



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

Departamento: Historia del Arte, Expresión Gráfica, Diseños y Proyectos

Área de Conocimiento: Historia del Arte, Expresión Gráfica

TRABAJO FIN DE GRADO

Diseño de un robot autónomo como guía en museos

Doble Grado en Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial y Desarrollo del Producto

Autor: Daniel Alcaraz Mora

Tutor: Sonia Ríos Moyano

Cotutores: Beatriz Blázquez Parra

MÁLAGA, junio de 2023

ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA.....	6
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. OBJETIVO.....	2
1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	3
1.4. ANTECEDENTES.....	3
1.5. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	5
1.5.1. TECNOLOGÍA DE ONDA CORTA.....	6
1.5.2. TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA.....	9
1.5.3. SMARTPHONES.....	11
1.5.4. ROBOT AUDIOGUÍA.....	12
1.6. REQUISITOS DE DISEÑO.....	14
1.7. BOCETOS.....	16
1.7.1. BOCETO 1.....	16
1.7.2. BOCETO 2.....	17
1.7.3. BOCETO 3.....	18
1.7.4. BOCETO 4.....	19
1.7.5. BOCETO 5.....	20
1.7.6. BOCETO 6.....	21
1.7.7. BOCETO 7.....	22
1.8. SOLUCIONES DE DISEÑO.....	23
1.8.1. CARCASA INFERIOR.....	23
1.8.2. CARCASA SUPERIOR.....	26
1.8.3. PUERTA INFERIOR.....	27
1.8.4. PUERTA SUPERIOR.....	29
1.9. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES COMERCIALES.....	30
1.9.1. BASE DE ROBOT AUTÓNOMA.....	31
1.9.2. TABLET.....	33
1.9.3. PROYECTOR.....	34
1.9.4. BATERÍA DE LITIO.....	36
1.9.5. ALTAVOZ.....	37
1.10. DISEÑO DE CARCASA ESTÉTICA.....	39
1.10.1. ELECCIÓN DE MATERIAL.....	39
1.10.2. PROCESO DE FABRICACIÓN.....	42
1.11. MONTAJE DEL PROTOTIPO.....	46
1.12. CREACIÓN DE IDENTIDAD VISUAL.....	49

1.13. LÍNEAS FUTURAS DE DESARROLLO	54
2. ANEXOS	57
2.1. ANEXO I: ENCUESTAS	58
2.1.1. GENERALIDADES	59
2.1.2. PREGUNTAS ENCUESTA	59
2.1.3. RESPUESTAS	60
2.2. ANEXO II: ESTUDIO ERGONÓMICO	67
2.3. ANEXO III: ESTUDIO MECÁNICO DE VUELCO	70
2.4. ANEXO IV: INFOGRAFÍAS	72
2.5. ANEXO V: CATÁLOGOS	74
3. PLANOS	75
4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS	77
4.1. GENERALIDADES	79
4.1.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO	79
4.1.2. CRITERIOS PARA LAS MODIFICACIONES AL PROYECTO	80
4.1.3. NORMAS, REGLAMENTOS Y LEGISLACIÓN A CUMPLIR	80
4.2. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LAS PARTES	82
4.2.1. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL COORDINADOR DE DISEÑO	82
4.2.2. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL FABRICANTE	83
4.2.3. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS SUMINISTRADORES	83
4.2.4. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PROPIETARIO	83
4.3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	84
4.3.1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	84
4.3.2. COMPONENTES DEL PRODUCTO	86
4.3.3. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	87
4.3.4. MAQUINARIA Y EQUIPO	87
4.3.5. RECEPCIÓN DEFINITIVA DEL PRODUCTO	87
4.3.6. SERVICIO DE POSTVENTA	88
5. MEDICIONES	89
5.1. GENERALIDADES	91
5.2. UNIDADES POR PRODUCTO	91
6. PRESUPUESTO	93
6.1. GENERALIDADES	95
6.2. PRESUPUESTO DETALLADO	95
6.3. IMPACTO DEL COSTE DE LOS COMPONENTES	96
7. REFERENCIAS	97

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Robot camarero de la Butibamba	2
Ilustración 2 Reconstrucción de la iglesia de Prejmer en Transylvania	4
Ilustración 3 Audioguía con tecnología de onda corta	6
Ilustración 4 Guías del Stedelijk Museum en Ámsterdam, 1952	7
Ilustración 5 Audioguía AG-600	8
Ilustración 6 Elementos transmisores de contenido	8
Ilustración 7 Audioguía electrónica	9
Ilustración 8 Nintendo 3DS en el Louvre	10
Ilustración 9 iPod en Suiza como audioguía	10
Ilustración 10 Aplicación en smartphone del museo egipcio de Barcelona	11
Ilustración 11 Aplicación Skin and Bones.....	12
Ilustración 12 Robots en museo Tate Britain	13
Ilustración 13 Norio paseando por el museo	14
Ilustración 14 Boceto 1	16
Ilustración 15 Boceto 2	17
Ilustración 16 Boceto 3	18
Ilustración 17 Boceto 4	19
Ilustración 18 Boceto 5	20
Ilustración 19 Boceto 6	21
Ilustración 20 Boceto 7	22
Ilustración 21 Prototipo de robot sin puertas	23
Ilustración 22 Prototipo de robot con puertas	23
Ilustración 23 Carcasa inferior	24
Ilustración 24 Detalle inferior	25
Ilustración 25 Detalle superior	25
Ilustración 26 Carcasa superior con hueco para proyector	26
Ilustración 27 Carcasa superior con hueco para Tablet.....	27
Ilustración 28 Puerta inferior	28
Ilustración 29 Detalle inserción de mecanismo de bloqueo.....	28
Ilustración 30 Puerta superior	29
Ilustración 31 Sistema de ventilación de la puerta	30
Ilustración 32 Base robot WBOT11B.....	31
Ilustración 33 Tablet Samsung Galaxy Tab	33

Ilustración 34 Proyector Xiaomi Wambo	35
Ilustración 35 Batería de litio Eco-worthy	36
Ilustración 36 Altavoz Beats Pill	37
Ilustración 37 Polímero de plástico ABS	39
Ilustración 38 Aluminio	40
Ilustración 39 Fibra de carbono	40
Ilustración 40 Proceso de moldeo por inyección	43
Ilustración 41 Proceso de impresión 3D	44
Ilustración 42 Proceso de moldeo por inyección	45
Ilustración 43 Robot explosionado	48
Ilustración 44 Isotipo Pixel art	51
Ilustración 45 Isotipo 2 pixel art.....	51
Ilustración 46 Isotipo minimalista	52
Ilustración 47 Isotipo final.....	52
Ilustración 48 Isotipo sobre fondo blanco y negro	53
Ilustración 49 Isotipo sobre distintos fondos de colores	53
Ilustración 50 Códigos QR interactivos	55
Ilustración 51 Parte superior del robot.....	69
Ilustración 52 Centro de masas del robot.....	72
Ilustración 53 Vista esquemática del robot	91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Percentiles para población adulta en España	68
Tabla 2 Percentiles para población infantil en España	68
Tabla 3 Propiedades de la carcasa montada	84
Tabla 4 Propiedades robot completo	85
Tabla 5 Componentes de fabricación propia	92
Tabla 6 Componentes comerciales y normalizados.....	92
Tabla 7 Componentes de fabricación propia	95
Tabla 8 Componentes comerciales y normalizados.....	95
Tabla 9 Precio componentes de fabricación propia	96
Tabla 10 Precio componentes comerciales y normalizados	96
Tabla 11 Precio total del producto.....	96
Tabla 12 Precio final del producto	96

MEMORIA

1

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. MEMORIA.....	6
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. OBJETIVO.....	2
1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO.....	3
1.4. ANTECEDENTES.....	3
1.5. ESTADO DE LA CUESTIÓN.....	5
1.5.1. TECNOLOGÍA DE ONDA CORTA.....	6
1.5.2. TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA.....	9
1.5.3. SMARTPHONES.....	11
1.5.4. ROBOT AUDIOGUÍA.....	12
1.6. REQUISITOS DE DISEÑO.....	14
1.7. BOCETOS.....	16
1.7.1. BOCETO 1.....	16
1.7.2. BOCETO 2.....	17
1.7.3. BOCETO 3.....	18
1.7.4. BOCETO 4.....	19
1.7.5. BOCETO 5.....	20
1.7.6. BOCETO 6.....	21
1.7.7. BOCETO 7.....	22
1.8. SOLUCIONES DE DISEÑO.....	23
1.8.1. CARCASA INFERIOR.....	23
1.8.2. CARCASA SUPERIOR.....	26
1.8.3. PUERTA INFERIOR.....	27
1.8.4. PUERTA SUPERIOR.....	29
1.9. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES COMERCIALES.....	30
1.9.1. BASE DE ROBOT AUTÓNOMA.....	31
1.9.2. TABLET.....	33
1.9.3. PROYECTOR.....	34
1.9.4. BATERÍA DE LITIO.....	36
1.9.5. ALTAVOZ.....	37
1.10. DISEÑO DE CARCASA ESTÉTICA.....	39
1.10.1. ELECCIÓN DE MATERIAL.....	39
1.10.2. PROCESO DE FABRICACIÓN.....	42
1.11. MONTAJE DEL PROTOTIPO.....	46
1.12. CREACIÓN DE IDENTIDAD VISUAL.....	49
1.13. LÍNEAS FUTURAS DE DESARROLLO.....	54

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Robot camarero de la Butibamba	2
Ilustración 2 Reconstrucción de la iglesia de Prejmer en Transylvania	4
Ilustración 3 Audioguía con tecnología de onda corta	6
Ilustración 4 Guías del Stedelijk Museum en Ámsterdam, 1952	7
Ilustración 5 Audioguía AG-600	8
Ilustración 6 Elementos transmisores de contenido	8
Ilustración 7 Audioguía electrónica	9
Ilustración 8 Nintendo 3DS en el Louvre	10
Ilustración 9 iPod en Suiza como audioguía	10
Ilustración 10 Aplicación en smartphone del museo egipcio de Barcelona	11
Ilustración 11 Aplicación Skin and Bones.....	12
Ilustración 12 Robots en museo Tate Britain	13
Ilustración 13 Norio paseando por el museo	14
Ilustración 14 Boceto 1	16
Ilustración 15 Boceto 2	17
Ilustración 16 Boceto 3	18
Ilustración 17 Boceto 4	19
Ilustración 18 Boceto 5	20
Ilustración 19 Boceto 6	21
Ilustración 20 Boceto 7	22
Ilustración 21 Prototipo de robot sin puertas	23
Ilustración 22 Prototipo de robot con puertas	23
Ilustración 23 Carcasa inferior	24
Ilustración 24 Detalle inferior	25
Ilustración 25 Detalle superior	25
Ilustración 26 Carcasa superior con hueco para proyector	26
Ilustración 27 Carcasa superior con hueco para Tablet.....	27
Ilustración 28 Puerta inferior	28
Ilustración 29 Detalle inserción de mecanismo de bloqueo.....	28
Ilustración 30 Puerta superior	29
Ilustración 31 Sistema de ventilación de la puerta	30
Ilustración 32 Base robot WBOT11B.....	31
Ilustración 33 Tablet Samsung Galaxy Tab	33

Ilustración 34 Proyector Xiaomi Wambo	35
Ilustración 35 Batería de litio Eco-worthy	36
Ilustración 36 Altavoz Beats Pill	37
Ilustración 37 Polímero de plástico ABS	39
Ilustración 38 Aluminio	40
Ilustración 39 Fibra de carbono	40
Ilustración 40 Proceso de moldeo por inyección	43
Ilustración 41 Proceso de impresión 3D	44
Ilustración 42 Proceso de moldeo por inyección	45
Ilustración 43 Robot explosionado	48
Ilustración 44 Isotipo Pixel art	51
Ilustración 45 Isotipo 2 pixel art.....	51
Ilustración 46 Isotipo minimalista	52
Ilustración 47 Isotipo final.....	52
Ilustración 48 Isotipo sobre fondo blanco y negro	53
Ilustración 49 Isotipo sobre distintos fondos de colores	53
Ilustración 50 Códigos QR interactivos	55

1.1. INTRODUCCIÓN

Gracias a los dispositivos móviles, la conexión con la información se ha democratizado, de forma que cada vez es más fácil acceder a mayor cantidad de información y de distintas maneras. Es por ello por lo que los museos deben garantizar una oferta turística y cultural llamativa y competente con el creciente contenido que puede encontrarse en internet.

En 2019 se realizó un estudio [1] relativo al impacto de internet en la demanda por parte de los usuarios de las actividades culturales. El estudio detalla un vínculo no lineal entre el uso de internet y las actividades turísticas. Se puede observar un impacto en forma de U invertida en relación con las visitas de los museos, esto quiere decir que si el tiempo pasado online es reducido entonces el interés por actividades culturales será alto, aunque si por el contrario el tiempo pasado en la red es alto, el interés por las actividades culturales se verá afectado fuertemente.

Esto es preocupante ya que según diversos estudios hechos en 2021 [2] se estima que el uso de internet entre la población más joven ha crecido hasta una media de 5 horas diarias invertidas en la red. En cuanto a la relación entre el tiempo en la red y la demanda de actividades culturales, los museos son los grandes perjudicados ya que actividades como proyecciones de películas en cines u obras teatrales no se ven tan altamente impactadas.

Ante tal premisa, el principal elemento que puede ofrecer un museo más allá de la función que cumple por definición, es ofrecer un sistema de visitas innovador, rompedor y atractivo que pueda encajar en esta franja audiovisual para conseguir atraer a un mayor público.

Actualmente las visitas a museos pueden realizarse por cuenta propia con o sin audioguía o con una visita guiada por personal del museo o personal autorizado.

Este proyecto pretende conseguir una versión moderna de los sistemas de audioguía teniendo en cuenta el público con discapacidad auditiva. Para ello, aprovecharemos los avances logrados en el campo de la robótica e inteligencia artificial para crear un robot autónomo capaz de guiar a un conjunto de visitantes a través del museo. El objetivo es no solo usarlo para personas con discapacidad auditiva, sino poder grabar distintos tipos de recorridos según si estamos ante un público infantil, visita escolar, público adulto, etc....

Hay algunos ejemplos reales [3] de establecimientos que han puesto a prueba la iniciativa de utilizar robots para ayudarles en tareas, como es el caso de la venta “La Butibamba” en Mijas, Málaga que utiliza hasta tres robots como camareros para su establecimiento. Esto ha podido demostrar un impacto muy positivo, tanto por parte del personal que les alivia el trabajo, como por parte del público que lo considera una atracción extra, incluso un motivo por el que acudir al local. Es por ello por lo que se va a diseñar un

robot adaptado a las necesidades museísticas y estudiar el impacto que su uso puede generar en los visitantes.



Ilustración 1 Robot camarero de la Butibamba

Fuente: <https://www.elmundo.es/andalucia/2022/08/29/630b25ea21efa02b048b45be.html>

1.2. OBJETIVO

La principal misión de este proyecto es conseguir mejorar los sistemas de audioguías actuales encontrados en los museos. Para ello se propone crear un robot inteligente que funcione de forma autónoma y se desplace por el museo utilizando su base robótica. Puede detectar y evitar obstáculos, garantizando un movimiento seguro en el entorno del museo. Los visitantes pueden interactuar con el robot mediante pantallas táctiles, comandos de voz u otras interfaces intuitivas. El robot puede proporcionar audioguías, mostrar contenidos visuales relevantes en su tableta o proyector y responder a las preguntas o peticiones de los visitantes.

Utilizar el robot como sustituto de una audioguía ofrece múltiples ventajas respecto a las audioguías tradicionales. Mejora el compromiso y la inmersión del visitante gracias a una interfaz dinámica e interactiva, añadiendo un toque único y moderno a la experiencia museística, haciéndola más memorable y agradable para los visitantes.

Para dar mayor visibilidad al robot audioguía, éste puede colocarse en lugares estratégicos del museo, como entradas, exposiciones importantes o mostradores de información. Estos lugares deben ser fácilmente accesibles para los visitantes y estar situados de forma que permitan al robot desplazarse por

el museo sin problemas. Además, puede utilizarse durante el horario habitual de funcionamiento del museo, cuando los visitantes están explorando las exposiciones. Puede estar disponible durante todo el día, proporcionando acceso continuo a información sonora y visual.

1.3. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Dentro del documento encontramos los siguientes capítulos:

1. **Memoria:** en este documento se describen las ideas existentes en el mercado, además de las necesidades y requisitos del proyecto. Se realizará paso a paso el proceso de diseño, desde la detección de necesidades, el *brainstorming*, bocetado, elección de materiales y su método de fabricación.
2. **Anexos:** dentro de este documento se adjuntarán ficheros adicionales que complementan a la memoria añadiendo información extra.
3. **Planos:** en los planos se muestran detalladamente el conjunto y cada pieza por separado. Es de los documentos más importantes ya que es contractual y muestra el proyecto en su conjunto.
4. **Pliego de condiciones:** el objetivo de este documento se recoge toda la normativa y la parte legal del proyecto.
5. **Mediciones:** tienen por objetivo establecer y definir las unidades que configuran la totalidad del producto.
6. **Presupuesto:** su objetivo es establecer el coste económico del proyecto en unidades monetarias.

1.4. ANTECEDENTES

Es de esencial importancia ver de dónde partimos, así que para ello vamos a realizar un breve estudio sobre la adaptación de los museos a las nuevas tecnologías.

En un estudio realizado en 2019 [4] que se llevó a cabo sobre un proyecto piloto empezado en 2017 en el que mediante realidad aumentada se le presentó a un público joven una visita mejorada e interactiva en el museo de historia local de Brasov en Rumanía. Tras la visita se llevó a cabo una encuesta realizada a 400 estudiantes y se puede observar una evidente mejora en la retención de la información, además de una mayor capacidad de atención y una respuesta muy positiva respecto a volver al museo y repetir la experiencia o probar experiencias nuevas.



Ilustración 2 Reconstrucción de la iglesia de Prejmer en Transylvania, Rumanía

Fuente: <https://www.mdpi.com/2076-3417/12/19/9859>

Este estudio presenta un avance reciente en la perspectiva de los museos, sin embargo, en el pasado también se han intentado introducir tecnologías novedosas en su tiempo que pudieron tener gran impacto. En esta investigación hecha en 2004 [5] se estudia sobre el impacto de una audioguía avanzada con sistema de multimedia. Este sistema se alejaba de las tradicionales visitas guiadas en cintas de audio de la época. En su lugar, se reparten asistentes digitales personales (PDA) para ofrecer a los visitantes una experiencia turística enriquecida por multimedia. Este aparato detecta la posición actual del visitante y recupera automáticamente información multimedia sobre la exposición que está viendo. Cuando el visitante se desplaza a otra exposición, la pantalla de la PDA cambia sin problemas para mostrar la información multimedia correspondiente sin necesidad de pulsaciones ni operaciones manuales. Si bien hoy en día esto es muy común con nuestros teléfonos inteligentes, en la época supuso una innovación rompedora y muy bien recibida.

Otro artículo de interés [6] para la investigación nos muestra por el contrario un estudio que abarca 1900 visitantes de las principales seis galerías de arte en Bélgica en 2012. En él se puede ver como el público opina que cada vez más los museos dirigen su enfoque hacia objetivos espectaculares y comerciales y no tanto hacia la esencia principal de lo que es un museo: espacio de escolarización y educativo. Este estudio muestra una respuesta negativa hacia la introducción de nuevas tecnologías o elementos que llamen la atención dentro del museo ya que atraerá a todo tipo de público que puede ser no respetuoso con los visitantes que realmente quieren ir al espacio cultural para disfrutar de las obras o aprender.

Tras estas experiencias anteriores la conclusión que podemos obtener es que según el tipo de museo nuestro robot puede o no encajar, en nuestro caso escogeremos el museo automovilístico de Málaga ya que es un museo dinámico cuyo público puede recibir muy positivamente el nuevo sistema de audioguía.

1.5. ESTADO DE LA CUESTIÓN

Previo a la invención de las audioguías se empleaban fotos o pósteres para añadir información de forma vistosa. También pueden encontrarse dioramas en distintas salas de exposición, que servían como punto de atracción para el visitante. Sin embargo, cuando se introdujeron las primeras audioguías cambió también el concepto de exposición, ya que las exhibiciones no solo giraban ya en torno al objeto en cuestión, sino que el interés se amplió también a la información sobre el sujeto y comunicación de esta.

En 2011 se llevó a cabo un estudio [7] sobre las principales innovaciones museísticas a lo largo de la historia y se recalca el papel de la audioguía. Si bien ésta no viene a reemplazar el texto mostrado en el museo, viene a añadir información adicional, lo que conocemos como paratextos, por lo que su uso no condiciona la experiencia principal del museo, sino que supone un añadido extra.

A continuación, se van a describir los distintos tipos de audioguía existentes, atravesando sobre la historia de estas, además de algunos estudios realizados respecto la accesibilidad y el uso de tecnología innovadora en las audioguías de los museos:

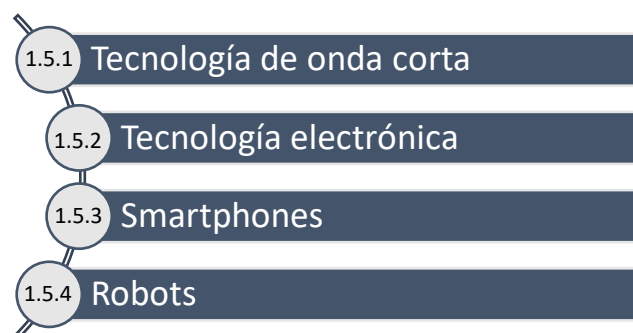


Figura 1: Clasificación de las actuales audioguías

Fuente: elaboración propia

1.5.1. TECNOLOGÍA DE ONDA CORTA

Fueron los primeros tipos de audioguías inventadas, son sistemas sencillos, compuestos por un teclado numérico mediante el cual pueden reproducirse las distintas pistas de audio.



Ilustración 3 Audioguía con tecnología de onda corta

Fuente: <https://www.rondson.com/en/audio-guide-system/447-audio-guide-box-for-guided-tour-3701567910623.html>

Estos dispositivos usan tecnología de radio de onda corta, cada vez están más en desuso ya que como desventaja, no almacenan audio, el audio se retransmite desde una estación central. Esto produce dos problemas: el primero es que el audio retransmitido es analógico, por lo que la calidad de recepción es pobre y el segundo es que hay que distanciar los puntos de emisión y separar las frecuencias meticulosamente, ya que podrían solaparse.

La tecnología data de principios de la década de 1950, Stedelijk Museum fue pionero en implementar la primera audioguía en 1952, [8] en Ámsterdam. El principal objetivo de este sistema era poder ofrecer una experiencia totalmente personalizable a los visitantes, ya que se podía escoger información complementaria a la que se muestra en la exposición a la carta.



Ilustración 4 Guías del Stedelijk Museum en Ámsterdam, 1952

Fuente: <https://libraryblogs.is.ed.ac.uk/librarylabs/2015/05/20/innovation-the-emperors-new-clothes/>

La tecnología de estos dispositivos ha mejorado, gracias a altavoces de mayor volumen y calidad, la posibilidad de uso de auriculares personales, aunque no dejan de ser un dispositivo compacto portátil que llevamos con nosotros. Su principal forma de interacción es el audio, conectada a unos auriculares o con un altavoz de baja potencia.

Se han podido ir apreciando mejoras como introducción de audio digital e interfaces que permiten saltar entre pistas, pantallas a color y táctiles para facilitar su manejo y aportar más información, lo que ha dado lugar a la introducción de las siguientes tecnologías.

A continuación, puede verse en la ilustración 5 un ejemplo de audioguía con tecnología de onda corta y mejoras actuales, el modelo AG-600 por Soolai [9]. Como se puede observar este modelo es capaz de saltar pistas, tiene un display, además vibra según los contenidos de exposiciones, y tiene posibilidad para utilizarse en distintos idiomas. Sin embargo, la principal diferencia con otros sistemas es que depende de elementos externos para la transmisión del audio como puede verse en la ilustración 6.

Audio Guide System AG-600

- Keypad play
- RF trigger
- Infrared trigger
- Passive tag trigger



Object name display

Audio Video SYNC

Anti-theft alarm

Rental statistics

Obtained the invention patent in China:
 Patent①: ZL201610137959.9
 Patent②: ZL201630068520.6
 Patent③: ZL201620189218.0

Ilustración 5 Audioguía AG-600

Fuente: <http://www.soolai.com/en/products/Audio%20Guide%20System%20AG-600.htm>

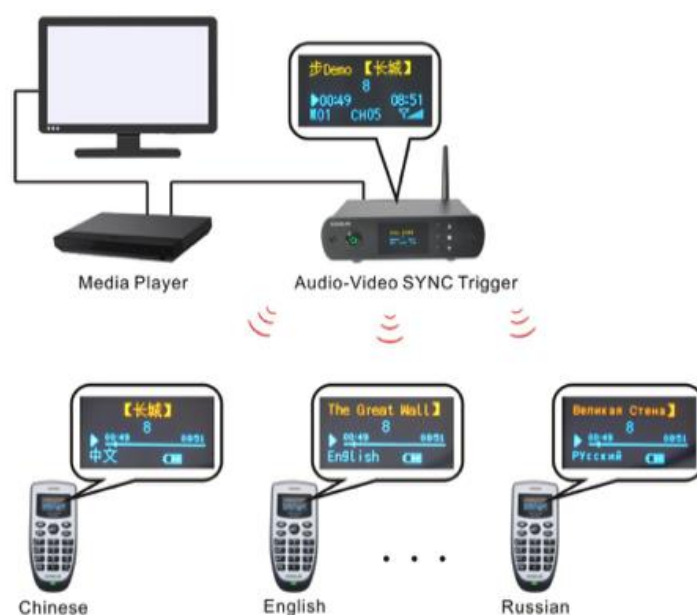


Ilustración 6 Elementos transmisores de contenido

Fuente: <http://www.soolai.com/en/products/Audio%20Guide%20System%20AG-600.htm>

1.5.2. TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Suponen la evolución natural de las audioguías con tecnología de onda corta. A diferencia de las primeras, estas almacenan audio en un soporte físico. Hay distintos tipos de evoluciones, desde los primeros modelos con cintas de radiocasete a los más modernos que se asemejan a reproductores de MP3.



Ilustración 7 Audioguía electrónica

Fuente: <https://m.museivaticani.va/content/museivaticani-mobile/es/organizza-visita/servizi-per-i-visitatori/audio-e-videoguide.html>

Estas audioguías han evolucionado notablemente desde la aparición de los primeros modelos hasta los modelos actuales. Se han incluido distintos tipos de adiciones como pantallas a color, interfaces táctiles, distintos tipos de contenido interactivo como mapas del museo, activación automática por zonas o recomendaciones de contenido. Son el tipo de audioguía más utilizado actualmente en los distintos museos.

Podemos ver ejemplos como por ejemplo en 2012 el museo del Louvre reemplazó su tradicional sistema de audioguías por videoconsolas de Nintendo, concretamente la 3DS [10]. Esto supuso un avance ya que gracias a la calidad de las pantallas y el hardware potente para la época la convirtieron en un dispositivo muy versátil y útil para diversos tipos de aplicaciones. El uso consistió en realizar un tour virtual por las distintas obras usando la cámara de la consola y la realidad aumentada, creando distintos circuitos interactivos muy atractivos para todos los públicos.



Ilustración 8 nintendo 3DS en el Louvre

Fuente: <https://www.nintendo.es/Noticias/2012/El-Museo-del-Louvre-cambia-sus-audioguías-por-consolas-Nintendo-3DS-253622.html>

Al igual que la 3DS, también se han utilizado iPods como audioguías, este fue el caso de Berna en Suiza que repartía iPods [11] a las personas para poder usarlos como dispositivos de interacción para realizar tours a través de la ciudad.



Ilustración 9 iPod en Suiza como audioguía

Fuente: <https://www.myswitzerland.com/es-es/descubrir-suiza/ipod-audioguide/>

Es importante destacar que en esta categoría la principal diferencia con la anterior es que el contenido de la audioguía se almacena dentro del dispositivo y no fuera, como era el caso anterior. También la principal diferencia con la categoría que se muestra a continuación, los smartphones es que estos dispositivos, aunque puedan ser incluso teléfonos inteligentes, están bloqueados por software y no permiten hacer nada más allá de ver el menú de la audioguía.

1.5.3. SMARTPHONES

Los teléfonos inteligentes cada vez son más potentes y capaces de realizar tareas más complejas. Es por ello por lo que muchos museos han optado por adoptar métodos más económicos y actualizados de implementar los sistemas de audioguía: los teléfonos inteligentes de las personas. Esta forma de implementar las audioguías es la más eficaz y económica ya que el contenido puede actualizarse de forma sencilla e implementarse mediante código QR. Esto es especialmente interesante sobre todo después de la pandemia mundial de COVID-19, ya que la gente se muestra más reacia a tocar y utilizar dispositivos personales como pueden ser las audioguías que hay que tocar y acercar a la oreja para escuchar.

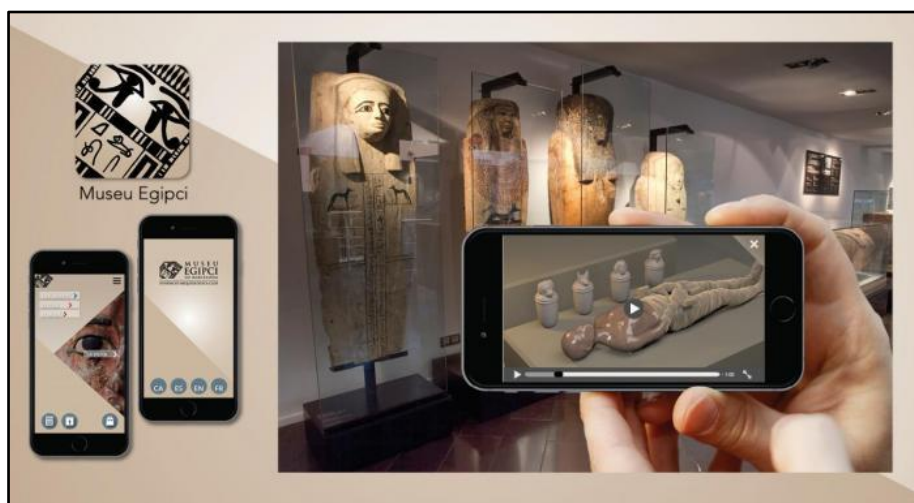


Ilustración 10 Aplicación en smartphone del museo egipcio de Barcelona

Fuente: <https://www.museuegipci.com/es/visitanos/app-audioguia-1/>

Gracias a la potencia de los smartphones actuales, se pueden desarrollar sistemas creativos que utilicen no solo audio, sino también vídeo, gracias al cual se permite añadir más detalles al contenido mostrado. También, gracias a la realidad aumentada, se permite, usando la cámara, ver en tiempo real reconstrucciones de los distintos objetos del museo.

La principal diferencia con el sistema anterior es que en este caso el museo promueve la descarga de una aplicación en el propio teléfono de cada persona y pone a disposición de los visitantes códigos QR u otros métodos de lectura por el smartphone para los audios.

Por ejemplo, aquí puede observarse como el Museo Nacional de Historia Natural del Instituto Smithsonian de Washington DC creó una aplicación descargable [12] “Skin and Bones” en el que se puede ver enfocando los distintos esqueletos de dinosaurios reconstrucciones realistas sobre cómo eran estos seres además de información adicional sobre el tipo de ser vivo que eran, categorías, alimentación, etc....



Ilustración 11 Aplicación Skin and Bones

Fuente: <https://www.si.edu/newsdesk/releases/smithsonian-brings-historic-specimens-life-free-skin-and-bones-mobile-app>

No obstante, el sistema base no ha evolucionado drásticamente desde su introducción. Cabe mencionar un proyecto traído de la mano por el museo Carmen Thyssen Málaga [13] junto con Orange y Gvam, que, en 2014, lanzaron una aplicación móvil de audioguía con una innovación importante en el campo de la accesibilidad: la inclusión de una guía virtual con un recorrido por las principales obras descritas con lenguaje de signos y subtítulos. Esto supuso un gran avance en el campo de las audioguías, sin embargo, no puede compararse con una visita en persona por el museo.

1.5.4. ROBOT AUDIOGUÍA

Hoy en día, todavía no es común ver a gran escala el uso de robots como guías en museos, ya que no existen versiones puramente comerciales que puedan fabricarse a gran escala, aunque gracias a los avances en robótica, cada vez se contempla la idea de forma más viable, asequible y realista.

Durante los últimos años, un consorcio de seis empresas francesas, entre ellas Another World, una de los startups más prometedora en este campo, se agruparon en un consorcio [14] han estado desarrollando el robot, que se parece a una aspiradora industrial con una pantalla, tres ordenadores, una cámara y un micrófono. Un guía humano autorizado va siempre a su lado para hacer comentarios mientras los visitantes dirigen su camino. Gracias a la tecnología láser se detiene cuando se presentan obstáculos. El objetivo es utilizar la producción en serie para reducir el precio de los robots a unos 2.000 euros.

En el museo Tate Britain se implementó la idea de construir robots con cámaras que pudieran ser controlados en remoto [15]. Esta idea consistía en que cuando el museo cerraba sus puertas, los robots se paseaban por él con las cámaras y desde la página oficial del museo podía verse el streaming en directo de los 4 robots. Si bien esto fue una implementación real, se aleja del concepto de este proyecto, ya que los robots no estaban presentes mientras había visitantes ni tenían algún tipo de interacción.

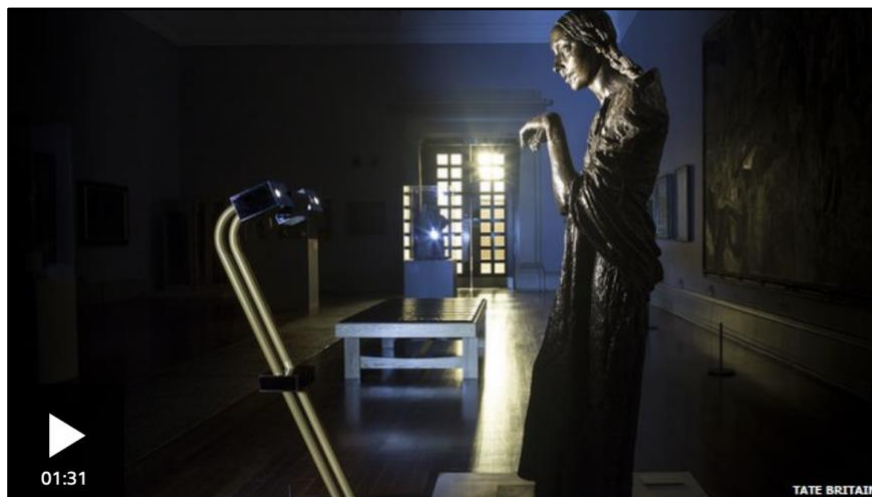


Ilustración 12 Robots en museo Tate Britain

Fuente: <https://www.bbc.com/news/av/technology-28742582>

Otro proyecto piloto fue Norio, se paseaba por el castillo de Oiron [16], en Francia. Fue un proyecto de accesibilidad que se concibió en el año 2013. Consistía principalmente en un robot equipado con una cámara y que se podía controlar con un joystick, enfocado en el público con discapacidad motora. De esta forma, las personas, podían ver lo que veía el robot desde una pantalla y el robot podía mostrar imágenes en tiempo real de la persona que se encontrase manejándolo para poder tener interacción completa con los otros visitantes del museo.

La revista francesa TourMag [16] lo describe así: “Este “robot de telepresencia” es una innovación tecnológica que responde a los retos de una máquina en movimiento en un monumento histórico abierto al público.”



Ilustración 13 Norio paseando por el museo

Fuente: https://www.tourmag.com/Norio-le-guide-robot-du-chateau-d-Oiron_a70889.html

Varios estudios realizados en 2004 [17] y 2003 [18] respectivamente han demostrado que los robots humanoides tienden a ser más atractivos para las personas que los no humanoides. Por ejemplo, la gente se involucra más en las actividades en las que los robots utilizan la mirada para destacar ciertas tareas o información. La gente también tiende a prestar más atención a los robots que mueven la cabeza y miran a su alrededor. El papel de la personalidad de un robot también es importante. Se ha podido observar que un robot con una personalidad bien definida y relacionable puede atraer al público a un nivel emocional. Puede crear una sensación de conexión y familiaridad, haciendo que la gente se sienta más cómoda interactuando con el robot. Puede contribuir a la satisfacción y disfrute del usuario. Es más probable que las personas tengan experiencias y recuerdos positivos cuando interactúan con un robot que tiene una personalidad amable, servicial o divertida.

En 2015 [19] se llevó a cabo otro estudio sobre los efectos de las contribuciones interpersonales en la interacción con los robots. “El análisis de las percepciones de los participantes sobre la personalidad del robot reveló que las señales indicativas de un comportamiento socialmente atento expresadas por el robot promueven atribuciones interpersonales positivas y percepciones de un comportamiento seguro del robot.” [19].

1.6. REQUISITOS DE DISEÑO

Se han planteado una serie de requisitos básicos y mínimos que debe contener el proyecto para considerarse exitoso. El producto va a exponerse a uso continuo y bastante demandador, ya que va a

estar en contacto directo con el público y va a utilizarse durante largas jornadas a diario, por lo que el producto debe cumplir los siguientes requisitos:

- **Robusto:** el robot debe aguantar la carga de trabajo diaria y resistir a la vandalización, o soportar empujes accidentales por parte del público. Además, debe soportar el peso interno de los componentes.
- **Larga duración de batería e intercambiabilidad:** es importante que la autonomía del dispositivo sea alta y que además su recarga sea rápida, ya que así, si se ponen en uso, se pueda intercambiar fácilmente su batería para no tener que detener su uso mientras se recarga. Se estima una duración de batería de 6 horas aproximadamente por parte de la base, este será nuestro factor limitante ya que el resto de los componentes conectados a la batería son capaces de aguantar un día completo de uso. Por lo que el robot puede hacer visitar en intervalos de dos horas y recargarse mientras no está en uso.
- **Estético:** el aspecto exterior será de las cualidades que más llame la atención a los visitantes del museo, por lo que es importante llegar no solo a un producto funcional, sino a uno que llame la atención para que los visitantes quieran acercarse y que además encaje con la temática del museo en el que se va a implementar.
- **Soporte multilingüe:** El robot debe ser capaz de proporcionar audioguías en varios idiomas, haciéndolo accesible a visitantes de diferentes partes del mundo.
- **Supervisión y control remotos:** El robot debe estar equipado con sensores que permitan la supervisión y el control a distancia, lo que permitirá a los técnicos diagnosticar y solucionar cualquier problema a distancia en caso necesario. El interior del robot puede accederse fácilmente con la puerta lateral. Los componentes se sitúan en distintas estanterías y son fácilmente reemplazables.
- **Seguridad:** El robot debe estar diseñado para evitar el acceso no autorizado y proteger el contenido de audio contra la manipulación o el robo.
- **Fácil adaptabilidad:** para que puedan hacerse distintos tipos de visita para distintos públicos.
- **Accesibilidad:** es crucial que el producto pueda aportar una mejora sustancial en el campo de la accesibilidad, concretamente en el campo de la discapacidad auditiva, ya que es el punto débil de los sistemas actuales de audioguías.

1.7. BOCETOS

A continuación, se muestra el proceso creativo seguido para llegar a la solución final. Para llegar a la respuesta de diseño definitiva, se han realizado diversos tipos de bocetos, en los que se muestran distintos tipos de alternativas e ideas propuestas.

1.7.1. BOCETO 1

En este caso se ha propuesto un primer boceto basado en un robot humanoide, con extremidades articuladas como brazos, cabeza y manos. Esta idea surge a partir de un artículo redactado en 2020 [20] sobre el papel de los robots como audioguías en museos. El artículo afirma que los robots humanoides que pueden imitar las expresiones humanas captan más la atención del público y los acerca más al contenido que se muestra. Sin embargo, a nivel de complejidad, desarrollar un robot con extremidades articuladas, implica un gran esfuerzo y aumenta notablemente el nivel de complejidad.

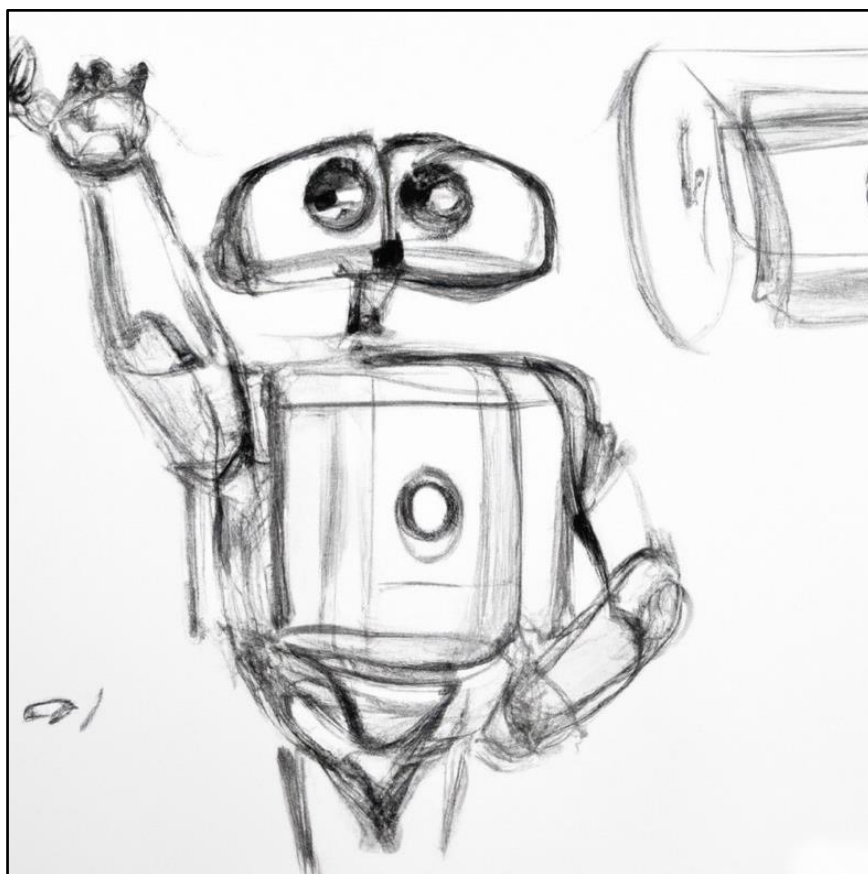


Ilustración 14 Boceto 1

Fuente: elaboración propia

1.7.2. BOCETO 2

Para este segundo caso, decidimos humanizar más el robot añadiéndole rasgos faciales como cejas y boca, para que así pueda imitar de forma más eficaz las expresiones humanas y transmitir calidez y confianza al usuario. Es un esbozo en fase temprana ya que solo se representa la parte superior y no la inferior. Como toque creativo se añade un libro para representar la parte de la guía. Como punto negativo, construir un robot con rasgos faciales conlleva una alta complejidad ya que para que transmita de forma natural las expresiones humanas, necesita un alto grado de sofisticación en motores además de un alto grado de programación.



Ilustración 15 Boceto 2

Fuente: elaboración propia

1.7.3. BOCETO 3

Para este caso, hemos realizado el primer boceto completo en el que se puede observar un robot de estilo humanoide con extremidades. Para simplificar el número de partes móviles se ha optado por colocar una pantalla en la cabeza y simular una cara de forma virtual, esto permite mejorar el defecto del boceto anterior que era el alto grado de complejidad en las expresiones faciales. Sin embargo, se añade un nuevo problema: el uso de un sistema bípedo para el movimiento del robot. Si bien es lo que más se asemeja a una persona, es complicado de realizar, ya que implica un alto grado de complejidad en la forma de mantener el equilibrio y en la programación del movimiento para andar.

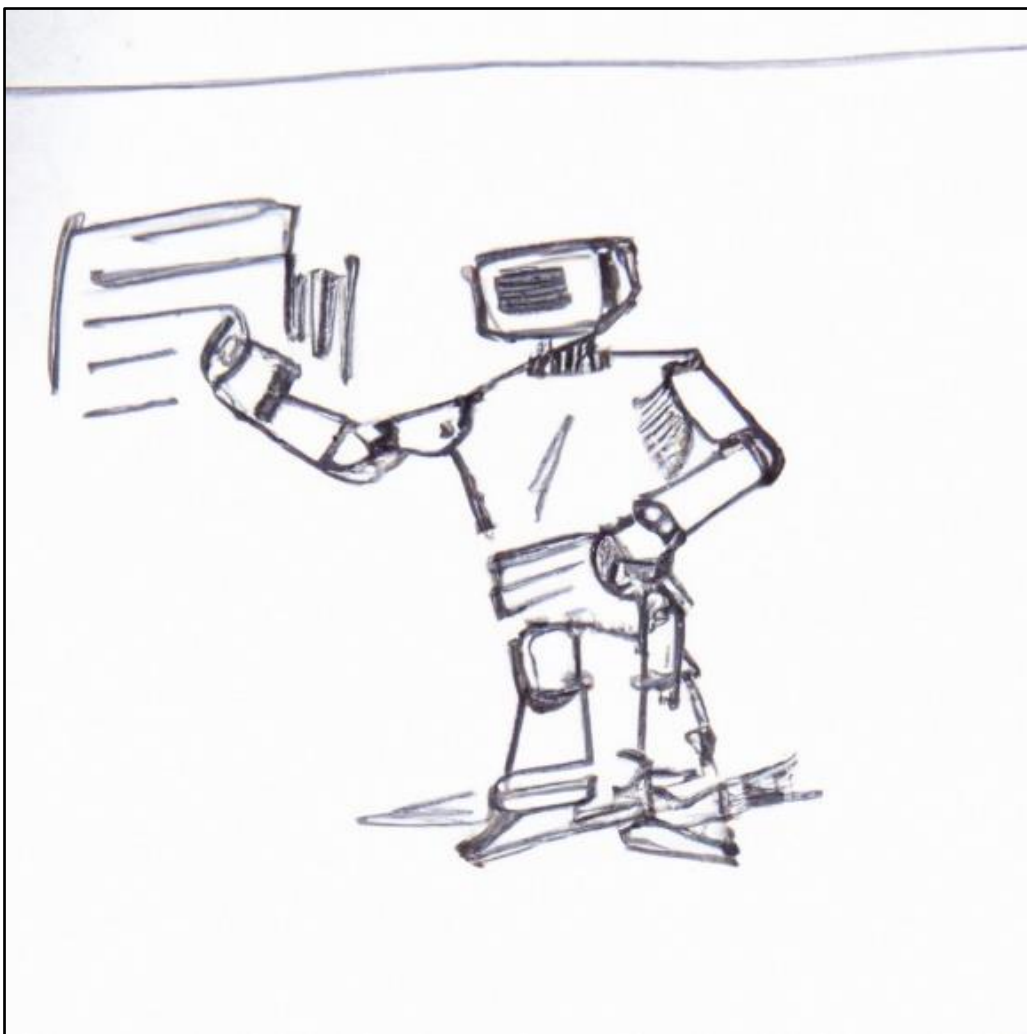


Ilustración 16 Boceto 3

Fuente: elaboración propia

1.7.4. BOCETO 4

Este boceto está inspirado fuertemente en el anterior. La principal diferencia es la adición de un proyector en una de las manos. Esto permite proyectar material visual como pequeños cortometrajes o subtítulos en las paredes del museo. Se han acortado las piernas para ayudar a la estabilidad y facilitar el trabajo mecánico. Además, se ha colocado una antena en la parte trasera de la cabeza para poder mejorar la conectividad. Como punto negativo, hay que tener en cuenta que el proyector al ir fuera del cuerpo del robot habrá que llevar las conexiones a través de los brazos, lo que puede suponer un problema ya que, al ser una parte móvil, se corre el riesgo de que las conexiones se flexionen demasiado y por tanto se rompan, o que interfieran con el movimiento de los brazos. Además, hay que tener en cuenta a la hora de dimensionar y programar los motores del brazo robot que éste llevará el proyector, aumentando su peso.

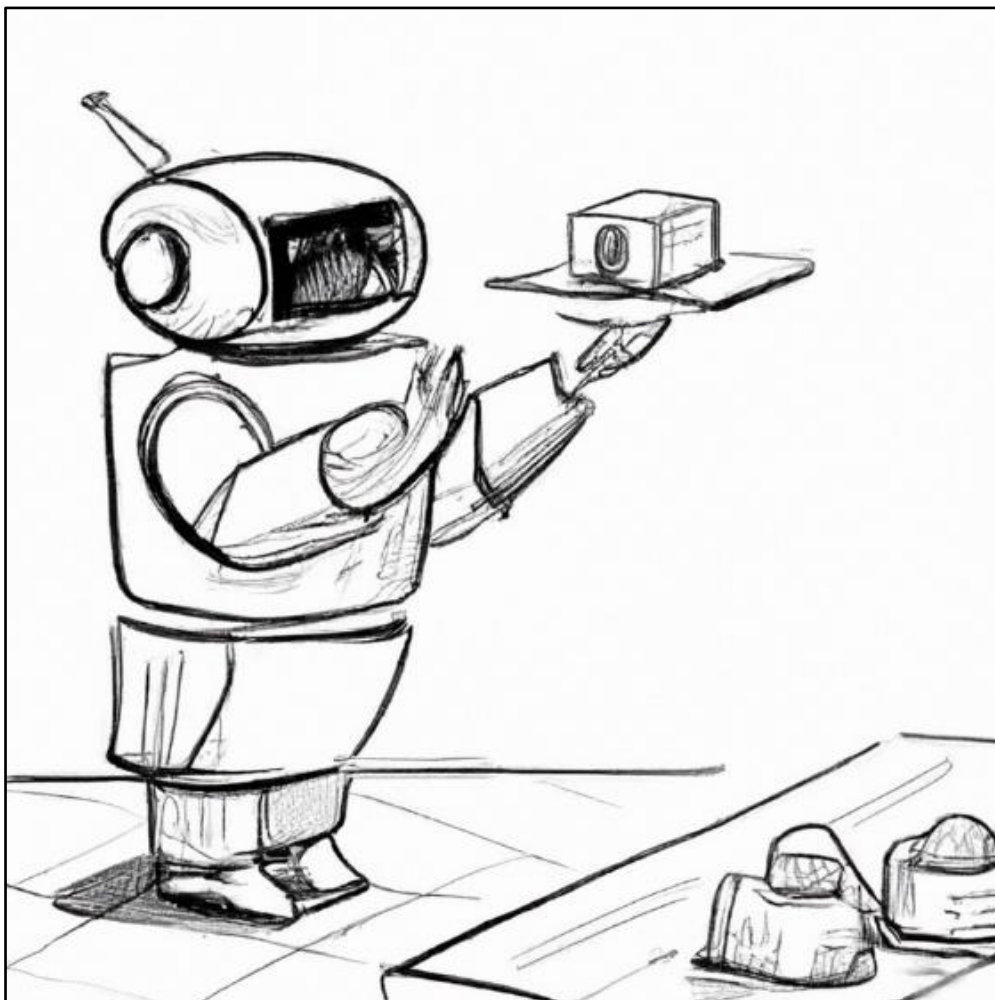


Ilustración 17 Boceto 4
Fuente: elaboración propia

1.7.5. BOCETO 5

Para este caso, volvimos a inspirarnos en una cabeza con partes mecánicas para mostrar expresiones faciales. Como gran diferencia respecto a los otros bocetos, en este caso la base es una rueda, por lo que se simplifica el problema de las extremidades. Para mantener el equilibrio, habría que compensar con giroscopios el cuerpo del robot, por lo que se complica bastante el desarrollo de la idea.

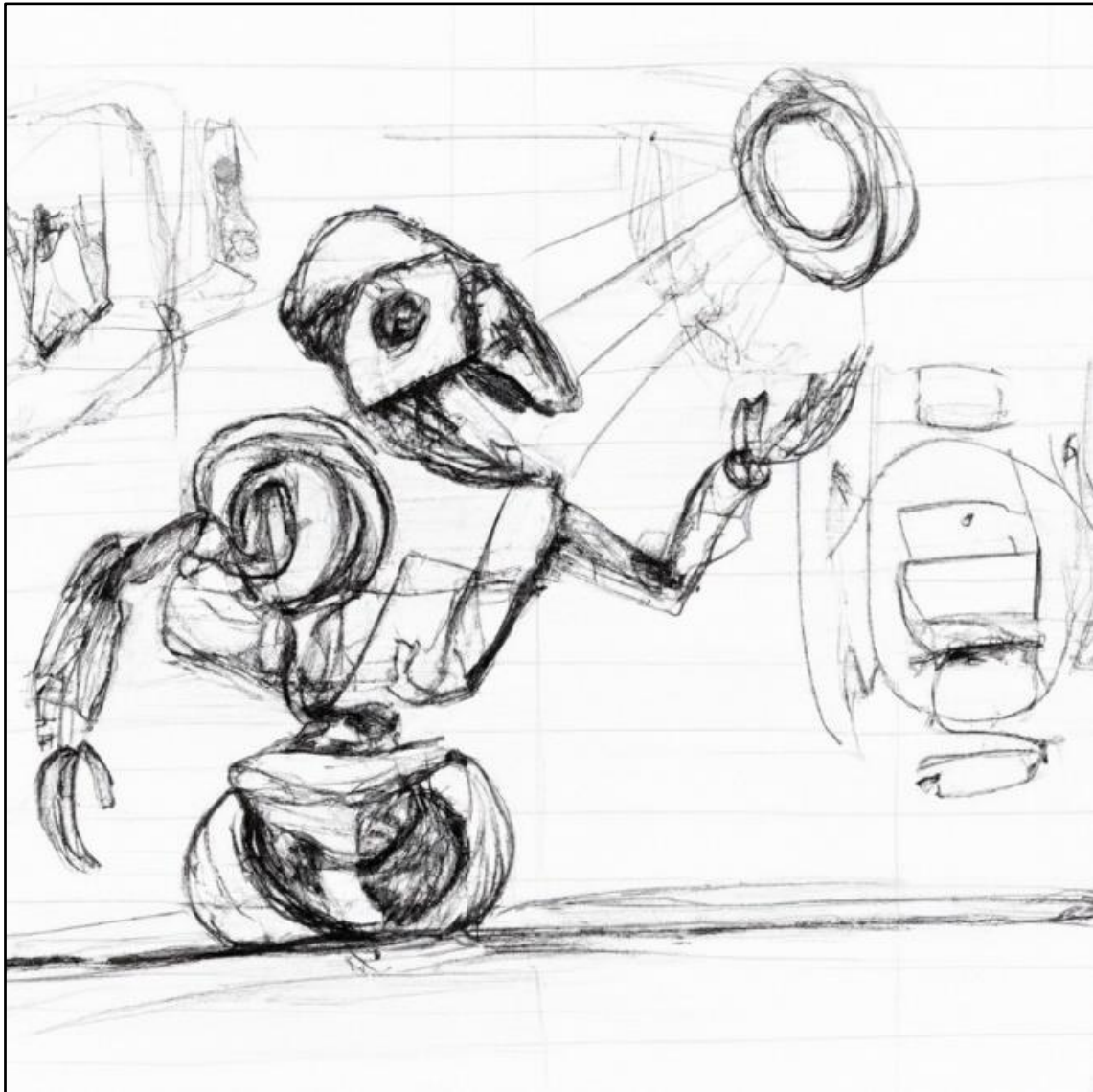


Ilustración 18 Boceto 5

Fuente: elaboración propia

1.7.6. BOCETO 6

Para este boceto se rehace desde cero la idea. Se utiliza una base robótica parecida a los aspiradores inteligentes ya existentes y encima se monta el cuerpo. Esto supone una gran reducción de costes ya que se evita el tener que usar diferentes y complejos sistemas de servos robóticos para el movimiento del robot, además de solventar el problema de estabilidad, ya que todo el centro de masas se concentra en el origen radial de la base. Se utilizan dos extremidades hechas a partir de servos como manos y se coloca en lo alto un proyector en una cabeza móvil para poder reproducir contenido multimedia pensado en la accesibilidad sobre las paredes. Este boceto representa una clara simplificación frente a los anteriores y consigue una propuesta mucho más viable y accesible.

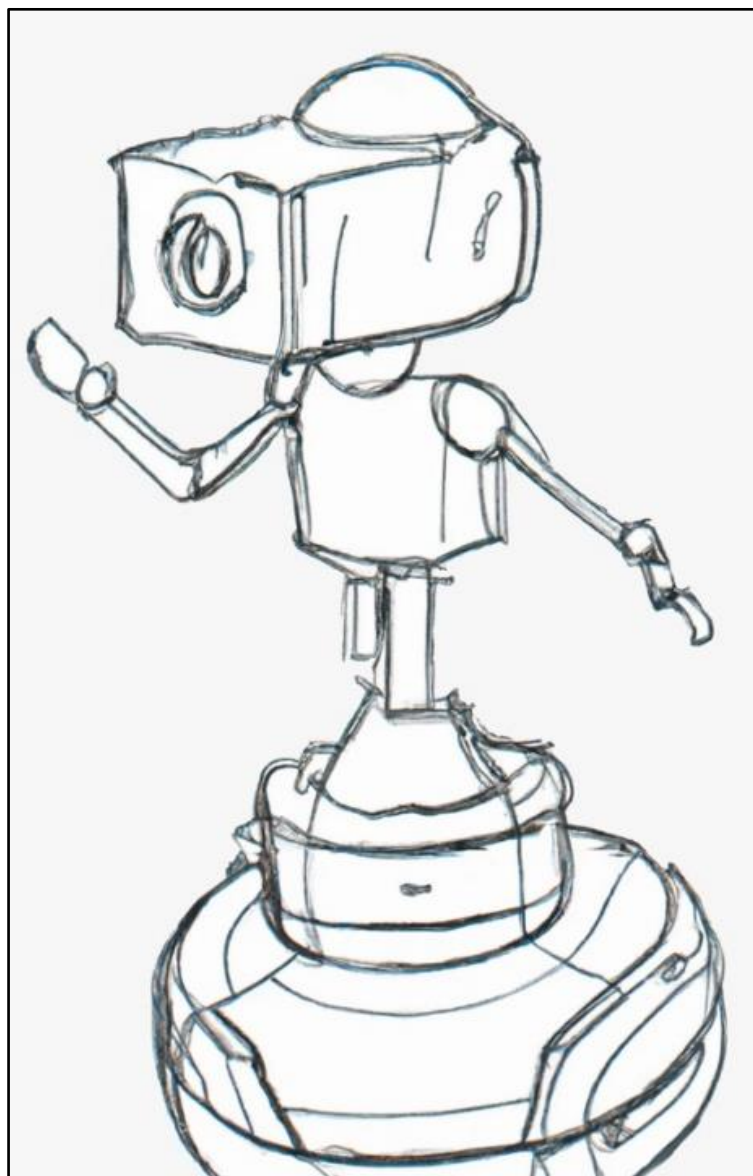


Ilustración 19 Boceto 6

Fuente: elaboración propia

1.7.7. BOCETO 7

Volvemos a inspirarnos en el boceto anterior, aunque en este caso eliminamos las extremidades, ya que como hemos visto antes, son un añadido de complejidad innecesaria al proyecto. En su lugar optamos por situar una pantalla vertical que sea capaz de mostrar contenido multimedia. Esta versión es una optimización de la anterior, ya que su mayor complejidad se encuentra en la zona de la cabeza debido a los múltiples mecanismos que la articulan.

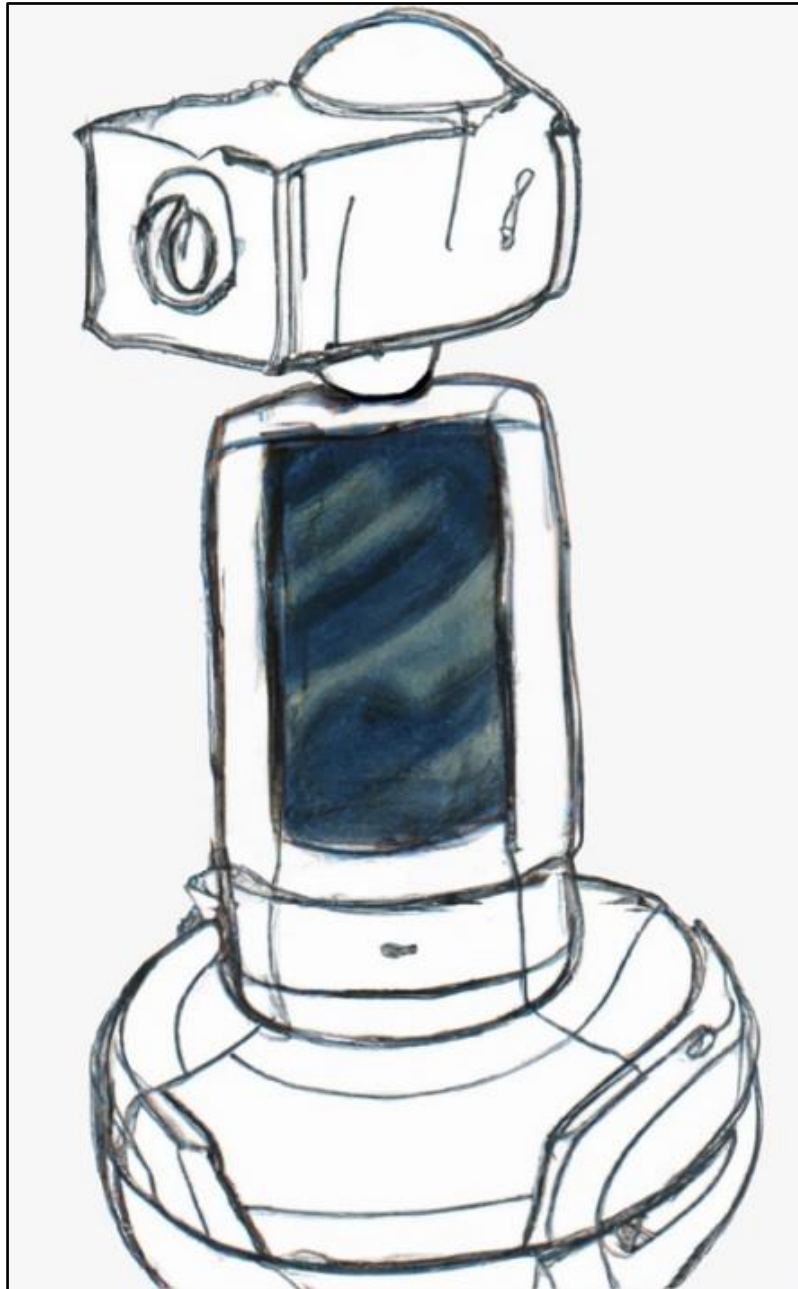


Ilustración 20 Boceto 7

Fuente: elaboración propia

1.8. SOLUCIONES DE DISEÑO

Tras realizar los distintos bocetos, evaluar las opciones y considerar las distintas posibilidades técnicas decidimos realizar un prototipo que se ajustase a todo lo mencionado anteriormente. El prototipo (ilustración 21 y 22) está compuesto por 4 piezas principales: una carcasa inferior, una carcasa superior, una puerta superior y una puerta inferior. En los sucesivos apartados describimos en más profundidad los componentes diseñados.

La carcasa inferior va atornillada por la parte inferior a la base robótica autónoma. La carcasa superior va atornillada a la carcasa inferior por los laterales con cuatro tornillos torx fresados DIN 965 M5x12. La puerta inferior tiene dos bisagras a los lados derechos para poder abrirse por el lado izquierdo. La puerta superior debido a su reducido tamaño tiene una única bisagra centrada a la derecha.

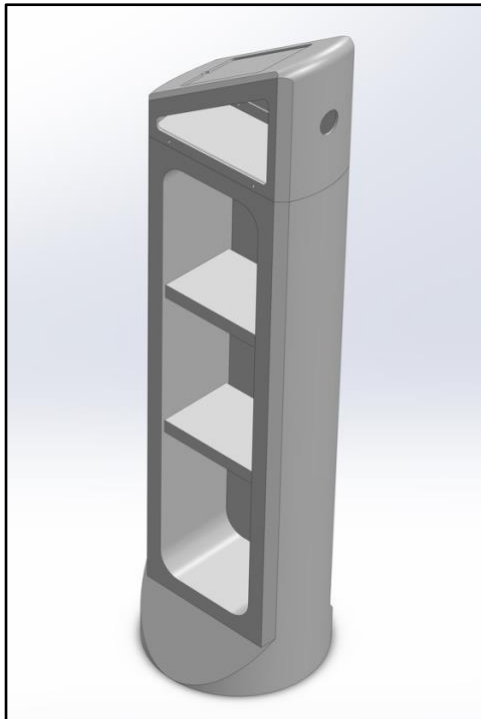


Ilustración 21 Prototipo de robot sin puertas

Fuente: elaboración propia

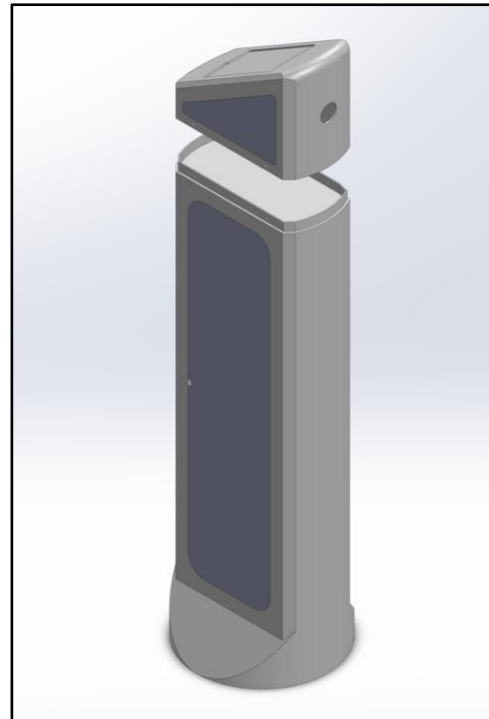


Ilustración 22 Prototipo de robot con puertas

Fuente: elaboración propia

1.8.1. CARCASA INFERIOR

La carcasa inferior (ilustración 23,24,25) es la principal pieza de nuestro diseño, sirve de cuerpo principal y alberga varios componentes, como la batería y el altavoz. Está diseñada para ser más grande que la carcasa superior, con el fin de alojar los componentes principales y proporcionar un amplio espacio para

la organización interna y la disipación de calor de estos. Sus dimensiones se adaptan a los componentes necesarios y garantizan una funcionalidad adecuada y facilidad de montaje, además de estabilidad y fácil acceso para el mantenimiento o sustitución cuando sea necesario.

Tiene dos estanterías interiores, de forma que disponemos de tres módulos para poder distribuir objetos dentro de ella y poder añadir más componentes en caso de necesidad futura o por parte de alguna aplicación específica según el museo.

La carcasa inferior se ha diseñado específicamente para incorporar puntos de fijación con tornillos que se alinean con la base robótica. Esto permite una conexión segura entre la carcasa inferior y la base, garantizando la estabilidad y la integridad estructural.

La carcasa inferior también incluye puertas de acceso en los laterales. Estas puertas permiten acceder cómodamente a los componentes internos y al cableado, lo que simplifica las tareas de mantenimiento y solución de problemas. Además, se pueden cerrar de forma segura para evitar que los visitantes del museo accedan al interior del robot.

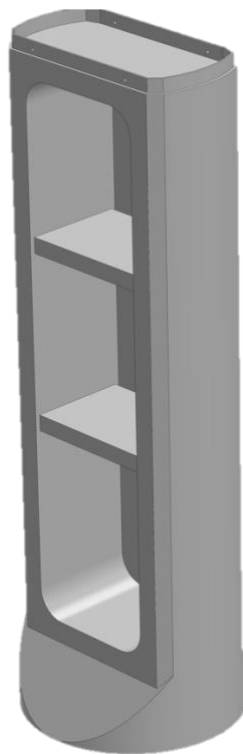


Ilustración 23 Carcasa inferior

Fuente: elaboración propia

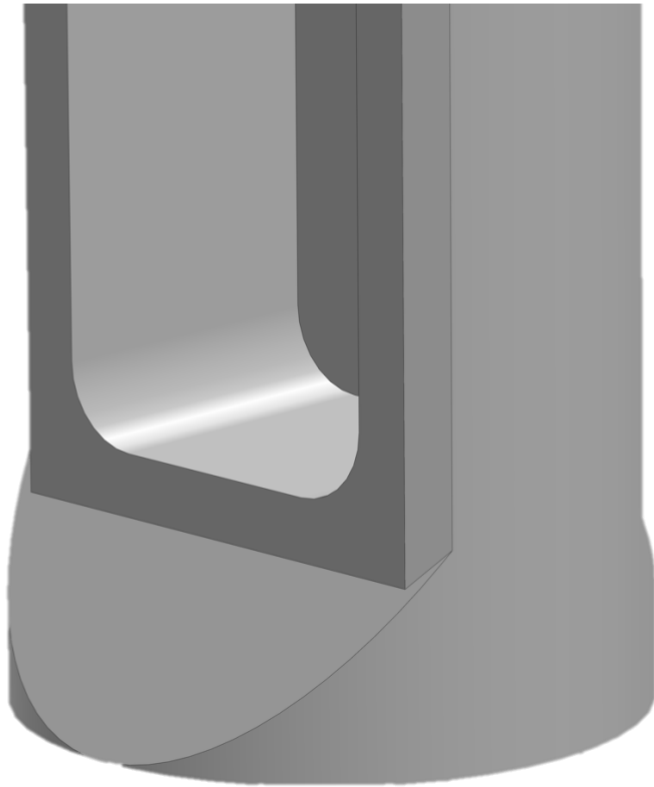


Ilustración 24 Detalle inferior

Fuente: elaboración propia

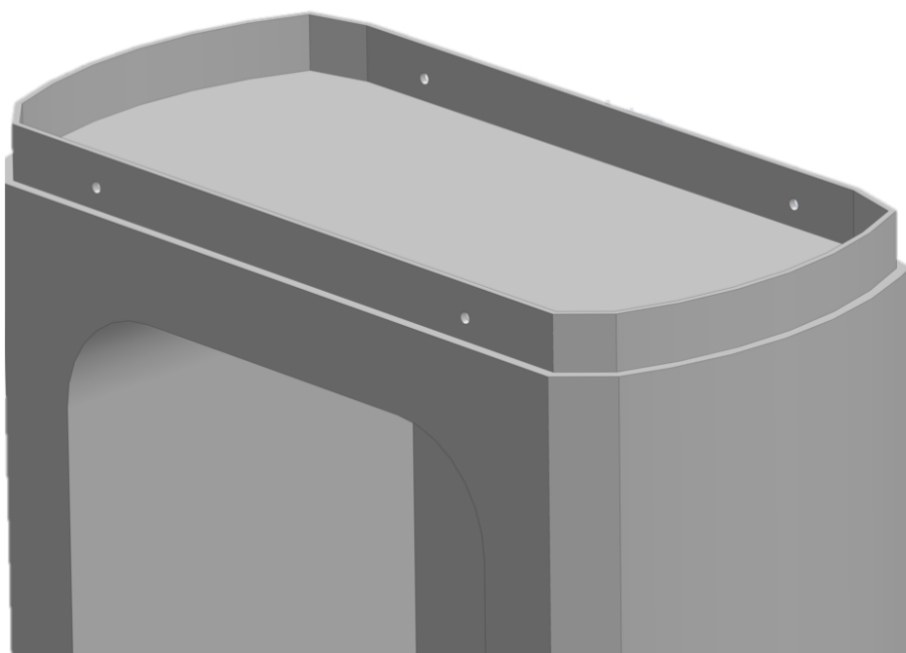


Ilustración 25 Detalle superior

Fuente: elaboración propia

1.8.2. CARCASA SUPERIOR

La carcasa superior está diseñada para fijarse firmemente a la carcasa inferior y sirve como soporte para la tablet y el proyector. Está diseñada específicamente para sujetarlos con seguridad en una posición estable y accesible. Su forma se adapta a las dimensiones de la tablet y el proyector, al tiempo que mantiene un diseño estéticamente agradable y coherente con la carcasa inferior para poder crear una sensación de diseño continuo y unicuerpo.

La carcasa superior está diseñada con puntos de fijación mediante tornillos que se alinean con la carcasa inferior. Estos puntos de fijación permiten una conexión segura entre las carcasas superior e inferior, garantizando la estabilidad y la integridad estructural de todo el conjunto del robot.

La pieza tiene un hueco trasero por el que se colocará la lente del proyector para ocultarlo y poder mostrar correctamente las imágenes. La Tablet se coloca en una ranura superior diseñada específicamente para el tamaño. En caso de colocar una Tablet de distinto tamaño a la original pensada, se pueden incluir soportes ajustables, clips o acolchado para garantizar un ajuste perfecto a dispositivos de distintos tamaños.

Para evitar el sobrecalentamiento de la tableta y el proyector, la carcasa superior incorpora características de ventilación, principalmente se ha hecho con un diseño alargado y espacioso interior para tener suficiente sitio interior para disipar el calor generado. Esto combinado con un diseño agujereado de la puerta de cierre permite una correcta ventilación del proyector

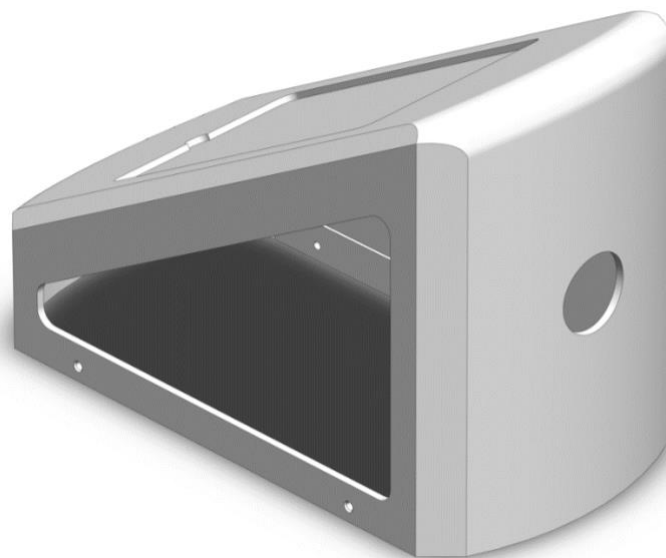


Ilustración 26 Carcasa superior con hueco para proyector

Fuente: elaboración propia



Ilustración 27 Carcasa superior con hueco para Tablet

Fuente: elaboración propia

1.8.3. PUERTA INFERIOR

La puerta inferior de la carcasa del robot sirve como panel extraíble que proporciona acceso a los componentes internos alojados en la carcasa inferior. Está diseñada para fijarse de forma segura a la carcasa inferior mediante el uso de dos bisagras y facilita el mantenimiento y la sustitución de componentes. Debe ser fácil de abrir y cerrar para acceder a los componentes internos, proporcionando un ajuste perfecto para mantener la integridad estructural general del robot.

Cuenta con un mecanismo de cierre que mantiene la puerta firmemente en su sitio durante el funcionamiento, evitando aperturas accidentales y garantizando la seguridad de los componentes internos, además de evitar también la apertura por parte de usuarios no autorizados.



Ilustración 28 Puerta inferior
Fuente: elaboración propia

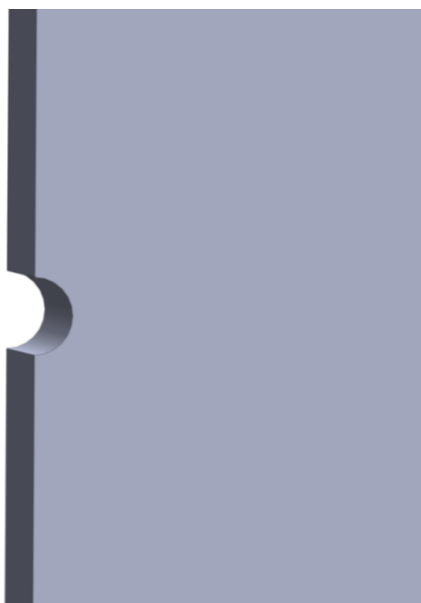


Ilustración 29 Detalle inserción de mecanismo de bloqueo
Fuente: elaboración propia

1.8.4. PUERTA SUPERIOR

La puerta superior de la carcasa del robot sirve como panel extraíble que proporciona acceso a los componentes internos alojados en la carcasa superior, en este caso el proyector. Está diseñada para fijarse de forma segura a la carcasa superior mediante el uso de una bisagra central en el lado derecho y facilita el mantenimiento y la sustitución del proyector. Debe ser fácil de abrir y cerrar para acceder al interior de la carcasa superior, proporcionando un ajuste perfecto para mantener la integridad estructural general del robot.

Al igual que la puerta inferior, cuenta con un mecanismo de cierre que mantiene la puerta firmemente en su sitio durante el funcionamiento, evitando aperturas accidentales y garantizando la seguridad de los componentes internos, además de evitar también la apertura por parte de usuarios no autorizados.

En este caso se ha añadido un sistema de ventilación ya que el proyector genera una cantidad considerable de calor y es conveniente poder disipar ese calor.

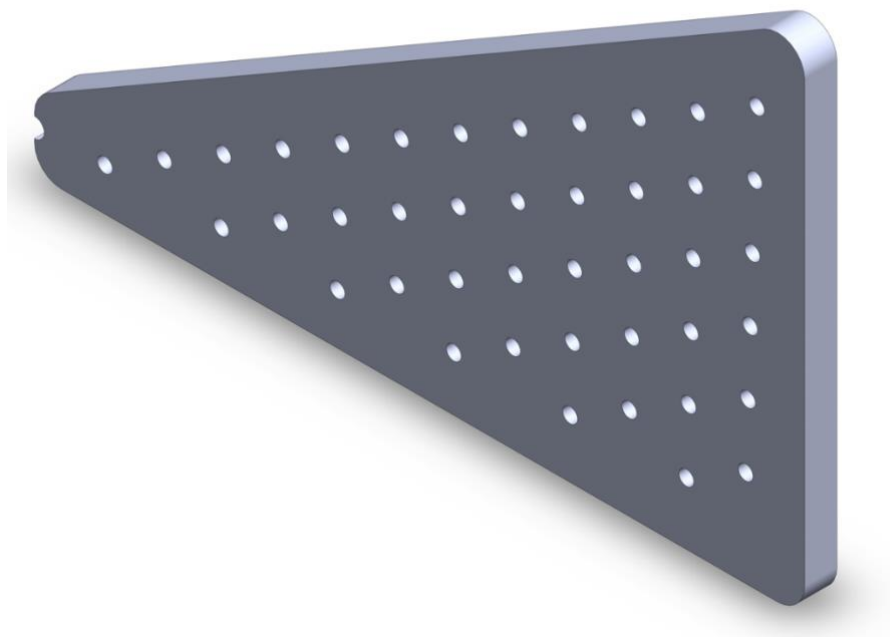


Ilustración 30 Puerta superior

Fuente: elaboración propia

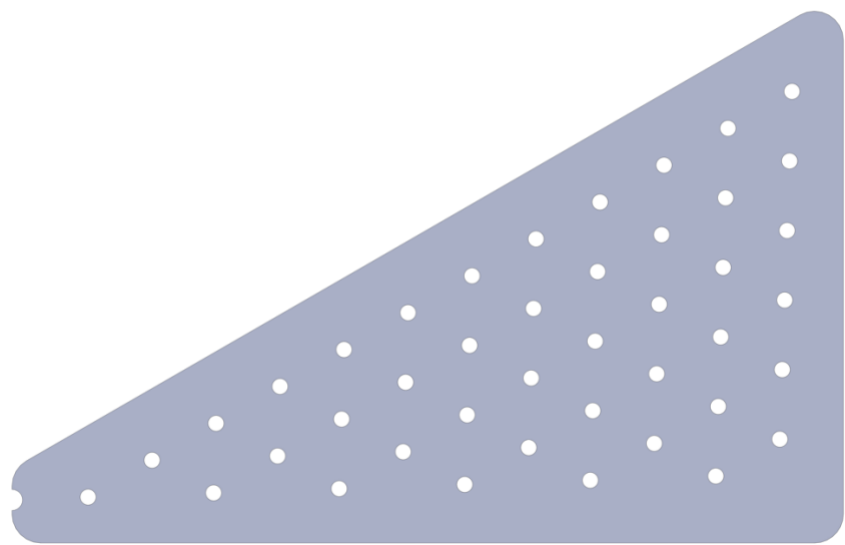


Ilustración 31 Sistema de ventilación de la puerta
Fuente: elaboración propia

1.9. DESCRIPCIÓN DE LOS COMPONENTES COMERCIALES

A continuación, mostramos en la siguiente tabla los componentes comerciales que irán integrados en nuestro diseño:

PRODUCTO		DESCRIPCIÓN
NOMBRE	IMAGEN	
Base de robot autónoma		WBOT11B (*) Ø450mmx317mm Base sobre la que se diseñará el chasis del robot
Tablet		Samsung Galaxy Tab 6 Lite (*) 244,5x154,3x7mm 0,465kg Pantalla que servirá para dar expresiones al robot.

Proyector		XIAOMI WANBO T2 MAX (*) 150 x 140 x 110 mm 900g Proyector compacto para transmitir información
Batería de litio		LifePO 4 12.8V 30Ah (*) 223x135x178mm 4,8kg 50Ah Encargada de dar energía a la pantalla, proyector, altavoces... la base robot tiene su propia batería
Altavoz		Beats Pill (*) 220x63x36mm 0,4kg 10V Se conecta a usb, por lo que tiene un bajo consumo de energía

(*) Elementos comerciales sugeridos o similares

1.9.1. BASE DE ROBOT AUTÓNOMA

Descripción

Una base robótica autónoma es una plataforma autónoma capaz de detectar, procesar información y desplazarse por su entorno sin necesidad de intervención humana. Sirve de base para construir un robot capaz de realizar diversas tareas, como exploración, vigilancia, reparto o fabricación.

Ventajas

- Mayor movilidad: Con una base robótica autónoma, el robot audioguía puede moverse por el espacio de exposición, proporcionando a los visitantes una experiencia más envolvente.
- Personalización: La base robótica autónoma puede programarse para responder a los movimientos de los visitantes y proporcionar información personalizada.



Ilustración 32 Base robot WBOT11B

Fuente: <https://www.alibaba.com>

- Mejora de la experiencia del usuario: La combinación de la base robótica autónoma y el robot audioguía puede proporcionar una experiencia única e interactiva a los visitantes.
- Flexibilidad: La base robótica autónoma puede reutilizarse para otras aplicaciones si es necesario.
- Reducción de los costes de mano de obra: Al eliminar la necesidad de desarrollar el sistema complejo de movimiento del robot, se ahorra en proceso de diseño y costes de fabricación

Desventajas

- Complejidad técnica: Al tener la base robótica ya construida, hay que trabajar con el software ya existente y adaptar los recursos al hardware ya existente, por lo que limita el desarrollo del producto
- Coste: El coste inicial de desarrollo e instalación de una base robótica autónoma puede ser elevado, ya que viene dado por la compañía y no hay posibilidad de reducirlo
- Adaptabilidad limitada: Una vez construida la base robótica, puede resultar difícil modificarla o adaptarla a nuevas tareas o entornos.
- Destreza limitada: Una base robótica autónoma puede no ser tan diestra o precisa como un trabajador humano en ciertas tareas que requieren habilidades motoras finas o un tacto delicado, por lo que ciertas operaciones pueden verse limitadas.
- Problemas de seguridad: Las bases robóticas autónomas pueden ser vulnerables a la piratería informática o a los ciberataques, que pueden poner en peligro datos confidenciales o causar daños.

Motivo por el que se ha elegido

En general, el uso de una base robótica autónoma puede proporcionar una gran facilidad técnica a la hora de diseñar el robot ya que eliminamos la complejidad de diseño robótico. Sin embargo, es esencial tener en cuenta la complejidad técnica, el coste y los problemas de seguridad asociados al desarrollo y uso de una base robótica autónoma, ya que habría que adaptar el sistema a la misma y además quedaría limitado por esta.

Modelo propuesto y alternativas

Escogemos el modelo WBOT11B, por la compañía Shenzhen Reeman Smart Equipment Co. El motivo es principalmente la alta versatilidad que ofrece. La base robot por defecto viene con un sistema integrado ya programado de detección de obstáculos y programa de ruta, esto quiere decir que, a la hora de llevarlo a nuestro museo, es fácil y sencillo programar una ruta, además es inteligente y puede volver de forma autónoma a su base para recargar las baterías.

La base soporta hasta 60kg de peso encima, por lo que no habría ningún problema a la hora de colocar encima la carcasa con todos los componentes.

Además, la duración de la batería es de 6 horas y de forma inteligente vuelve a su base de carga y se recarga, con lo que no habría que preocuparse por la batería

1.9.2. TABLET

Descripción

Se utiliza una Tablet digital comercial, en este caso se apuesta por una Samsung Galaxy Tab S6 lite, debido a su buen rendimiento para nuestra aplicación y su buena relación calidad-precio. El uso principal de esta tableta sería para mostrar las expresiones faciales del robot mediante un vídeo interactivo que iría adaptándose según el contexto.

Ventajas

- Rentables: Las tabletas suelen ser más asequibles que otros componentes del robot, lo que las convierte en una opción rentable para un robot audioguía.
- Fácil de usar: Los visitantes suelen estar ya familiarizados con el uso de tabletas, lo que les facilita la interacción con el robot audioguía.
- Versatilidad: Una tableta puede retirarse fácilmente del robot y utilizarse para otros fines, lo que aumenta su versatilidad.
- Personalización: La interfaz de la tableta puede programarse fácilmente para responder a las preguntas de los visitantes y proporcionar información personalizada.



Ilustración 33 Tablet Samsung Galaxy Tab

Fuente: <https://www.mediamarkt.es>

- **Accesibilidad:** Con un software de conversión de texto a voz, una audioguía basada en una tableta puede hacerse accesible a los visitantes con deficiencias visuales.

Desventajas

- **Duración de la batería:** La duración de la batería de una tableta puede ser limitada y requerir cargas y mantenimiento frecuentes.
- **Adaptabilidad limitada:** Una vez que la tableta está integrada en el robot, puede resultar difícil modificarla o adaptarla a nuevas tareas o entornos.
- **Atractividad:** una pantalla puede no ser tan llamativa como una cara robótica que se mueve y puede articular gestos

Motivo por el que se ha elegido

En general, utilizar una tableta como cara de un robot audioguía puede ser una opción rentable y fácil de usar. Sin embargo, es esencial tener en cuenta la duración de la batería de las tabletas, así como su atractividad y deterioro con el tiempo ya que la pantalla tiene una vida limitada.

Modelo propuesto y alternativas

Se ha escogido la tableta Samsung Galaxy Tab S6 lite debido a la alta calidad de pantalla (tanto por alta luminosidad superior a 500 nits y su buen tamaño, 10,4”), tiene además un procesador potente, lo que permite expandir sus funcionalidades en un futuro y buena relación calidad precio, ya que está por debajo de los 400 €.

Otras alternativas similares pueden ser Huawei Honor Pad 8, Galaxy Tab A8 o similares.

1.9.3. PROYECTOR

Descripción

Se usa un proyector que se colocará en la parte superior trasera del robot. Esto permite mostrar imágenes y contenido multimedia en las paredes del museo como soporte adicional a las explicaciones que pueda

dar el robot. Por ejemplo, pueden mostrarse cortos videos con recreaciones de época, o también pueden mostrarse subtítulos como apoyo a la locución del robot para personas con discapacidad auditiva.

Ventajas

- **Imágenes de alta calidad:** Los proyectores pueden mostrar imágenes y vídeos de alta calidad, lo que mejora la experiencia del visitante.
- **Versatilidad:** Un proyector puede mostrar información en cualquier superficie, lo que permite una experiencia más creativa y envolvente para el visitante.
- **Personalización:** El proyector puede programarse para mostrar información que responda a los movimientos de los visitantes y proporcione información personalizada.
- **Accesibilidad:** Con un software de conversión de texto a voz, una audioguía basada en un proyector puede hacerse accesible a los visitantes con deficiencias visuales.



*Ilustración 34 Proyector
Xiaomi Wambo*

Fuente: <https://www.Xiaomi.es>

Desventajas

- **Coste:** El coste inicial de desarrollo e instalación de un robot audioguía con un proyector puede ser elevado.
- **Adaptabilidad limitada:** Una vez integrado el proyector en el robot, puede resultar difícil modificar o adaptar su contenido a nuevas tareas o entornos, por ejemplo, que un museo no disponga de espacios en blanco.
- **Limitada luminosidad:** si el entorno es muy brillante y luminoso, el rendimiento del proyector se verá mermado hasta el punto de poder ser inusable.

Motivo por el que se ha elegido

El uso de un proyector como parte de un robot audioguía puede proporcionar imágenes de alta calidad y una experiencia versátil y personalizable. Sin embargo, es esencial tener en cuenta las limitaciones de los proyectores, así como la complejidad técnica y el coste.

Modelo propuesto y alternativas

Se propone utilizar el modelo Xiaomi Wanbo T2 Max, ya que ofrece una buena relación calidad precio y como características destacadas podemos destacar su alta luminosidad (150 lúmenes), su gran tamaño de pantalla (120") y su capacidad para proyectar a corta distancia (1,5m).

Otras posibilidades de proyectores compactos similares pueden incluir los siguientes modelos: Xiaomi Mi Smart 2 o similares

1.9.4. BATERÍA DE LITIO

Descripción

Se utiliza una batería para poder dar potencia a la pantalla, el proyector y el altavoz. La base robótica lleva su propia batería integrada, por lo que iría completamente separada del resto de componentes.

Ventajas

- Un robot audioguía alimentado por batería puede desplazarse fácilmente por el espacio de exposición, mejorando la experiencia del visitante.
- Eficiencia energética: El uso de una batería puede ser más eficiente energéticamente que otras fuentes de energía, lo que reduce los costes operativos y el impacto medioambiental.
- Sencillez: Un robot audioguía alimentado por batería puede ser más sencillo de construir y mantener que otros componentes robóticos.

Desventajas

- Autonomía limitada: Las baterías tienen una autonomía limitada, por lo que es necesario cargarlas o sustituirlas con frecuencia.
- Potencia limitada: la potencia de salida de las baterías puede ser inferior a la de otras fuentes de energía, lo que limita las capacidades del robot audioguía.
- Adaptabilidad limitada: Una vez integrada la batería en el robot, puede resultar difícil modificarla o adaptarla a nuevas tareas o entornos.



Ilustración 35 Batería de litio Eco-worthy

Fuente: <https://www.es.eco-worthy.com>

- Coste: El coste de las baterías puede aumentar con el tiempo, sobre todo si hay que sustituirlas con frecuencia.
- Impacto medioambiental: La producción y eliminación de baterías puede tener un impacto medioambiental, incluidas las emisiones de gases de efecto invernadero y los residuos tóxicos.

Motivo por el que se ha elegido

El uso de una batería como parte de un robot audioguía puede proporcionar portabilidad, reducción de costes laborales y eficiencia energética. Sin embargo, es esencial tener en cuenta el tiempo de funcionamiento y la potencia limitados de las baterías, así como el coste, la adaptabilidad limitada y el impacto medioambiental asociados al uso de baterías como fuente de energía.

Modelo propuesto y alternativas

Hemos escogido el modelo LifePO 4 de 12.8V 30Ah de la marca Eco-Worthy porque ofrece una buena relación calidad-precio. Además, proporciona buen balance entre capacidad de carga, potencia y peso, ya que mientras más capacidad tenga la batería, más peso tendrá, lo que disminuirá el rendimiento de la base robótica.

Dado que solo tiene que dar energía a los componentes electrónicos como la Tableta, el proyector y el altavoz, se estima que la capacidad es suficiente. Se puede utilizar también baterías de la misma marca con capacidad superior o similar, como el modelo de Eco-Worthy LifePo 4 12.8V 50Ah.

1.9.5. ALTAVOZ

Descripción

Se utiliza un altavoz para que el robot pueda comunicarse con el usuario a través de audio, además de poder narrar la audioguía por los altavoces.



Ventajas

Ilustración 36 Altavoz Beats Pill

Fuente: <https://www.beatsbydre.com>

- Gran volumen: Los altavoces pueden producir sonido a gran volumen, por lo que son adecuados para su uso en entornos ruidosos.
- Facilidad de uso: Los visitantes pueden escuchar la audioguía sin necesidad de equipo adicional.

- **Accesibilidad:** Con un software de conversión de texto a voz, una audioguía basada en altavoces puede hacerse accesible a visitantes con deficiencias auditivas.

Desventajas

- **Interactividad limitada:** Un altavoz sólo puede proporcionar comunicación unidireccional, lo que limita las capacidades interactivas del robot audioguía.
- **Personalización limitada:** Los visitantes no pueden hacer preguntas al robot audioguía ni recibir respuestas personalizadas.
- **Calidad de sonido limitada:** La calidad del sonido de los altavoces puede no ser tan alta como la de otros equipos de audio, lo que puede afectar a la experiencia del visitante.
- **Contaminación acústica:** Los altavoces pueden crear contaminación acústica en el espacio de exposición, lo que puede afectar a otros visitantes o a las exposiciones.

Motivo por el que se ha elegido

El uso de un altavoz como parte de un robot audioguía puede ofrecer una opción sencilla y de bajo coste para transmitir información a los visitantes. Sin embargo, es esencial tener en cuenta la limitada interactividad, personalización, movilidad y calidad de sonido de los altavoces, así como el potencial de contaminación acústica en el espacio de exposición.

Modelo propuesto y alternativas

Se ha escogido el modelo pill de Beats Audio ya que tiene 12W y tiene una alta calidad sonora. Además, se conecta por Jack de audio de 3,5mm, así que puede conectarse sin problema a la tableta para poder reproducir el audio del contenido multimedia. Alternativamente puede usarse un altavoz de potencia similar (12W o más de potencia sonora y consumo aproximado de 15V).

1.10. DISEÑO DE CARCASA ESTÉTICA

A la hora de diseñar la carcasa del robot audioguía, se ha tenido en cuenta los componentes que debe albergar, prestando especial atención al peso y la disipación de calor de los componentes electrónicos. Por ello, se han escogido tres materiales principales para estudiar: plástico ABS, aluminio y fibra de carbono. A continuación, se muestra una breve descripción de los tres materiales, junto con sus ventajas, desventajas y procesos de transformación:

1.10.1. ELECCIÓN DE MATERIAL

PLÁSTICO ABS

El plástico ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene) es un material popular para crear carcasas protectoras para dispositivos electrónicos porque es ligero, duradero y se puede moldear fácilmente en formas complejas.

Ventajas: El plástico ABS es resistente a los golpes y al calor, y puede moldearse fácilmente para darle diversas formas. También tiene buenas propiedades de aislamiento eléctrico, por lo que es adecuado para aplicaciones electrónicas.

Desventajas: El plástico ABS puede ser quebradizo y agrietarse o romperse en condiciones de tensión extrema. También puede verse afectado por la luz ultravioleta y amarillear o decolorarse con el tiempo.

Proceso de transformación: El plástico ABS puede moldearse mediante moldeo por inyección o impresión 3D. El moldeo por inyección consiste en calentar los gránulos de plástico e inyectarlos en un molde a alta presión. La impresión 3D consiste en superponer filamento de plástico fundido para construir la forma deseada.



Ilustración 37 Polímero de plástico ABS

Fuente: <https://www.geldeplasticos.com>

Conclusión: El plástico ABS es una buena elección para la carcasa del robot audioguía por su ligereza, durabilidad y maleabilidad. Puede moldearse con formas complejas, lo que lo hace adecuado para alojar los distintos componentes del robot.

ALUMINIO

El aluminio es un metal ligero y resistente que puede mecanizarse fácilmente para darle formas complejas.

Ventajas: El aluminio es fuerte, ligero y tiene una buena conductividad térmica, lo que lo hace adecuado para aplicaciones electrónicas. También es resistente a la corrosión y se le pueden aplicar varios revestimientos para mejorar su durabilidad.

Desventajas: El aluminio puede ser caro en comparación con otros materiales, y puede ser propenso a arañazos y abolladuras. También puede requerir revestimientos o tratamientos adicionales para mejorar su durabilidad y resistencia a la corrosión.



Ilustración 38 Aluminio

Fuente: <https://www.freepik.com>

Proceso de transformación: El aluminio puede mecanizarse mediante fresado, torneado o taladrado CNC. Estos procesos implican cortar material de un bloque de aluminio para crear la forma deseada.

Conclusión: El aluminio es una buena elección para la carcasa del robot por su ligereza, robustez y maquinabilidad. Se puede mecanizar para darle formas complejas, lo que lo convierte en buen material para alojar los distintos componentes del robot.

FIBRA DE CARBONO

La fibra de carbono es un material resistente y ligero que puede utilizarse para crear carcasas de alta gama y prestaciones, además de visualmente atractivas.

Ventajas: La fibra de carbono es resistente, ligera y tiene un aspecto de gama alta que puede contribuir al atractivo estético del robot. También es resistente a la corrosión y tiene una buena conductividad térmica, lo que la hace adecuada para aplicaciones electrónicas.



Ilustración 39 Fibra de carbono

Fuente: <https://www.castrocomposites.com>

Desventajas: La fibra de carbono puede ser cara en comparación con otros materiales, y puede ser difícil de moldear en formas complejas. También puede requerir revestimientos o tratamientos adicionales para mejorar su durabilidad y resistencia a los impactos.

Proceso de transformación: La fibra de carbono puede moldearse mediante un proceso denominado "layup", que consiste en colocar láminas de tejido de fibra de carbono y resina en un molde. A continuación, el molde se calienta y se deja reposar para crear una estructura rígida y ligera.

Conclusión: La fibra de carbono es una buena opción para la carcasa del robot audioguía si el atractivo visual es una prioridad. Tiene un aspecto premium y es resistente y ligera. Sin embargo, puede ser cara y difícil de moldear, lo que la hace menos adecuada para alojar los distintos componentes del robot.

Elección final de material

Escogemos el plástico ABS como material final para la carcasa del robot audioguía por su ligereza, durabilidad y maleabilidad. Se puede moldear fácilmente en formas complejas para dar cabida a los diversos componentes del robot, al tiempo que proporciona una buena protección y propiedades de aislamiento eléctrico. Además, es una opción más económica que el aluminio y la fibra de carbono.

A continuación, vamos a describir en profundidad las propiedades del plástico ABS [21]:

El ABS (acrilonitrilo butadieno estireno) es un polímero termoplástico muy utilizado en diversas aplicaciones debido a sus excelentes propiedades mecánicas y térmicas. Estas son algunas de las propiedades y ventajas del plástico ABS:

- **Resistencia y durabilidad:** El ABS tiene una alta resistencia a la tracción y es muy duradero, por lo que es un material ideal para productos que requieren fuerza y resistencia.
- **Resistencia al calor:** El ABS puede soportar altas temperaturas y es capaz de mantener sus propiedades mecánicas incluso a temperaturas elevadas, por lo que es adecuado para aplicaciones que requieren resistencia al calor.
- **Resistencia química:** El ABS es resistente a muchos productos químicos, como ácidos, álcalis y aceites, lo que lo hace ideal para su uso en entornos difíciles.
- **Versatilidad:** El plástico ABS se puede moldear fácilmente en varias formas y tamaños, y también se puede colorear o pintar fácilmente.

- **Fácil de mecanizar:** El plástico ABS es fácil de mecanizar, lo que lo hace ideal para su uso en productos que requieren formas complejas o diseños intrincados.
- **Ligero:** El plástico ABS es relativamente ligero, lo que facilita su manipulación y transporte.

Sin embargo, el plástico ABS también tiene algunas desventajas:

- **Vulnerable a los rayos UV:** El plástico ABS puede volverse quebradizo y romperse cuando se expone a la luz UV, lo que puede limitar su uso en aplicaciones exteriores.
- **Inflamable:** El plástico ABS es inflamable y puede emitir humos tóxicos al quemarse, por lo que no es adecuado para su uso en productos que requieran resistencia al fuego o tener cerca componentes electrónicos que emitan una alta cantidad de calor.

Por estos motivos elegimos el plástico ABS para construir la carcasa del robot audioguía, por su resistencia, durabilidad y versatilidad. A pesar de su vulnerabilidad a la luz ultravioleta y su inflamabilidad que deberán tenerse en cuenta a la hora de diseñar la carcasa y determinar su uso previsto.

1.10.2. PROCESO DE FABRICACIÓN

Tras haber elegido el plástico ABS, hay varios procesos de fabricación que podrían utilizarse para crear la carcasa del robot audioguía, como el moldeo por inyección, la impresión en 3D y el moldeo en vacío. A continuación, se describen brevemente cada uno de los procesos, así como sus ventajas e inconvenientes:

Moldeo por inyección

El moldeo por inyección consiste en fundir gránulos de plástico e inyectar el material fundido en un molde, donde se enfría y solidifica para formar el producto final. Este proceso es adecuado para grandes volúmenes de producción y puede producir formas complejas con tolerancias ajustadas. Las ventajas del moldeo por inyección son:

- **Alta eficiencia de producción:** El moldeo por inyección es un proceso altamente automatizado que puede producir piezas a un ritmo elevado.

- Alta precisión y repetibilidad: El proceso permite un control preciso de las dimensiones de las piezas, que pueden repetirse con gran exactitud.
- Grandes cantidades: El moldeo por inyección es muy adecuado para series de producción de gran volumen, lo que puede ayudar a reducir el coste por pieza.

Sin embargo, también hay que tener en cuenta algunas desventajas, como:

- Elevados costes de utillaje: El coste inicial de diseño y fabricación del molde puede ser elevado.
- Plazos más largos para la fabricación del utillaje: El proceso de creación del molde puede llevar varias semanas o meses, lo que puede retrasar la producción.
- Flexibilidad de diseño limitada: Los cambios en el diseño del molde pueden ser costosos y requerir mucho tiempo, lo que dificulta la iteración de los diseños.

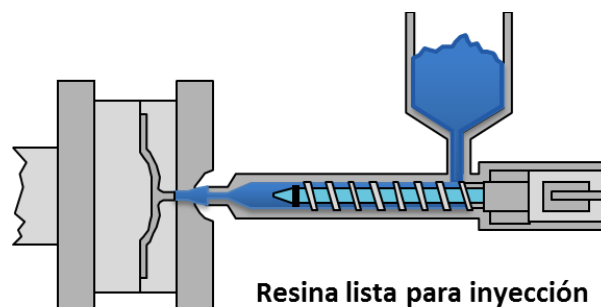


Ilustración 40 Proceso de moldeo por inyección

Fuente: <https://www.todoenpolimeros.com>

Impresión 3D

La impresión en 3D, también conocida como fabricación aditiva, es un proceso de construcción de una pieza capa por capa mediante una impresora 3D. Consiste en utilizar un archivo de diseño asistido por ordenador (CAD) para crear un modelo 3D, que luego se corta en capas que pueden imprimirse de una en una. La impresora deposita el material capa a capa hasta que la pieza está completa. Existen varios tipos de tecnologías de impresión 3D, como el modelado por deposición fundida (FDM), la estereolitografía (SLA) y el sinterizado selectivo por láser (SLS). Este proceso es adecuado para series de producción de bajo volumen y puede producir formas complejas con características internas.

Entre las ventajas de la impresión 3D se incluyen:

- Personalización: La impresión 3D permite crear piezas personalizadas bajo demanda, lo que puede ser útil para crear prototipos o piezas únicas.
- Geometrías complejas: La impresión 3D puede crear piezas con geometrías complejas que pueden ser difíciles o imposibles de producir utilizando otros métodos de fabricación.
- Creación rápida de prototipos: Se pueden realizar cambios en el diseño de forma rápida y sencilla, lo que permite una rápida iteración de los diseños.

Sin embargo, también hay que tener en cuenta algunas desventajas, como:

- Menor eficiencia de producción: La impresión 3D suele ser más lenta que el moldeo por inyección u otros métodos de fabricación tradicionales.
- Selección limitada de materiales: La gama de materiales que se pueden utilizar en la impresión 3D es más limitada que con otros métodos de fabricación.
- Resistencia y durabilidad de las piezas: Las piezas producidas con impresión 3D pueden no ser tan resistentes o duraderas como las producidas con otros métodos.



Ilustración 41 Proceso de impresión 3D

Fuente: <https://www.taktik.es>

Conformado al vacío

El moldeo por vacío consiste en calentar una lámina de plástico y estirarla sobre un molde, que se sella al vacío para crear un ajuste hermético. A continuación, se aplica vacío al molde, que succiona el plástico firmemente sobre el molde para crear la forma final. El proceso suele realizarse manualmente y puede

hacerse con diversos materiales plásticos, incluido el ABS. Este proceso es adecuado para series de producción de bajo volumen y puede producir piezas con un acabado superficial liso.

Entre las ventajas del conformado al vacío se incluyen:

- **Bajo coste:** El moldeo por vacío es un proceso de fabricación relativamente barato en comparación con otros métodos como el moldeo por inyección o el mecanizado CNC.
- **Tiempo de respuesta rápido:** El proceso es relativamente rápido y puede producir piezas rápidamente, lo que es ideal para la producción de bajo volumen.
- **Se pueden fabricar piezas grandes:** El moldeo por vacío puede producir piezas grandes, lo que es ideal para el tamaño de la carcasa del robot.
- **Amplia gama de materiales:** El moldeo por vacío se puede utilizar con una variedad de materiales, incluido el plástico ABS, que es una buena opción de material para la carcasa del robot.

No obstante, el conformado al vacío presenta también algunas desventajas:

- **Detalle limitado:** El moldeo por vacío no puede producir piezas con detalles muy finos, lo que puede ser una desventaja si la carcasa del robot requiere características intrincadas.
- **Las secciones finas pueden ser débiles:** Las zonas finas de la pieza pueden no ser tan resistentes como otras zonas debido al proceso de conformado al vacío.
- **Espesor limitado del material:** El conformado al vacío está limitado en cuanto al grosor del material que puede utilizarse. Los materiales más gruesos pueden requerir otros métodos de fabricación.

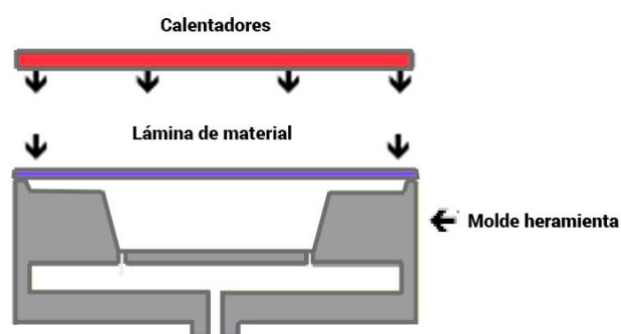


Ilustración 42 Proceso de moldeo por inyección

Fuente: <https://www.marpavacuum.com>

Proceso elegido

En primer lugar, descartamos el conformado al vacío debido a que el detalle es limitado y para las zonas delicadas como estanterías puede implicar problemas ya que éstas necesitan soportar suficiente peso como una batería, altavoz etc.... La impresión 3D queda descartada en este caso también porque, si bien puede utilizarse para prototipos y series de producción de bajo volumen, en este caso las piezas que queremos fabricar mientras que el moldeo en vacío podría ser una opción rentable para series de producción de bajo volumen que no requieran una gran resistencia o durabilidad. Si tenemos en cuenta los estantes internos, el moldeo por inyección sería probablemente el proceso de fabricación más adecuado debido a su capacidad para producir formas complejas con tolerancias estrechas y la capacidad de crear características internas. Además, el moldeo por inyección es adecuado para grandes volúmenes de producción, lo que puede ser necesario si el robot audioguía se va a fabricar en grandes cantidades.

El moldeo por inyección incluye los siguientes pasos a realizar:

- Preparación del material: Los gránulos de plástico se cargan en una tolva y se introducen en una cámara de calentamiento, donde se funden.
- Inyección: El plástico fundido se inyecta en la cavidad de un molde, que suele estar formado por dos mitades unidas por una abrazadera.
- Enfriamiento: El molde se enfría para que el plástico se solidifique y adopte la forma de la cavidad del molde.
- Expulsión: El molde se abre y la pieza se expulsa de la cavidad.

1.11. MONTAJE DEL PROTOTIPO

El primer paso será montar la carcasa que hemos diseñado, para ello deberemos atornillar la carcasa inferior y la superior entre sí. Las carcasas disponen de 4 perforaciones respectivamente en los laterales, en el caso de la carcasa inferior en la parte superior y en el caso de la carcasa superior en la parte inferior. Usaremos tornillos Torx fresados DIN 965 M5x12 para atornillar las piezas entre sí.

Una vez tengamos la carcasa montada, pasaremos a atornillarla a la base robótica. Para ello montaremos la base robótica primero siguiendo las instrucciones del fabricante, esto implica la fijación de ruedas u

orugas, sensores y otros componentes según sea necesario. Una vez tengamos este paso completado podremos pasar a determinar la ubicación de los componentes del robot como la tableta, el proyector, el altavoz y la batería. Hay que asegurarse que los componentes encajan en la carcasa y tienen espacio suficiente para funcionar correctamente.

- Instalar la tablet: hay que fijar la tablet en la carcasa superior del robot, asegurándose de que está montada de forma segura y en el ángulo correcto para su visualización.
- Instalar el altavoz: tenemos que colocar el altavoz en la estantería superior dentro de la carcasa inferior del robot, asegurándose de que está colocado para una salida de audio óptima.
- Instalar el proyector: habrá que fijar el proyector en la carcasa superior por la parte trasera del robot, asegurándose de que está montado de forma segura y en el ángulo correcto para su visualización.
- Conectar los componentes: tendremos que colocar la tableta, el proyector y el altavoz a la batería según sea necesario entre ellos.

Además, habrá que programar el robot para que reconozca los comandos de voz y las preguntas, y para que proporcione el contenido de audioguía adecuado. Hay que asegurarse de que la programación sea fácil de usar y accesible para los visitantes. Se deben hacer además las pruebas necesarias, hay que probar el robot en un entorno controlado para asegurarse de que funciona correctamente y ofrece el contenido de audioguía previsto.

Como paso final, se ha de colocar las puertas a la carcasa una vez que el robot funcione correctamente. Hay que asegurarse de que la carcasa es segura y ofrece una protección adecuada para los componentes del robot. Por último, debemos probar el robot en la sala de exposición para asegurarnos que funciona correctamente y ofrece a los visitantes el contenido de audioguía previsto. Se deberá supervisar periódicamente el funcionamiento del robot y realizar el mantenimiento de sus componentes según sea necesario para garantizar que sigue funcionando sin problemas y proporciona una excelente experiencia a los visitantes.

A continuación, en la ilustración 43 se muestra un esquema del robot explosionado con todos sus componentes: los componentes de fabricación propia (carcasa y puerta inferior, puerta y carcasa superiores), los componentes comerciales (batería, altavoz, proyector, Tablet) y los componentes normalizados (tornillos y bisagras). En él se puede ver de forma intuitiva cómo irían los componentes ensamblados entre sí.

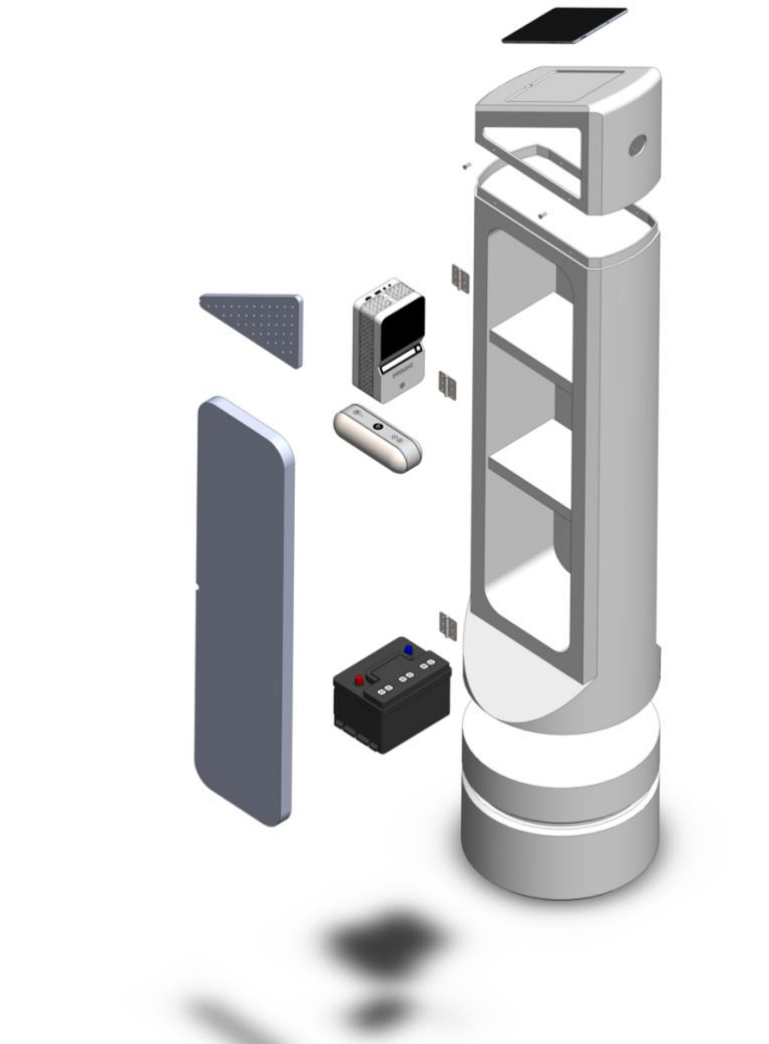


Ilustración 43 Robot explosionado

Fuente: elaboración propia

1.12. CREACIÓN DE IDENTIDAD VISUAL

Crear una identidad única para el robot es uno de los puntos clave más importantes ya que como se ha hablado antes, la personalidad del robot y su aspecto visual serán clave en su recibimiento por parte del público. A la hora de crear esta identidad no solo podemos considerar el producto en sí, sino también hay que considerar el museo al que va enfocado, ya que un robot que pasee por las instalaciones de un museo de arte no deberá tener la misma personalidad, ni los mismos logotipos ni nombre que un robot que se pasee por el museo automovilístico. Para crear esta identidad visual tendremos en cuenta los siguientes aspectos:

- **Propuesta de valor única:** deberemos definir las características y ventajas exclusivas del robot que lo diferencian de las audioguías tradicionales, destacando sus capacidades interactivas, mejoras audiovisuales y experiencia personalizada para los visitantes.
- **Identidad de marca:** desarrollaremos una identidad de marca distintiva para el robot que se ajuste a su propósito y a su público objetivo contextualizado con museo en cuestión. Tendremos en cuenta la personalidad del robot, los elementos de diseño, los colores y la tipografía que reflejen su naturaleza moderna, innovadora y fácil de usar. Esta identidad de marca será única para cada museo
- **Coherencia:** mantendremos la coherencia en todos los elementos de la marca, incluidos el logotipo, el diseño visual, los mensajes y el tono de voz. Esta coherencia ayudará a crear reconocimiento y a establecer una fuerte presencia de marca. Se incluirán también los logotipos del propio museo

Tras estos puntos clave, desarrollaremos en profundidad la identidad de marca, para ello seguiremos los siguientes pasos cuidadosamente:

- **Definir los valores de la marca:** primero identificaremos los valores fundamentales que representa la marca y el museo. Consideraremos la misión del robot, los objetivos del museo del automóvil y la percepción deseada que queremos crear en la mente de los visitantes. Estos valores servirán como base para la identidad de marca.
- **Comprender al público objetivo:** realizaremos una investigación exhaustiva por medio de encuestas, entrevistas para comprender la naturaleza de los visitantes concretos del museo, las preferencias y las expectativas de estos.

- Desarrollar una personalidad única: le daremos al robot una personalidad distintiva que se alinee con su propósito y público objetivo. Consideraremos su tono de voz, modales y comportamientos. Esta personalidad debe reflejarse constantemente en todos los aspectos de la comunicación y las interacciones del robot.
- Identidad Visual: diseñaremos una identidad visual que capture la esencia del museo y el robot. Tendremos con un logotipo que represente las funciones y características únicas del robot, para ello elegiremos colores, fuentes y elementos de diseño que reflejen la personalidad del robot y evoquen las emociones deseadas en el público. Garantizaremos la coherencia en todos los elementos visuales, incluidas las interfaces digitales, la señalización y los materiales promocionales.
- Experiencia de marca: por último, tendremos en cuenta todo el viaje del usuario y los puntos de contacto donde los visitantes interactúan con el robot. Crearemos una experiencia de marca memorable en cada etapa, desde el primer encuentro con el robot hasta la visita general al museo, además de incorporar la identidad de la marca en las interacciones del robot, el contenido audiovisual y las interfaces de usuario para crear una experiencia inmersiva.

A continuación, vamos a definir dos de los aspectos cruciales para nuestro robot, el primero será la elección de un nombre para nuestro caso concreto en el museo automovilístico de Málaga y el segundo aspecto será la creación de un logotipo que se ajuste a nuestro producto.

Para el nombre, hemos elegido “CarroBot” es un nombre creativo que se ajusta bastante a la temática con el museo automovilístico. En el proceso de brainstorming dimos con las palabras “carro”, “coche”, “automóvil”, “robot” etc....

Carro en diversos países de Latinoamérica significa coche, además en inglés “car” es coche también, lo que puede ayudar a reflejar la importancia del público internacional en el museo automovilístico. Además, es fácil de entender y recordar y es intuitivo para dirigirte hacia el robot.

Para el isotipo, decidimos comenzar diseñando figuras con estética de píxel art, ya que creíamos que encajaba bastante bien con el robot, debido a ser un proyecto futurista pero que a la vez viene a reemplazar un objeto bastante antiguo. El píxel art tiene un toque retro, de los 80, de los primeros videojuegos para ordenador.

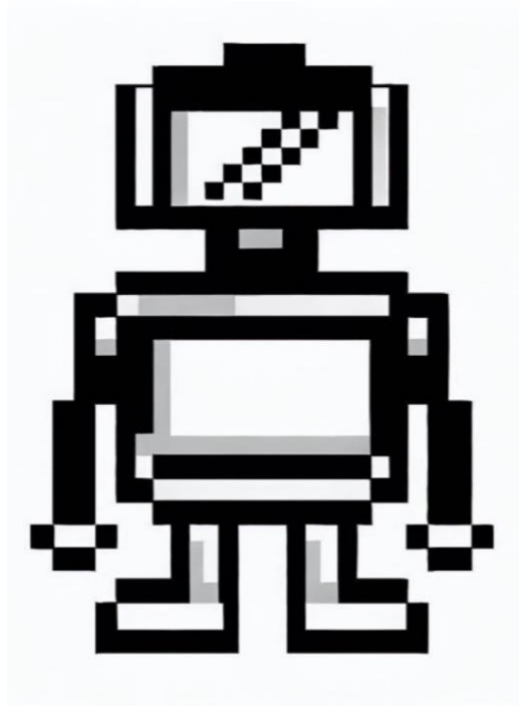


Ilustración 44 Isotipo Pixel art

Fuente: elaboración propia

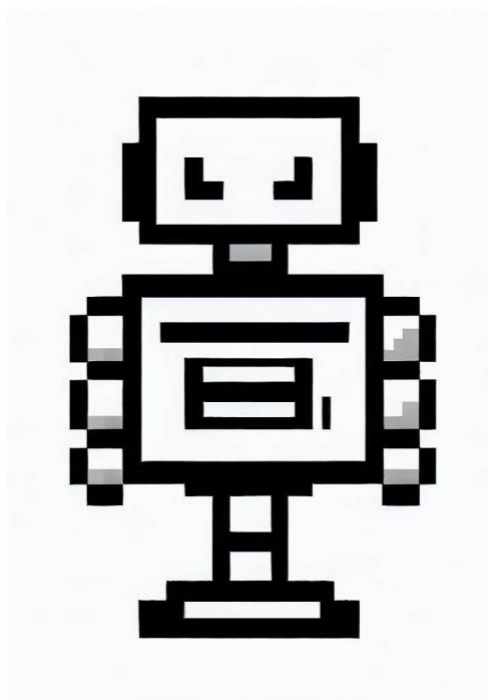


Ilustración 45 Isotipo 2 pixel art

Fuente: elaboración propia

Tras esto, decidimos seguir probando ideas que también pudiesen encajar, algo más minimalistas:

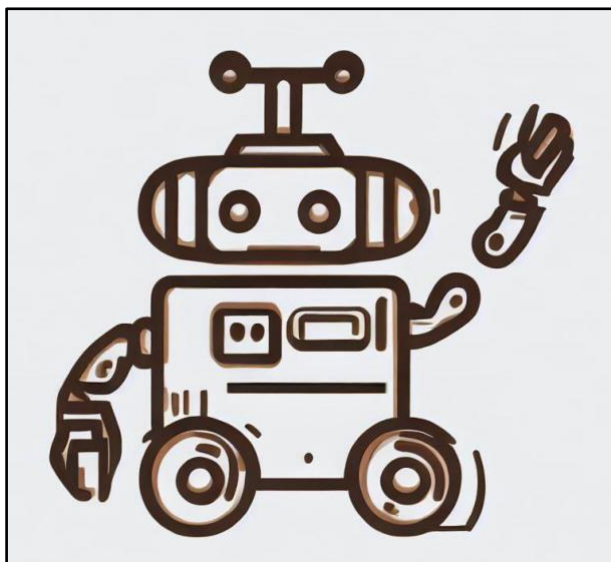


Ilustración 46 Isotipo minimalista

Fuente: elaboración propia

Sin embargo, decidimos descartar esta opción debido a que este robot presenta una estética humanoide y queremos evitarlo ya que por el momento esto complica mucho el proyecto.

Como elección final, decidimos hacer unas pequeñas modificaciones al isotipo presentado en la ilustración 47 y obtener nuestro isotipo oficial:

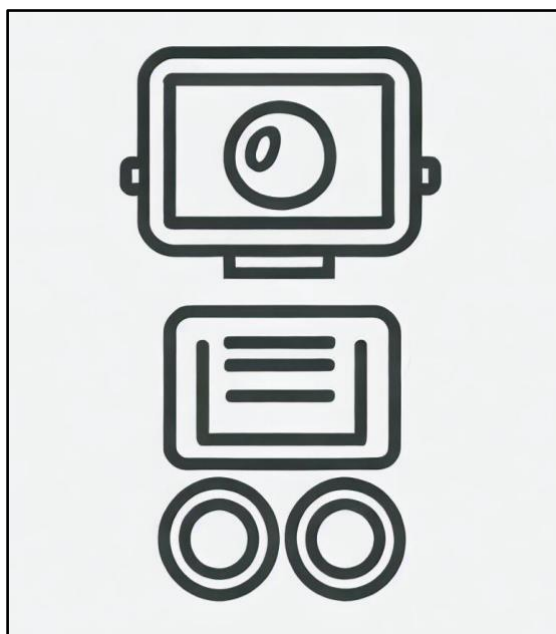


Ilustración 47 Isotipo final

Fuente: elaboración propia

Este logotipo viene con versiones en blanco y negro, para poder hacer un uso adecuado de él hay que ponerlos como en la imagen:

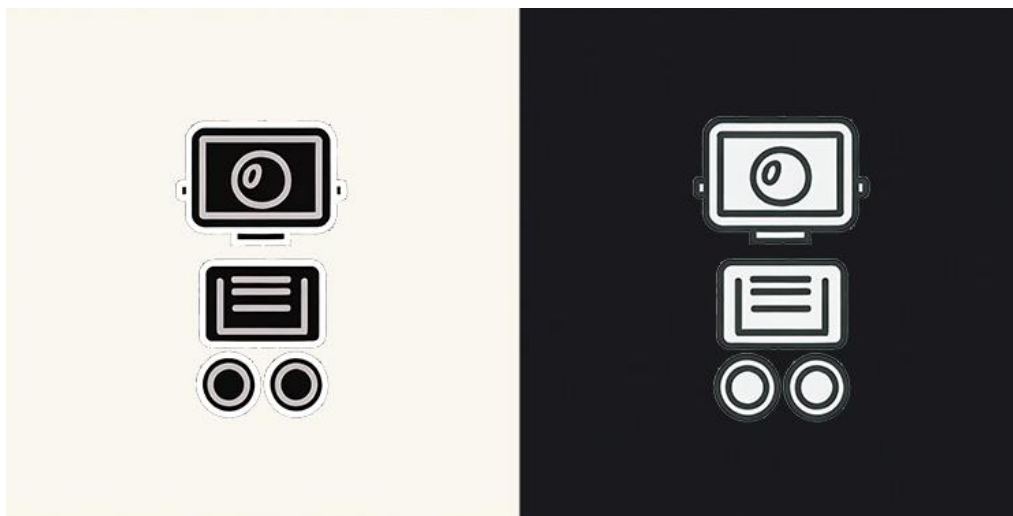


Ilustración 48 Isotipo sobre fondo blanco y negro

Fuente: elaboración propia

También se ha desarrollado una guía de uso para distintos colores, en ella puede verse cómo queda el isotipo representado sobre los distintos colores básicos. Se hará preferente siempre el uso del isotipo blanco sobre fondo negro para la mayoría de las aplicaciones, limitando el uso del logotipo negro sobre fondo blanco a aplicaciones muy restringidas donde debido a razones de visibilidad sea crucial su uso:



Ilustración 49 Isotipo sobre distintos fondos de colores

Fuente: elaboración propia

1.13. LÍNEAS FUTURAS DE DESARROLLO

Como líneas futuras de desarrollo pueden llevarse a cabo tres opciones muy interesantes: la primera línea de desarrollo y la más ambiciosa consiste en darle una estética humanoide al robot para poder hacer un producto más realista, la segunda consiste en diseñar un software interactivo y de gaming basado en códigos QR que pueda proyectarse o mostrarse en la pantalla y la tercera línea futura de desarrollo es crear distintos recorridos adaptados según la edad del público, para que se puedan de realizar visitas personalizadas con grupos escolares.

Para la primera línea de desarrollo, se llevaría a cabo una amplia labor de investigación y diseño para explorar la viabilidad, funcionalidad y posibles ventajas de incorporar una forma humanoide al robot. Esto implicaría estudiar la anatomía humana, la ergonomía y la interacción humano-robot para garantizar que el diseño del robot sea realista y atractivo. Debe desarrollarse una nueva estructura mecánica para soportar la forma humanoide. La estructura incorporaría articulaciones, actuadores y sensores que imitarían el movimiento humano y permitirían al robot realizar diversos gestos y expresiones. El objetivo sería crear una apariencia realista y mejorar la capacidad del robot para interactuar con los visitantes de una manera más natural e intuitiva. Para todo esto, sería necesario integrar sistemas de sensores avanzados en el cuerpo humanoide del robot. Estos sistemas incluirían cámaras, sensores de profundidad, micrófonos y altavoces, lo que permitiría al robot percibir su entorno, reconocer caras e interactuar mediante comandos de voz. Si bien la estética humanoide aportará un gran valor añadido al robot, surgirán nuevos problemas que deberán ser estudiados de nuevo como conseguir el equilibrio y la estabilidad adecuados en el robot humanoide, ya que hay que controlar cuidadosamente el centro de gravedad para evitar que el robot se caiga, sobre todo en movimientos dinámicos o al interactuar con los usuarios. Además, éste tendrá un mayor consumo de energía que sus homólogos no humanoides debido al mayor número de articulaciones y actuadores. Esto puede plantear problemas en cuanto a la duración de la batería y la gestión general de la energía, ya que el robot tiene que funcionar durante periodos prolongados sin recargas frecuentes. Como punto último y de gran importancia, diseñar un robot con forma humanoide implica procesos de fabricación más complejos, materiales especializados que puedan responder a la flexibilidad requerida y componentes sofisticados. Estos factores pueden repercutir significativamente en el coste de producción y mantenimiento, haciendo que el desarrollo de un robot humanoide resulte significativamente más caro.

Otra posible línea de desarrollo futura es la creación de códigos QR interactivos y de gaming que puedan ser escaneados como puede apreciarse en la ilustración 50



Ilustración 50 Códigos QR interactivos

Fuente: elaboración propia

Este sistema puede abrir un sinfín de posibilidades que además puede ir actualizándose conforme cambien las necesidades o como estrategia para aumentar las visitas del museo. Algunos casos de uso pueden incluir:

- Preguntas y cuestionarios: Los códigos QR pueden enlazar a preguntas tipo test o verdadero/falso relacionadas con las exposiciones del museo o con la industria del automóvil. Los usuarios pueden responder a las preguntas para poner a prueba sus conocimientos y conocer datos interesantes.
- Búsqueda del tesoro: En este caso, los códigos QR proporcionan pistas que lleven a los usuarios a diferentes lugares u objetos específicos dentro del museo. Los usuarios pueden resolver las pistas y navegar por el museo para completar la búsqueda del tesoro.
- Experiencias de realidad aumentada: Aquí los códigos QR activarían contenidos de realidad aumentada (RA), permitiendo a los usuarios ver superposiciones digitales, animaciones o modelos 3D superpuestos sobre objetos del mundo real. Esto podría proporcionar experiencias interactivas y envolventes relacionadas con las exposiciones o los acontecimientos históricos.
- Resolución de puzzles: Se pueden generar códigos QR que presenten a los usuarios puzzles, acertijos o rompecabezas. Los usuarios podrían escanear diversos códigos y pistas dispuestos a

través del museo, resolver los enigmas y desbloquear recompensas o contenidos adicionales relacionados con las exposiciones del museo.

- **Desafíos creativos:** Se pueden diseñar códigos QR que inciten a los usuarios a participar en retos creativos, como tareas de dibujo, escritura o fotografía. Los usuarios pueden recibir instrucciones para el reto y enviar sus creaciones a través del sistema interactivo del robot.

La última línea de desarrollo a explorar se centrará en realizar un software versátil que pueda adaptarse a distintos grupos de usuario, esto implica que el robot sea capaz de ser un objeto de interés para un público adulto, pero también para un público juvenil o infantil. El primer paso sería realizar un análisis exhaustivo de la audiencia para comprender las características, intereses y preferencias de aprendizaje de los distintos grupos. Habrá que tener en cuenta factores como la edad, el nivel educativo, los conocimientos previos y las expectativas. Podemos realizar este estudio por medio de encuestas. Será crucial crear diferentes versiones del contenido de la visita o experiencia que se ajusten a las preferencias y necesidades de los distintos grupos. Para los adultos, deberemos centrarnos en la información factual en profundidad, el contexto histórico y la narración atractiva. Para estudiantes de instituto, por el contrario, tendremos que hacer hincapié en los elementos interactivos, los contenidos multimedia y los retos lúdicos para mantener su interés y facilitar el aprendizaje. Además, ya que el museo atrae a visitantes internacionales de diversos orígenes lingüísticos, tendremos que considerar la posibilidad de implementar el soporte multilingüe en el software. Esto puede conseguirse mediante opciones de selección de idioma, funciones de traducción en tiempo real o subtítulos. El software deberá ser flexible y escalable, de forma que pueda dar cabida a actualizaciones, adiciones y modificaciones del contenido. Esto permitirá la mejora continua, la adición de nuevas exposiciones y la adaptación del software a las cambiantes demandas y tendencias de los visitantes.

En Málaga, a 12 de junio de 2023



Firmado: Daniel Alcaraz Mora

ANEXOS

2

ÍNDICE DE ANEXOS

2. ANEXOS 57

2.1. ANEXO I: ENCUESTAS 58

 2.1.1. GENERALIDADES 59

 2.1.2. PREGUNTAS ENCUESTA 59

 2.1.3. RESPUESTAS 60

2.2. ANEXO II: ESTUDIO ERGONÓMICO 67

2.3. ANEXO III: ESTUDIO MECÁNICO DE VUELCO 70

2.4. ANEXO IV: INFOGRAFÍAS 72

2.5. ANEXO V: CATÁLOGOS.....74

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 51 Parte superior del robot.....69

Ilustración 52 Centro de masas del robot.....72

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Percentiles para población adulta en España 70

Tabla 2 Percentiles para población infantil en España 70

2.1. ANEXO I: ENCUESTAS

2.1.1. GENERALIDADES

Para poder tener datos reales sobre el uso de las audioguías y poder realizar un producto a medida con las necesidades del usuario y del museo, realizamos múltiples entrevistas a los visitantes del museo, además de colocar la encuesta en códigos QR dentro del museo automovilístico y repartirla por distintas categorías de público.

2.1.2. PREGUNTAS ENCUESTA

A continuación, se muestran las preguntas realizadas en la encuesta. Se establecieron unas preguntas básicas de control como la edad y el sexo para poder llevar un mejor contexto a la hora de examinar las respuestas.

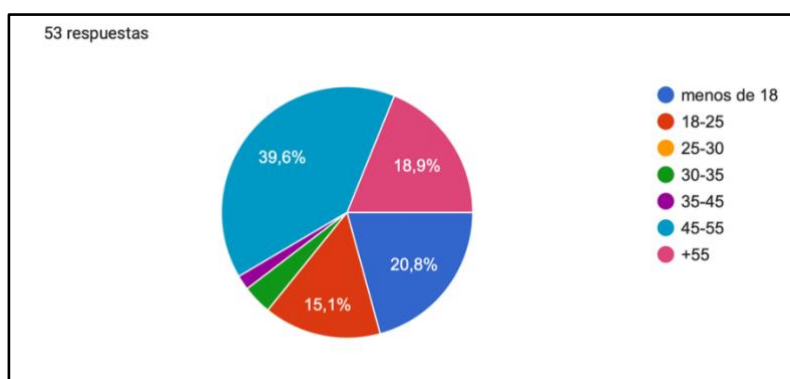
- Indique su edad
- ¿Con qué género te identificas más?
- ¿Cómo has accedido a la encuesta?
- ¿Cuál es tu situación laboral?
- Tipos de estudios/empleo
- ¿Presentas algún tipo de discapacidad?
- ¿Qué tipo de museo te gusta visitar?
- Cuando visitas un museo ¿Pagas por usar una audioguía en la visita?
- En caso de que la audioguía fuese totalmente gratis ¿La usarías?
- En caso de haber respondido "no" ¿por qué?

- Al utilizar un sistema de audioguía, ¿lo exprimes completamente escuchando todos los fragmentos, de principio a fin, de audio disponibles?
- ¿Qué duración óptima deberían tener los audios? (minutos)

2.1.3. RESPUESTAS

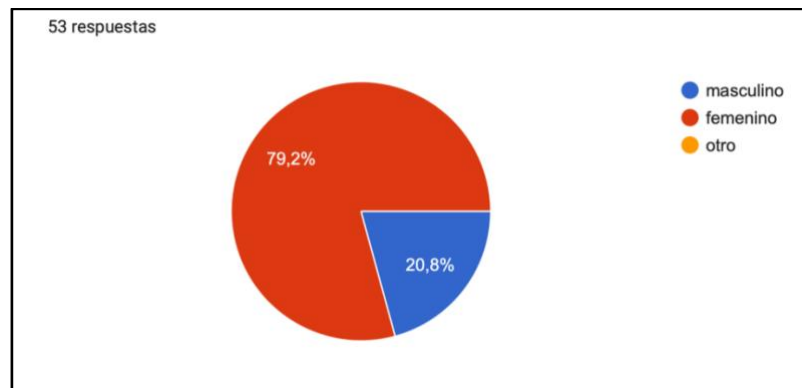
Podemos observar que hay un total de 53 respuestas, vamos a analizar a continuación los parámetros y la calidad de dichas respuestas:

Indique su edad



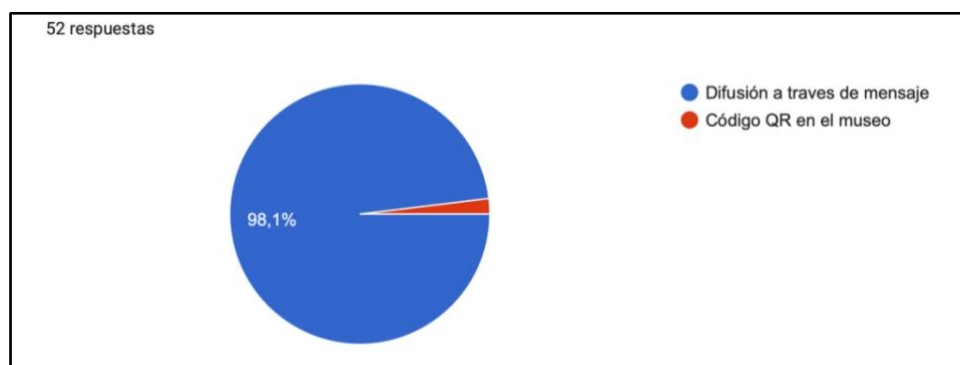
El primer dato recopilado es la edad. Vemos que el público mayoritario que responde es de la franja de edad de 45 a 55 años, seguido por un público más juvenil menor de 18 años, y por el grupo de 18 a 25 años. Este amplio rango de edades demuestra que las respuestas de la encuesta van a abarcar prácticamente todos los rangos de edades, lo que es un valor añadido. Podemos observar un alto contraste de edades entre unas respuestas y otras. Esto se refleja principalmente en el factor económico, ya que los jóvenes menores de 18 años tendrán menos recursos para gastar en audioguías y además pueden presentar menos interés en cultura, ya que, en esa franja de edad, los gustos pueden estar dirigidos a otras actividades.

¿Con qué género te identificas más?



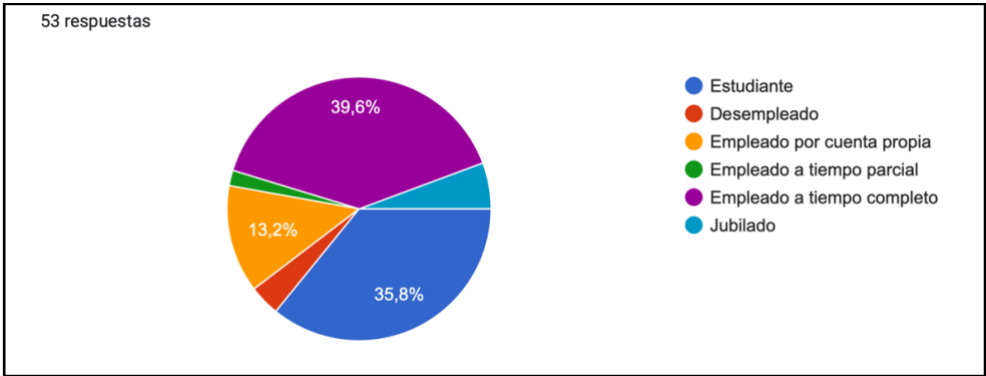
La mayoría de nuestro público es femenino, en principio este sesgo no debería determinar el producto final ya que se pretende crear un dispositivo que pueda complacer a todos los géneros. Este dato se ha planteado para realizar un posible estudio más exhaustivo y de 2º orden.

¿Cómo has accedido a la encuesta?



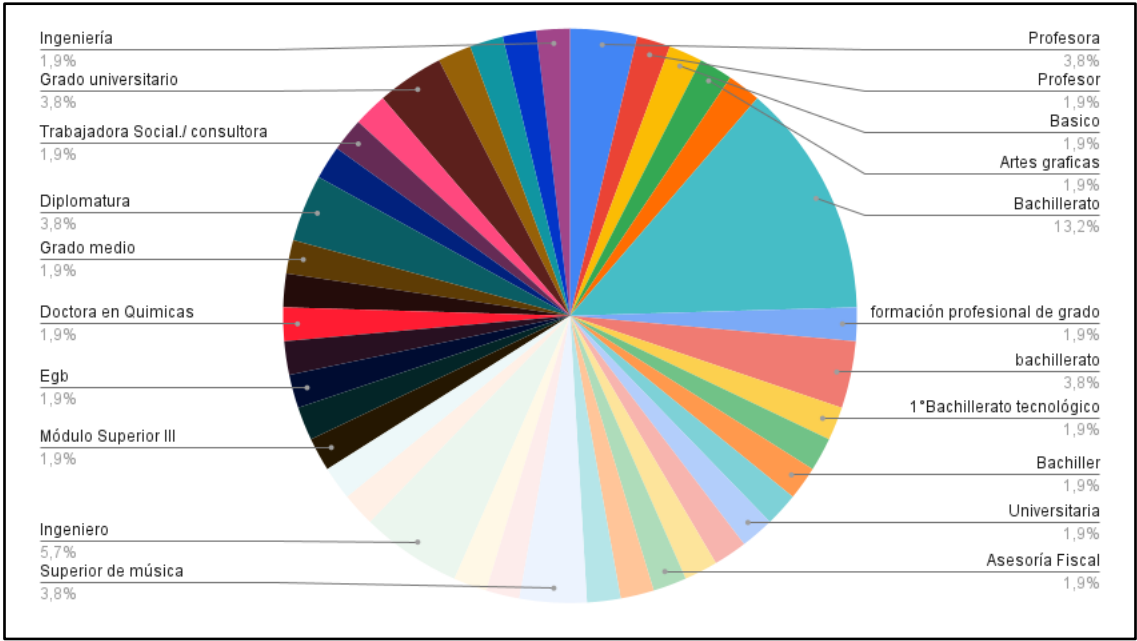
En este caso, la encuesta se difundió a través de distintos grupos en redes sociales y se colocó en el museo. Es interesante ver que el código QR no ha sido escaneado especialmente, lo que quiere decir que bien no se ha colocado en un lugar muy visible, o bien el personal del museo no le ha dado suficiente difusión.

¿Cuál es tu situación laboral?



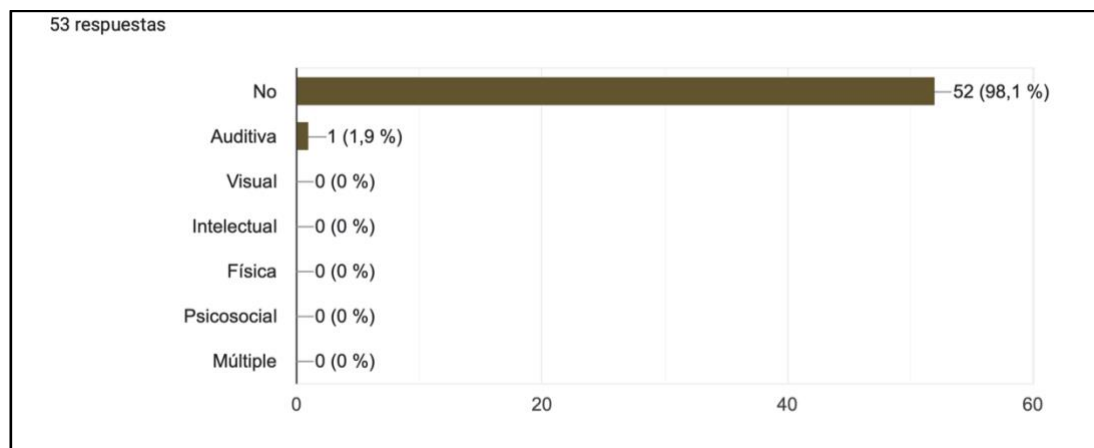
Aquí podemos observar que la mayoría de las respuestas provienen de empleados a tiempo completo, lo cual es interesante ya que es un público que dispone de recursos económicos para poder gastar en cultura. La siguiente categoría predominante son estudiantes. Cabe destacar que hay un porcentaje de jubilados, estos son de un público atractivo ya que no solo disponen de recursos económicos, sino además de tiempo para poder visitar museos y realizar actividades culturales.

Tipos de estudios/empleo



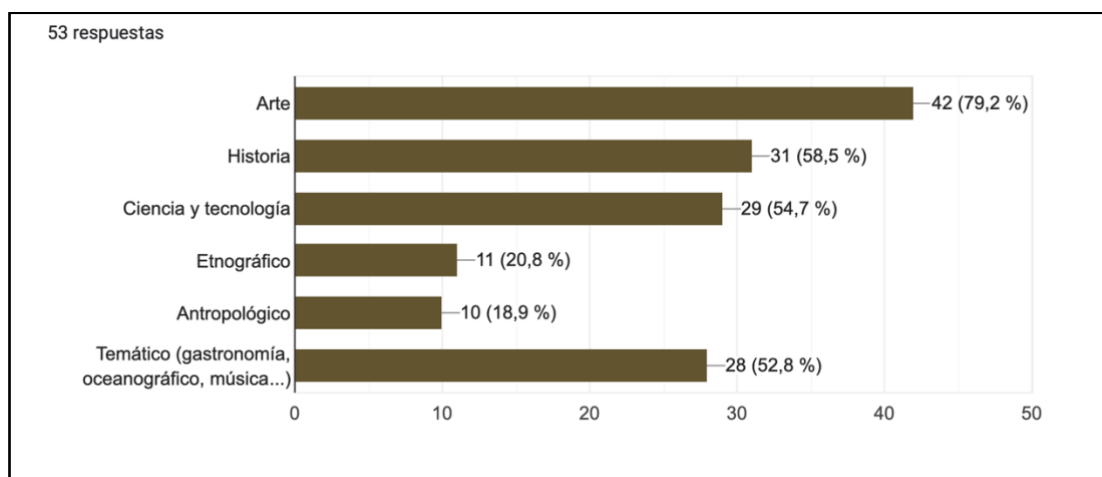
Para este caso podemos observar una gran variedad de datos ya que la respuesta era libre para poder rellenarla el usuario. Vemos que estudios de bachillerato predomina dentro de los datos y después es seguido por ingenieros.

¿Presentas algún tipo de discapacidad?

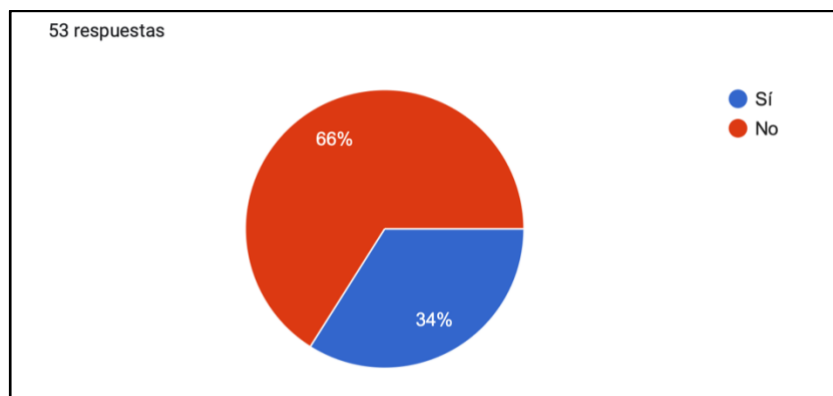


Aquí observamos que de las 53 personas solo una presenta discapacidad, auditiva. En este caso nos interesa conocer si el público que responde la encuesta puede presentar algún otro tipo de discapacidad ya que pueden ser muy buen objetivo para que el robot pueda resolver los problemas que puede presentar una audioguía como la escucha de audios para personas con discapacidad auditiva, o la dificultad de uso para personas con discapacidad visual o motora ya que es un dispositivo pequeño con muchos controles.

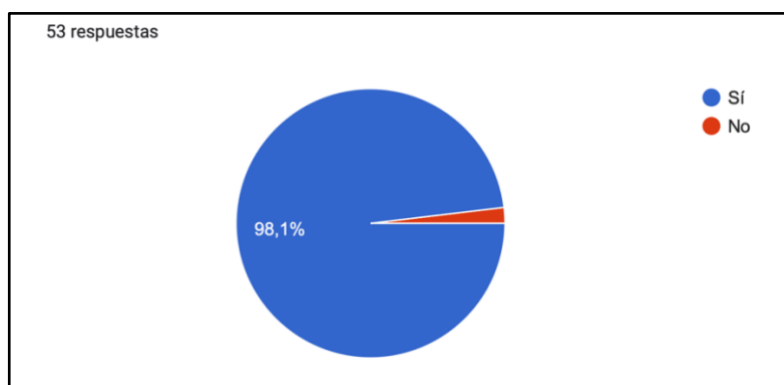
¿Qué tipo de museo te gusta visitar?



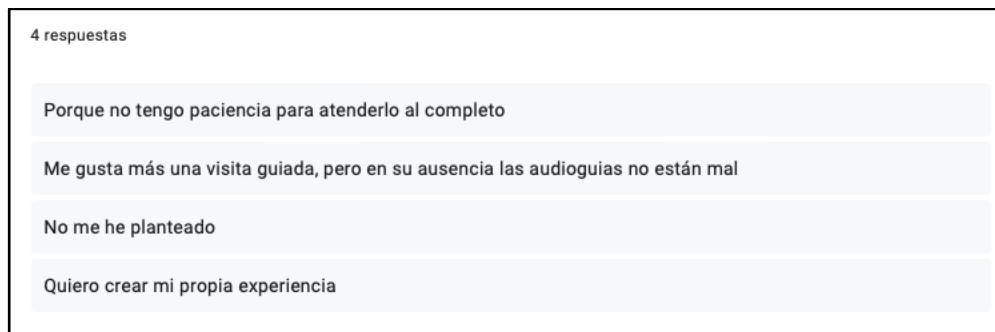
Aquí vemos que predominan los museos de arte, seguidos por los de historia y ciencia y tecnología. Esto es muy relativo a las personas encuestadas, pero puede darnos pistas donde integrar el robot y como poder adaptarlo al público objetivo. En este caso utilizamos un ejemplo cercano, el Museo Automovilístico de Málaga, que puede categorizarse como museo temático o de ciencia y tecnología.

Cuando visitas un museo ¿Pagas por usar una audioguía en la visita?

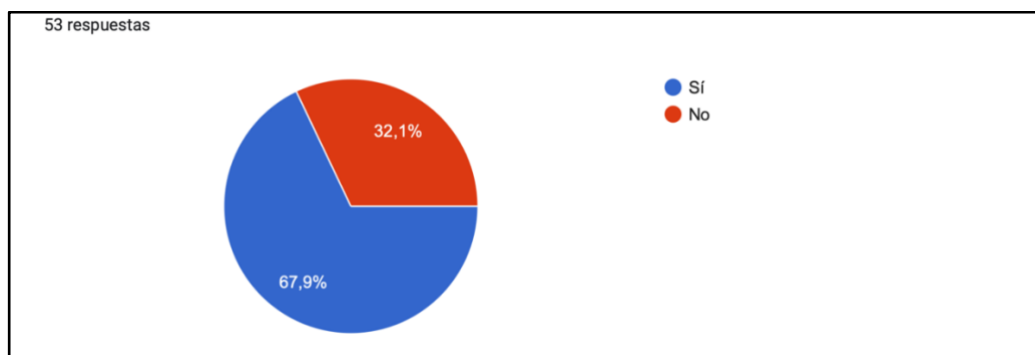
En este caso es interesante saber que la gran mayoría del público no paga por utilizar una audioguía. Esto puede deberse bien a que una parte de los encuestados son un público joven estudiante de bachillerato. Desde el museo automovilístico nos confirmaron que aproximadamente el flujo de personas diario son 200, de los cuales 20 aproximadamente adquieren el servicio de audioguía, esto supone un 10% del público.

En caso de que la audioguía fuese totalmente gratis ¿La usarías?

Al observar este dato, podemos obtener una respuesta prometedor, ya que si el servicio fuese gratuito sí se usaría, por lo que podemos observar que la mayoría del público no utiliza la audioguía debido a que o bien su precio es excesivo o no cumple con los requisitos de valor aportado.

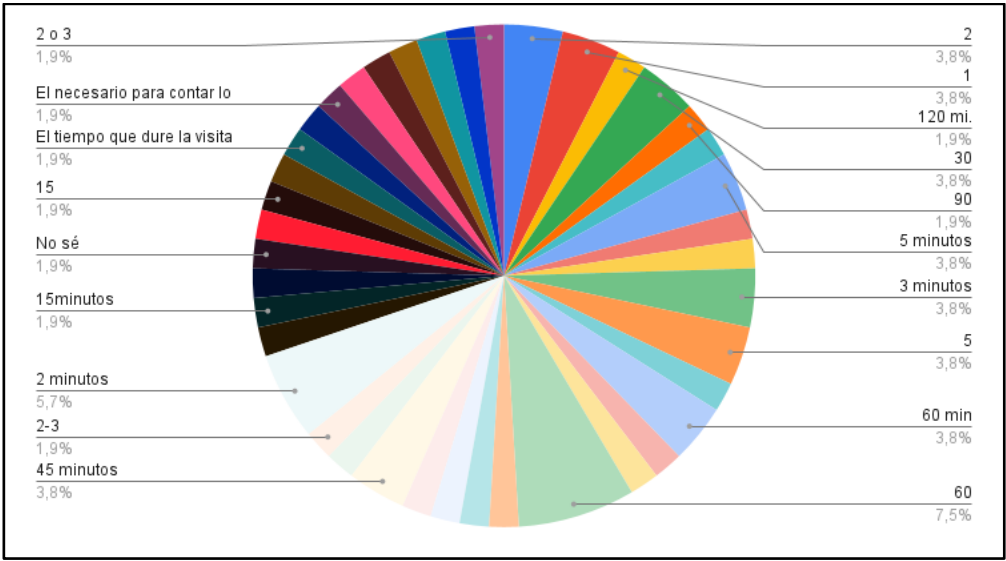
En caso de haber respondido "no" ¿por qué?

Puede observarse que dos respuestas fueron por falta de paciencia y por preferir una visita guiada. En este caso, el sistema robótico de audioguía que crearíamos salvaría esto, ya que sería un sistema innovativo más parecido a una visita guiada.

Al utilizar un sistema de audioguía, ¿lo exprimes completamente escuchando todos los fragmentos, de principio a fin, de audio disponibles?

En este caso, la mayoría de las respuestas son que sí. Es posible que las personas que respondieron que no se agrupen dentro de las categorías anteriores como la de no utilizar directamente audioguía o aburrirse con ella.

¿Qué duración óptima deberían tener los audios? (minutos)



En este caso vemos que la mayoría de las respuestas apuntan a 60 minutos, seguido por 45 minutos y 5 y 3 minutos también. Esto nos muestra dos conclusiones: dado que era una pregunta de respuesta libre, o bien la gente respondió entendiendo que la duración de la experiencia completa debía de ser de 60 minutos, o bien es un público que está realmente interesado en atender y escuchar el sistema de audioguía.

2.2. ANEXO II: ESTUDIO ERGONÓMICO

Para hacer un estudio ergonómico sobre nuestro robot debemos tener en cuenta los siguientes factores que hemos recopilado en una revista científica sobre la descripción del procedimiento ergonómico publicada en 2014 [22]:

- **Antropometría:** Se refiere a la medición de las dimensiones y proporciones del cuerpo humano. Hay que recopilar datos sobre las medidas antropométricas de nuestro público objetivo, incluyendo su altura, y otras medidas relevantes.
- **Percentiles:** Las medidas antropométricas se suelen expresar en percentiles, que indican el porcentaje de la población que se encuentra por debajo de una determinada medida. Por ejemplo, el percentil 50 de estatura representa la estatura media de una población determinada.
- **Rango de edad:** Dependiendo del público al que vaya dirigido el robot, puede que haya que tener en cuenta rangos de edad y las medidas antropométricas correspondientes para esos grupos de edad. Por ejemplo, puede ser necesario tener en cuenta las diferencias de tamaño y proporción corporal entre niños y adultos.
- **Principios ergonómicos:** Hay que aplicar principios ergonómicos al diseño del robot, como garantizar que los controles y las interfaces sean fáciles de ver, que el robot sea estable y esté equilibrado.
- **Pruebas de usabilidad:** Una vez diseñado el robot, hay que realizar pruebas de usabilidad para garantizar que sea cómodo y fácil de usar para el público objetivo. Esto puede incluir opiniones subjetivas de los usuarios, así como mediciones objetivas de comodidad y facilidad de uso.

Para relacionar la altura de las personas con la altura del robot, hay que tener en cuenta las alturas medias de los distintos grupos de edad, géneros y poblaciones. Por ejemplo, la altura media de los hombres suele ser mayor que la de las mujeres. Además, la altura media de los niños es significativamente menor que la de los adultos.

Con esta información, puede diseñar el robot para que se adapte a diferentes estaturas. Por ejemplo, puede utilizar un soporte o una base ajustable que permita colocar el robot a distintas alturas. Otra posibilidad es diseñar el robot de forma modular, con componentes que puedan añadirse o quitarse para ajustar su altura total.

Al diseñar el robot, también es importante tener en cuenta la altura de los usuarios en relación con los controles y las interfaces del robot. El tamaño y la forma generales del robot deben optimizarse para facilitar su uso y comodidad.

En última instancia, el objetivo de un estudio ergonómico es diseñar un robot que resulte cómodo y fácil de usar para un amplio abanico de usuarios, independientemente de su altura, edad o sexo. Si se tienen en cuenta las medidas antropométricas del público objetivo y se aplican los principios ergonómicos al proceso de diseño, se puede crear un robot que satisfaga las necesidades de sus usuarios.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) de 2020, la estatura media de los hombres adultos en España es de 175,6 cm y la estatura media de las mujeres adultas en España es de 162,1 cm.

En cuanto a los percentiles, los datos de la OMS proporcionan la siguiente información para hombres y mujeres adultos en España:

Tabla 1 Percentiles para población adulta en España

Fuente: <https://www.who.int>

Percentil	Hombres (cm)	Mujeres (cm)
5	164	151
25	172	159
50	175,6	162,1
75	182	169
95	189	176

Cabe señalar que estos percentiles se basan en datos de 2020 y pueden haber cambiado ligeramente desde entonces. Además, estos percentiles son específicos de España y pueden diferir para otros países o regiones.

Para el público infantil se complica un poco más ya que la estatura varía fuertemente según la edad. Estos son los percentiles de estatura de los niños en España según el Patrón de Crecimiento Infantil de la Organización Mundial de la Salud (OMS):

Tabla 2 Percentiles para población infantil en España

Fuente: <https://www.who.int>

Percentil	Hombres (cm)	Mujeres (cm)
3 para niños/as al año	69,1	68,2
10 para niños/as al año	74,3	73,3
25 para niños/as a los 2 años	79,9	78,8
50 para niños/as a los 3 años	88	87,2
75 para niños/as a los 4 años	96,8	96,1
90 para niños/as a los 5 años	103,5	102,7

Es importante tener en cuenta que estos percentiles son sólo orientaciones generales y que la estatura de cada niño puede variar en función de factores como la genética, la alimentación y el estado general de salud.

Tras observar estos datos, la altura ideal del robot dependerá de varios factores, como la estatura media del público, la distancia entre el público y la Tablet y el proyector, y el ángulo de estos.

Como regla general, la pantalla debe colocarse a la altura de los ojos o ligeramente por encima para garantizar la máxima visibilidad y comodidad para el público. Esto significa que la altura del robot debe diseñarse teniendo en cuenta la estatura media del público.

Si el público objetivo son adultos en España, el robot debe diseñarse para personas de entre 162,1 cm y 175,6 cm de altura. Nuestro robot tiene una altura de 165cm para poder cubrir la altura media de los adultos hombre y mujeres de forma que estos puedan ver cómodamente la pantalla.

Sin embargo, es importante tener en cuenta que la distancia entre el público y la pantalla también puede afectar a la visibilidad. Si la pantalla está más alejada del público, puede ser necesario colocarla a una altura ligeramente superior para garantizar la visibilidad. Además, el ángulo de la pantalla también puede afectar a la visibilidad, por lo que es importante tener en cuenta el ángulo de la pantalla en relación con la línea de visión del público.

Como puede verse en la ilustración 51, la carcasa superior dispone de cierto ángulo para colocar la Tablet para facilitar su visionado. Además, puede observarse también una pequeña ranura inferior en el compartimento de la Tablet. Esto es para facilitar su retirada en caso de requerirse.

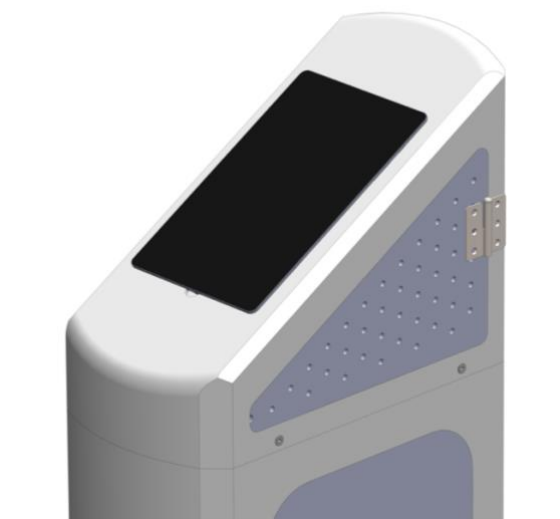


Ilustración 51 Parte superior del robot

Fuente: elaboración propia

2.3. ANEXO III: ESTUDIO MECÁNICO DE VUELCO

Para realizar un estudio mecánico de vuelco, es necesario seguir varios pasos:

- Determinar el centro de gravedad del robot: El centro de gravedad es el punto del robot en el que su peso se distribuye uniformemente en todas las direcciones. Puede calcularse a partir del peso y la distribución de todos los componentes del robot.
- Determinar la estabilidad del robot: Una vez determinado el centro de gravedad, puede evaluarse la estabilidad del robot calculando la anchura y la altura de su base, así como el peso y la ubicación de los componentes que se extienden más allá de la base. Esto ayudará a determinar si es probable que el robot vuelque o se mantenga estable durante su uso.
- Analizar los movimientos del robot: A continuación, deben analizarse los movimientos del robot para determinar cómo puede comportarse en diferentes condiciones, como al girar, acelerar o detenerse. Esto ayudará a identificar cualquier riesgo potencial de vuelco o inestabilidad.
- Probar el robot: Por último, el robot debe probarse en condiciones controladas para verificar su estabilidad e identificar posibles problemas. Esto puede implicar someter al robot a una serie de movimientos y escenarios para ver cómo responde.

Para determinar el centro de gravedad del robot debemos determinar el peso de cada componente incluyendo la base, la batería, los sensores y cualquier otra pieza. Tras esto, medir la distancia de cada componente a un punto de referencia, tanto horizontal como verticalmente. A continuación, hay que calcular los momentos, utilizando los pesos y las distancias y sumar todos los momentos para obtener el momento total del robot. Por último, hay que dividir el momento total por el peso total del robot para obtener la posición del centro de gravedad. Este punto representa la posición media de toda la masa del robot. Es importante tener en cuenta que el centro de gravedad puede desplazarse en función de la configuración y el movimiento del robot. Es una buena idea calcular el centro de gravedad para diferentes escenarios, como cuando el robot está completamente cargado con equipos o cuando está en movimiento, para garantizar que permanece estable y seguro.

Tras haber calculado el centro de gravedad del robot, podemos determinar la estabilidad. Para ello tenemos que determinar la base de apoyo del robot midiendo las dimensiones de la base del robot, incluida la longitud y la anchura del chasis, las ruedas o las patas y cualquier otro componente que entre en contacto con el suelo. Tras esto debemos calcular el margen de estabilidad, siendo este la distancia entre la línea vertical que pasa por el centro de gravedad y el borde más cercano de la base de apoyo. Si

esta distancia es pequeña, el robot es menos estable, y si es grande, el robot es más estable. Después deberemos efectuar una comparación del margen de estabilidad con un umbral de seguridad para determinar si es seguro utilizar el robot. El umbral de seguridad puede determinarse en función del uso previsto del robot y de factores ambientales como la pendiente de la superficie y las condiciones del terreno.

Es importante tener en cuenta que la estabilidad de un robot también puede verse afectada por factores externos como el viento o las colisiones. Por lo tanto, es crucial probar la estabilidad del robot en diferentes escenarios y condiciones para garantizar un funcionamiento seguro.

Gracias al software SolidWorks podemos calcular el centro de gravedad y de momentos de inercia del robot. Para ello, una vez tenemos montado el robot con todos sus componentes debidamente localizados y con sus propiedades de materiales y peso definidas, obtenemos a partir de la herramienta “propiedades físicas” los siguientes datos:

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: ($\text{g} \cdot \text{mm}^2$) medido desde el centro de masa:

- $I_x = (0.00, 1.00, 0.00)$ $P_x = 1904020350.52$
- $I_y = (-1.00, 0.00, 0.00)$ $P_y = 18849160581.14$
- $I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$ $P_z = 19574793556.43$

Centro de masa: (mm)

- $X = -213.17$
- $Y = -370.52$
- $Z = 1784.61$

Como se puede observar en la ilustración 52, además de los datos mostrados, el centro de masas queda bastante bajo sin componentes. Esto unido a que los componentes más pesados, en este caso concreto la batería se ha colocado en la parte inferior del robot, hacen que el robot pueda presentar un buen margen de seguridad respecto vuelco. Si además tenemos en cuenta que el componente más pesado es la base robótica y ésta mide 40cm, podemos asegurar que el robot es seguro en cuanto al vuelco y no se prevé que vaya a desestabilizarse durante su uso en las distintas condiciones.

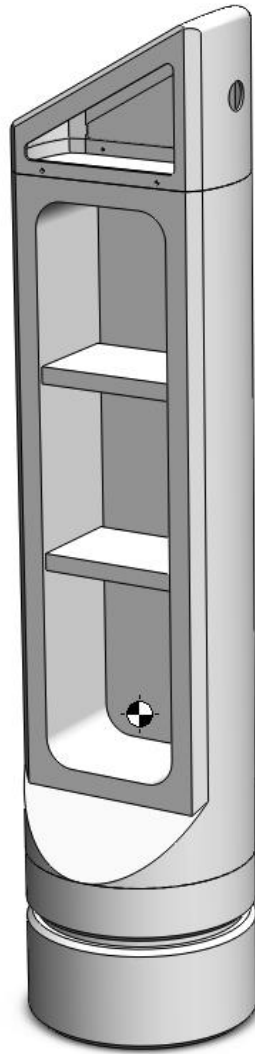


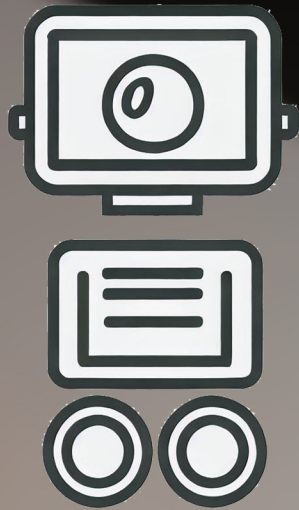
Ilustración 52 Centro de masas del robot

Fuente: elaboración propia

En Málaga, a 12 de junio de 2023

Firmado: Daniel Alcaraz Mora

2.4. ANEXO IV: INFOGRAFÍAS



Museo
Automovilístico
y de la Moda



¡A la caza
del tesoro!



**PON A PRUEBA
TU CONOCIMIENTO**

**¿Cuál fue el primer
coche lanzado al
espacio?**

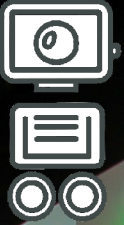
Rolls Royce Vision

Tesla Roadster

Porsche 911

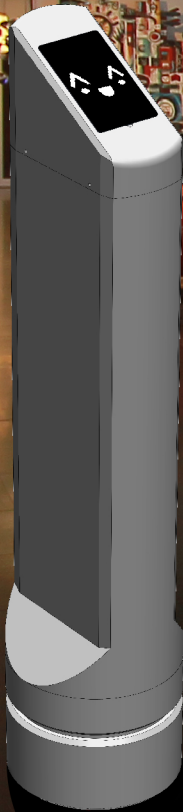
Rinspeed Oasis





Por favor, sígueme

**Te mostraré todas
las maravillas del
museo !**





Museo Automovilístico

y de la Moda

**Hola, soy tu asistente
para esta visita !**

**Cómo puedo
ayudarte?**



2.5. ANEXO V: CATÁLOGOS

HOT WHEEL REEMAN ROBOT CHASSIS

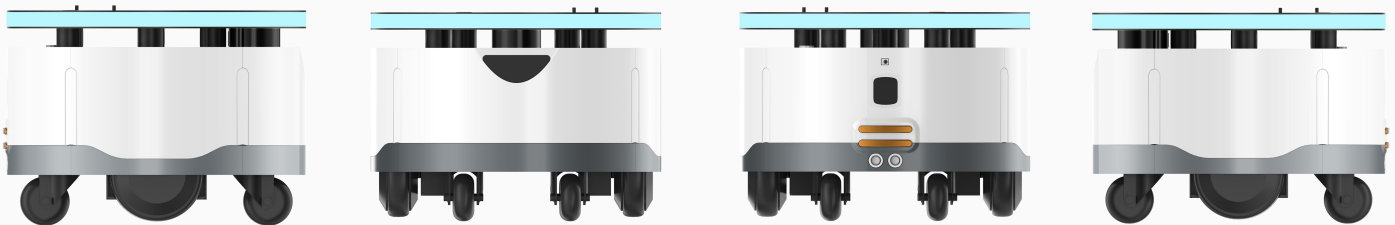
WBOT11B

Product manual



Product introduction

The robot chassis has multiple functions such as visual positioning, indoor navigation, and intelligent obstacle avoidance. It is mainly composed of core hardware such as lidar sensors, depth cameras, anti-drop sensors, and modular positioning and navigation systems. There are more laser SLAM and V-SLAMThe sensor fusion algorithm can plan the robot walking route more flexibly.



- Autonomous planning of navigation paths, no external factors interfere
- Visual virtual wall editing, control the robot's range of activities
- Centimeter-level indoor map construction to improve robot navigation efficiency
- Fast obstacle avoidance in 0.5 seconds, intelligent and safe
- Large carrying capacity of more than 100 kg
- Global unique remote and convenient deployment capabilities
- Elevator control system IOT, autonomous ride on elevator (optional)
- Autonomous charging, worry-free battery life
- Fully open platform, customize and upgrade according to actual needs

Product function

Large carrying capacity

100 kilograms of oversized cargo, Stable without deformation

Intelligent obstacle avoidance in seconds

Lidar SLAM positioning and navigation Obstacle avoidance is more flexible



Original remote deployment capability

Remote automated deployment, Convenient and efficient

Automatic return to charging

Battery is below minimum automatically return to the charging station to charge

Take the elevator autonomously (Scalable)

Can be linked with the elevator control system, Work across floors, more worry-free

超大载重

Custom calibration position

Take the elevator autonomously (optional)

Multi-mode indoor driverless technology

Centimeter-level precise positioning

Large load

Intelligent obstacle avoidance in seconds

Remote navigation deployment

Automatic return to charging

Scope of application

The open software and hardware platform of the robot chassis provides application development and full open source SDK access code, which is convenient for users Development, support remote map building and remote deployment, code debugging can be performed locally, and the code can be deployed to the cloud. Modular design, lower R&D costs, stable and reliable, cost-effective, and support customized services. Suitable for restaurants, Delivery of items in hospitals, ktv, hotels, etc.



Restaurant catering delivery



Hospital item delivery

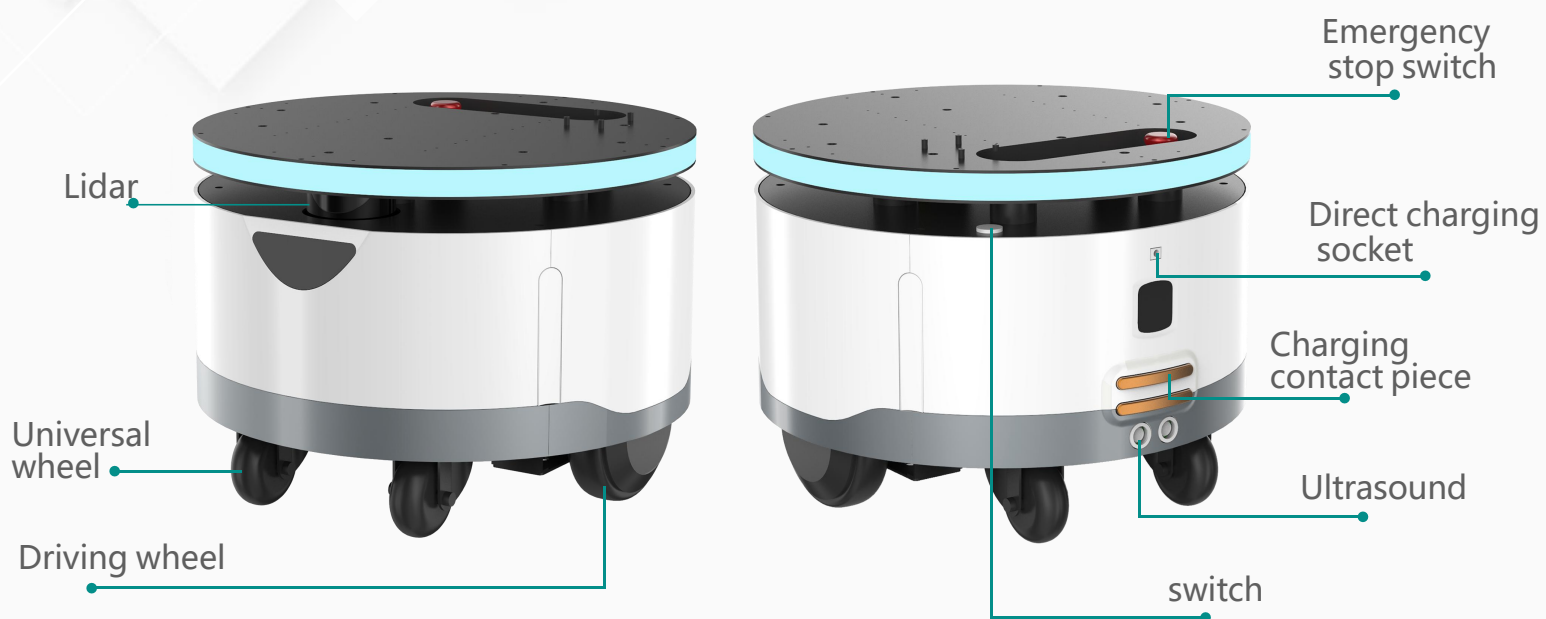


KTV item delivery



Hotel item delivery

Structural components



Product number: WBOT11B	Life time: 6 hours
Cruising speed: 0.1~1m/s	Charging time: 4 hours
Battery capacity: 37V20A·H	Rated power: 70W
Universal wheel size: 3 inches	Product weight: 35KG
Machine size: 450(L)*450(W)*317(H)MM	Bearing weight: 60KG

System parameters

Operating system, processor, memory characteristics	
Product number	WBOT11B
operating system	android (5.1)
Bearing weight	60KG
Processor type	RK3128 (Quad-core Cortex-A7, frequency up to 1.2GHz)
Built-in clock	RTC
RAM LPDDR3	1G
Built-in NAND FLASH	8GB
USB debugging port	Micro USB 2.0 interface
Power button	One-key boot
Emergency stop button	Emergency stop button
Display screen	7 inches, IPS screen (16:9)
Resolution	1024X600
External I/O port	1个 USB 2.0 (MICROUSB) , RJ45 network port
Speaker	4Ω/3W mono speaker
Wireless technology AP6255	Support dual frequency 2.4&5G WIFI 802.11b/g/n Wireless local area network, 11ac 5.15GHz-5.825GHz

Accessory parameters

ROS NAVIGATION SPECIFICATIONS, MACHINE SPECIFICATIONS, POWER SYSTEM

operating system	LINUX
Processor type	Computer motherboard I5 ITX-H45-I526LVER: 1.1A (4300U) with dual network ports
hard disk	32G
RAM	4G
motor driven	5.5 inch hub motor
Gyro	9-axis high-precision attitude sensor
Single-line lidar	Laser wavelength 905 nm working area 270 degrees
4G router to 2.4GWIFI	4GCPE-M6 / 2.4g WIFI / Netcom 4g
512AN_HMW Module Intel's WIFI	Support dual frequency 2.4&5G WIFI&BT4.1 802.11b/g/n Wireless LAN, 11ac 5.15GHz-5.825GHz
type of battery	Battery pack 10S8P capacity 20800 mAh/37V
Battery life	6 hours
Power Adapter	Input: AC100-240V.50-60HZ Output: DC42V 3A
Charging pile parameters	Output rated voltage: 42VDC, output rated current: 3A Overcurrent protection, intelligent power off
product weight	35kg
Overall size (mm)	450mm(L)×450mm(W)×317mm(H)

Operation instructions



Display interface

Step1: Open "Settings"- "WLAN" on the Android screen to connect to Wi-Fi

Step 2: Build a map and establish a robot working environment

Step 3: Edit the virtual wall to limit the robot's active area

Step 4: Positioning QR code deployment, assisting machine positioning

Step 5: Calibration location, the calibration location must be at least 50 cm away from surrounding obstacles and virtual walls

Step 6: If there is no delivery task for a long time, you can click "Charge" and the machine will automatically return to charge

Precautions

01

The display screen, laser navigation, can not be wiped with a wet towel to avoid water!

02

Do not block the laser with objects

03

The emergency stop switch can only be rotated to the right, do not rotate to the left

04

Can not travel on the ground with high friction: thicker, softer carpet

05

After the product is packaged, it is packed, the equipment is upright, and it is not allowed to stand upside down. Suitable for land, air, sea and other transportation conditions

Contact us



**Thanks for
attention**



Shenzhen Ruiman Intelligent Equipment Co., Ltd.

TEL: 0755-8623 9429 WEB: www.reeman.cn E-MAIL: sales@reeman.cn
Address: 4th Floor, Building 15, REEMAN (Fu'an) Robot Intelligent Manufacturing
Industrial Park, No. 90 Dayang Road, Fuyong Street, Bao'an District, Shenzhen



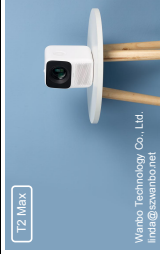
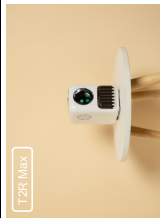
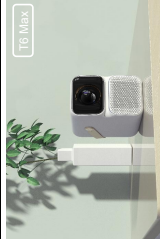


Samsung Galaxy Tab S6 Lite (2022) LTE 128GB 4GB RAM SM-P619

Precio: **392.00 €**

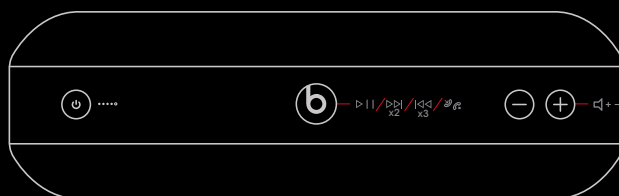
<https://www.mobileshop.eu/es/samsung/pastillas/galaxy-tab-s6-lite-2022-lte-128gb-4gb-ram-sm-p619/>

Red	Tecnología:	GSM / HSPA / LTE
	Red 2G:	GSM 850 / 900 / 1800 / 1900
	Red 3G:	HSDPA 850/900/1700 (AWS) / 1800/2100
	Velocidad:	HSPA 42.2 / 5.76 Mbps, LTE-A
	Red 4G:	LTE
Lanzamiento	Publicado:	2022, 14 de mayo
	Estatus:	Disponible. Publicado el 23 de mayo de 2022
	Dimensiones:	244.5 x 154.3 x 7 mm
Cuerpo	Peso:	467 g
		Soporte de lápiz
	Construir:	Frente de vidrio, parte posterior de aluminio, marco de aluminio
	SIM:	Nano-SIM
	Tipo:	LCD TFT
Monitor	Tamaño:	10.4 pulgadas, 307.9 cm ² (~ 81.6% relación pantalla-cuerpo)
	Resolución:	1200 x 2000 píxeles, relación 5: 3 (~ 224 ppi de densidad)
	OS:	Android 12, una interfaz de usuario 4.0
Plataforma	Chipset:	Qualcomm SM7125 Snapdragon 720G (8 nm)
	CPU:	Octa-core (2x2.3 GHz Kryo 465 Gold y 6x1.8 GHz Kryo 465 Silver)
	GPU:	Adreno 618
	Slot tarjeta:	microSDXC (ranura dedicada)
Memoria	Interna:	128 GB, 4 GB de RAM
	Altavoz:	Sí, con altavoces estéreo
	3.5mm jack:	Sí
Sonido		Sintonizado por AKG
	WLAN:	Wi-Fi 802.11 a / b / g / n / ac, dual-band, Wi-Fi Direct, punto de acceso
	Bluetooth:	5.0, A2DP, LE
	GPS:	Sí, con A-GPS, GLONASS, BDS, GALILEO
	Radio:	No
	USB:	USB tipo C
Comunicaciones	NFC:	No
	Sensores:	Acelerómetro, proximidad, giroscopio.
		ANT +
Características	Cargando:	Carga rápida 15W
	Tipo:	Li-Po 7040 mAh, no extraíble
Batería	Soltero:	8MP, (ancho), 1/4.0
	Características:	HDR, Panorama
	Video:	1080p @ 30fps
Cámara principal	Soltero:	5 MP
	Video:	1080p @ 30fps
Cámara autofoto	Soltero:	5 MP
	Video:	1080p @ 30fps

T2 Max		T2R Max		T6 Max		X1 Same Screen		X1 mini	
									
Wisho Technology Co., Ltd. info@wishoworld.com									
NO	PARAMETER	VALUE							
1	Model	T2 Max	T2R Max	T6 Max	X1 Android	X1 Same Screen			
2	Projection Technology	LCD Full Closed Optical Machine	LCD Full Closed Optical Machine	LCD Full Closed Optical Machine	Single LCD	Single LCD			
3	Lens	Full Glass Lens	Full Glass Lens	Full Glass Lens	Full Glass Lens	Full Glass Lens			
4	Light Source	LED	LED	LED	LED	LED			
5	Brightness(ANSI)	250 Anslm	250 Anslm	550-650 Anslm	350 Anslm	350 Anslm			
6	Resolution	1920 X 1080 P	1920 X 1080 P	1920 X 1080 P	1280 X 720 P	1280 X 720 P			
7	Contrast	2000:1	2000:1	2000:1	2000:1	2000:1			
8	Off Axis Design	90%	90%	NO	NO	NO			
9	Input Interface	HDMI1 / USB1 / 3.5 mm	HDMI1 / USB1 / 3.5 mm	HDMI*USB*2/Headphone/ AV / DC / Bluetooth TX / Bluetooth RX	HDMI2.1*1 / USB2.0*1 / Headphone	HDMI1 / USB1 / Headphone / AV Line			
10	Lamp Life (Hours)	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000			
11	Projection Size	4.3 / 16.9	4.3 / 16.9	16.9	4.3 / 16.9	4.3 / 16.9			
12	Keystone Correction	Four Directional Keystone Correction	Four Directional Keystone Correction	Four Directional Keystone Correction Automatic Keystone Correction - Up and Down	Four Directional Keystone Correction	Up and Down			
13	Scaling Function	Support	Support	Support	Support	Support			
14	HDMI Compatibility	576i, 576p, 480i, 480p, 720i, 720p, 1080i, 1080p	576i, 576p, 480i, 480p, 720i, 720p, 1080i, 1080p	576i, 576p, 480i, 480p, 720i, 720p, 1080i, 1080p	576i, 576p, 480i, 480p, 720i, 720p, 1080i, 1080p	576i, 576p, 480i, 480p, 720i, 720p, 1080i, 1080p			
15	Projection Distance (m)	1.2 - 5.0	1.2 - 5.0	1.3 - 7.0	1.2 - 5.0	0.89 - 5			
16	Projection Screen Size (inch)	40 - 180	40 - 180	50 - 200	40 - 130	30 - 80			
17	Support System	Android 9.0	Android 9.0	Android 9.0	Android 9.0	Android 9.0			
18	Memory	1G + 16G	2G + 16G	2G + 16G	1G + 8G	NO			
19	Chip	MTK 9255	Antlogic 1972	Antlogic 1972	-	-			
20	CPU	4* A53	4* A55	4* A55	-	-			
21	Wi-Fi	2.4G	2.4G + 5G	2.4G + 5G	2.4G	2.4G			
22	Bluetooth	4.0	5.0	5.0	4.0	NO			
23	Focusing	Manual	Manual	Electric Focusing	Manual	Manual			
24	Remote Control	Infrared Remote Control	Bluetooth Voice / Infrared Remote Control Optional	Bluetooth Voice / Infrared Remote Control Optional	Infrared / Can be updated to Voice Remote Control	Infrared Remote Control			
25	Support Languages	Multi-Language	Multi-Language	Multi-Language	Multi-Language	Multi-Language			
26	Input Voltage(V)	110V - 240V (±10%), 50-60Hz	110V - 240V (±10%), 50-60Hz	110V - 240V (±10%), 50-60Hz	110V - 240V (±10%), 50-60Hz	100-240V, 50-60Hz			
27	Power (W)	55 W	55 W	100 W	55 W	34 W			
28	Adapter	19V 3A	19V 3A	19V 5A	-	15V 2.4A			
29	Speakers	3W X 2	3W X 2 (Independent Digital Power Amplifier)	5W X 2 (Independent Digital Power Amplifier)	3W X 2	3W X 2			
30	Standard Accessories	User Manual, Adapter, Remote control	User Manual, Adapter, Remote control (can be updated to Intelligent Voice)	User Manual, Adapter, Remote control (can be updated to Intelligent Voice)	User Manual, Remote control, AC Line	User Manual, Adapter, Remote control			
31	Application	Home Entertainment, Learning	Home Entertainment, Learning	Home Entertainment, Learning, Small Meeting	Home Entertainment, Learning	Home Entertainment, Learning			
32	Certificate	CCC, CE, FCC, RoHS	CCC, CE, FCC, RoHS	CCC, CE, FCC, RoHS	CCC, CE, FCC, RoHS, SRRC	CCC, CE, FCC, RoHS, SRRC			
33	Intelligent Cooling Control	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes			
34	Heat-Triggered Protection	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes			
35	Front Infrared Receiver	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes			
36	Color	White	White	White	White	White			
37	Installation Method:	Front, Rear, Rear Lifting, Front Lifting	Front, Rear, Rear Lifting, Front Lifting	Front, Rear, Rear Lifting, Front Lifting	Front, Rear, Rear Lifting, Front Lifting	Front, Rear, Rear Lifting, Front Lifting			
38	Net Weight (Kg)	0.9	0.9	1.935	1.23	0.616			
39	GW (Kg) / (Including Accessories)	1.47	1.47	2.78 / 2.73 Optional	1.69	0.965			
40	Product Size (L*W*H) mm	110*140*150 mm	110*140*150 mm	137*195*201 mm	220*185*90 mm	185*123*87 mm			
41	Colour Box Size (L*W*H) mm	184*150*235 mm	184*150*235 mm	240*238*218 mm	265*220*155 mm	235*204*103 mm			
42	Carton Box Size (L*W*H) mm	189*225*270 mm / 1.70 Kgs	189*225*270 mm / 1.70 Kgs	261*251*236 mm / 3.175 / 3.125 Optional	270*236*175 mm / 1.98 Kgs	240*212*116 mm / 1.18 Kgs			
43	Carton Box 8 Sets (L*W*H)	475*385*560 mm / 14.3 Kgs	475*385*560 mm / 14.3 Kgs	180 mm / 13.7 / 13.5 Optional (4 Sets)	560*495*337 mm / 16.97 Kgs	594*502*228 mm / 12.49 Kgs (10 Sets)			
		Inverted Stereo Box		Support Car Power Supply with 12V Input					

beatspill⁺

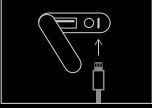
GETTING STARTED



- b** Play/Pause, Lecture/Pause, Reproduci/pausar, Riproduci/Sospendi, Wiedergabe/Pause, Spelen/Pauze
- >||** Next Track, Pista siguiente, Pista Sigüente, brano Successivo, Nächster Titel, Volgende Track
- <||** Previous Track, Pista précédente, Pista Anterior, brano Precedente, Vorherige Titel, Vorige Track, Answer/End Call, Répondre/Raccrocher, Responder/finalar, Rispondi/Termina chiamata, Gespräch annehmen/beenden, Beantwoorden / Gesprek
- +/-** Volume Control, Contrôle du volume, Control del Volumen, Regolazione Volume, Lautstärke-Regelung, Volumecontrole

1

CHARGE



EN Use Lightning cable to charge
FR Utilisez un câble Lightning pour
charger l'appareil
ES Utilice el cable Lightning para cargar
IT Usa un cavo lightning per caricare
DE Verwenden Sie zum Laden das
Lightning-Kabel
NL Gebruik lightning-kabel om op te
laden

2

POWER



EN Press power button, "b" button will light
up
FR Appuyez sur le bouton d'alimentation ;
le bouton "b" s'allume
ES Presione el botón de encendido y el
botón "b" se enciende
IT Premi il pulsante di accensione, e il
tasto "b" si illumina
DE Drücken Sie die Netztaete, sodass die
"b"-Taete aufleuchtet
NL Druk op de aan-knop, "b" zal oplichten

3

PAIR



EN Select Beats Pill® in Bluetooth® settings
FR Sélectionnez Beats Pill® dans les paramètres
Bluetooth®
ES Seleccione Beats Pill® en la
configuración de Bluetooth®
IT Seleziona Beats Pill® nelle
impostazioni del Bluetooth®
DE Wählen Sie in den Bluetooth®-
Einstellungen "Beats Pill®" aus
NL Selecteer Beats Pill® in Bluetooth®-
instellingen

4

PLAY



EN Select and play audio
FR Sélectionnez le morceau que vous
souhaitez écouter et appuyez sur
Lecture
ES Seleccione y reproduzca música
IT Seleziona e riproduci file audio
DE Wählen Sie eine Audio-Datei zur
Wiedergabe aus
NL Selecteer en speel audiobestanden af

DOWNLOAD

EN Download the Beats Pill® app (available on
select iOS and Android® mobile devices) for
additional features
FR Téléchargez l'application Beats Pill®
(disponible sur certains appareils mobiles
iOS et Android®) pour bénéficier de
fonctionnalités supplémentaires
ES Descargue el Beats Pill® App (disponible en
algunos iOS y Android® dispositivos
móviles) para las características
adicionales
IT Scarica l'app Beats Pill® (disponibile solo per
alcuni dispositivi mobili iOS e Android®) per
acquistare tante altre funzioni
DE Laden Sie für zusätzliche Funktionen die Beats
Pill®-App herunter (eindeutlich für ausgewählte
iOS- und Android®-Modellgeräte)
NL Download de Beats Pill® app, beschikbaar op
bepaalde iOS en Android® mobiele
apparaten voor extra functies

1

USB CHARGE OUT



2

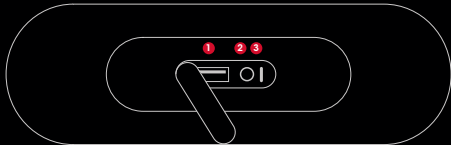
3.5mm AUX-IN



3

LISTENING CONNECTOR





1

2

3



beatsbydre.com/support

Bluetooth® and the Bluetooth® logo are registered trademarks of Bluetooth SIG, Inc. "Lightning" is a mark of Apple Inc. registered in the U.S. and other countries. "Android" is a trademark of Google Inc. "3.5mm AUX cable" not included. "Beats Pill" and the "b" logo are trademarks of Beats Electronics, LLC.

Bluetooth® et le logo Bluetooth® sont des marques déposées de Bluetooth SIG, Inc. "Lightning" est une marque déposée par Apple Inc. enregistre aux États-Unis et dans d'autres pays. "Android" est une marque déposée de Google Inc. "Cable auxiliaire de 3,5 mm non inclus". "Beats Pill" et le logo "b" sont des marques déposées de Beats Electronics, LLC.

Bluetooth® y el logo de Bluetooth® son marcas registradas de Bluetooth SIG, Inc. "Lightning" es una marca de Apple Inc. registrada en los EE.UU. y en otros países. "Android" es una marca registrada de Google Inc. "Cable auxiliar de 3,5 mm no incluido". "Beats Pill" y el logo "b" son marcas registradas de Beats Electronics, LLC.

Bluetooth® e il logo Bluetooth® sono marchi registrati di Bluetooth SIG, Inc. "Lightning" è un marchio di Apple Inc. registrato negli Stati Uniti e in altri paesi. "Android" è un marchio registrato di Google Inc. "Cavo AUX da 3,5 mm non incluso". "Beats Pill" "Beats Pill" e il logo "b" sono marchi registrati di Beats Electronics, LLC.

Bluetooth® und das Bluetooth®-Logo sind eingetragene Marken von Bluetooth SIG, Inc. "Lightning" ist eine eingetragene Marke von Apple Inc. in den USA und anderen Ländern. "Android" ist eine Marke von Google Inc. "3,5 mm-AUX-Kabel nicht im Lieferumfang enthalten". "Beats Pill" und das "b"-Logo sind Marken von Beats Electronics, LLC.

Bluetooth® et le Bluetooth® logo app sont des marques déposées de Bluetooth SIG, Inc. "Lightning" est une marque déposée de Apple Inc., enregistrée en des États-Unis et en d'autres pays. "Android" est une marque déposée de Google Inc. "Cable AUX de 3,5 mm non inclus". "Beats Pill" et le logo "b" sont des marques déposées de Beats Electronics, LLC.

 @beatsbydre

 facebook.com/beatsbydre

 @beatsbydre

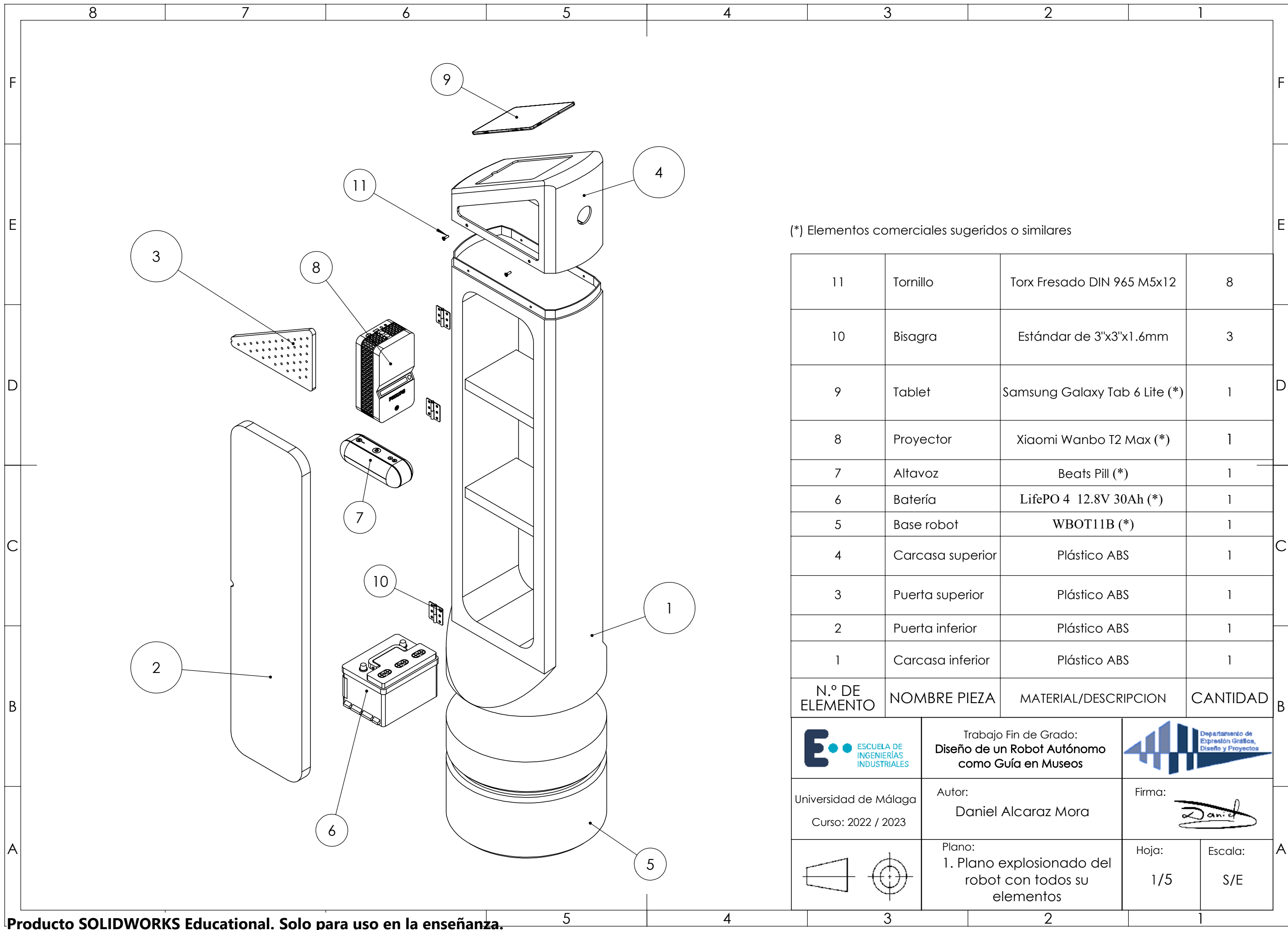
Model: A1885
23M34-01087-A

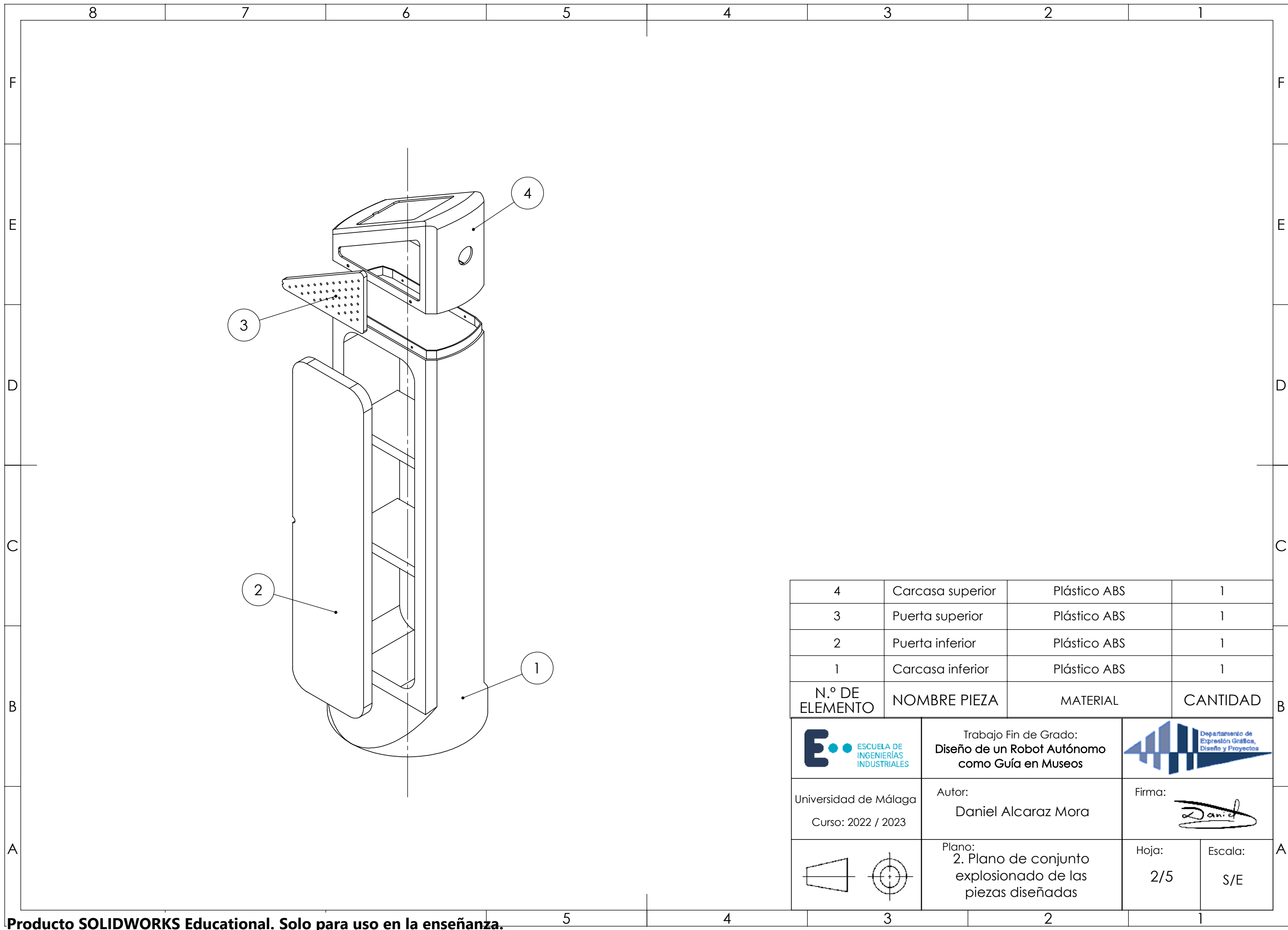
PLANOS

3

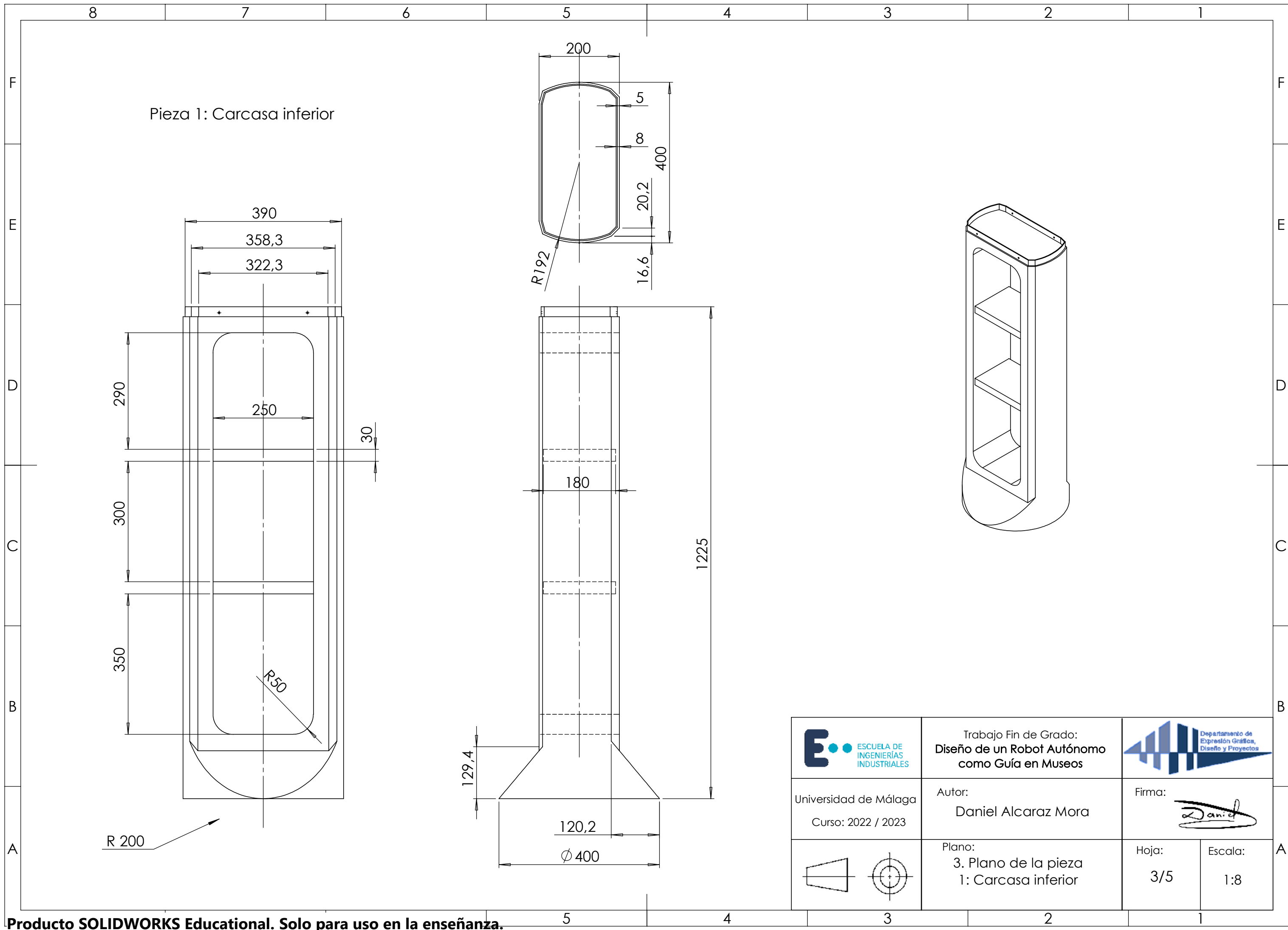
ÍNDICE DE PLANOS

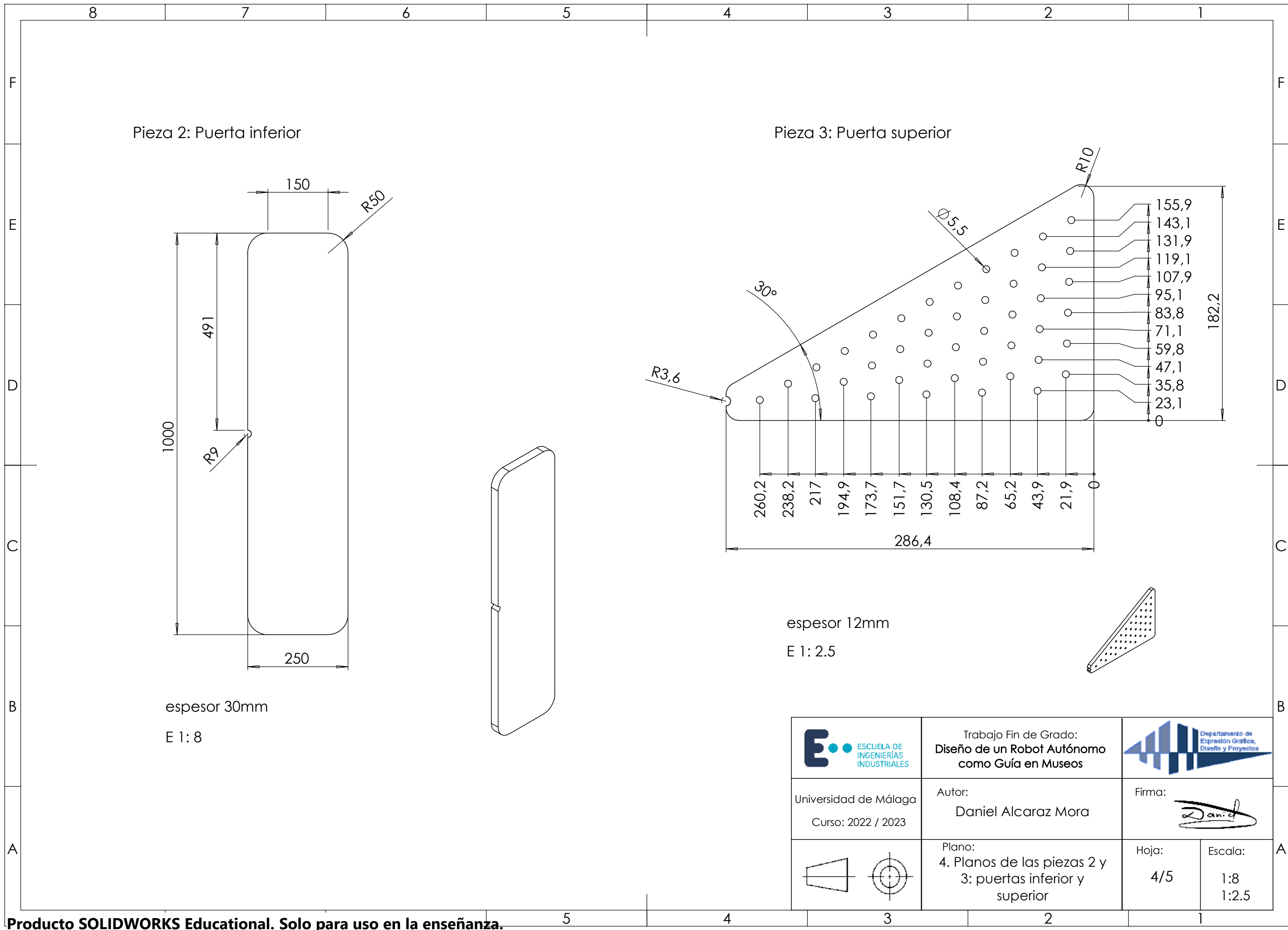
3.1. PLANO I: PLANO EXPLOSIONADO DEL ROBOT CON TODOS SUS ELEMENTOS	77
3.2. PLANO II: PLANO DE CONJUNTO EXPLOSIONADO DE LAS PIEZAS DISEÑADAS	78
3.3. PLANO III: PLANO DE LA PIEZA 1: CARCASA INFERIOR	79
3.4. PLANO IV: PLANOS DE LAS PIEZAS 2 Y 3: PUERTA INFERIOR Y SUPERIOR.....	80
3.5. PLANO V: PLANO DE LA PIEZA 4: CARCASA SUPERIOR	81

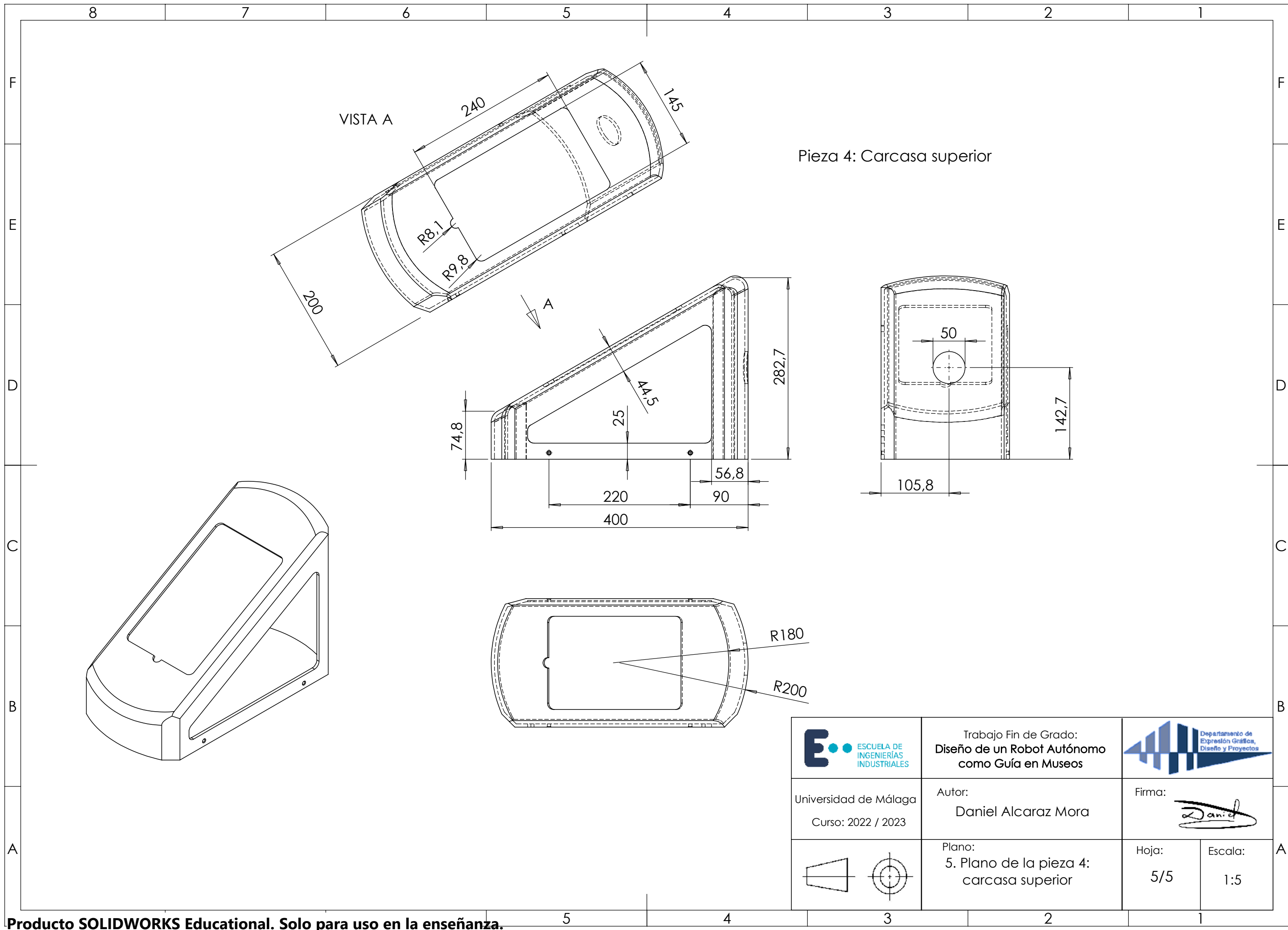


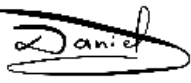
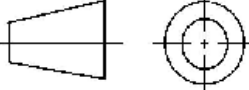


4	Carcasa superior	Plástico ABS	1
3	Puerta superior	Plástico ABS	1
2	Puerta inferior	Plástico ABS	1
1	Carcasa inferior	Plástico ABS	1
N.º DE ELEMENTO	NOMBRE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES Trabajo Fin de Grado: Diseño de un Robot Autónomo como Guía en Museos		Departamento de Expresión Gráfica, Diseño y Proyectos	
Universidad de Málaga Curso: 2022 / 2023		Autor: Daniel Alcaraz Mora Firma: 	
		Plano: 2. Plano de conjunto explosionado de las piezas diseñadas	Hoja: 2/5 Escala: S/E







	Trabajo Fin de Grado: Diseño de un Robot Autónomo como Guía en Museos		
Universidad de Málaga Curso: 2022 / 2023	Autor: Daniel Alcaraz Mora	Firma: 	
	Plano: 5. Plano de la pieza 4: carcasa superior	Hoja: 5/5	Escala: 1:5

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

4

ÍNDICE GENERAL

4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS.....	77
4.1. GENERALIDADES	79
4.1.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO	79
4.1.2. CRITERIOS PARA LAS MODIFICACIONES AL PROYECTO	80
4.1.3. NORMAS, REGLAMENTOS Y LEGISLACIÓN A CUMPLIR	80
4.2. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LAS PARTES	82
4.2.1. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL COORDINADOR DE DISEÑO	82
4.2.2. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL FABRICANTE	83
4.2.3. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS SUMINISTRADORES	83
4.2.4. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PROPIETARIO	83
4.3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	84
4.3.1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO	84
4.3.2. COMPONENTES DEL PRODUCTO	86
4.3.3. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN	87
4.3.4. MAQUINARIA Y EQUIPO.....	87
4.3.5. RECEPCIÓN DEFINITIVA DEL PRODUCTO	87
4.3.6. SERVICIO DE POSTVENTA	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3 Propiedades de la carcasa montada	86
Tabla 4 Propiedades robot completo	87

4.1. GENERALIDADES

El presente pliego de Condiciones tiene como objeto fijar las condiciones particulares de los materiales, métodos y equipos de trabajo del Proyecto del robot audioguía tratado en el presente documento, así como la enumeración de la normativa legal a las que se ha de ajustar la fabricación del producto en cuestión, para que en la ejecución de este se desarrolle con las especificaciones técnicas incluidas en la memoria y el proyecto.

Además, se establece en el presente pliego los criterios y medios con los que se pueden estimar y valorar la fabricación del producto a realizar, así como el periodo de ejecución, la fecha de inicio y de recepción de este. Por lo tanto, en este Pliego se establecen las condiciones técnicas, económicas, administrativas y legales para que el objeto del Proyecto pueda materializarse en las condiciones especificadas, evitando posibles interpretaciones diferentes de las deseadas.

El presente pliego de condiciones se basa en la Norma UNE 157001:2014 “Criterios Generales para la Elaboración de Proyectos”, apartado “9. Pliego de Condiciones”.

4.1.1. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Los documentos que la dirección Facultativa entregue al fabricante o, en su defecto, pueden tener un valor contractual o meramente informativo. Los documentos que quedan incorporados al Contrato como documentos contractuales, son los siguientes:

- Los Planos
- Las Mediciones y Presupuesto
- La Memoria
- Las especificaciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

La inclusión en el contrato de las cubriciones y mediciones no implica necesariamente su exactitud respecto a la total realidad.

Los datos sobre procedencia de materiales, condiciones locales, de maquinaria, de justificación de precios y, en general, todos los que hayan podido incluirse en la Memoria del presente Proyecto, son documentos informativos para el encargante (propietario). Por lo tanto, el Propietario podrá tener conocimiento de

ellos, pero en ningún modo podrá basarse en cualquier error u omisión en los mismos, como argumento para la obtención de modificaciones o reformados de precios o de ejecución del producto, por parte del fabricante, ya que se deberá de atener al orden establecido a los documentos básico de proyecto mostrados en este apartado.

4.1.2. CRITERIOS PARA LAS MODIFICACIONES AL PROYECTO

Únicamente se podrá permitir una modificación de proyecto cuando:

- El encargante y proyectista lleguen al acuerdo de que es necesaria dicha modificación porque supone cambios funcionales o de diseño del producto, y estos son diferentes a los requisitos de diseño establecidos en un principio.
- El fabricante documenta que no se puede llevar a efecto la construcción del producto o una parte de este debido a una circunstancia de peso, y una vez el técnico proyectista ve razonable y lógico sus premisas.

La realización de una modificación del proyecto implica obligatoriamente la necesidad de realizar un Anexo a Proyecto que fundamente los cambios necesarios en el mismo.

4.1.3. NORMAS, REGLAMENTOS Y LEGISLACIÓN A CUMPLIR

A continuación, se muestra la normativa a la cual se deberá atender:

- ISO 9001: 2015. Requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad.
- UNE-EN ISO 14001: 20145. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso”
- Directiva ROHS 2011/65/UE. Relativa a las restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). Desarrollada en Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Resolución de 26 de diciembre de 2011, del Instituto Nacional del Consumo, por la que se amplía el anexo de la Resolución de 21 de junio de 2004, por la que se acuerda la publicación de las referencias de las normas UNE EN armonizadas, en aplicación del Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto 1215/97 del 18-07-97, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, con fecha de publicación BOE 07-08-97.
- Real Decreto 780/98 del 30-04-98, que modifica el RD 39/97 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Servicios de Prevención, con fecha de publicación BOE 01-05-98.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo del 09-03- 71, con fecha de publicación BOE 11-03-71, 17-03-71 y 06-04-71.
- Orden Ministerial del 27-06-97 que desarrolla el Real Decreto 39/97, 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, con fecha de publicación BOE 04-07-97.
- UNE 1027:1995, "Dibujos técnicos. Plegado de Planos".
- UNE EN 128-1 2020, UNE EN 128-2 2020, UNE EN 128-3 2020, "Dibujos técnicos. Principios generales de representación".
- UNE 1035:1995, "Dibujos técnicos. Cuadros de rotulación".
- UNE 1039:1994, "Dibujos técnicos. Anotación. Principios generales, definiciones,
- "Métodos de ejecución e indicaciones".
- UNE 1135:1989, "Dibujos técnicos. Lista de elementos".
- UNE 50-104:1994, "Referencias bibliográficas".
- UNE 157001:2002, "Criterios generales para la elaboración de proyectos".

4.2. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LAS PARTES

4.2.1. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL COORDINADOR DE DISEÑO

Inspección y medidas previas a la finalización del producto

Si es necesario realizar un ensayo sobre el producto para cumplir con la Directiva de seguridad correspondiente, este será llevado a cabo por un Organismo de Control o laboratorio reconocido, y su designación deberá ser aprobada por la propiedad, con la ayuda y consentimiento del diseñador. Antes de comenzar la fabricación, la empresa encargada de la fabricación debe llevar a cabo una verificación de todos los elementos involucrados en la producción, incluyendo equipos y aparatos. Si se encuentran discrepancias entre las medidas realizadas en la fábrica y las que figuran en los planos, que puedan afectar a la realización adecuada de los trabajos según la normativa vigente, la empresa fabricante debe informar de estas anomalías al técnico responsable del diseño y fabricación para que se puedan realizar las correcciones necesarias.

Trabajos defectuosos

Si el técnico responsable de la coordinación entre el diseño y la fabricación del producto detecta la presencia de defectos en el proceso de fabricación del producto, tiene la autoridad de ordenar el rechazo de cualquier elemento que considere necesario, en cualquier momento antes de la recepción final, para asegurarse de que el producto cumpla con los estándares de calidad requeridos. Este técnico tiene la responsabilidad de supervisar el control del desarrollo del proyecto y puede tomar medidas para garantizar que el producto final cumpla con los requisitos establecidos.

Inalterabilidad del proyecto

El proyecto y sus anexos no pueden ser modificados a menos que el técnico competente que coordina el diseño y la fabricación renuncie expresamente a una parte del proyecto, o se rescinda el contrato de prestación de servicios en los términos y condiciones legalmente establecidos. Esto significa que cualquier cambio en el proyecto o sus anexos debe ser aprobado por el técnico competente y proyectista o por medio de un proceso legal establecido. El proyecto y sus anexos son documentos importantes y no deben ser alterados sin una razón válida y justificada.

4.2.2. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL FABRICANTE

Entendemos por fabricante la parte contratante obligada a ejecutar la fabricación del producto. El fabricante estará obligado a tener un plan de evaluación de riesgos laborales específico, que contemple el proceso de fabricación de este producto, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos de este y de las responsabilidades de todo género que se deriven. Dicho plan será responsabilidad tanto de su ejecución como de su aplicación del fabricante.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, en el transcurso de ejecución de la fabricación del producto, el fabricante se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectado el encargante ni el proyectista ni el técnico competente coordinador del diseño y fabricación, por responsabilidad en cualquier aspecto.

El fabricante será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia fabrica como en las zonas pertenecientes a la misma. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en los trabajos de fabricación del producto, cuando a ello hubiera lugar (todo ello en base a la legislación vigente).

4.2.3. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS SUMINISTRADORES

El fabricante principal será quien asuma las responsabilidades que las empresas que den acopios de materiales o partes del producto subcontratado a otro fabricante, de que estas partes o materiales cumplan con el proyecto, tanto en plazos, como características funcionales y técnicas, como medidas de seguridad y salud, medioambientales o de calidad.

4.2.4. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL PROPIETARIO

El propietario es la persona física o jurídica, pública o privada que se propone ejecutar el proyecto. El propietario sería el responsable de los accidentes que se pudieran dar en el desarrollo de éste a causa de un descuido o un mal uso por parte del público.

4.3. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

4.3.1. ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO

El producto presentado en este proyecto abarca la fabricación de un robot autónomo a partir de componentes comerciales y componentes de diseño propio. Dicho robot está compuesto por los siguientes componentes comerciales:

- Base robótica
- Tablet
- Proyector
- Altavoz
- Batería

Todo esto está montado dentro de una carcasa de diseño propio que se atornilla a la base robótica ya existente. Vamos a mostrar algunas características básicas de la carcasa de diseño propio y a continuación mostraremos las especificaciones técnicas del robot completo con todos los componentes.

Tabla 3 Propiedades de la carcasa montada

Fuente: elaboración propia

Propiedades carcasa	
Masa (kg)	50,7
Volumen (cm ³)	49753,8
Área de superficie (cm ²)	2757,1
Altura (m)	1,4
Número de piezas	2
Material	Plástico ABS

Centro de masa: (mm)

- $X = 0.96$
- $Y = 822.19$
- $Z = -1.55$

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g*mm²) medido desde el centro de masa:

- $I_x = (0.01, 1.00, 0.00)$ $P_x = 1151078355.96$
- $I_y = (-1.00, 0.01, 0.00)$ $P_y = 8602568950.17$
- $I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$ $P_z = 9335618221.63$

A continuación, mostramos las especificaciones del robot completo con sus componentes ensamblados:

Tabla 4 Propiedades robot completo

Fuente: elaboración propia

Propiedades robot	
Masa (kg)	92,6
Volumen (cm ³)	89534
Área de superficie (cm ²)	39174,9
Altura (m)	1,65
Requiere montaje	sí
Material	Plástico ABS

Centro de masa: (mm)

- $X = -213.17$
- $Y = -370.52$
- $Z = 1784.61$

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (g*mm²) medido desde el centro de masa:

- $I_x = (0.00, 1.00, 0.00)$ $P_x = 1904020350.52$
- $I_y = (-1.00, 0.00, 0.00)$ $P_y = 18849160581.14$
- $I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$ $P_z = 19574793556.43$

4.3.2. COMPONENTES DEL PRODUCTO



4.3.3. EJECUCIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN

Los productos reglados por el presente Pliego están descritos en la Memoria y definidos en los Planos y demás documentos del Proyecto.

Las disposiciones de carácter general de este Pliego quedarán asimismo vigentes para las unidades de obra que, como consecuencia de nuevas necesidades, imprevistos o modificaciones del Proyecto, fuese necesario ejecutar y no estuvieran incluidas en los documentos del mismo.

4.3.4. MAQUINARIA Y EQUIPO

Los materiales y aparatos pueden ser recolectados en los lugares designados por el contratista, excepto en los casos en los que se especifique en el presente Pliego de Condiciones una procedencia específica.

El Director Técnico debe presentar al Director de Fábrica la lista completa de los materiales y maquinaria necesaria, detallando indicaciones sobre la marca, calidades o procedencia de las mismas.

4.3.5. RECEPCIÓN DEFINITIVA DEL PRODUCTO

Finalmente, se iniciará el proceso de recepción provisional, en el que estarán presentes todas las personas involucradas en la producción del dispositivo, incluyendo al contratista, al propietario y al director de fábrica. Como resultado, se elaborará un acta que será firmada por todas las partes mencionadas. En este punto, se plantean tres posibles escenarios:

- Productos en buen estado: se comenzará el periodo de garantía de cinco años.
- Productos en estado defectuoso: esta situación quedara reflejada en el acta y se quedarán retratados los fallos observados en el mismo, además, se añadirán las instrucciones al contratista para subsanar los defectos. Fijando una fecha para la nueva entrega del producto.
- Incumplimientos de plazos por parte del contratista: en este caso quedará patente la posibilidad de rescindir la contratación incurriendo este supuesto en una pérdida de la fianza, a no ser que se estime conveniente la posibilidad de un nuevo plazo de entrega.

4.3.6. SERVICIO DE POSTVENTA

El producto contará con un servicio de atención al cliente posterior a la venta que podrá resolver cualquier incidencia derivada de la ejecución del contrato en un plazo máximo de 72 horas. Este servicio se encargará de identificar el problema y proponer una solución. Para ello, se proporcionará un número de teléfono y una dirección de correo electrónico como medios de contacto. Este servicio estará disponible durante todo el proceso de ejecución y garantizará una atención rápida y directa, así como un tiempo de respuesta y un plazo reducido para el reemplazo de piezas.

En Málaga, a 12 de junio de 2023

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Daniel', with a large, sweeping flourish underneath.

Firmado: Daniel Alcaraz Mora

MEDICIONES

5

ÍNDICE DE MEDICIONES

5. MEDICIONES.....89

5.1. GENERALIDADES 91

5.2. UNIDADES POR PRODUCTO 91

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 53 Vista esquemática del robot 91

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 5 Componentes de fabricación propia 92

Tabla 6 Componentes comerciales y normalizados.....92

5.1. GENERALIDADES

El propósito del documento de mediciones es establecer y determinar de forma precisa la unidad inicial que constituye la totalidad del producto. Este documento se fundamenta en la información contenida en los planos para asegurar su exactitud y correcta configuración.

Vamos a establecer un código único para cada pieza de forma que todas y cada una de ellas sean distinguibles e inconfundibles en su categorización.

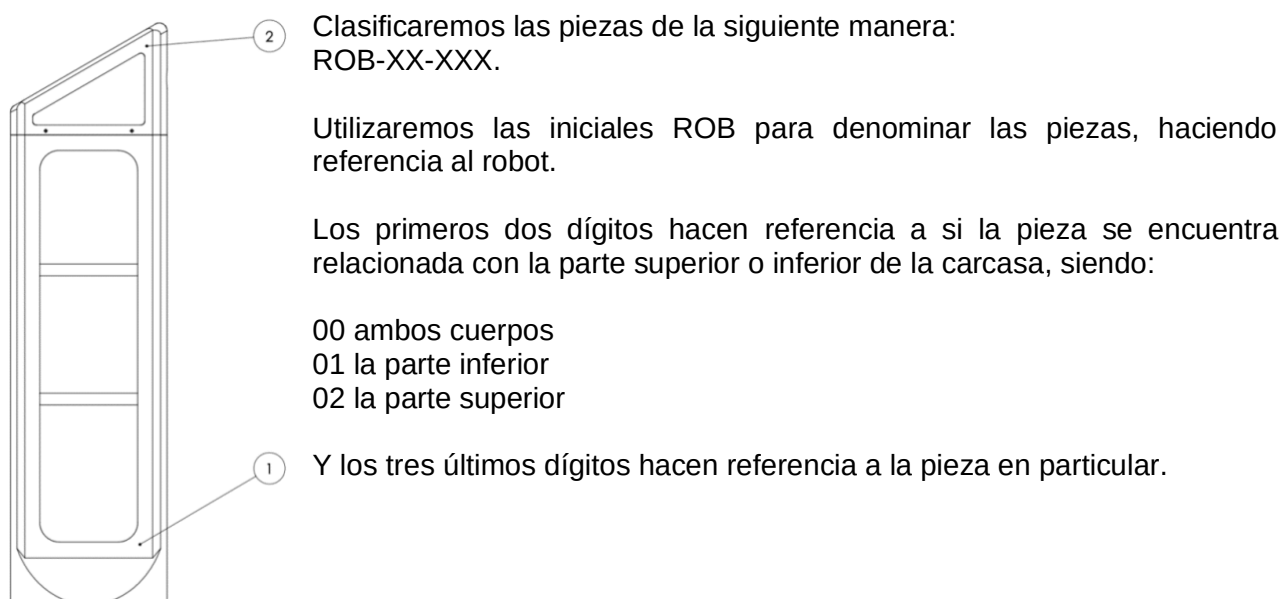


Ilustración 53 Vista esquemática del robot

Fuente: elaboración propia

5.2. UNIDADES POR PRODUCTO

A continuación, mostraremos dos tablas diferentes en las que se pueden ver los componentes de propia fabricación, y otra los componentes comerciales y normalizados.

Componentes de fabricación propia

Tabla 5 Componentes de fabricación propia

Fuente: elaboración propia

Código	Definición	Unidades	Material
ROB-01-000	Carcasa inferior	1	Plástico ABS
ROB-01-001	Puerta inferior	1	Plástico ABS
ROB-02-002	Carcasa superior	1	Plástico ABS
ROB-02-003	Puerta superior	1	Plástico ABS

Componentes comerciales y normalizados

Tabla 6 Componentes comerciales y normalizados

Fuente: elaboración propia

Código	Definición	Unidades	Descripción
ROB-01-004	Base Robot	1	WBOTIB (*)
ROB-01-005	Batería	1	LifePO 4 12.8V 30Ah (*)
ROB-01-006	Altavoz	1	Beats Pill (*)
ROB-02-007	Proyector	1	Xiaomi Wanbo T2 Max (*)
ROB-02-008	Tablet	1	Samsung Galaxy Tab 6 Lite (*)
ROB-00-009	Bisagra	3	Estándar de 3"3"x1.6mm
ROB-00-010	Tornillo	8	Tor Fresado DIN 965 M5x12

(*) Elementos sugeridos o similares

En Málaga, a 12 de junio de 2023



Firmado: Daniel Alcaraz Mora

PRESUPUESTO

6

ÍNDICE DE PRESUPUESTO

6. PRESUPUESTO	93
6.1. GENERALIDADES	95
6.2. PRESUPUESTO DETALLADO.....	95
6.3. IMPACTO DEL COSTE DE LOS COMPONENTES.....	96

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7 Componentes de fabricación propia	95
Tabla 8 Componentes comerciales y normalizados.....	95
Tabla 9 Precio componentes de fabricación propia	96
Tabla 10 Precio componentes comerciales y normalizados.....	96
Tabla 11 Precio total del producto.....	96
Tabla 12 Precio final del producto	96

6.1. GENERALIDADES

La misión del presente documento es determinar el coste económico en unidades monetarias de la ejecución del objeto del proyecto, teniendo en cuenta que es necesario la especificación de las partidas ejecutadas por la contrata.

Este documento se basa en el anterior documento de mediciones, recogiendo por tanto la misma nomenclatura. Encontraremos dos tipos de cuadro de precios:

- Cuadro de precios unitarios de materiales, mano de obra y elementos auxiliares.
- Cuadro de precios unitarios de las unidades de obra, de acuerdo con el documento de mediciones.

6.2. PRESUPUESTO DETALLADO

El presupuesto detallado nos da una aproximación de los costes que supondrán la fabricación del producto expuesto en este TFG. Definiremos los precios unitarios del producto, además de incluir el personal necesario y los medios materiales para su ejecución. Mostramos a continuación las tablas con los elementos de fabricación propia y comercial que son necesarios para montar una unidad, suponemos un lote de 100 unidades:

Componentes de fabricación propia

Tabla 7 Componentes de fabricación propia
Fuente: elaboración propia

Código	Definición	Unidades	Material
ROB-01-000	Carcasa inferior	1	Plástico ABS
ROB-01-001	Puerta inferior	1	Plástico ABS
ROB-02-002	Carcasa superior	1	Plástico ABS
ROB-02-003	Puerta superior	1	Plástico ABS

Componentes comerciales y normalizados

Tabla 8 Componentes comerciales y normalizados
Fuente: elaboración propia

Código	Definición	Unidades	Descripción
ROB-01-004	Base Robot	1	WBOTIB (*)
ROB-01-005	Batería	1	LifePO 4 12.8V 30Ah (*)
ROB-01-006	Altavoz	1	Beats Pill (*)
ROB-02-007	Proyector	1	Xiaomi Wanbo T2 Max (*)
ROB-02-008	Tablet	1	Samsung Galaxy Tab 6 Lite (*)
ROB-00-009	Bisagra	3	Estándar de 3"3"x1.6mm
ROB-00-010	Tornillo	8	Tor Fresado DIN 965 M5x12

(*) Elementos sugeridos o similares

6.3. IMPACTO DEL COSTE DE LOS COMPONENTES

Tabla 9 Precio componentes de fabricación propia
Fuente: elaboración propia

Código	Definición	Unidades	Precio €
ROB-01-000	Carcasa inferior	1	9027,43
ROB-01-001	Puerta inferior	1	197,41
ROB-02-002	Carcasa superior	1	508,05
ROB-02-003	Puerta superior	1	32,22
TOTAL			9.765,11€

Tabla 10 Precio componentes comerciales y normalizados
Fuente: elaboración propia

Código	Definición	Unidades	Precio €
ROB-01-004	Base Robot	1	2610,58
ROB-01-005	Batería	1	299,99
ROB-01-006	Altavoz	1	212,15
ROB-02-007	Proyector	1	189
ROB-02-008	Tablet	1	369
ROB-00-009	Bisagra	3	3,72
ROB-00-010	Tornillo	8	1,74
TOTAL			3.686,18€

El precio total del producto queda en:

Tabla 11 Precio total del producto
Fuente: elaboración propia

Tipos de piezas	Precio €
Componentes de fabricación propia	3.686,18€
Componentes comerciales	3.686,18€
TOTAL	13.451,29 €

Si tenemos en cuenta un beneficio industrial del 6% y un IVA del 21% se nos queda así el precio final del producto:

Tabla 12 Precio final del producto
Fuente: elaboración propia

Beneficio industrial	807,08€
IVA	2.825,40€
PVP	17.083,77€

En Málaga, a 12 de junio de 2023



Firmado: Daniel Alcaraz Mora

REFERENCIAS

- [1] Chen, C., Lai, F., & Hua, K. (2019). A linkage between Internet use and tourism activities. *Current Issues in Tourism*.
- [2] Wu, G., Hong, J., & Thakuriah, P. (2021). Investigating the temporal changes in the relationships between time spent on the internet and non-mandatory activity-travel time use. *Transportation*.
- [3] ELMUNDO. «Robots que ejercen como camareros: cuando la ficción se convierte en realidad», 29 de agosto de 2022. <https://www.elmundo.es/andalucia/2022/08/29/630b25ea21efa02b048b45be.html>.
- [4] Nechita, F., & Rezeanu, C. (2019). Augmenting Museum Communication Services to Create Young Audiences. *Sustainability*.
- [5] Chou, L., Wu, C., Ho, S., Lee, C., & Chen, J. (2004). Requirement analysis and implementation of palm-based multimedia museum guide systems. 18th International Conference on Advanced Information Networking and Applications, 2004. AINA 2004.
- [6] Hanquinet, L., & Savage, M. (2012). 'Educative leisure' and the art museum. *museum and society*.
- [7] Jørgen, Riber, Christensen. (2011). Four steps in the history of museum technologies and visitors' digital participation. *MedieKultur: Journal of Media and Communication Research*, 27(50):23-. doi: 10.7146/MEDIEKULTUR.V27I50.2982.
- [8] Grrr.nl. «Stedelijk Museum Amsterdam | History». Accedido 8 de febrero de 2023. <https://www.stedelijk.nl/en/museum/history>.
- [9] Audio Guide System AG-600
<http://www.soolai.com/en/products/Audio%20Guide%20System%20AG-600.htm>
- [10] El Museo del Louvre cambia sus audioguías por consolas Nintendo 3DS
<https://www.nintendo.es/Noticias/2012/El-Museo-del-Louvre-cambia-sus-audioguías-por-consolas-Nintendo-3DS-253622.html>
- [11] iPod-AudioGuide
Tourismus
<https://www.myswitzerland.com/es-es/descubrir-suiza/ipod-audioguide/>
- [12] Smithsonian Brings Historic Specimens to Life in Free "Skin and Bones" Mobile App
Smithsonian Institution
<https://www.si.edu/newsdesk/releases/smithsonian-brings-historic-specimens-life-free-skin-and-bones-mobile-app>
- [13] soporte. «Áppside en el Museo Carmen Thyssen». Fundación Orange, 15 de noviembre de 2014. <https://fundacionorange.es/appside-en-el-museo-carmen-thyssen/>.
- [14] Carvajal, Doreen. «Let a Robot Be Your Museum Tour Guide». *The New York Times*, 14 de marzo de 2017, sec. Arts. <https://www.nytimes.com/2017/03/14/arts/design/museums-experiment-with-robots-as-guides.html>.

- [15] BBC News. «After Hours Robots to Explore Tate». Accedido 9 de febrero de 2023. <https://www.bbc.com/news/av/technology-28742582>.
- [16] TourMaG.com, le média spécialiste du tourisme francophone. «Norio, le guide robot du château d'Oiron». Accedido 9 de febrero de 2023. https://www.tourmag.com/Norio-le-guide-robot-du-chateau-d-Oiron_a70889.html.
- [17] Sidner CL, Kidd CD, Lee C, et al. Where to look: a study of human-robot engagement. Proceedings of the 9th International Conference on Intelligent User Interfaces; 2004 Jan; Funchal, Madeira, Portugal; p. 78–84. [DOI:10.1145/964442.964458](https://doi.org/10.1145/964442.964458)
- [18] Goetz J, Kiesler S, Powers A. Matching robot appearance and behavior to tasks to improve human-robot cooperation. The 12th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication, 2003. Proceedings. ROMAN 2003; 2003 Nov; p. 55–60. [DOI:10.1109/ROMAN.2003.1251796](https://doi.org/10.1109/ROMAN.2003.1251796)
- [19] Wiltshire, T., Lobato, E., Garcia, D., Fiore, S., Jentsch, F., Huang, W., & Axelrod, B. (2015). Effects of Robotic Social Cues on Interpersonal Attributions and Assessments of Robot Interaction Behaviors. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting.
- [20] Velentza, Anna-Maria, Dietmar Heinke, y Jeremy Wyatt. «Museum Robot Guides or Conventional Audio Guides? An Experimental Study». *Advanced Robotics* 34, n.º 24 (16 de diciembre de 2020): 1571-80. <https://doi.org/10.1080/01691864.2020.1854113>.
- [21] American Chemistry Council. (2021). Plastics and the environment. <https://plastics.americanchemistry.com/Plastics-and-the-Environment/>
- [22] Rodríguez Ruíz, Yordán, y Elizabeth Pérez Mergarejo. «Procedimiento ergonómico para la prevención de enfermedades en el contexto ocupacional». *Revista Cubana de Salud Pública* 40, n.º 2 (junio de 2014): 276-82.