



**UNIVERSIDAD
MODELO**

Escuela de ingeniería

Ingeniería automotriz

Integrantes:

- Sebastián Bustos Becerra.
- Rodrigo José Caballero López.
- Ángel Nahum Jiménez García.
- Jonathan Jiménez Hernández.
- Christopher Josué Díaz Salgado.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
I.II. PROPUESTAS PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	4
I.III. GENERACIÓN DE IDEAS.....	5
I.IV. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA DECISIÓN.....	6
I.V. ANÁLISIS DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA ALTERNATIVA.....	7
CAPITULO II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	9
II.I. PALABRAS CLAVES PARA LA COMPRENSIÓN DEL PROYECTO.....	9
II.II. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	10
II.II.I. FUNCIÓN DE LA SUSPENSIÓN.....	11
II.III. INVESTIGACIÓN PREVIA.....	11
II.III.I. TIPOS DE SUSPENSIÓN.....	11
II.III.II. TIPOS DE SUSPENSIÓN INDEPENDIENTES.....	12
II.III.IV. PARTES DE UNA SUSPENSIÓN.....	18
II.IV. OPORTUNIDADES.....	19
II.V. JUSTIFICACIÓN.....	20
II.VI. OBJETIVO GENERAL.....	21
II.VII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
II.VIII. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	21
CAPITULO III. COTIZACIÓN DE MATERIALES.....	22
III.I. MATERIALES.....	22
III.II. COTIZACIÓN.....	22
Refacciones Italika - Plaza de las Motos.....	22
MOTOSUR Refacciones y Servicio.....	22
LA FERRE Perinorte.....	22
Casa Fernández del Sureste S.A. de C.V. (Norte).....	22
III.III. COMPARACIÓN DE PRECIOS Y CALIDAD.....	23
DISTRIBUIDOR.....	23
LA FERRE Perinorte.....	23

Casa Fernández del Sureste S.A. de C.V. (Norte).....	23
Casa Fernández del Sureste S.A. de C.V. (Norte).....	23
Casa Fernández del Sureste S.A. de C.V. (Norte).....	23
Refacciones Italika - Plaza de las Motos.	23
MOTOSUR Refacciones y Servicio.	23
Refacciones Italika - Plaza de las Motos.	23
MOTOSUR Refacciones y Servicio.	23
III.IV. PRESUPUESTO Y COSTO FINAL DE MATERIALES.	24
CAPITULO IV. CONCEPTUALIZACIÓN Y DISEÑO.....	26
IV.I. PLANEACIÓN DEL DISEÑO.	26
IV.II. BOCETAJE A MANO.....	26
Medidas del soporte:	27
Medidas del tornillo:	27
Medidas del amortiguador:	27
Medidas de la base:.....	27
IV.III. LISTA DE PIEZAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS.....	27
IV.IV. ENSAMBLAJE.	28
CAPITULO V. OPERACIONES Y DIAGRAMAS.....	29
V.I. DIAGRAMA DE FLUJO.....	29
V.II. ENSAMBLE, ARMADO, PRUEBAS FINALES Y SIMULACIONES.	30
CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA.	33
V.I. FUENTES.	36

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

I.I. PROBLEMÁTICA.

La automatización de la industria automotriz ha marcado un antes y un después para la producción en masa, las ensambladoras buscan armar la mayor cantidad de autos, sin importar la calidad, para esto es esencial la gran cantidad de dispositivos autónomos que se han implementado en la industria, remplazando la mano de obra humana y aumentando hasta un 50% más la producción de automóviles.

En la actualidad, la industria automotriz ha intentado buscar múltiples soluciones para satisfacer las necesidades de los compradores latinoamericanos, el índice de accidentes por puntos ciegos durante el cambio de carril en México es del 23%, el punto ciego es el espacio del automóvil donde el conductor no puede ver hacia sus costados, este es el accidente más común y que cuesta la mayor cantidad de autopartes y refacciones para las agencias de seguros y automóviles.

Otra problemática en Latinoamérica son los baches, estos representan una amenaza creciente para la seguridad pública, causando daños significativos a vehículos, accidentes, lesiones e incluso muertes. Según el INEGI, en el 2024 el 81.7% de la población piensa que los baches son el principal problema de su ciudad.

I.II. PROPUESTAS PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA.

El equipo “Dysfunctional family” en una amplia discusión ha hecho múltiples propuestas para la solución de cada una de las problemáticas antes presentadas, culminando con tres grandes propuestas:

1. **Brazo robótico multifuncional:** este proyecto tiene la finalidad de eficientizar la productividad de automóviles, ya que aún no se pueden cubrir ciertas áreas de ensamblaje.

2. **Sensores de proximidad:** el objetivo de este proyecto es diseñar un sistema de sensores que pueda cubrir los puntos ciegos del automóvil, reduciendo así el porcentaje de accidentes por puntos ciegos al momento del cambio de carril, mejorando la confiabilidad del auto, así como la seguridad del pasajero.
3. **Suspensión McPherson:** cubriendo la problemática de los baches, este tipo de suspensión es muy utilizada en el área automotriz gracias a su confianza y lo económica que puede llegar a ser, con este proyecto el equipo pretenderá hacer ciertas modificaciones a algunos elementos de este tipo de suspensión para reducir los estragos que puede llegar a ocasionar un bache.

I.III. GENERACIÓN DE IDEAS.

Para abordar los objetivos planteados de proyectos, se pueden generar las siguientes ideas:

Brazo robótico multifuncional

- Investigar sobre los diferentes tipos de servomotores y definir cuál será la mejor opción.
- Probar diferentes tipos de materiales para el revestimiento del brazo, esto para proteger los componentes y brindar estética al proyecto.
- Decidir si se va a controlar con potenciómetro o palanca.

Sensor de proximidad

- Investigar tipos de sensores (IR, ultrasónico, ToF, láser/LiDAR mini, inductivo, capacitivo, óptico reflectivo) y su principio de operación.
- Definir el rango necesario (p. ej., 2–300 cm) y la resolución mínima según las tareas del brazo.
- Evaluar inmunidad a condiciones del entorno: luz ambiental, polvo, vibraciones, superficies brillantes/oscuras, materiales (metal/no metal)

Suspensión MCPherson

- Construir un modelo a escala que muestre el funcionamiento del McPherson en tiempo real (modelado 3D).
- Mejorar los amortiguadores.
- Adaptarlo en un vehículo de competencia para someterlo a terrenos irregulares con la finalidad de probar su funcionamiento.
- Modificar manguetas y horquillas.

I.IV. GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS PARA LA DECISIÓN.

Para seleccionar la opción más viable de proyecto, se realiza una tabla de ponderación (Tabla 1.0), donde 5 significa que es muy factible y 1 nada factible. En dicha tabla se establecieron cinco aspectos a calificar:

1. Materiales: se evalúa la facilidad para obtener y manipular los materiales necesarios para la realización del proyecto.
2. Factibilidad: se considera el conocimiento previo del equipo y la certeza de poder llevar a cabo el proyecto sin complicaciones.
3. Recursos económicos: se evalúa la cantidad de dinero requerido para el desarrollo del proyecto.
4. Tiempo: Se estima la duración aproximada del desarrollo del proyecto.
5. Tecnología: se analiza el nivel de especificidad y tecnicidad de las herramientas necesarias para la ejecución del proyecto.

Parámetro	Proyecto I: Brazo robótico multifuncional.	Proyecto II: Sensores de proximidad.	Proyecto III: Sistema de suspensión McPherson.
Materiales	3	3	5
Factibilidad	2	2	4

Recursos económicos	4	4	4
Tiempo	2	3	3
Tecnología	5	3	3
Suma.	16	15	19

Tabla 1. ponderación de proyectos.

I.V. ANÁLISIS DE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE CADA ALTERNATIVA.

Brazo robótico multifuncional:

Ventajas:

1. Innovación en el capo de la industria automotriz.
2. Aprendizaje sobre electrónica, además de aplicar lo antes aprendido en autotrónica.
3. Facilidad de modificaciones, al trabajar en un modelo más pequeño, es más sencillo y rápido realizar modificaciones.
4. Sirve como herramienta didáctica y de demostración para explicar cómo funciona el brazo a gran escala.

Desventajas:

1. Alto costo de material.
2. Posibles complicaciones al momento de programar.
3. Requiere de un avanzado nivel de conocimiento.
4. Se necesita de materiales estructurales de gran calidad para su elaboración.

Sensor de proximidad:

Ventajas:

1. Mejora en el sistema de seguridad activo.
2. Reduce los accidentes ocasionados por los puntos ciegos de los autos.

3. Versatilidad de aplicación.

Desventajas:

1. Alcance limitado, suelen detectar objetos a distancias cortas.
2. Sensibilidad de material, algunos solo funcionan con metales o tienen menor precisión con ciertos plásticos.
3. Costos altos.

Suspensión McPherson:

Ventajas:

1. Diseño sencillo y compacto, integra amortiguador y el resorte en un solo conjunto, ocupando poco espacio.
2. Reduce el peso, al tener menos componentes que otros sistemas, contribuye a que el vehículo sea más ligero.
3. Costo de fabricación bajo, es económica de producir y reparar, lo que la hace muy común en automóviles de gama media.
4. Buen equilibrio.

Desventajas:

1. Mayor transferencia de vibraciones al tener menos puntos de anclaje.
2. Desgaste irregular de llantas.
3. Menor control de curvas exigentes.

CAPITULO II. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

II.I. PALABRAS CLAVES PARA LA COMPRENSIÓN DEL PROYECTO.

Componentes de suspensión y dirección:

- **Amortiguador:** Dispositivo hidráulico que controla y reduce el rebote del resorte al absorber las irregularidades del camino.
- **Resorte:** Elemento elástico que soporta el peso del vehículo y absorbe impactos, devolviendo la energía de la compresión.
- **Horquilla:** Pieza que conecta la suspensión con el chasis y la rueda, permitiendo movimiento vertical y estabilidad.
- **Suspensión McPherson:** Sistema de suspensión independiente que integra resorte y amortiguador en un solo conjunto, compacto y ligero.
- **Barra de dirección:** Elemento que transmite el movimiento del volante hacia las ruedas a través de la caja de dirección.
- **Terminal de dirección:** Articulación esférica que une la barra de dirección con la maneta, permitiendo el giro de las ruedas.
- **Columna de dirección:** Eje que conecta el volante con la caja de dirección, transmitiendo el movimiento de giro.
- **Caja de dirección:** Mecanismo que transforma el giro del volante en movimiento lineal para orientar las ruedas.
- **Mangueta:** Componente que soporta el eje de la rueda y sirve de punto de unión entre suspensión, frenos y dirección.

Componentes de ruedas y llantas:

- **Llanta:** Banda de caucho que hace contacto con el suelo, proporcionando tracción y amortiguación.
- **Rin:** Parte metálica sobre la que se monta la llanta, fijada al buje de la rueda.

Transmisión y motorización:

- **Motor:** Máquina que transforma energía (eléctrica, térmica, etc.) en movimiento mecánico.
- **Cadena de transmisión:** Conjunto de eslabones metálicos que transmite potencia del motor a las ruedas o mecanismos.
- **Transmisión CVT (Continuously Variable Transmission):** Sistema de transmisión que cambia de forma continua la relación de engranajes, sin saltos de velocidad.
- **Eje trasero:** Conjunto que transmite el movimiento de la transmisión a las ruedas posteriores y sostiene el peso del vehículo.
- **Turing:** se refiere a vehículos, diseñados para viajes largos y cómodos, priorizando el confort y la practicidad sobre el rendimiento extremo o velocidad pura.
- **Lowriders:** es un automóvil antiguo modificado para circular a baja altura con complejo sistema hidráulico.

II.II. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.

El equipo “Dysfunctional family”, al analizar las diferentes propuestas de proyectos, optó por la suspensión “FALSA” McPherson. La idea de este proyecto surgió a la gran cantidad de fracasos que surgieron durante el transcurso de los primeros dos semestres, problemas con el sistema frenado, problemas estructurales, motor dañado, etc. Este nuevo proyecto corregirá una gran cantidad de problemas y le otorgará la seguridad necesaria al conductor.

Este sistema será diseñado para un vehículo todo terreno, con la finalidad de mejorar la velocidad y confort del vehículo ante diferentes tipos de terrenos, ya sea asfalto, terracería, lodo, etc.

El sistema de suspensión McPherson que será implementado en este vehículo tendrá, a diferencia del sistema convencional para autos de gama media, una serie de mejoras en lo que son sus componentes, esto con la finalidad de que resista a la gran cantidad de pruebas a la que será sometida.

II.II.I. FUNCIÓN DE LA SUSPENSIÓN.

La suspensión de un vehículo tiene como misión absorber las desigualdades del terreno sobre el que se desplaza, manteniendo a la vez el contacto de las ruedas con el pavimento.

Esto va a proporcionar fundamentalmente dos cosas:

1. Confort en marcha para los pasajeros, absorbiendo las aceleraciones verticales que provocan las irregularidades del firme.
2. Seguridad de marcha, pues es necesario que las ruedas mantengan la adherencia con el suelo ya que de él obtenemos las reacciones para avanzar y girar el vehículo.

Para lograr dicha finalidad estos componentes deben ir entre el bastidor y los ejes donde van las ruedas. Denominamos suspensión al conjunto de elementos que se interponen entre los órganos suspendidos y no suspendidos. Existen otros elementos con misión amortiguadora, como los neumáticos y los asientos. Los elementos de la suspensión han de ser lo suficientemente resistentes y elásticos para aguantar las cargas a que se ven sometidos sin que se produzcan deformaciones permanentes ni roturas y también para que el vehículo no pierda adherencia con el suelo.

II.III. INVESTIGACIÓN PREVIA.

II.III.I. TIPOS DE SUSPENSIÓN.

En la actualidad las suspensiones que se emplean en los automóviles convencionales (con cuatro ruedas y dos ejes) son muy variadas y todas están

basadas en unos pocos sistemas diferenciados. Estas se pueden distinguir según su funcionalidad.

Existen básicamente tres tipos:

- a) Independiente, que permite que cada rueda asimile ondulaciones o accidentes del piso sin transferirlas a las otras.
- b) Semi independiente, en la cual parte de los movimientos se traspasan de una rueda a la otra.
- c) Eje rígido, donde todos los movimientos de una rueda se transmiten a la otra.

Suspensión hidráulica:

La suspensión hidráulica básicamente lo que hace es elevar y bajar el coche de una forma notable, creando un efecto de salto, ya sea lateral, frontal o trasero. Suele realizarse en Turing, mezcle, y en vehículos llevado al extremo ya que supone un cierto atractivo en este estilo de tuning. Otro caso muy vistoso de suspensión hidráulica en acción son los Lowriders, se los baja lo más cercano posible al suelo, y hasta se llegan a hacer competencias de saltos con ellos.



Imagen 1. Una suspensión hidráulica.

II.III.II. TIPOS DE SUSPENSIÓN INDEPENDIENTES.

Los primeros automóviles tenían la transmisión de las ruedas traseras, y el eje consistía en una unión rígida que unía ambas ruedas. Hoy en día se usan ballestas para amortiguar el movimiento del eje, un sistema que solo se usa en algunos vehículos.

Paralelogramo deformable

El sistema de suspensión en el que la unión entre la rueda y la carrocería son elementos transversales, colocados en diferentes planos. Toma su nombre de los primeros sistemas de este tipo, en los que hay dos elementos superpuestos paralelos que, junto con la rueda y la carrocería, forma aproximadamente la figura de un paralelogramo. Al moverse la rueda con relación a la carrocería, ese paralelogramo se deforma. No todos los paralelogramos deformables son tan similares, los hay con varios elementos pueden ser hasta 5 y no todos ellos transversales, también alguno oblicuo. El paralelogramo deformable es fácilmente visible en la suspensión delantera de un auto de formula 1.

El paralelogramo deformable más común inicialmente tenía como elementos de unión dos triángulos superpuestos. Hay variantes de este sistema en el que se reemplaza un triángulo por otro elemento de unión; en esta suspensión, hay un brazo curvo como elemento superior y un trapecio en el plano inferior. Esta suspensión junto con la McPherson es la más utilizada en un gran número de automóviles tanto para el tren delantero como para el trasero. También se le denomina suspensión por trapecio articulado o suspensión de triángulos superpuestos.

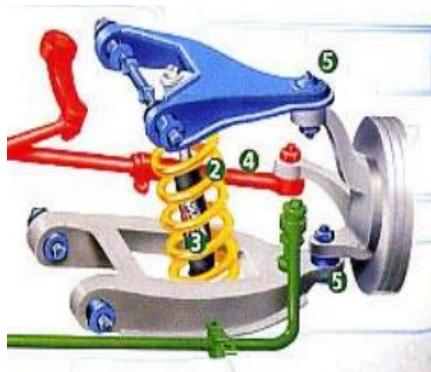


Imagen 2. suspensión de paralelogramo deformable.

Suspensión rígida

La suspensión rígida une las ruedas mediante un eje rígido que forma un solo conjunto. El peso de las masas no suspendidas aumenta considerablemente debido al propio eje rígido y al grupo cónico diferencial en los vehículos de tracción trasera.

En este tipo de vehículos, el grupo cónico se desplaza hacia arriba y hacia abajo durante las oscilaciones como parte integrante del eje rígido.

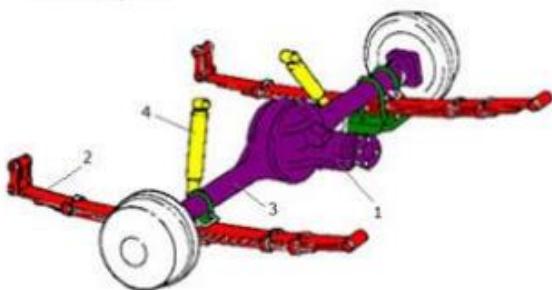
La principal ventaja de los ejes rígidos radica en su sencillez de diseño, además de que no generan variaciones significativas en los parámetros de la rueda, como la caída o el avance. Este tipo de suspensión se emplea principalmente en vehículos industriales, autobuses, camiones y todoterrenos.

En un modelo de eje rígido que actúa como eje propulsor, el conjunto está formado por una caja que contiene el mecanismo diferencial y por tubos que alojan los palieres. El eje rígido se apoya en el bastidor a través de ballestas que funcionan como elementos elásticos, transmitiendo las oscilaciones, mientras que los amortiguadores completan el sistema.



Imagen 3. suspensión de ballesta.

- 1.- Grupo diferencial
- 2.- Ballestas
- 3.- Trompetas o tubos
- 4.- Amortiguador



Suspensión rígida para eje trasero impulsor

Imagen 4. Partes de suspensión rígida.

Suspensión semirrígida

La suspensión semirrígida comparte similitudes con la suspensión rígida, aunque presenta diferencias importantes. En este sistema, las ruedas se encuentran unidas entre sí como en el eje rígido, pero transmiten solo de forma parcial las oscilaciones que reciben de las irregularidades del terreno. De esta manera, aunque no se trata de una suspensión completamente rígida, tampoco puede considerarse independiente. En este diseño, la función motriz se separa de la función de suspensión, ya que el diferencial se fija directamente al bastidor y no es soportado por la suspensión.

Suspensión con eje De Dion

La suspensión con eje De Dion se caracteriza porque las ruedas se encuentran unidas mediante soportes articulados al grupo diferencial. En este caso, el diferencial forma parte de la masa suspendida, puesto que se encuentra anclado al bastidor del automóvil. El movimiento de giro se transmite a las ruedas a través de dos semiejes (palieres), de manera similar a las suspensiones independientes.

Ambas ruedas están conectadas entre sí mediante un tubo De Dion, que las une rígidamente y permite a la suspensión realizar deslizamientos longitudinales. Este sistema ofrece la ventaja, en comparación con el eje rígido, de reducir la masa no suspendida gracias al menor peso del tubo De Dion y al anclaje del grupo diferencial al bastidor. Además, conserva prácticamente constantes los parámetros de la rueda, al igual que los ejes rígidos, debido a la rigidez proporcionada por el tubo.

La suspensión posee además elementos elásticos de tipo resorte y suele ir acompañada de brazos longitudinales que limitan los desplazamientos longitudinales.

Suspensión MacPherson

La suspensión MacPherson es un sistema ampliamente utilizado en los automóviles modernos. Su nombre proviene de Earle S. MacPherson, ingeniero que la desarrolló en 1951 para el modelo Ford Consul y posteriormente para el Zephyr. Este tipo de suspensión puede instalarse tanto en el eje delantero como en el trasero, aunque se emplea principalmente en el delantero, donde ofrece un punto de apoyo a la dirección y actúa como eje de giro de la rueda. Cuando se implementa en el eje trasero, suele denominarse suspensión Champaña.

El éxito de la suspensión MacPherson radica en su sencillez de fabricación y mantenimiento, en su bajo costo de producción y en el reducido espacio que ocupa, lo que la hace especialmente común en vehículos de gama media y baja. No obstante, su aplicación requiere que la carrocería presente mayor resistencia en los puntos donde se fijan los amortiguadores y resortes, con el fin de absorber de manera adecuada los esfuerzos transmitidos.

En la mayoría de los automóviles actuales se emplea la denominada suspensión de pierna. Este diseño puede colocarse en la parte delantera o trasera del vehículo y está conformado por un solo brazo de control inferior, un ensamblaje de pierna con amortiguador y un resorte. El brazo de control se fija mediante rótulas al bastidor y a la parte inferior de la pierna, mientras que la parte superior se sujet a una sección reforzada de la carrocería. Un cojinete superior, junto con la rótula inferior, permite el giro de la articulación de la dirección.

La suspensión MacPherson, considerada actualmente la más común, integra el resorte en espiral con el puntal, ubicado entre el brazo de control inferior y el bastidor. En algunas variantes, la pierna incorpora un cilindro de aire en la parte superior en forma de resorte. A diferencia de otros sistemas, este diseño elimina la rótula superior de la maneta de la rueda, prolongando la parte superior de la maneta junto con el puntal. El giro de la rueda se efectúa gracias a la rótula inferior y al cojinete situado en la parte superior del conjunto muelle-amortiguador.

En este sistema destacan dos aspectos principales:

- Al girar la rueda, también lo hace el conjunto muelle-amortiguador gracias al cojinete superior.
- La geometría de la suspensión se asemeja a un triángulo, donde los lados fijos son el bastidor y el brazo de control inferior, y el lado de longitud variable está conformado por la maneta y el conjunto muelle-amortiguador.

Este último componente soporta la carga del vehículo, lo que confiere al amortiguador un papel estructural y explica su mayor robustez.

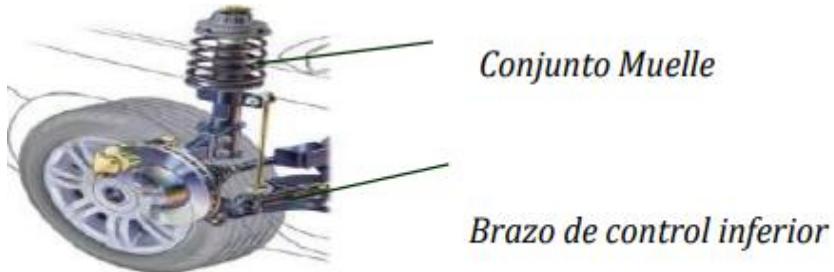


Imagen 5. Conjunto de muelle y brazo de control inferior.

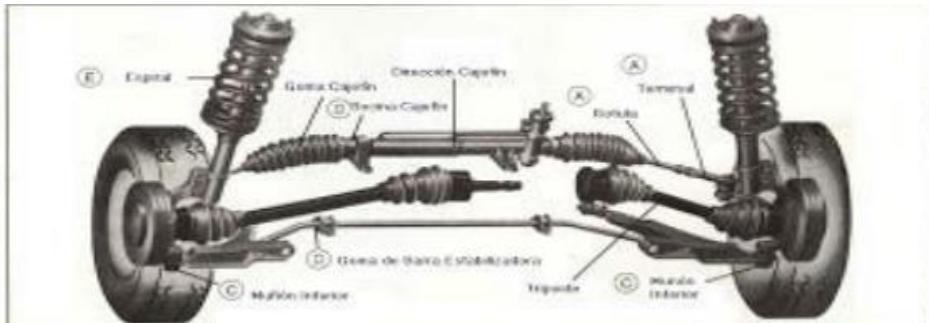


Imagen 6. suspensión McPherson.

II.III.IV. PARTES DE UNA SUSPENSIÓN.

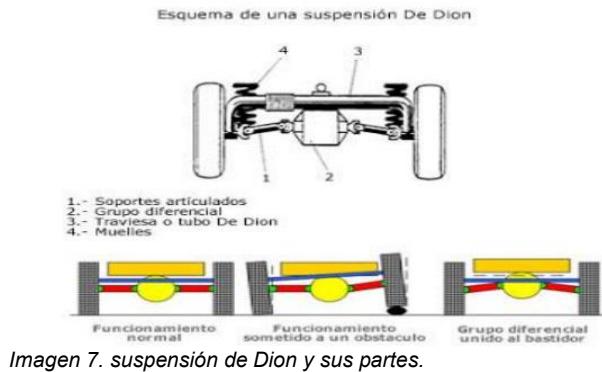
Resorte:

Es uno de los principales componentes para absorber el impacto inicial de las irregularidades del piso. Después de que el resorte se comprime sufre el efecto contrario y comienza a extenderse. Enseguida inicia un movimiento oscilante, asegurando el confort, pero sin mucha seguridad. Esto vale para cualquier tipo de resortes, ya sean helicoidales (espirales) o de flejes (ballestas).

Amortiguador:

Su función es eliminar las constantes vibraciones de los resortes. Los primeros eran de acción simple: operaban apenas en un sentido y por eso, no ofrecían resistencia a la compresión. El amortiguador moderno, de doble acción, controla los dos movimientos del resorte: compresión y expansión. En la fase de compresión actúa como auxiliar del resorte, dividiendo con él la intensidad del choque. Eso sucede porque la presión que se ejerce dentro del amortiguador aumenta conforme sus cámaras intercambian el fluido hidráulico: con el impacto, la parte externa de la pieza desciende o baja y presiona una cámara repleta de aceite.

Enseguida, a través de válvulas y orificios, parte de ese fluido se transfiere a un segundo compartimiento que, a su vez, lo pasa a un tercero. Estos sucesivos cambios impiden que el resorte vuelva a su posición original. Ya en la extensión, o rebote, la serie de transferencias de aceite entre las cámaras sucede en sentido contrario. Con el amortiguador estirado, el resorte es empujado al estado de reposo, eliminando las oscilaciones.



II.IV. OPORTUNIDADES.

El estudio de los diferentes sistemas de suspensión automotriz abre un conjunto de oportunidades tanto para el ámbito académico como para la industria. La constante evolución en los diseños permite identificar áreas de mejora orientadas a la seguridad, el confort y la eficiencia vehicular.

- **Innovación tecnológica:** la implementación de suspensiones más ligeras y resistentes representa una oportunidad para mejorar la eficiencia en el consumo de combustible y reducir emisiones contaminantes.
- **Aplicación en nuevos segmentos:** la suspensión MacPherson, por su bajo costo y simplicidad, ofrece posibilidades de adaptación en vehículos eléctricos e híbridos compactos, cada vez más demandados en el mercado.
- **Optimización de la seguridad:** el perfeccionamiento de sistemas como el De Dion permite mantener parámetros estables en la geometría de las ruedas, lo cual favorece una conducción más segura en terrenos irregulares.
- **Desarrollo en la industria pesada:** la suspensión rígida sigue siendo una oportunidad en vehículos industriales y todoterreno, donde la resistencia y durabilidad son factores clave.

- **Investigación académica:** comparar la eficiencia, costos y desempeño de las suspensiones en distintos contextos brinda un campo fértil para proyectos de investigación e innovación en ingeniería automotriz.

En conjunto, estas oportunidades resaltan la importancia de analizar y comprender los diferentes tipos de suspensión, pues su adecuada selección e implementación puede marcar la diferencia en la competitividad y sostenibilidad de la industria automotriz.

II.V. JUSTIFICACIÓN.

El proyecto de implementación de una suspensión McPherson en un vehículo todo terreno del equipo *Dyfunctional Family* surge de la necesidad de contar con un sistema de suspensión eficiente, ligero y confiable que permita competir en la carrera de prototipos de la Universidad Modelo.

La suspensión McPherson se caracteriza por su diseño compacto, lo cual resulta especialmente ventajoso en vehículos prototipo, donde el espacio y el peso son factores críticos. Además, ofrece un buen equilibrio entre estabilidad, confort y maniobrabilidad, cualidades esenciales en terrenos irregulares y de competencia.

Este proyecto busca no solo mejorar el rendimiento dinámico del prototipo, sino también optimizar el costo y la facilidad de construcción, ya que la McPherson es más sencilla de fabricar y mantener en comparación con sistemas más complejos como el doble triángulo o multibrazo.

De esta manera, el proyecto tiene como finalidad demostrar que, mediante la aplicación de un sistema de suspensión adecuado, se puede maximizar el desempeño del vehículo y posicionar al equipo *Dyfunctional Family* como un competidor fuerte en la carrera, integrando innovación, funcionalidad y accesibilidad en el diseño.

II.VI. OBJETIVO GENERAL.

Diseñar e implementar un sistema de suspensión McPherson en el vehículo todo terreno del equipo *Dyfunctional Family*, con el fin de optimizar su estabilidad, resistencia y desempeño durante la carrera de prototipos de la Universidad Modelo.

II.VII. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- **Analizar** las características del terreno y condiciones de competencia para determinar los requerimientos mecánicos de la suspensión.
- **Diseñar** el sistema McPherson adaptado al chasis del prototipo, priorizando resistencia estructural y ligereza (diseño asistido por computadora).
- **Fabricar e instalar** los componentes de la suspensión (amortiguadores, resortes, horquillas y manguetas) con materiales adecuados y procesos de soldadura confiables.
- **Evaluar** el desempeño del sistema mediante pruebas de campo en diferentes condiciones de manejo.
- **Optimizar** la geometría y el ajuste de la suspensión para garantizar un equilibrio entre confort, estabilidad y maniobrabilidad.

II.VIII. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.

¿De qué manera la implementación de un sistema de suspensión McPherson en un vehículo todo terreno prototipo mejora el desempeño, la estabilidad y la resistencia en condiciones de competencia frente a otros sistemas de suspensión?

CAPITULO III. COTIZACIÓN DE MATERIALES.

III.I. MATERIALES.

- Suspensiones McPherson (4 piezas: 2 delanteras y 2 traseras)
- Bases para colocar las suspensiones delanteras y traseras (ya elaboradas)
- Soleras de acero para adaptar las suspensiones delanteras
- Discos de corte para metal
- Discos de desbaste para metal
- Electrodos de soldadura (E6013 o E7018)
- Tornillos de alta resistencia
- Tuercas correspondientes
- Arandelas/rondanas

III.II. COTIZACIÓN.

Refacciones Italika - Plaza de las Motos.

- 57 467A por 54, Centro, 97000 Mérida, Yuc.

MOTOSUR Refacciones y Servicio.

- C. 13 240, El Prado Chuburná, 97203 Mérida, Yuc.

LA FERRE Perinorte

- Periférico Norte, Perif. de Mérida Lic. Manuel Berzunza 19712, Montecarlo, Sin Nombre de Col 26, 97130 Mérida, Yuc.

Casa Fernández del Sureste S.A. de C.V. (Norte)

- Calle 7 x Periferico, Santa Rita Cholul, 97130 Mérida, Yuc.

DMT

- X 33, Calle 50, Ferrocarrileros, 97000 Mérida, Yuc.

III.III. COMPARACIÓN DE PRECIOS Y CALIDAD.

MATERIAL.	DISTRIBUIDOR.	PRECIO.	CANTIDAD.	TOTAL.
Solera 1/2" x 4" x 6MTS (Acero ASTM A36).	LA FERRE Perinorte.	\$412.00	1	\$412.00
Disco de corte para metal.	Casa Fernández del Sureste S.A. de C.V. (Norte).	\$15.00	3	\$45.00
Disco de desbaste para metal.	Casa Fernández del Sureste S.A. de C.V. (Norte).	\$36.00	3	\$108.00
Paquete de electrodo E6013.	Casa Fernández del Sureste S.A. de C.V. (Norte).	\$349.00	1	\$349.00
Paquete de tornillos, tuercas y arandelas.	DMT.	\$217.87	1	\$217.87
Amortiguador Gzyf 13.5" 340 mm.	Refacciones Italika - Plaza de las Motos.	\$1,957.63	4	\$7830.52
Amortiguador Honda Navi 110.	MOTOSUR Refacciones y Servicio.	\$529.00	4	\$2116.00
Amortiguador Kinlley XR125.	Refacciones Italika - Plaza de las Motos.	\$571.64	4	\$2286.56
Amortiguador de Aire 12.5" 320mm.	MOTOSUR Refacciones y Servicio.	\$1,743.30	4	\$6973.2

tabla 2. Cotización de materiales.

III.IV. PRESUPUESTO Y COSTO FINAL DE MATERIALES.

Una vez analizados distintos distribuidores para las suspensiones, y los demás materiales necesarios para la instalacion de la misma, el equipo decidio optar por comprar los amortiguadores Kinlley XR125 por diversas razones, la primera y mas importante es que fue la que mejor se ajusto a la economia del equipo para el proyecto, despues el lugar en donde la venden, ya que a un miembro del equipo le recomendaron Italika, y esto genero mayor confianza en ese lugar; fuera de los amortiguadores que fue donde habian varias opciones, todos los demás materiales mostrados en la *tabla 2. Cotizacion de materiales* fueron comprados a el precio y cantidad mostrados, teniendo un costo total final de **\$20337.15**.

III.V. COMPRA Y VERIFICACIÓN DE MATERIALES



Imagen 8. Amortiguador con soporte de soleras soldado en la parte superior.



Imagen 9. Todoterreno con suspensión delantera adaptada.



Imagen 10. Todoterreno con suspensión trasera adaptada.



Imagen 11. Todoterreno con masas y llantas delanteras montadas.

CAPITULO IV. CONCEPTUALIZACIÓN Y DISEÑO.

IV.I. PLANEACIÓN DEL DISEÑO.

El equipo pudo adaptar con facilidad los amortiguadores traseros ya que estos contaban con sus bases y soportes, sin embargo, para los delanteros se tuvo que diseñar y crear el modo para poder adaptarlos al todoterreno. Esto se hizo por medio de una extensión rectangular del soporte original para poder tener un ángulo más recto a la hora de poner los amortiguadores. Después, una barrenación al soporte de cada lado para poder pasar un tornillo y su respectiva tuerca y rondana para sujetar a este soporte el amortiguador. En esto consiste el diseño que se mostrará a continuación.

IV.II. BOCETAJE A MANO.

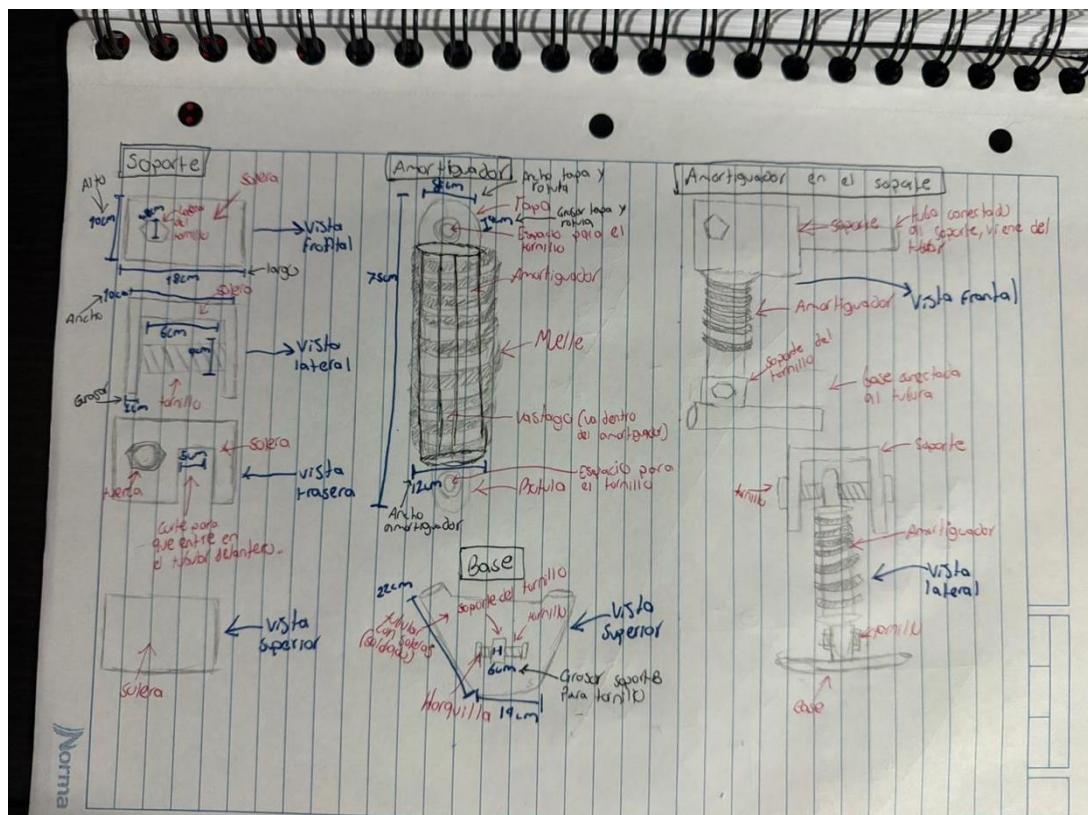


Imagen 12. Boceto a mano con las piezas con medidas a utilizar en la adaptación del amortiguador y la misma adaptación

Medidas del soporte:

- 10cm de alto
- 18cm de largo
- 10cm de ancho
- 4cm orificio para tornillo
- 5cm de largo corte para que entre en el tubular
- 7cm de alto corte para que entre en el tubular

Medidas del tornillo:

- 4cm de ancho
- 13cm de largo
- 4.2cm de ancho la cabeza del tornillo

Medidas del amortiguador:

- 75cm de alto
- 12cm de ancho
- 8cm ancho de tapa y rotula
- 4cm grosor de tapa y rotula

Medidas de la base:

- 22cm de largo
- 14cm de ancho
- 6cm grosor soporte para tornillo

IV.III. LISTA DE PIEZAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS.**Soleras y tornillos:**

- 2 tornillos gruesos de 4 pulgadas y media de largo, cada uno con su tuerca y arandela.
- 2 tornillos de 2 pulgadas y media para la base del amortiguador, con sus respectivas tuercas y arandelas.
- 2 tornillos de 2 pulgadas para la parte inferior, también con tuercas y arandelas.

IV.IV. ENSAMBLAJE.



Imagen 13. Amortiguadores delanteros montados con sus soportes superiores hechas por el equipo.

CAPITULO V. OPERACIONES Y DIAGRAMAS.

V.I. DIAGRAMA DE FLUJO.

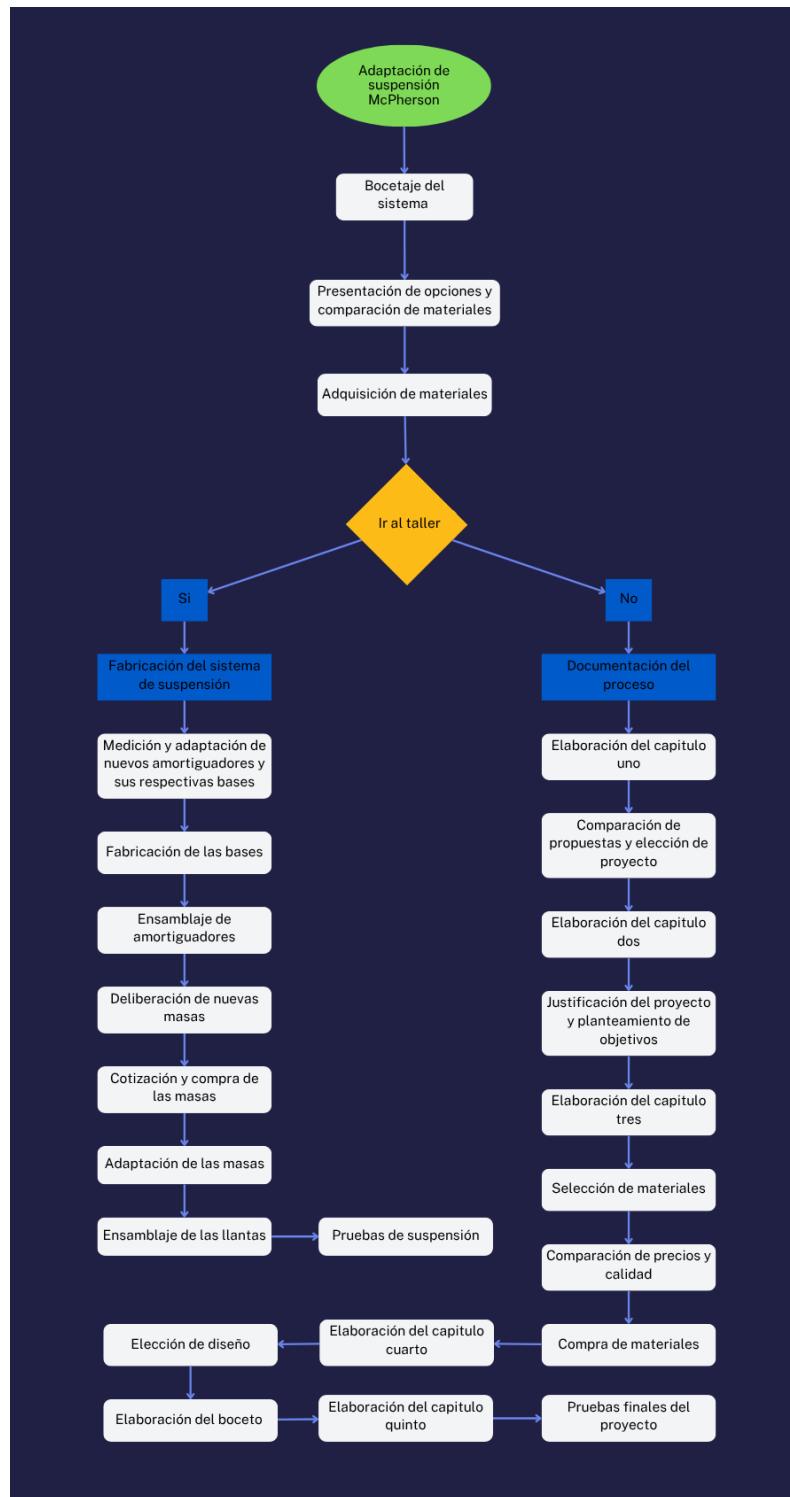


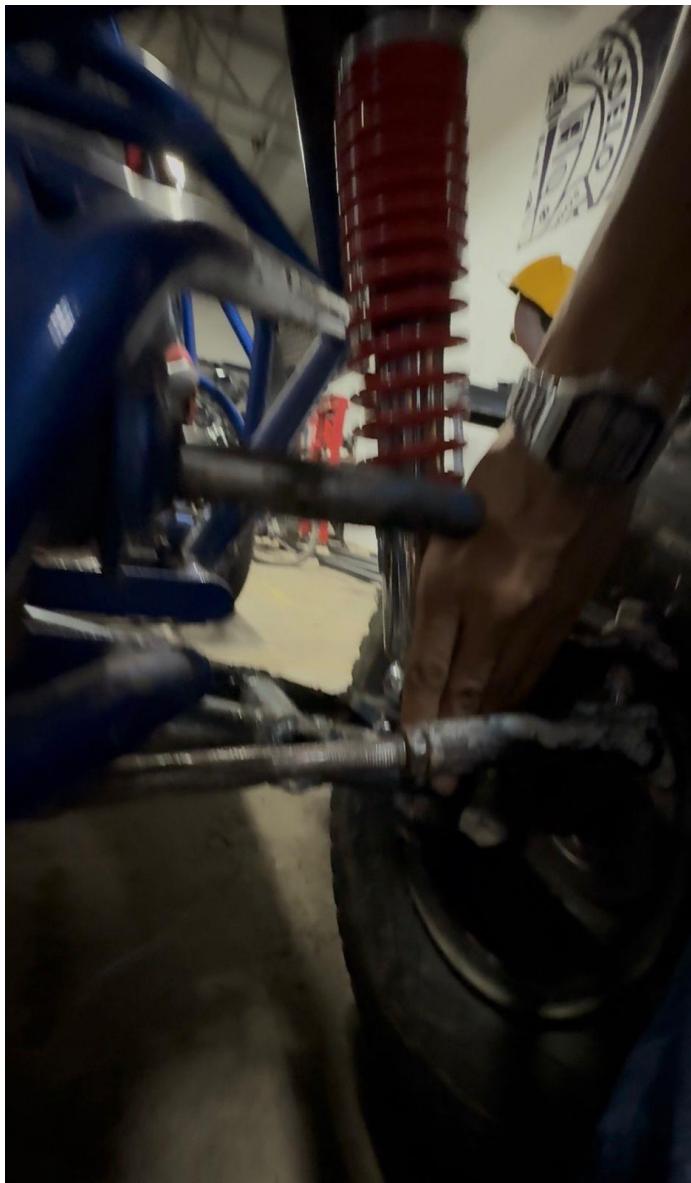
Imagen 14. Diagrama de flujo proyecto

V.II. ENSAMBLE, ARMADO, PRUEBAS FINALES Y SIMULACIONES.

Se adjuntará video al momento de las pruebas.







CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RESULTADOS

V.I. CONCLUSIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto de implementación de una suspensión McPherson en un vehículo todo terreno permitió al equipo integrar conocimientos teóricos y prácticos para mejorar el desempeño, estabilidad y seguridad del prototipo. Desde el comienzo, el trabajo estuvo orientado a analizar las necesidades del terreno y de la competencia, lo que llevó a seleccionar un sistema de suspensión que ofreciera una relación equilibrada entre resistencia, ligereza y maniobrabilidad. Esto permitió atender directamente el propósito central del proyecto: optimizar el comportamiento dinámico del vehículo mediante una solución mecánica funcional y adaptable.

A lo largo del desarrollo, el equipo realizó una investigación exhaustiva sobre distintos sistemas de suspensión, comparando su comportamiento, costos y ventajas estructurales. Este análisis permitió fundamentar la elección de la suspensión McPherson y adecuarla al chasis mediante un proceso de diseño asistido, fabricación de soportes, selección precisa de materiales y verificación del montaje. Dichas actividades respondieron de manera directa a los objetivos específicos planteados, ya que involucraron el estudio del entorno de uso, la elaboración de planos y bocetos, la instalación de componentes y la evaluación de su funcionamiento real.

La pregunta de investigación orientada a determinar si la suspensión McPherson mejora el rendimiento y la estabilidad de un vehículo todoterreno frente a otros sistemas encontró una respuesta favorable durante el proyecto. Las pruebas iniciales y la inspección del ensamblaje mostraron que esta suspensión aporta un comportamiento más estable en caminos irregulares, reduce la transferencia de vibración y brinda un mejor control direccional, características fundamentales en un prototipo sometido a condiciones variables.

Este proyecto representó más que una instalación mecánica: permitió al equipo fortalecer su capacidad de análisis, decisión y resolución de problemas,

integrando teoría, diseño y práctica en un sistema que responde a las exigencias reales de un vehículo de competencia. El resultado final demuestra que, mediante una correcta selección del sistema de suspensión y una implementación estructurada, es posible mejorar significativamente el rendimiento general del prototipo, consolidando una experiencia formativa de alto valor para la ingeniería automotriz.

V.II. REFLEXIÓN INDIVIDUAL.

Sebastián Bustos Becerra

La participación se basa en mantener un proceso ordenado desde el inicio, revisando materiales, verificando compatibilidades y asegurándose de que cada componente aportara estabilidad al sistema. Su forma de trabajar se nota en la manera en que prepara cada paso: compara opciones, evalúa condiciones y evita improvisar soluciones rápidas. El enfoque constante en la calidad del ensamblaje permite que cada pieza quede instalada de manera firme y confiable. El avance del proyecto refleja disciplina, atención al detalle y una intención clara de entregar un trabajo bien estructurado y funcional.

Rodrigo José Caballero López

El desarrollo del trabajo gira en torno a la precisión en las medidas y a la adaptación correcta de las piezas estructurales. Sus actividades incluyen revisar ángulos, corregir soportes y asegurarse de que los ajustes cumplan con el funcionamiento esperado. La forma en que aborda cada modificación muestra paciencia y una intención real de evitar errores que afecten al ensamblaje. Su intervención aporta orden, lógica y un manejo técnico sólido que contribuye a que el sistema quede bien alineado y soporte las cargas adecuadamente.

Ángel Nahum Jiménez García

Las tareas se enfocan en el trabajo práctico del taller, especialmente en cortes, uniones y manipulación de herramientas. Cada intervención se realiza buscando que las piezas queden bien asentadas y que las uniones mantengan la resistencia necesaria para soportar el uso real. Su estilo de trabajo es directo y constante, cuidando desde la alineación hasta el acabado final. La participación demuestra seguridad manual y una ejecución responsable, asegurando que la parte estructural del sistema quede firme y funcional.

Jonathan Jiménez Hernández

El aporte principal se concentra en organizar la información técnica y relacionar cada decisión del proyecto con fundamentos claros. La estructura del contenido busca explicar de forma comprensible los procesos realizados, dando coherencia al desarrollo general. Su participación integra datos, conceptos y justificaciones para respaldar los procedimientos del equipo. El enfoque se mantiene analítico, ordenado y orientado a que el proyecto tenga una base teórica sólida que complemente el trabajo práctico.

Cristopher Josué Díaz Salgado

El trabajo se desarrolla principalmente en el ensamble final, revisando tornillería, alineación de piezas y estabilidad del sistema completo. Cada ajuste se realiza con cuidado, confirmando que no existan movimientos indeseados o puntos débiles en la instalación. Su manera de trabajar combina seriedad y atención constante a la seguridad del conjunto, evitando fallas que comprometan la

suspensión. La participación aporta precisión y un enfoque práctico que asegura que el sistema quede correctamente montado y listo para funcionar sin problemas.

CAPITULO VII. BIBLIOGRAFÍA.

V.I. FUENTES.

- **Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2024).** *Encuesta Nacional de Seguridad Urbana (ENSU). Presentación ejecutiva, diciembre 2024.* INEGI.
https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ensu/doc/ensu2024_diciembre_presentacion_ejecutiva.pdf
- **Renting Finders. (s. f.).** *Sistema de suspensión MacPherson.* Renting Finders. <https://rentingfinders.com/glosario/sistema-suspension-macpherson>
- **HERE Technologies. (2023, abril 6).** *What are car proximity sensors and how do they work?* HERE. <https://www.here.com/learn/blog/what-are-car-proximity-sensors-and-how-do-they-work>.
- <https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/0b9d6bd0-6e69-4557-b1fb-4348dacfa894/content>