

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE
Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

Sustentabilidad y tecnología

PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)
Programa de desarrollo tecnológico para sustentabilidad ambiental,
energética y alimentaria I



ITESO, Universidad
Jesuita de Guadalajara

4D08A Programa de desarrollo tecnológico para sustentabilidad ambiental
energética y alimentaria I

RoboMesha

PRESENTAN

Programas educativos y Estudiantes
Lic. Ingeniería Mecánica. Álvaro Villaseñor Padilla

Profesor PAP: Jorge Alberto Lizárraga Rodríguez
Tlaquepaque, Jalisco, abril 2025

ÍNDICE

Contenido

REPORTE PAP	2
Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional	2
Resumen	0
1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional.....	0
1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto	0
1.2 Caracterización de la organización.....	1
1.3 Identificación de la(s) problemática(s)	1
1.4. Planeación de alternativa(s).....	2
1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora	3
1.6. Valoración de productos, resultados e impactos	11
1.7. Bibliografía y otros recursos	12
1.8. Anexos generales	12
2. Productos	13
3. Reflexión crítica y ética de la experiencia.....	17
3.1 Sensibilización ante las realidades	17
3.2 Aprendizajes logrados	18

REPORTE PAP

Presentación Institucional de los Proyectos de Aplicación Profesional

[Este texto deberá aparecer en todos los RPAP]

Los Proyectos de Aplicación Profesional (PAP) son experiencias socio-profesionales de los alumnos que desde el currículo de su formación universitaria- enfrentan retos, resuelven problemas o innovan una necesidad sociotécnica del entorno, en vinculación (colaboración) (co-participación) con grupos, instituciones, organizaciones o comunidades, en escenarios reales donde comparten saberes.

El PAP, como espacio curricular de formación vinculada, ha logrado integrar el Servicio Social (acorde con las Orientaciones Fundamentales del ITESO), los requisitos de dar cuenta de los saberes y del saber aplicar los mismos al culminar la formación profesional (Opción Terminal), mediante la realización de proyectos profesionales de cara a las necesidades y retos del entorno (Aplicación Profesional).

El PAP es un proceso acotado en el tiempo en que los estudiantes, los beneficiarios externos y los profesores se asocian colaborativamente y en red, en un proyecto, e incursionan en un mundo social, como actores que enfrentan verdaderos problemas y desafíos traducibles en demandas pertinentes y socialmente relevantes. Frente a éstas transfieren experiencia de sus saberes profesionales y demuestran que saben hacer, innovar, co-crear o transformar en distintos campos sociales.

El PAP trata de sembrar en los estudiantes una disposición permanente de encargarse de la realidad con una actitud comprometida y ética frente a las disimetrías sociales. En otras palabras, se trata del reto de “saber y aprender a transformar”.

El Reporte PAP consta de tres componentes:

El primer componente refiere al ciclo participativo del PAP, en donde se documentan las diferentes fases del proyecto y las actividades que tuvieron lugar durante el desarrollo de este y la valoración de las incidencias en el entorno.

En caso de requerirse alguna adecuación al nombre de las fases propuestas para este componente, se puede realizar siempre y cuando sea complementario a lo ya establecido.

El segundo componente presenta los productos elaborados de acuerdo con su tipología.

El tercer componente es la reflexión crítica y ética de la experiencia, el reconocimiento de las competencias y los aprendizajes profesionales que el estudiante desarrolló en el transcurso de su labor.

Resumen

El programa de Programa de desarrollo tecnológico para sustentabilidad ambiental energética y alimentaria I con el proyecto RoboMesha tiene como objetivo: Documentar el desarrollo del diseño mecánico del robot RoboMesha, incluyendo modelado, rediseño, planos y consideraciones estructurales. Este proyecto destaca puesto que requiere del desarrollo de procesos de medición, diseño y construcción de un robot que, en colaboración con área de control, interfaz y electrónica, es capaz de realizar movimientos controlados por el usuario. Se trata de llevar nuestra visión creativa del modelo e implementarla en la realidad.

Planeación es altamente valorada y la inspiración que aporta cada miembro ante el diseño nos lleva a tomar una metodología de problema solución – idea a implementación, en este proyecto fuimos capaces de generar un avance importante para lograr el objetivo general de desarrollo de proyecto, y sentar cimiento para que otros compañeros puedan implementar sus ideas y visión.

Los resultados obtenidos de las mediciones, modelado e implementación de diseño se presentan como piezas ensambladas en CAD las cuales ya pueden ser implementadas para su construcción, con ayuda de los planos dibujados, realizar los procesos de manufactura que permiten el armado del prototipo.

1. Ciclo participativo del Proyecto de Aplicación Profesional

El PAP es una experiencia de aprendizaje y de contribución social integrada por estudiantes, profesores, actores sociales y responsables de las organizaciones, que de manera colaborativa construir sus conocimientos para dar respuestas a problemáticas de un contexto específico y en un tiempo delimitado. Por tanto, la experiencia PAP supone un proceso en lógica de proyecto, así como de un estilo de trabajo participativo y recíproco entre los involucrados.

1.1 Entendimiento del ámbito y del contexto

Actualmente el mundo de la tecnología avanza con una rapidez exponencial a lo que se observado a lo largo de la historia, con cada avance vienen ideas nuevas, que basadas en nuevas tecnologías, son capaces de ser desarrolladas e implementadas para lograr la innovación tecnológica que describe la creatividad del ser humano.

Nuestro proyecto aprovecha la rama del desarrollo de robots y la implementación de métodos de control y modelado para lograr un objetivo creativo que impulse nuestra imaginación y capacidad de sacar adelante un proyecto.

Partimos con una visión de análisis de diseño, en los laboratorios contamos con modelos comerciales de productos en el mercado de robots a control remoto modernos, el desarrollo de nuevas tecnologías comienza con un problema o una idea, con estas podemos plantearnos como aproximar una respuesta y este análisis deja volar nuestra capacidad de crear soluciones.

1.2 Caracterización de la organización o comunidad

El proyecto está conformado por cuatro equipos de desarrollo principales: Mecánica, Electrónica, Control e Interfaz, cada uno con tareas distintas, pero con metas que al implementarse lograr una proyección completa del producto sobre el que trabajamos.

Las actividades de las áreas mencionadas son las siguientes:

- Mecánica. Diseño, modelado, validación y análisis de una propuesta de robot, el cual es capaz de cumplir con requisitos declarados por los miembros del equipo.
- Control. Creación de métodos de control y movimiento para realizar movimientos precisos en respuesta a indicaciones del usuario.
- Electrónica. Creación de los mapas de componentes electrónicos, verificación de requisitos de funcionamiento, investigación de componentes y armado de tarjeta.
- Interfaz. Diseño y formato de una aplicación que permita al usuario interactuar de manera instintiva con el producto, compatibilidad con los avances de otras áreas.

Con estas áreas organizadas con un objetivo en mente, podemos implementar cada proceso y comenzar el desarrollo crítico del proyecto.

1.3 Identificación de la(s) problemática(s)

El problema principal era lograr que una pieza de mercado cumpla con especificaciones sobre las cuales no fue diseñado, esto incita el desarrollo de una tecnología derivada, esto se observa ampliamente en la industria de desarrollo de proyectos en prácticamente cualquier

categoría, lo vemos en herramientas de trabajo, software y hardware e incluso en las personas mismas como una visión global de “Quiero que haga esto, pero no fue diseñado para ello” por lo tanto se ramifica y se “innova”.

A lo largo del desarrollo de las actividades, se pudieron observar cómo surgían problemas, en el área de mecánica, es común que ocurran problemas de compatibilidad al diseñar piezas que después serán ensambladas, uno de los mayores problemas sucedió en esta categoría, incompatibilidad, debido a que una pieza clave para un subensamble no estaba bien construida, esta no permitía la correcta inserción a la familia de piezas que conformaban dicho ensamble, retrasado el avance de la actual etapa de desarrollo.

1.4. Planeación de alternativa(s)

Para solucionar que el modelo con el que se cuenta no tiene lo necesario para nuestro propósito, entra la etapa de análisis de requisitos, esta se enfoca en caracterizar las secciones en las cuales se necesita implementar cambios y bajo nuestro criterio, cambiarlos.

Para poder organizar de manera efectiva las tareas a realizar se trata de imaginar como bloques, para ello se utiliza una metodología de tarea – requisito, un ejemplo es; para llevar acabo el análisis de tolerancias de una pieza es necesario el dibujo técnico de dicha pieza, y para la creación de su dibujo tenemos que modelar la pieza y para modelarla se requiere bocetar ideas comparar productos y analizar funcionalidad, Esta metodología amplia nuestra visión a largo plazo del proyecto y plantea un camino tentativo para su desarrollo.

Uno de los problemas era el ajuste de las ruedas, la posición que tienen en el chasis base limita nuestra libertad para implementar componentes en dichas zonas, para ello partimos con el modelado de un nuevo cuerpo de ensamble principal sobre el cual podemos iterar durante el desarrollo de las piezas.

1.5. Desarrollo de la propuesta de mejora

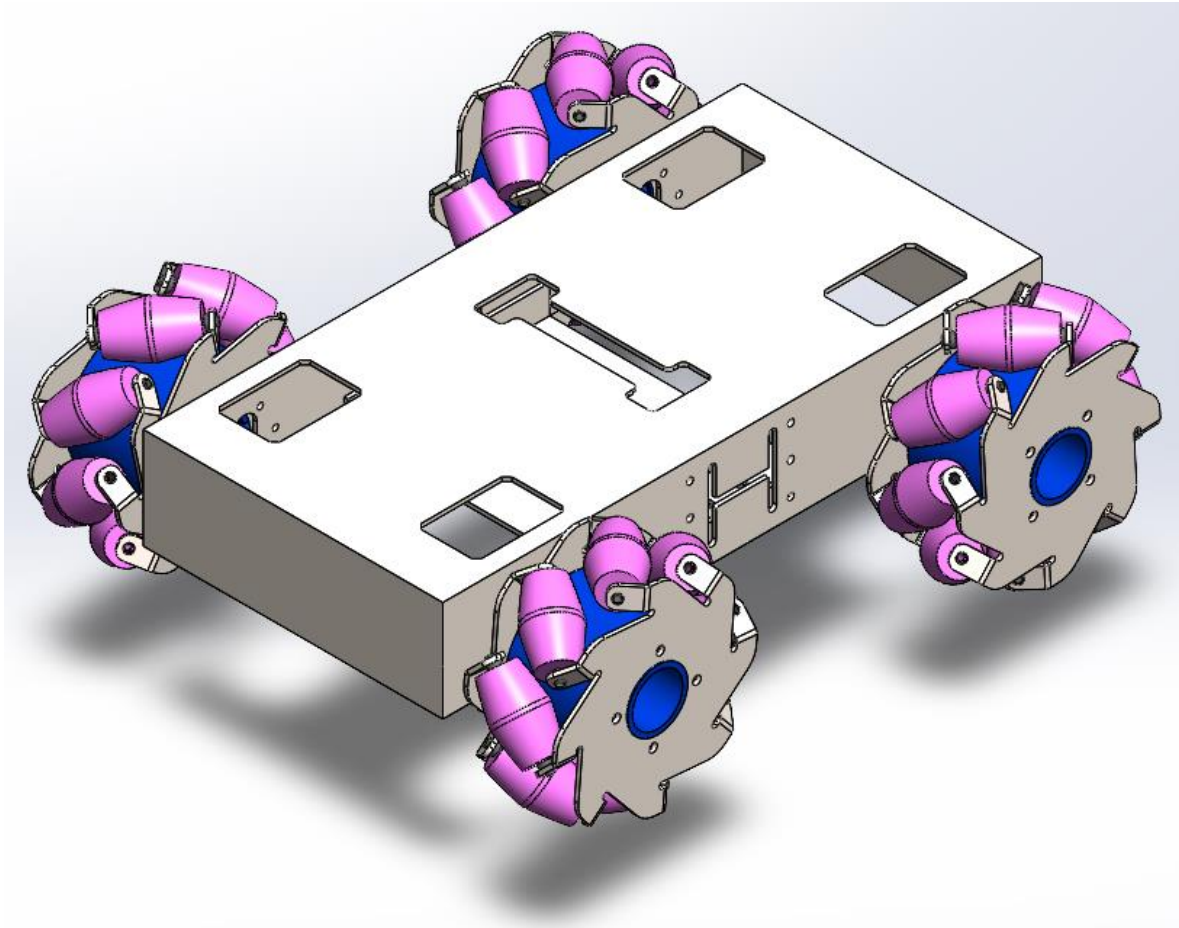


Figura 2. Chasis interno del prototipo V2

La primera actividad realizada fue la medición y dibujado de bocetos que aproximen nuestro modelo con el producto comercial, esto se cumplió utilizando calibres y reglas para acotar cada valor importante para la construcción del modelo, esta fue la meta principal, ser capaces de una construcción completa del modelo solo con las cotas necesarias, la siguiente figura presenta una compilación de los bocetos iniciales, sobre ellos se comienza el diseño del prototipo inicial, sobre el cual se basan los objetivos del resto de las actividades de manera progresiva.

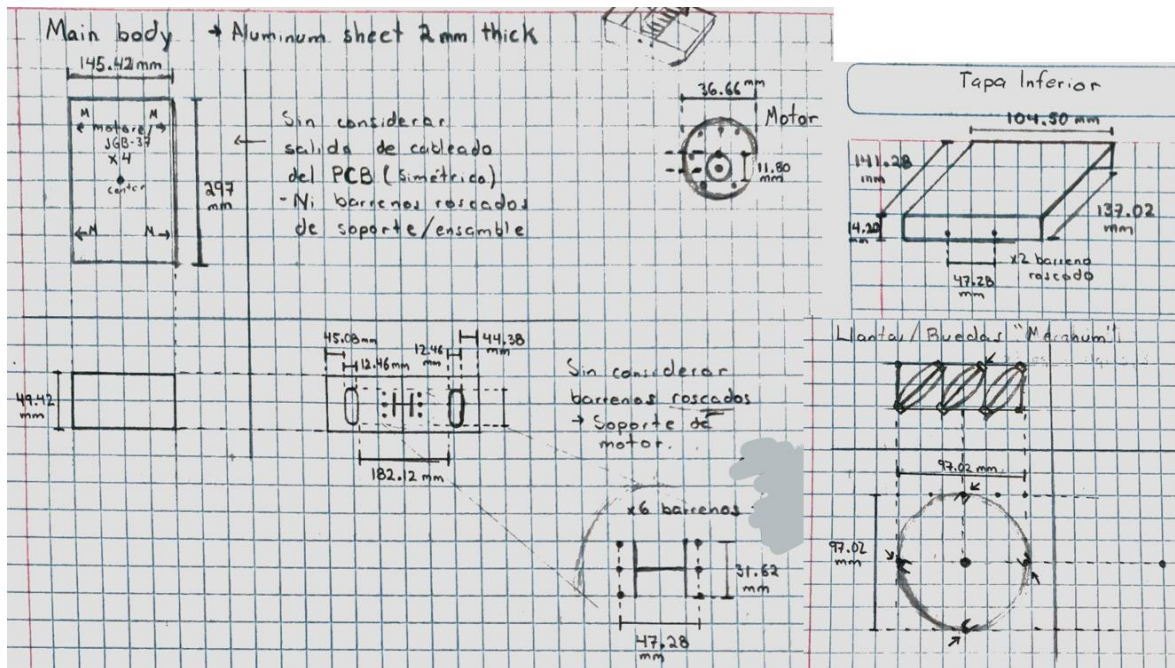
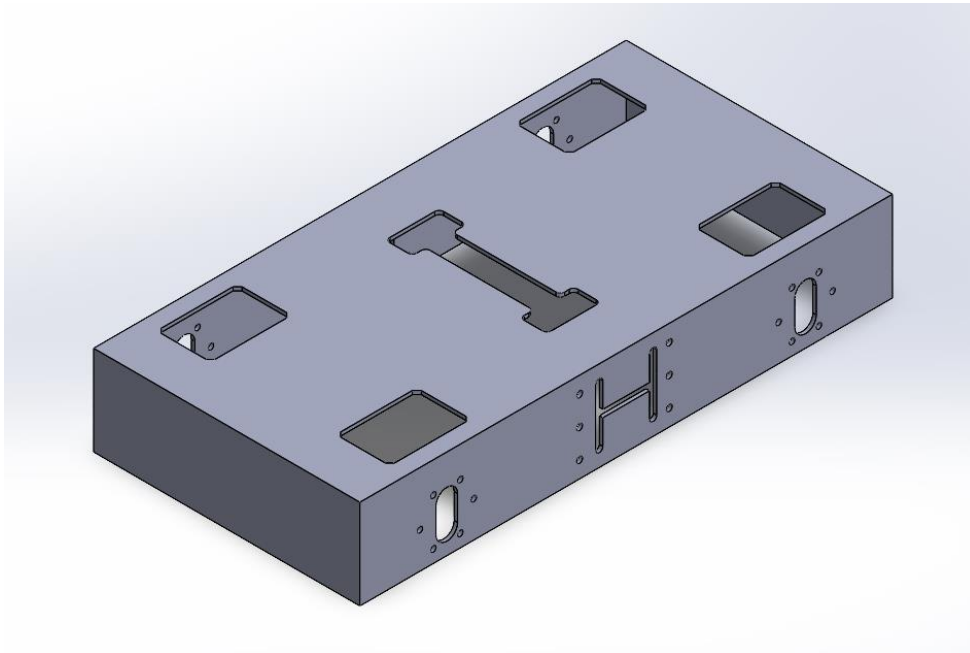


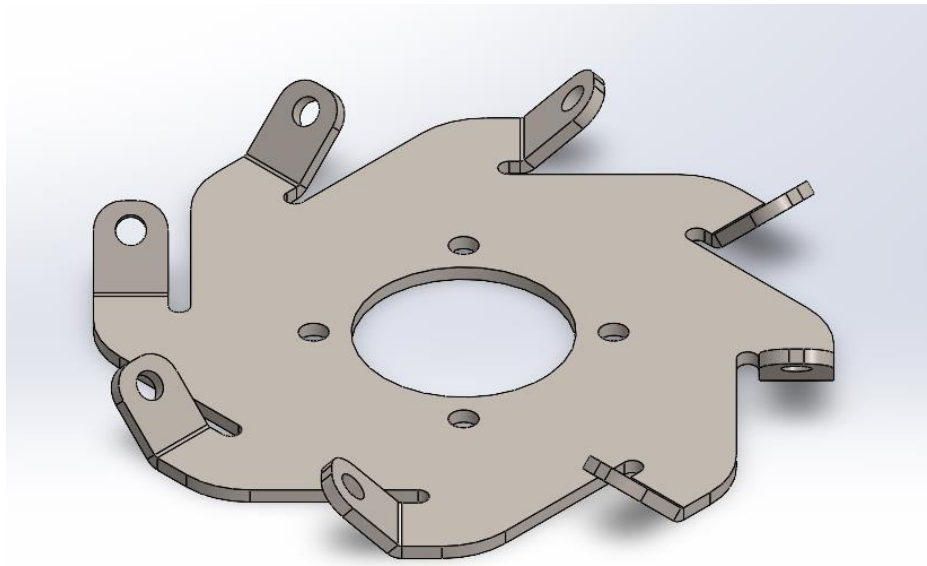
Figura 1. Bocetos a mano del modelo comercial

Ahora que contamos con una representación en dos dimensiones del producto, pasamos al diseño con CAD, gracias a que contamos con licencias educativas, podemos utilizar SOLIDWORKS para el desarrollo de cada pieza, ensamble y plano puesto que este software ya fue previamente practicado y presenta una ventaja crucial para el avance, su compatibilidad de la caja de herramientas y las operaciones pueden ser fácilmente documentados para la comprensión de nuevos miembros.

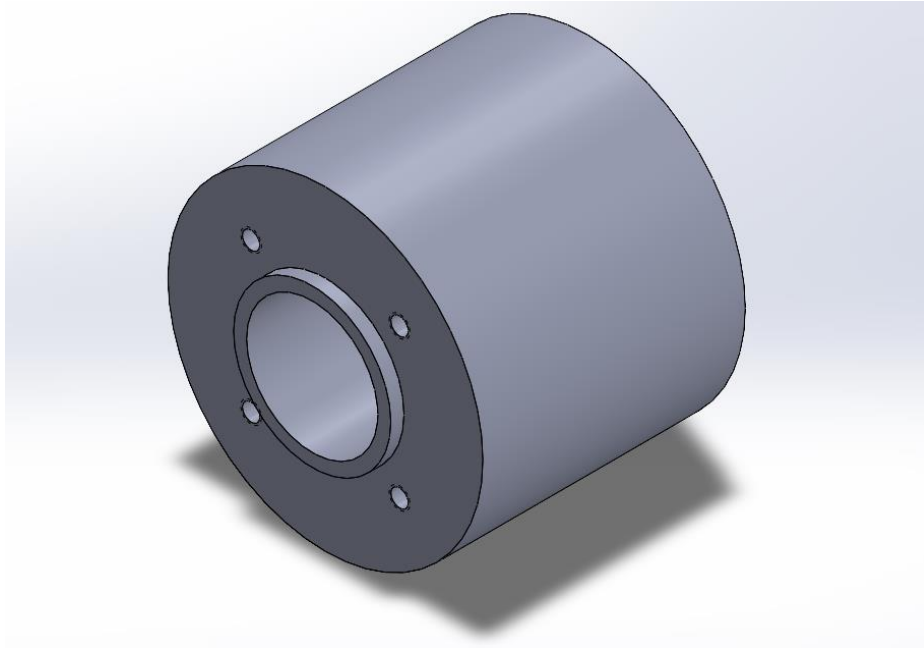
A continuación, se presentan las piezas modeladas, resultado de utilizar los bocetos iniciales, se tomaron libertades de simplicidad y funcionalidad para hacer la prueba de concepto.



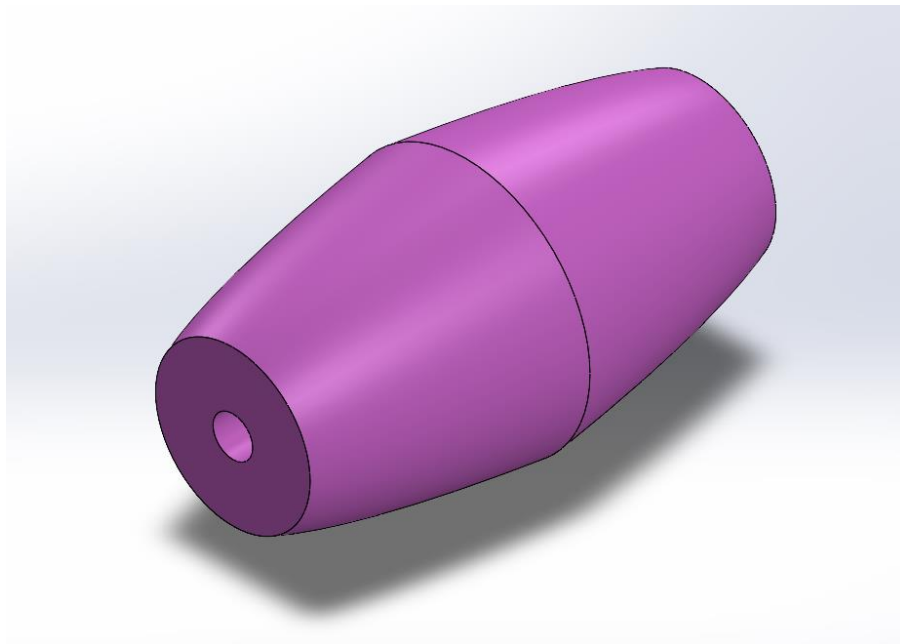
a) Chasis interno, pieza principal para ensamble RoboMesha.



b) Placa Mecanum, soporte frontal y trasero de las ruedas mecanum.



- c) Buje de rueda, sobre la cual se acoplan las placas mecanum y el motor con el chasis interno.



- d) Rodillo/Roller Mecanum, pieza en contacto con el suelo y clave para el desplazamiento del robot.

Con las piezas disponibles, requerimos de un repositorio, para guardar y compartir los cambios y realizados a las piezas, por conveniencia se utiliza la carpeta compartida de Microsoft Teams, accesible a los miembros del área, así como una carpeta disponible en

OneDrive institucional que permite sincronizar con la plataforma Teams, este permite un acercamiento.

La siguiente tarea requiere del análisis de requerimientos, se tiene que, a partir de una serie de objetivos y metas, crear una tabla de requisitos sobre los cuales debemos enfocar nuestro proceso de desarrollo sobre el RoboMesha, para ello se maneja la metodología CRS – SRS, los Customer Requirement Specifications y System Requirement Specifications por sus siglas en ingles respectivamente, refieren a un proceso utilizado en la industria para declarar en base a interpretación de ingeniería, lo que pide un cliente y como presentarlo ante un equipo de ingeniería como tareas claras, básicamente tomamos valores cualitativos y los transformamos en valores cuantitativos con los cuales podemos generar datos y tomar decisiones ante resultados.

CRS	SRS
Que el robot sea estable	4 ruedas distribuidas simétricamente
Que permita movimiento libre	Sistema Mecanum para multi-dirección
Fácil de ensamblar con tornillos similares en todo el Robot	Uso de tornillo M4 para el ensamble principal y M3 para los motores
Acceso para manipular los componentes	Puertos de acceso en lugares de acoplamiento de motores y PCB
Compatibilidad de tarjetas electrónicas	Barrenos roscados en diversos estándares de tamaños de tarjeta como Arduino y Raspberry Pi 4 y 5

Tabla 1. CRS – SRS del proyecto

Con objetivos más específicos ahora accesible, podemos implementar cambios que busquen cumplirlos sin olvidar implementar nuestras ideas para mejorar el modelo cuando surgen ideas a partir del trabajo.

Cambios estéticos realizados son asignación de materiales para distinción de apariencia, a futuro, se requiere de materiales declarados para poder realizar las pruebas de simulación de esfuerzos y desplazamientos, pero por ahora son meramente estéticos y para distinguirlos visualmente.

Una vez cumplidas las especificaciones de cada pieza, pasamos al ensamble de todo el modelo, la figura 2. Presenta el chasis interno, sobre el cual se acoplan, motores, ruedas, tapa y PCB, y la forma que toma el modelo cuando está ensamblado.

Debido a que el modelo requiere de un subensamble, continuación se presentan las ruedas mecanum, estas son parte clave del enfoque del proyecto, ya que permiten por medio de algoritmos de control, que el robot tenga un amplio rango de movimiento, esto se logra con el ingenioso sistema Mecanum, se conforma de un buje principal acoplado a 2 placas con orillas dobladas a 45 grados a las cuales se puede insertar rodillos que cuentan con libre movimiento en su eje, cuando se configura de manera que restringiendo el movimiento de dadas rueda le corresponda un desplazamiento al robot, se puede cumplir la capacidad de libertad de movimiento como se muestra en la fig. 3.

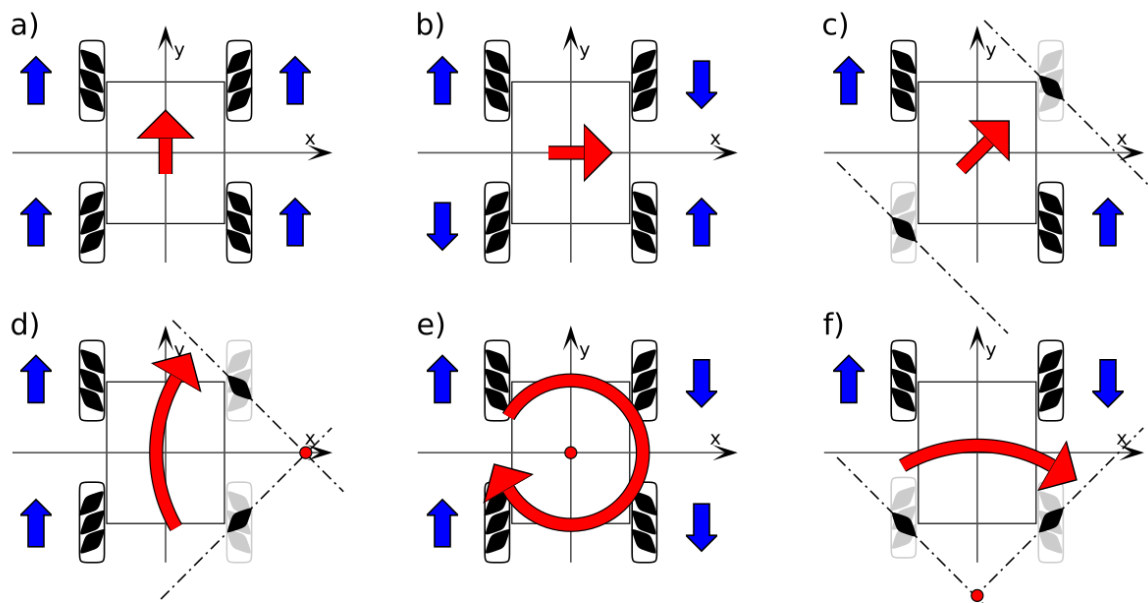


Figura 3. Configuración de movimiento del sistema Mecanum.

El subensamble de las ruedas Mecanum, se arma con restricciones de concentricidad entre las placas mecanum opuestas, esto es indispensable pues una falla en alineación y puede causar una severa ineficiencia en la transmisión de movimiento de las ruedas, o impedir por completo su ensamble, por ello durante el modelado se tiene especial cuidado de acotar correctamente los puntos donde se realizan las operaciones de construcción del sólido.

Para la creación de los rodillos, es importante que los materiales sean compatibles, la construcción geométrica de estos es compleja y requiere de curvas tridimensionales para su “óptima” implementación, pero como lo menciona A. Gfrerrer, es común el uso de materiales

blandos y flexibles como el hule en las caras de contacto entre el piso y el rodillo, debido a esto se pueden descartar varios niveles de precisión en el diseño.

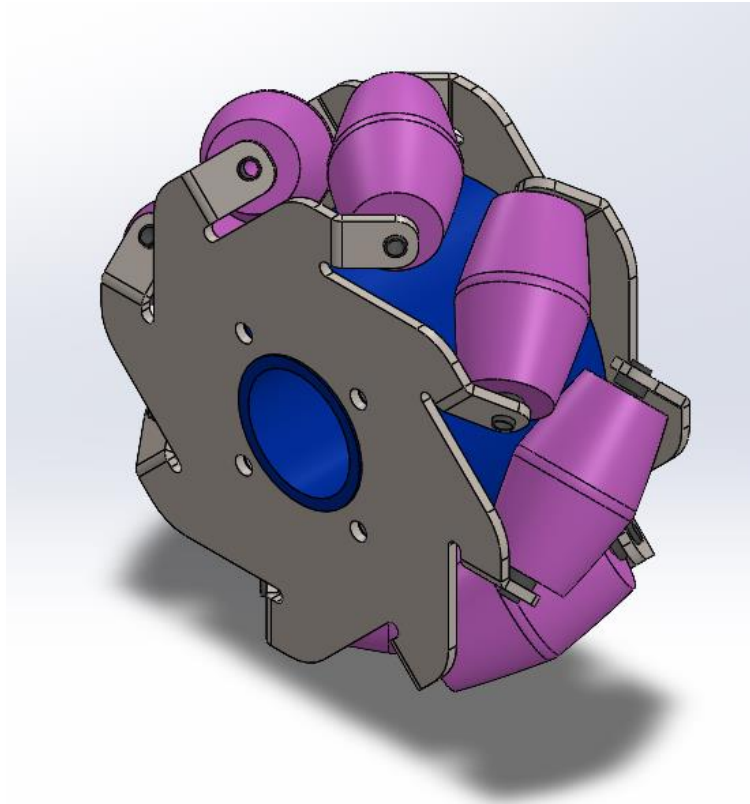


Figura 4. Rueda Mecanum V2, en configuración frontal derecha.

Como se puede ver en la figura 2 y 3, las ruedas tienen una determinada orientación, sin prestarle mucha atención es posible pasar por alto que las 4 ruedas no son iguales, se trata de dos pares de ruedas con arreglos invertidos, las ruedas forman una X al seguir los perfiles de los ejes de los rodillos, esto porque, como se observa en los diagramas de la Figura 3, este arreglo es requerido para la correcta funcionalidad del sistema Mecanum.

Como nota, si el anterior arreglo no es correcto no significa que no funcionaría, pero implica una pérdida de eficiencia en los motores puesto que las ruedas “pelearían” entre sí para lograr los vectores de movimiento que generaría el desplazamiento deseado.

Uno de los errores corregidos durante el desarrollo del proyecto fue la incorrecta configuración de dichas ruedas. Para entender este problema, pongamos atención al plano

[illegible]

Rápidamente nos damos cuenta de la complejidad de la construcción de la pieza, pero al no tomar en cuenta la forma en la que SOLIDWORKS interpreta nuestras instrucciones, en este caso por falta de experiencia con la operación y librería de “Sheet Metal” caemos en el error de desalineación de los ejes externos, donde se insertan los rodillos.

10

1.6. Valoración de productos, resultados e impactos

Las piezas generadas representan un arduo proceso de prueba-error, que llena de significado el proceso de desarrollo de un proyecto, el modelo que se tiene resuelve de manera simple los requisitos que se designaron, pero no tiene una personalidad como producto por lo que presenta otra oportunidad de desarrollo en un área enfocada el diseño ergonómico o aspecto visual del RoboMesha.

Las etapas de iteración de la construcción de cada pieza alimentan experiencia a nuestra visión de modelado y a la par con imaginación, presenta retos personales para ver como implementar las ideas del ingeniero en el programa.

En futuros avances será necesario implementar, utilizando como base ya sea el modelo propuesto o alguna iteración de ella, simulaciones de movimiento y esfuerzos de todo el ensamble, para ello se requiere que el modelo quede completamente conectado, en caso de ser simulaciones localizadas que también se recomiendan, ajustar debidamente los parámetros de cada simulación, el toolbox de SOLIDWORKS presenta con una amplia variedad de piezas que pueden cumplir con este propósito, por ejemplo los tornillos y tuercas, pero para piezas no estandarizadas se tendrá que modelarlas, entre estas está incluida la barra de acoplamiento de cada rodillo con las placas Mecanum, un modelo simplificado que represente el motor, y especialmente la flecha de este, puesto que es el punto de ensamble entre las ruedas y el chasis, sin olvidar claro que el motor en vida real estaría atornillado al chasis.

Implementar también los soportes que sostendrán el cuerpo externo de la mesa, ya sean sus paredes o tope, además del diseño de posición y ajuste de sensores necesarios para el control del motor.

1.7. Bibliografía y otros recursos

A. Gferrer, Geometry and Kinematics of the Mecanum Wheel, Graz University of Technology, Institute of Geometry, Kopernikusgasse 24, 8010, Graz, Austria

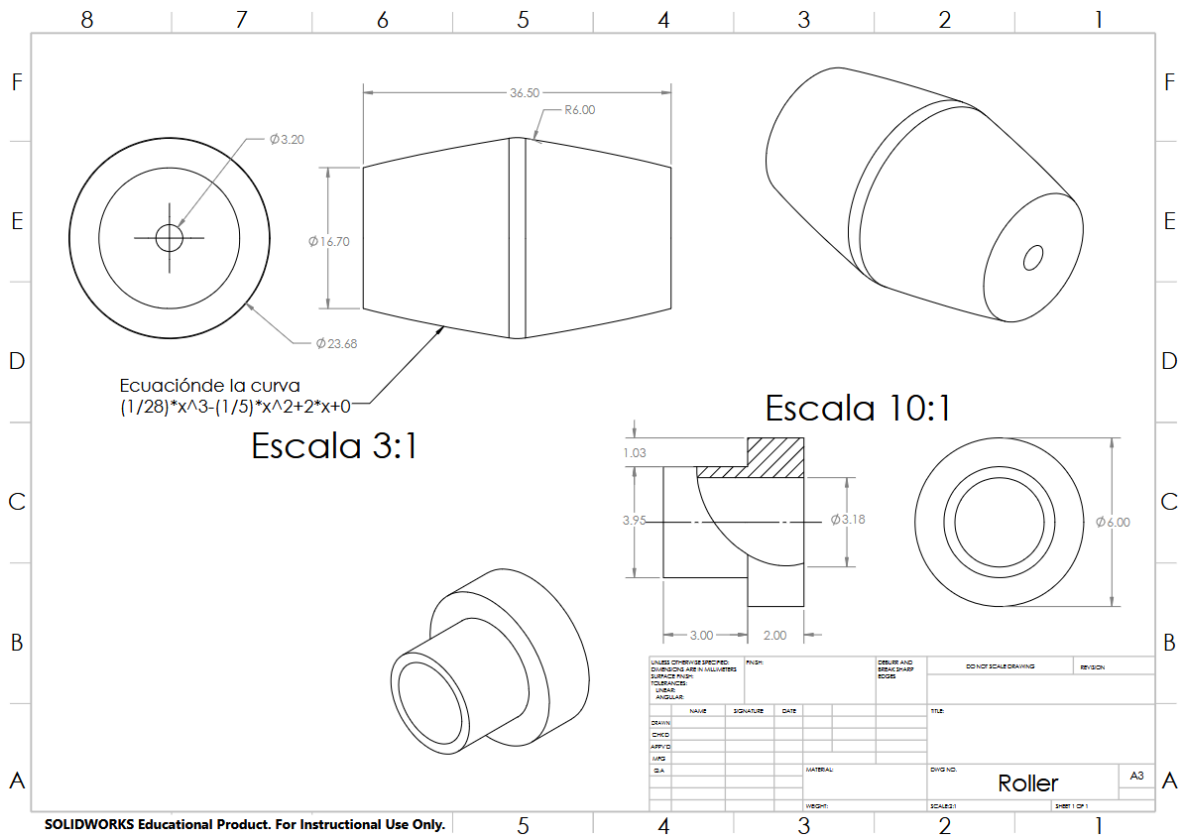
Lvtao Z., Shengbin C., Xiaofeng Z., Wei S., & Chengyan Z. 2022. Comparison of the Bending Resistance Properties of Carbon Fiber/Foam Sandwich Structural Composites with Different Laying Angles. *FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe*. 30(2), 75–81

1.8. Anexos generales

**Planos y renders de las piezas generadas se encuentran en la sección de productos.

2. Productos

Nombre y código del PAP (como en la carátula):	4D08A Programa de Desarrollo tecnológico para sustentabilidad ambiental energética y alimentaria I
Nombre del subproyecto (como en la carátula):	RoboMesha
Nombre del producto:	RoboMesha
Descripción (qué es, para quién se realizó y para qué es):	Diseño y modelado de un chasis para plataforma móvil, para el ITESO, para el proyecto de RoboMesha como meta de mesa móvil a control remoto y fines didácticos e inspirativos para múltiples niveles estudiantiles.
Autores:	Álvaro Villaseñor Padilla

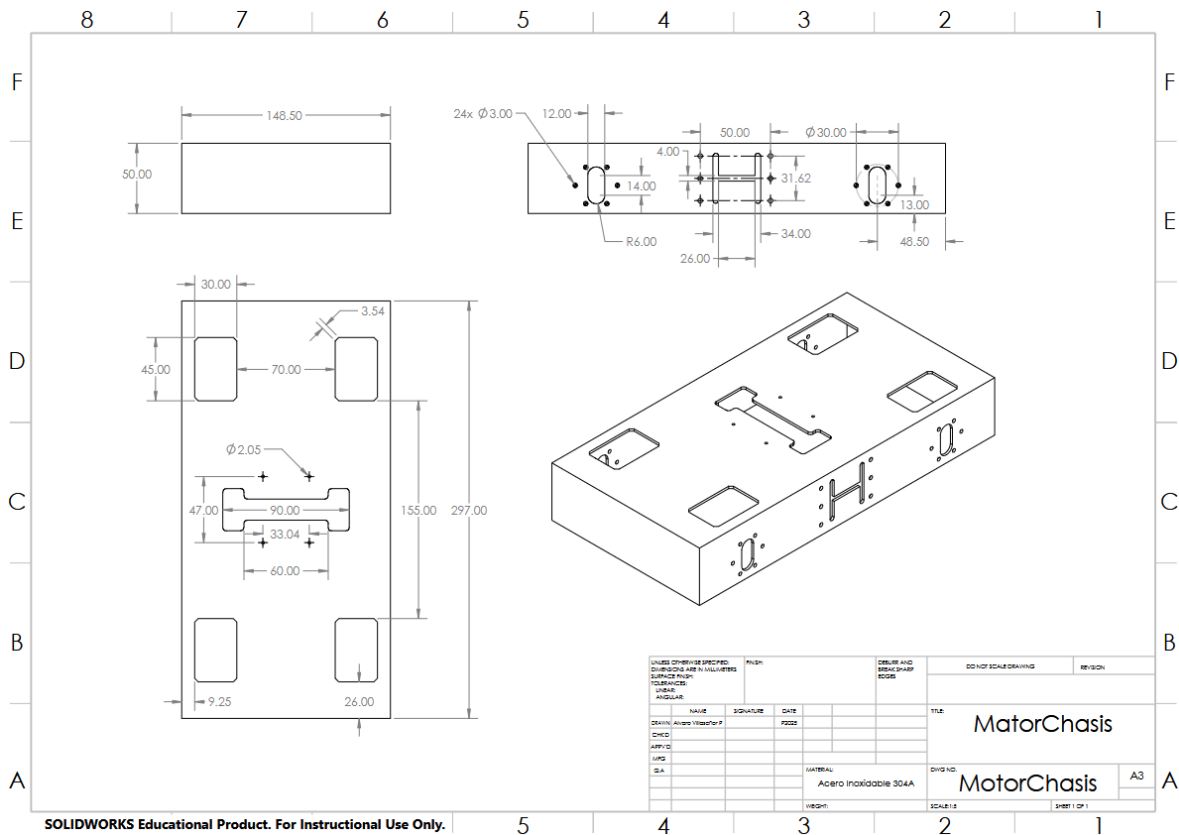


Plano 2. Rodillo y buje correspondiente

Material: PLA

Función: Soporte concéntrico para reducir la fricción entre la varilla y el rodillo

Método de Fabricación: Impresión 3D



Plano 4. Chasis principal

Material: Acero Inoxidable 304

Función: Cuerpo principal sobre el cual se ensamblan los otros componentes.

Método de Fabricación: Doblado de Lamina

3. Reflexión crítica y ética de la experiencia

El RPAP tiene también como propósito documentar la reflexión sobre los aprendizajes en sus múltiples dimensiones, las implicaciones éticas y los aportes sociales del proyecto para compartir una comprensión crítica y amplia de las problemáticas en las que se intervino.

[Este texto deberá aparecer en todos los RPAP]

3.1 Sensibilización ante las realidades

El proceso de desarrollo del proyecto, aunque lento, fue uno lleno de aprendizaje y retos, inicialmente uno de los problemas más importantes que tuvieron que solucionarse tuvo que ser el hecho de partir desde cero en un proyecto que contemplaría el reto de crear un modelo

listo para prototipo, utilizar un modelo comercial fue de gran ayuda para saltar este problema, puesto que, a través de dicho modelo físico, se acotan los bocetos para digitalizar el robot, y en base a este crear una versión 2, que se ajuste a nuestros requisitos.

Un aspecto que no esperaba que fuera un problema, al ser el único miembro del área de mecánica del proyecto, existía una escasez de “discusiones” en este ámbito de ingeniería considero necesaria la interacción entre personas con una visión distinta, esto permite que se generen revisiones e ideas que de otra manera quedan como ceguera de autor y nunca se implementan cambios. En la actualidad muchos equipos de ingeniería dependen de estas interacciones entre ingenieros, logrando sacar adelante proyectos de manera más eficiente o con resultados más satisfactorios.

3.2 Aprendizajes logrados

Existen ciertas competencias que se requieren en este tipo de proyectos, la paciencia y perseverancia es una que considero muy importante y que agradezco haber desarrollado a lo largo de mi vida por medio de hobbies y la carrera. Cualquier trabajo que se necesita crear, presentar, probar y aprender necesita de una madurez y aceptación abundante, las cosas no suelen salir bien con frecuencia, buscamos aprender de los errores e implementar soluciones de manera que sea un eficiente uso del tiempo y recordando que no debemos perder el enfoque del proyecto por nuestro ego buscando la excelencia.

La modestia llega muy lejos porque nos concientiza de que no somos perfectos y siempre podemos aprender, esta mentalidad nos llena de curiosidad de lo desconocido y nos emociona por descubrir y experimentar, cualidades muy importantes en el mundo de la ingeniería y el desarrollo de proyectos.

De manera similar, ser capaz de trabajar con áreas externas a la mía, desarrolla la empatía entre nosotros, así como la comunicación efectiva y nuestra capacidad de llevar a cabo trabajos colaborativos más interesantes y completos, es difícil desarrollar productos para un mercado del que no somos parte y de igual manera, trabajar con áreas ajenas a la nuestra puede causar el aislamiento de las personas, lo que debilita la eficiencia y resulta en proyectos débiles.