

Datos generales

Nombre del equipo proponente: Delta Assistance

Integrantes:

- Jesús Alejandro Sarao Sánchez
- José Andrés Chin Cantillo
- Haydee Alejandra Vázquez Guillen
- Mirely Guadalupe Yam Cruz
- María Regina Ruiz Pinto
- Miguel Agustín Ulin Mena

Carrera: Ingeniería Biomédica

Semestre: 5° semestre

Asignatura: Proyectos V

Profesor: Patricia Yolanda Contreras Pool

Idea del proyecto

La aplicación propuesta es una plataforma modular de comunicación y control diseñada para responder a las necesidades específicas de dos usuarias con movilidad y comunicación limitada. Desde su inicio, el sistema presenta una interfaz intuitiva y personalizada, donde cada usuaria puede seleccionar su perfil mediante tarjetas ilustradas con su nombre y un ícono representativo de su método de control.

Al elegir su perfil, la aplicación recuerda automáticamente los parámetros de calibración personalizados y despliega una pantalla de iconos accesibles, adaptada a sus capacidades motoras y cognitivas.

Control para Emilia

Para Emilia, se proponen dos posibles soluciones de control dentro de esta fase de desarrollo:

1. Opción EMG (Electromiografía superficial):

Consiste en la colocación de electrodos estratégicamente posicionados sobre los músculos responsables de la abducción y aducción del pie, así como sobre los músculos que controlan la flexión y extensión de los dedos.

Durante la calibración, Emilia realiza tres gestos voluntarios (abducción, aducción y movimiento de dedos).

La aplicación mide en tiempo real la señal EMG y define umbrales personalizados para cada gesto. Una vez calibrado el sistema, un servicio en segundo plano capta continuamente las señales EMG y emite eventos cuando se supera un umbral, asociando cada gesto con una acción específica (izquierda, derecha o confirmar).

Este flujo permite a Emilia desplazarse por la interfaz y confirmar opciones mediante movimientos del pie o de los dedos.

2. Opción FlexiForce (calceta sensorizada):

Como alternativa al sistema EMG, se plantea una calceta sensorizada con un FlexiForce colocado de la planta hacia la punta del pie. Este sensor detecta la presión ejercida por el pie o los dedos, enviando la señal al módulo de procesamiento para traducirla en comandos equivalentes a los del sistema EMG.

Esta opción busca ofrecer una solución menos invasiva y más práctica, facilitando su uso diario, mantenimiento y calibración.

En ambas propuestas, se contempla la posibilidad de implementar transmisión inalámbrica mediante Bluetooth, reduciendo el número de cables y mejorando la comodidad de la usuaria.

3. Opción Touchpad/Joystick (panel táctil)

Esta alternativa aprovecha la destreza y el control fino que Emilia mantiene en los dedos de los pies. Consiste en un pequeño panel táctil o joystick de sensibilidad ajustable, integrado en una base estable donde la usuaria puede apoyar el pie. El sistema reconoce los desplazamientos y presiones realizadas con los dedos, interpretándolos como gestos direccionales o de confirmación. Durante la calibración, Emilia realiza movimientos suaves en distintas direcciones (izquierda, derecha, arriba, abajo) y un toque o presión prolongada para confirmar una selección.

Control para Gabriela

En el caso de Gabriela, al seleccionar su perfil la aplicación guía al cuidador para colocar correctamente la cámara frontal, asegurando la detección de la región ocular. Luego se ejecuta una rutina de calibración de mirada, mostrando una cuadrícula (por definir, posiblemente 7×7) para que Gabriela fije la vista en distintos puntos. Una vez calibrado, la interfaz muestra botones grandes, con íconos y texto legible.

Para Emilia, los eventos EMG o de presión con FlexiForce desplazan un foco resaltado sobre los íconos, y un gesto o presión prolongada confirma la selección.

Para Gabriela, un cursor semitransparente sigue el movimiento de la mirada; al mantener la vista sobre un botón por un tiempo definido, se ejecuta la acción. También puede usar un parpadeo voluntario robusto como confirmación rápida.

El sistema incluye un menú de ajustes para recalibración, cambio de sensibilidad y selección de perfil sin reiniciar la aplicación. Además, los cuidadores pueden instalar la app en sus dispositivos para recibir notificaciones de solicitudes o necesidades detectadas por las usuarias.

También se prevé la integración con dispositivos de audio inteligentes (como Alexa) para reproducir mensajes o alertas audibles que mejoren la comunicación en el entorno doméstico o clínico.

Diseño mecánico adaptativo

Paralelamente, se desarrollará un sistema mecánico modular compuesto por una silla de ruedas y una carriola ergonómica, diseñadas conforme a las especificaciones y necesidades de las usuarias y sus cuidadores.

Ambos modelos estarán construidos con materiales ligeros y resistentes, priorizando la facilidad de plegado, transporte y limpieza. El diseño integrará un mecanismo de ajuste de altura que permita elevar o descender la posición de la paciente de forma segura, optimizando tanto la comodidad como la ergonomía del cuidador durante las actividades diarias.

Este componente físico complementa la interfaz digital, promoviendo una solución integral que

combina asistencia física, interacción intuitiva y comunicación aumentada, enfocada en mejorar la autonomía y calidad de vida de las usuarias.

Objetivo

General

- **Desarrollar** una silla de ruedas personalizada con interfaz de comunicación para pacientes con discapacidad motriz severa, que mejore su calidad de vida y reduzca la carga física de los cuidadores.

Específicos

- **Analizar** las limitaciones de las sillas de ruedas convencionales en casos de discapacidad motriz severa.
- **Identificar** las necesidades posturales, ergonómicas y de movilidad de las pacientes.
- **Diseñar** un prototipo de silla de ruedas compacta, ligera y ajustable.
- **Evaluar** la funcionalidad del prototipo en condiciones de uso real.
- **Proponer** un modelo replicable aplicable a otros pacientes con características similares.

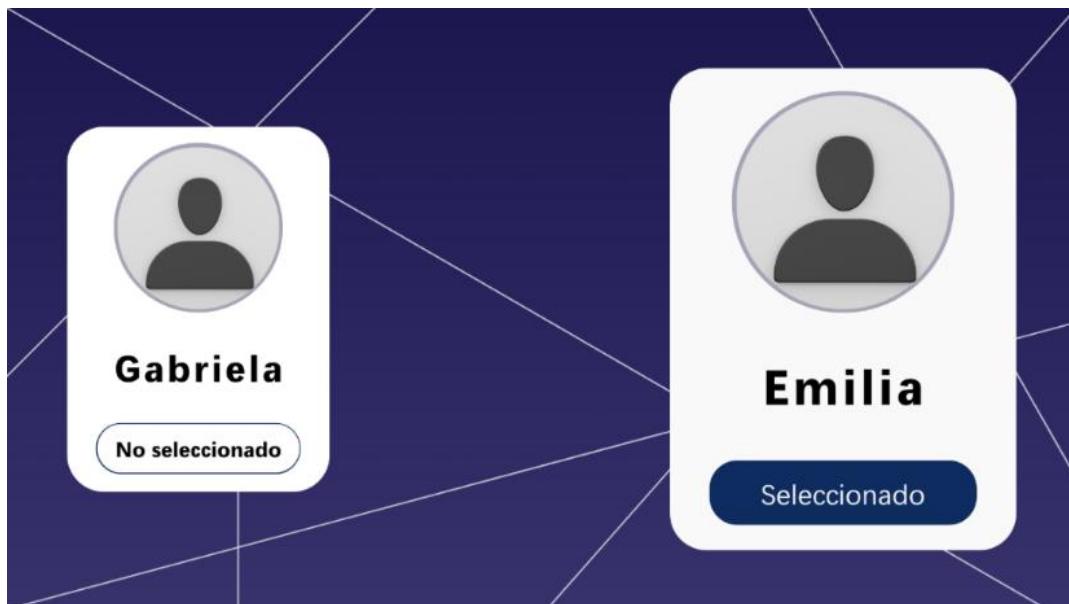
Diseño del proyecto

Interfaz

El proceso de diseño para el borrador conceptual de la interfaz de inicio de la aplicación para control EMG, FlexiForce y seguimiento ocular se centró en la visualización y la interacción inicial del usuario. Comenzó con la comprensión del problema y del usuario, donde se identificó una necesidad: permitir que las dos usuarias puedan seleccionar su perfil correspondiente a EMG, FlexiForce, o seguimiento ocular. La meta es hacer esta selección lo más intuitiva y libre de obstáculos posible para las dos usuarias, con sus nombres y fotos en pantalla para cada perfil.

Posteriormente, se empezó con el bocetado y wireframing de baja fidelidad. Aquí, las ideas iniciales se plasman rápidamente en papel o herramientas digitales básicas, explorando diferentes layouts para la pantalla de selección. Se hicieron pruebas de diferentes disposiciones de elementos y fondos, al final se optó por un candidato final para la interfaz de selección.

Se eligió un fondo azul oscuro contrastado con las tarjetas claras para que el botón sea prominente y visible para las dos usuarias, aunque las modificaciones son posibles. El objetivo de este borrador es comunicar la idea principal de la interacción y estética conceptual propuesta antes de empezar con el desarrollo completo de la aplicación.

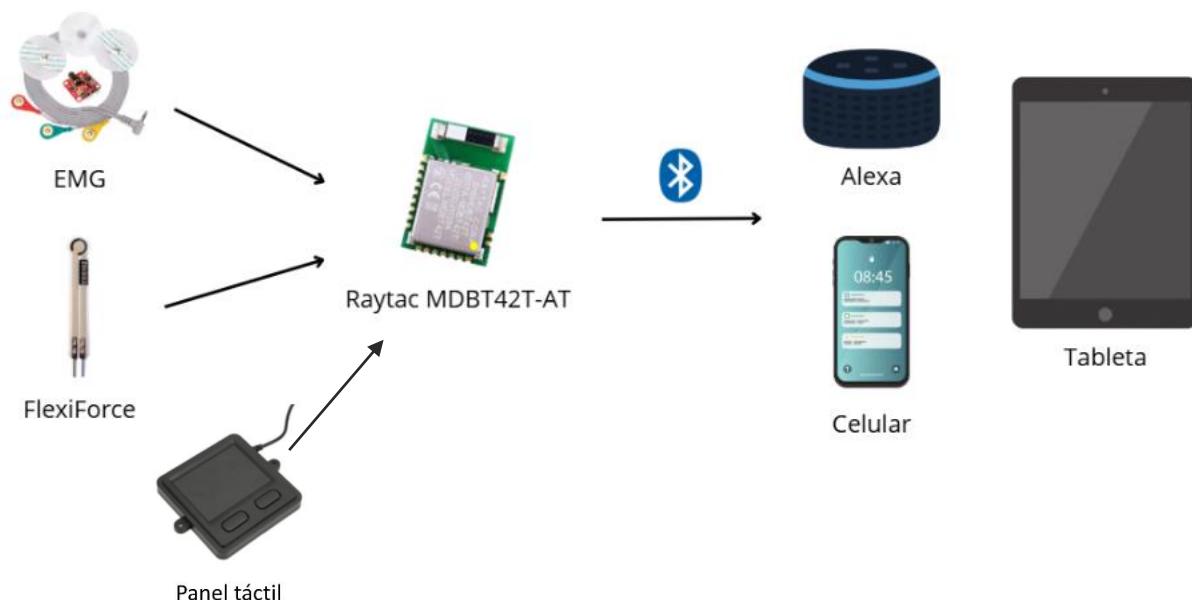


Electrónica

Para Emilia, se realizará una sesión de evaluación destinada a determinar cuál de las tres alternativas de control resulta más adecuada: electromiografía superficial (EMG), sensor de presión FlexiForce o panel táctil/joystick. En el caso del panel táctil o joystick, los movimientos y presiones ejercidas por los dedos del pie serán convertidos en señales eléctricas proporcionales a la dirección o intensidad del gesto.

Estas señales serán procesadas por el módulo Raytac MDBT42T-AT, encargado de interpretar los valores capturados, realizar la conversión analógico-digital (ADC) y transmitir los datos de forma inalámbrica vía Bluetooth.

El dispositivo móvil (celular o tableta) recibirá la información enviada por el módulo, interpretando los gestos como comandos de izquierda, derecha o seleccionar, lo que permitirá a Emilia interactuar de manera fluida y autónoma con la interfaz de comunicación.



Para Gabriela se realizará el sistema de seguimiento ocular (Eye Tracking), se contempla el desarrollo de un diseño 3D de gafas personalizadas que sirvan como soporte para una cámara infrarroja. Este conjunto permitirá capturar el movimiento de la pupila y traducirlo en acciones dentro del entorno digital, con el objetivo de mejorar la comodidad y la independencia del usuario, se busca convertir este sistema en un dispositivo totalmente wearable, integrando la cámara infrarroja con un módulo Wifi capaz de transmitir la imagen en tiempo real con la menor latencia posible.

No obstante, se prevé realizar pruebas experimentales para evaluar la calidad de transmisión y el retardo (delay) en la señal de video, asegurando una detección precisa del movimiento ocular y una experiencia de control fluida.



Mecánica

El diseño conceptual de la silla de ruedas y la carriola se enfocará en combinar comodidad, seguridad y practicidad tanto para las usuarias como para sus cuidadores. Se plantea una estructura ligera y resistente, utilizando materiales como aluminio o aleaciones livianas que permitan un fácil transporte y manipulación sin comprometer la durabilidad.

Se incorporará un mecanismo de plegado rápido, facilitando su almacenamiento y traslado en distintos entornos, y asegurando que el dispositivo pueda ser manipulado por una sola persona sin esfuerzo excesivo. Además, se considerará un sistema de ajuste de altura, que permita elevar o descender la posición de la usuaria de manera segura, adaptándose a distintas tareas diarias y optimizando la ergonomía de los cuidadores.

El diseño también tomará en cuenta la distribución del peso, estabilidad y seguridad, incluyendo apoyabrazos, reposapiés y respaldos ajustables. Adicionalmente, se integrará un soporte liviano para tableta o celular, permitiendo que la usuaria o el cuidador pueda visualizar y controlar la interfaz digital de forma cómoda y segura. Asimismo, se contemplará un espacio de almacenamiento para guardar artículos de uso diario o dispositivos necesarios para la paciente, como la aspiradora que utiliza Emilia, insumos médicos y otros objetos personales.

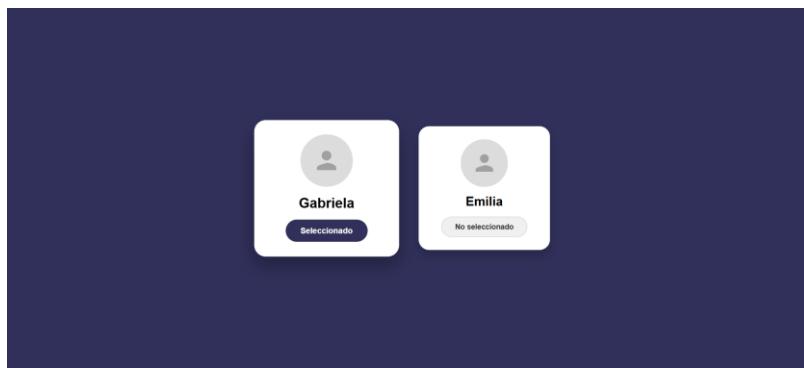
La combinación de estos elementos busca crear un prototipo funcional que pueda integrarse con la interfaz digital, asegurando que la experiencia del usuario sea cómoda, intuitiva y eficiente.



Simulación y/o adelante del proyecto

Para la validación de la solución propuesta, se optó por desarrollar un adelanto funcional del proyecto en lugar de una simulación. Este adelanto se centra en la interfaz de usuario (UI), que es un componente crítico para la interacción del paciente o usuario. Este prototipo web funcional sirve como una validación tangible del diseño conceptual, permitiéndonos evaluar la eficacia de la interacción y la retroalimentación visual.

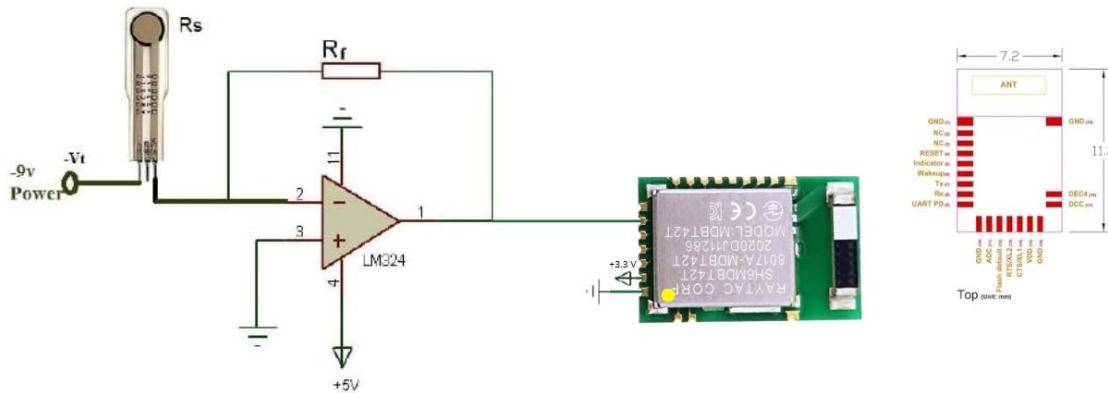
El prototipo se desarrolló utilizando HTML para la estructura, CSS para el diseño visual y las animaciones, y JavaScript para gestionar la interactividad (la lógica de selección).



Círculo

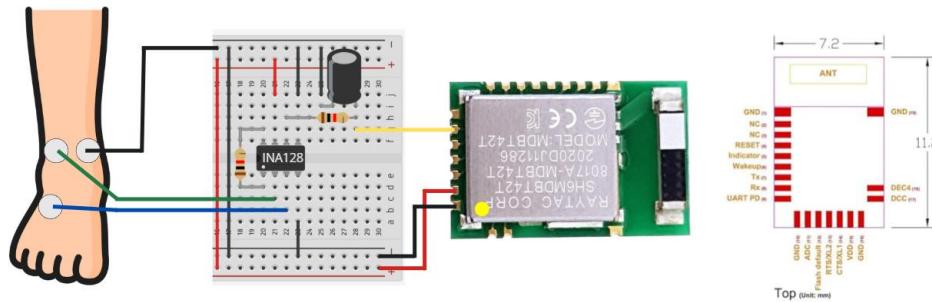
FlexiForce: Este módulo emplea un sensor FlexiForce conectado a un amplificador operacional LM324 en configuración de ganancia ajustable mediante la resistencia de realimentación (R_f). Su función es amplificar la señal analógica generada por la presión del pie al moverse hacia arriba o abajo.

El sistema se alimenta a 5 V y envía la señal amplificada al módulo BLE MDBT42T-AT, que transmite los datos al dispositivo receptor. El sensor estará integrado en una calceta inteligente, permitiendo detectar movimientos de dorsiflexión y plantiflexión del pie, usados como comandos en la interfaz del sistema.



EMG: El módulo EMG capta la actividad muscular del tobillo mediante electrodos de superficie, amplificada con un INA128 y filtrada por un filtro analógico pasa bajas de 10 Hz. En el procesamiento digital, se aplica un filtro de valor absoluto y la técnica de envolvente, mejorando la interpretación del patrón de movimiento (aducción o abducción). El resultado se envía también por Bluetooth al mismo tipo de módulo receptor, que traduce la acción muscular en comandos de control para la interfaz principal del dispositivo.

Ambos sistemas permiten una comunicación inalámbrica de baja latencia y consumo, facilitando la integración ergonómica en dispositivos portátiles asistivos.

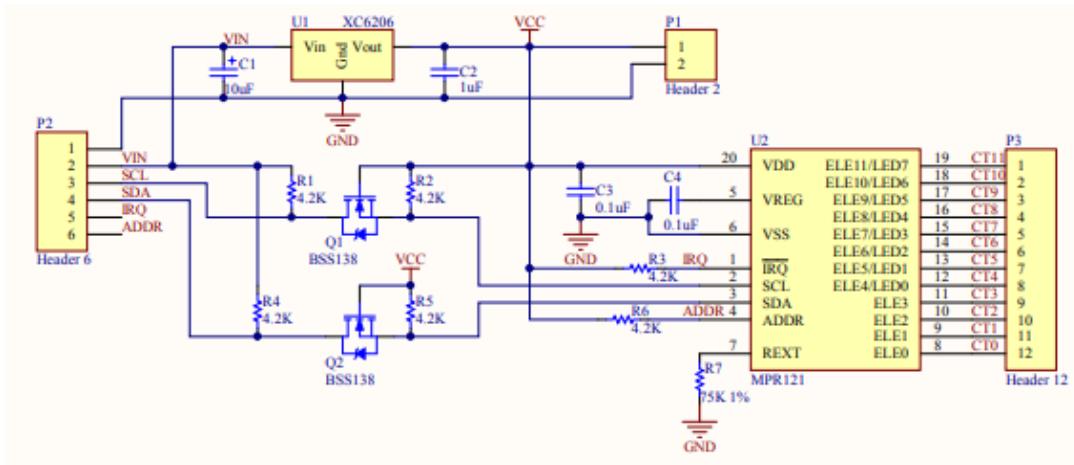


Panel Táctil: Se utilizará un módulo MPR121, un controlador táctil capacitivo de 12 canales. Este dispositivo permite detectar toques o proximidad en superficies conductoras, funcionando como un panel táctil sensible al contacto.

El sistema cuenta con un regulador de voltaje XC6206 para estabilizar la alimentación, y dos transistores BSS138 que actúan como conversores de nivel lógico entre el microcontrolador y el MPR121, garantizando compatibilidad entre tensiones de 3.3V y 5V. Además, los condensadores (C1–C4) proporcionan filtrado y estabilidad en la señal.

Las líneas SCL y SDA permiten la comunicación I2C, mediante la cual el microcontrolador puede leer los eventos táctiles detectados en los 12 electrodos del MPR121, identificando la posición del toque.

Este módulo se integra en el proyecto como una interfaz alternativa o complementaria para permitir la selección o control táctil de opciones dentro del sistema de asistencia, brindando una interacción intuitiva y sin esfuerzo físico.



Características

Describir los componentes definitivos que se emplearán en el desarrollo del proyecto, como resultado de los resultados de simulación. Incluir los costos de fabricación del prototipo.

Emilia:

Opción EMG

Componente	Descripción	Costo
Electrodos	Capturan la actividad eléctrica de los músculos del pie y los dedos.	\$180
Acondicionamiento de la señal	Amplifica, filtra y estabiliza la señal proveniente del sensor para garantizar una lectura precisa	\$350
Módulo Raytac MDBT42T-AT (BLE + ADC)	Convierte la señal analógica en digital y la envía por Bluetooth.	\$450
Batería recargable Li-Po + cargador	Alimenta el sistema portátil y permite recargarlo.	\$350
Correas y soporte ergonómico	Fijan los electrodos al pie sin generar molestias	\$300
Ensamble y calibración	Montaje y ajuste del sistema según la respuesta de la usuaria.	\$600

Opción FlexiForce

Componente	Descripción	Costo
FlexiForce	Detecta la presión ejercida por el pie o los dedos	\$250
Circuito condicionador	Ajusta y amplifica la señal del sensor	\$350
Módulo Raytac MDBT42T-AT (BLE + ADC)	Digitaliza y transmite la señal vía Bluetooth.	\$450
Calceta sensorizada personalizada	Calceta con el sensor integrado en la punta	\$200
Batería recargable	Fuente portátil para el módulo	\$300
PCB y montaje	Placa de conexión para el sensor y el transmisor.	\$600
Ensamble y calibración	Configuración de umbrales de presión.	\$250

Opción Panel Táctil

Componente	Descripción	Costo
Touchpad / Joystick	Detecta los movimientos o presiones de los dedos del pie.	\$500
Interfaz lectora	Convierte las señales del panel en datos interpretables.	\$300
Base impresa 3D	Soporte estable y cómodo para el panel táctil.	\$300
Batería recargable	Fuente de energía del sistema.	\$200
PCB y montaje		\$600

Gabriela: (Sistema de eye-tracking)

Componente	Descripción	Costo
Cámara infrarroja	Detecta el movimiento ocular mediante luz infrarroja.	\$360
Módulo Wi-Fi	Transmite las imágenes del ojo al dispositivo móvil.	\$600
Calibración y pruebas	Ajuste de la cámara y parámetros de precisión.	\$320
Procesador local	Realiza el análisis de imagen y seguimiento ocular.	\$900
Batería recargable	Alimenta el sistema de las gafas.	\$450
PCB y ensamble	Integra las conexiones eléctricas del sistema.	\$650

Ambas usuarias: Estructura y Mecanismo

Componente	Descripción	Costo
Estructura metálica de la silla	Chasis principal fabricado en acero tubular	\$1200
Tela y espuma	Material para asiento y respaldo	\$600
Ruedas	Conjunto de dos ruedas	\$500
Tornillos, remaches y herrajes	Elementos mecánicos de unión y refuerzo	\$200

Pintura y acabados	Protección anticorrosiva y estética.	\$150
--------------------	--------------------------------------	-------