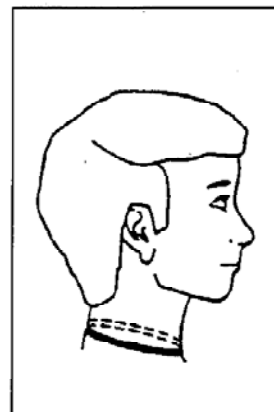
4.4.8

Descripción: Perímetro del cuello medido en un plano horizontal situado inmediatamente debajo de la protuberancia del cartílago tiroideo.

Método: El sujeto se sitúa de pie, erguido y con la cabeza orientada según el plano de Frankfurt.

Instrumento: Cinta métrica.

Observaciones: La Norma ISO 7250:1996 indica "el sujeto sentado".



Dimensión:

46. Perímetro del pecho (perímetro torácico)

Ref. ISO 7250:1996

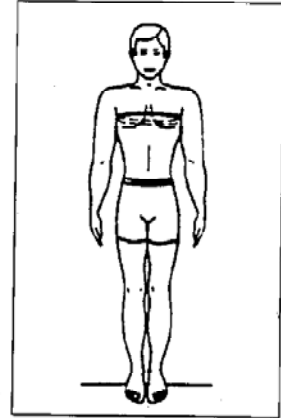
4.4.9

Descripción: Perímetro del tórax medido a la altura del plano horizontal que pasa por el borde inferior de ambos omóplatos.

Método: El sujeto se sitúa de pie, completamente erguido con los pies juntos y los brazos colgando libremente hacia abajo. Las mujeres con su sujetador habitual.

Instrumento: Cinta métrica.

Observaciones: La Norma ISO 7250:1996 indica "a la altura de los pezones". El sujeto sentado.



Dimensión:

47. Perímetro de cintura

Ref. ISO 7250:1996

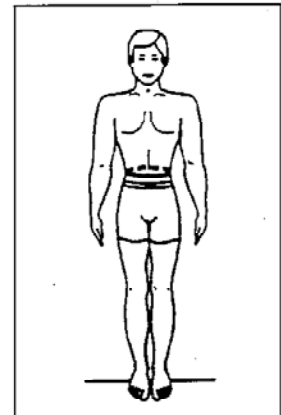
4.4.10 *

Descripción: Perímetro del tronco medido a una altura equidistante entre las costillas inferiores y la cresta ilíaca más alta.

Método: El sujeto se sitúa de pie, completamente erguido con los pies juntos y con los músculos abdominales relajados.

Instrumento: Cinta métrica.

Observaciones: (*) La Norma ISO 7250:1996 indica "el sujeto sentado".



Dimensión:

48. Perímetro de la muñeca

Ref. ISO 7250:1996

4.4.11

Descripción: Perímetro de la muñeca medido entre las apófisis estiloides y la mano. La mano extendida.

Método: El sujeto mantiene el antebrazo horizontal con la mano y los dedos completamente extendidos.

Instrumento: Cinta métrica.

Observaciones: La Norma ISO 7250:1996 indica la medida "sobre la línea que une ambas apófisis estiloides".

