



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**NUEVAS INDUSTRIAS RODAMEX**  
**Diseño de sistema de cuatro barras**  
**para reducción de radios de giro**  
**mediante dirección asistida en carros**  
**de transporte intralogístico**

**INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES**

Que para obtener el título de  
**Ingeniero Mecánico**

**P R E S E N T A**

Mario Alberto Hernández Montiel

**ASESOR(A) DE INFORME**

Dr. Adrián Espinosa Bautista



**Ciudad Universitaria, Cd. Mx., Ingresada 2018**



## AGRADECIMIENTOS

Por todo el apoyo, de padres y hermanos en cuestiones morales, económicas, de formación y educación para desarrollarme como una persona productiva y eficiente para la sociedad, por el esfuerzo diario y ejemplo de que el trabajo duro y una vida honesta conlleva a cumplir todas las metas.

Al equipo del área de innovación y desarrollo de Nuevas Industrias Rodamex S.A. de C.V., donde comencé de forma profesional a compartir mis conocimientos teóricos y prácticos de la ingeniería enfocados al área de diseño para el mundo de la industria.

También a la facultad de ingeniería de la UNAM, que me recibió con los brazos abiertos en el camino para mi formación como profesionista, a los profesores que sin duda alguna admiro y respeto por los conocimientos teóricos y prácticos con los que cuentan, además de la pasión por la enseñanza a nosotros los jóvenes que llegamos el primer día al salón con el sueño de poder ser ingenieros.

# ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I .....	2
1.1.- ANTECEDENTES .....	2
1.2.- ORGANIGRAMA.....	4
CAPITULO II .....	8
2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO - BECARIO DE LA GERENCIA DE INNOVACIÓN Y CALIDAD .....	8
2.2 ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS .....	9
CAPITULO III .....	10
3.1- JUSTIFICACIÓN DE PROYECTO.....	10
3.2.- OBJETIVOS.....	11
3.3.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	11
CAPITULO IV .....	12
4.1.- METODOLOGÍA .....	12
4.2.- DESARROLLO .....	14
CONCLUSIONES .....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	31
ANEXOS .....	32

## INTRODUCCIÓN

Dentro de cualquier empresa que se dedica a la producción, ensamblaje de piezas o almacenes, se utilizan montacargas o tuggers y sus principales accesorios, como lo son tarimas, dollies y carros, este trabajo se enfoca en el desarrollo de la reducción de radios de giro mediante una dirección controlada por un sistema de cuatro barras en carros con longitudes de 5 x 2 [m] incluyendo la carrocería, enfocado a empresas en las que se busque la reducción del uso de montacargas para evitar costos y riesgos de operarios e incrementar utilidades para los trabajadores.

La principal característica del sistema de cuatro barras que se diseñó para este carro es que puede reducir el radio de giro en un 40% ya que hace posible definir un radio y centro de giro mediante los polos de Euler, evitando el deslizamiento y desgaste de la banda de rodadura de las ruedas empleadas para cualquier coche de transporte de materiales intralogístico en las plantas

También se desarrollan las etapas del diseño de la carrocería a partir de la configuración para este carro, se contemplan aspectos de ergonomía y se realizaron estudios dentro de varias empresas en cuanto a la altura de los operarios para tener un estándar de las dimensiones del carro a fabricar. El diseño está relacionado directamente con la corriente de desing thinking y co-creacion para que el usuario de sienta familiarizado con su herramienta de trabajo para un aumento en la producción, líneas de ensamble y tiempos de operación de las empresas.

El carro a fabricar es para empresas que cuenten con pasillos de dimensiones mínimas de 3.7 [m] y permitan velocidades de los dollies no mayores a 16 km/h. Se diseñó para que transporte cajas de plástico con dimensiones variables, la estructura del carro tiene una capacidad de carga de 4 toneladas

## CAPITULO I

### 1.1.- ANTECEDENTES

**Nuevas Industrias Rodamex S.A. de C.V.** es una empresa dedicada a la fabricación de rodajas metálicas fijas y giratorias de tipo ligero y ligero pesado, con capital 100% mexicano. Nace en 1944 bajo el nombre de Relámpago con operaciones en la colonia Tránsito de la delegación Venustiano Carranza.

Nuestra historia comienza cuando el señor Arturo Méndez en 1967 adquiere Rodamex mediante acciones compartidas. Un año después en 1968 el señor Arturo compra el total de las acciones por lo que se convierte en el único propietario de la empresa, a la cual le da el nombre **Nuevas Industrias Rodamex S.A de C.V.**

En 1970 la planta muda sus instalaciones actuales en la calle de Neptuno en la colonia Nueva Industrial muda Vallejo de la delegación Gustavo A. Madero. Para el año de 1989 el señor Méndez nombra al señor Marco Martínez como director general de la empresa.

En 1997 dada la necesidad de aumentar la productividad, se comienzan a realizar los primeros proyectos de reingeniería en la planta. En 2004 se construyen las nuevas instalaciones para el almacenaje de producto terminado en la calle de Saturno.

En 2006 se adquiere la empresa **Rodagoma S.A. de C.V.** con el objeto de lograr la integración vertical en la fabricación de ruedas de hule como complemento a nuestros productos.

En 2007 se establece una importante alianza comercial con **Bickle**, una de las empresas líderes fabricantes de ruedas y horquillas en Europa, para ofrecer en México sus principales productos y completar las necesidades del mercado.

En el año 2012 con el fin de satisfacer los requerimientos de nuestros clientes se abre el área de **Productos nuevos**.

En 2013 Bimbo nos declara proveedor global. Actualmente somos una empresa exitosa, mirando hacia adelante para convertirnos en una organización internacional competitiva. En **Nuevas Industrias Rodamex S.A de C.V.** queremos continuar “moviendo nuestras ideas” por lo que somos conscientes que para ofrecer a nuestros clientes productos de mayor calidad, es necesario mejorar continuamente a través de del seguimiento de nuestros procesos y con ello lograr que cada vez personas formen parte de nuestra historia.

## FILOSOFÍA

### Misión

Facilitar el movimiento de objetos de una manera eficiente, a precio justo con la mejor calidad y servicio proponiendo variedad y disponibilidad de soluciones que permitan a nuestros clientes darle valor agregado a sus productos y servicios. Generando beneficios para empleados y accionistas.

### Visión

Ser líderes en la entrega de soluciones de movimiento de calidad para el sector industrial con una composición del 5% de ventas por exportación.

## VALORES

- Comunicación y Respeto. Tanto en público como en privado hablaré siempre positivamente de mis compañeros de equipo, sobre mis clientes y sobre NUEVAS INDUSTRIAS RODAMEX S.A de C.V. Hablaré con buena intención utilizando conversación estimulante y constructiva. Escuchare todo lo que me digan antes de emitir cualquier juicio. No utilizaré ni daré atención a irreverencias, chismes o sarcasmos. Tomaré como verdad lo que me sea dicho en primera intención. Seré responsable de mis respuestas. Saludaré refiriéndome por sus nombres a aquellos con quienes interactúe. Me disculparé antes que nada por mis fallas y enseguida buscaré la solución. Discutiré sólo en privado con la persona involucrada.
- Honestidad. Me comprometo a hablar con la verdad, ser real y auténtico.
- Excelencia. Yo hago las cosas bien sin ninguna excusa para sobresalir de la mediocridad y estar por delante de los que hacen todo “a medias”.
- Disciplina. Yo estoy convencido de las cosas que se deben hacer, cuando se tienen que hacer sin que nadie me vigile, aplicando buenos hábitos de orden.
- Trabajo en equipo. Estoy consciente de que la integración de unos con otros es la oportunidad de aprender y crecer.
- Haré lo necesario para mantenerme unido y lograr resultados de grupo. Me enfocaré en cooperar para lograr soluciones y no sólo concesiones.

- Seré flexible en mi trabajo, dispuesto a cambiar si lo que hago no funciona. Pediré ayuda cuando la necesite y con gusto la daré cuando me la pidan.

## NUESTRA GENTE

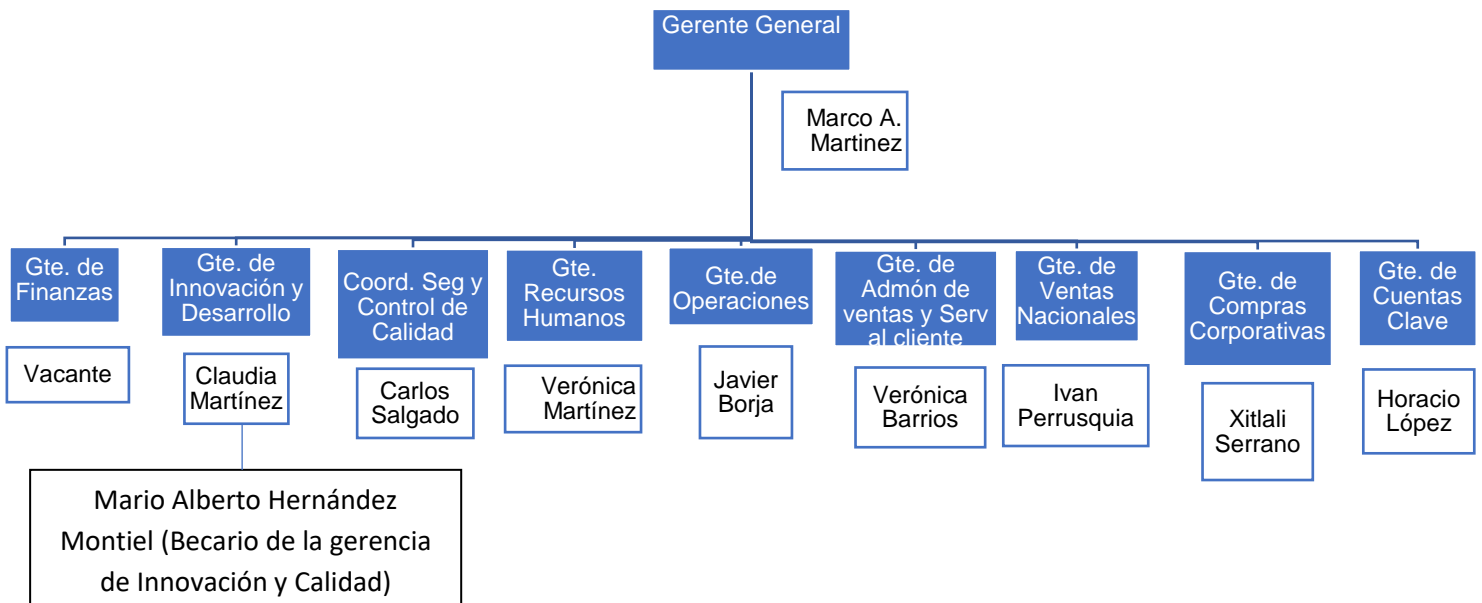
Queremos que todas las personas que formamos parte de Rodamex se sientan orgullosas de pertenecer a la empresa fabricante de rodajas más grande de México, por eso nuestros esfuerzos están concentrados en potencializar el capital humano con el que contamos y de esta manera responder con los más altos estándares de calidad las demandas de nuestro mercado.

Para Rodamex lo más importante es nuestro cliente y poder satisfacer sus necesidades adecuadamente.

## NUESTRO POTENCIAL COMO GRUPO

Nuestra amplia experiencia en el sector metalmecánico ha permitido que a lo largo de 6 décadas nos hayamos diversificado estratégicamente como grupo, ofreciendo soluciones a diversos mercados.

### 1.2.- ORGANIGRAMA





**GERENTE DE INNOVACION Y DESARROLLO:** Ser responsable ante Dirección General de dirigir las funciones de Innovación y Desarrollo, coordina e implementa las actividades relacionadas con las áreas de Nuevos Productos y de Desarrollo de Tecnología, así como de las mejoras para los productos. Dar seguimiento junto con la dirección general a la evolución tecnológica y evalúa las posibilidades de su implementación en el mercado.

Monitorea los productos y tecnologías para ofrecer oportunidades en el desarrollo de productos, investigar las necesidades y deseos insatisfechos de los clientes para evaluar si es posible competir en el mercado, generar ideas sobre nuevos productos o mejoras de los productos existentes, diseñar estrategias para ser competitivos en el mercado, diseñar productos nuevos y mejorar los actuales con materia prima sustitutiva, elaborar prototipos requeridos por la dirección general, realizar diseños y documentaciones de los cambios y nuevos productos.

- Otras gerencias importantes de la empresa que deben desempeñar sus actividades para el crecimiento de la empresa son:

**GERENTE DE FINANZAS:** Es importante que la empresa cuente con alguien quien tendrá como función principal liderar, planificar, dirigir y establecer controles contables que permitan dar cumplimiento tanto a las normativas legales vigentes como a las políticas internas de la empresa.

**COORDINADOR DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD:** Analizar procesos y proponer mejoras, implementando, generar indicadores metodológicos para contar con procesos y procedimientos eficientes que cumplan con los sistemas de Gestión implementados en la empresa.

Capacitar a las áreas de la empresa referente a temas de aseguramiento de calidad, elaborar el plan anual y programas de auditorías internas de calidad, dar aseguramiento a las acciones correctivas y preventivas asegurando la efectividad de las mejoras y/o cambios, registro de solicitudes de acciones de mejoras, proponer indicadores metodológicos que permitan medir la eficiencia de los equipos, consolidar la información de las auditorías internas y presentar informes, dar seguimiento y control al plan de implementación en todos los requerimientos necesarios.

**GERENTE DE RECURSOS HUMANOS:** Es uno de los departamentos más importantes que se manejan dentro de la empresa, tiene contacto directamente tanto con la directiva principal de la empresa como con los colaboradores. Además, es el encargado de mantener una relación fuerte entre empleador/empleado, también recluta a los mejores candidatos. En ocasiones debe tomar decisiones difíciles pero necesarias para el buen funcionamiento de la empresa.

Actúa como intermediario entre los colaboradores, es el encargado de resolver todas las quejas y eventualidades de los empleados con la empresa, se encarga de programar los entrenamientos y adiestramientos que deben tomar los empleados para mejorar sus funciones en la empresa.

**GERENTE DE OPERACIONES:** Es todo lo referente a la producción, desde la solicitud de las materias primas, mantenimiento y programación de la maquinaria, control de las líneas de producción, control de almacén de materias primas y producto terminado, determinación de las cantidades de los diferentes productos, asignación de funciones a los trabajadores y supervisores.

Tiene a cargo personal que son los que hacen el trabajo rudo, hacen funcionar una empresa. El gerente de operaciones coordina que todo el trabajo se ejecute de la mejor manera, supervisa las acciones, lleva un registro de los sucesos y actividades, es el mediador con el gerente general, verifica que los trabajadores cumplan su función.

**GERENTE DE ADMINISTRACION DE VENTAS Y SERVICIOS AL CLIENTE:** Es parte elemental de la empresa, su objetivo principal es dirigir al personal de ventas, brindando herramientas y estrategias al personal a su cargo, genera metas, objetivos, trato directo con clientes, implica la responsabilidad de conducir la empresa en el mercado cambiante, es vocero ya que es el principal negociador con otras organizaciones, ser artífice de una red de relaciones externas, mentor y ejemplo para lograr el esfuerzo de todos, enseñándoles cómo mejorar su capacidad para lograr la visión. Además de contar con planeación (determinación de objetivos, campañas y procedimientos específicos y planes), organización (agrupamiento de actividades necesarias para llevar a cabo planes y definir relaciones de personal), dirección (orientación y supervisión de subordinados), control (observar que los resultados se conformen a los planes y emprender una acción correctiva cuando sea necesario).

Estrategias de venta, estudio de mercado, planeamiento de venta, planificar y analizar las ventas, proporcionando reportes de las mismas, introducir y administrar las herramientas de venta y tecnología, analizar y diseñar estructura de venta y desarrollo de nuevos canales.

**GERENTE DE VENTAS NACIONALES:** Tiene gran responsabilidad dentro de la empresa porque el producto que ofrece es la principal fuente de ingresos. Cuando el gerente cuenta con todas las cualidades, práctica sus funciones es honesto, catalizador, toma decisiones y las ejecuta seguramente la organización tendrá éxito. Entre sus funciones destacan: hacer planes y presupuestos de ventas y utilizar estrategias.

Es una persona estratega, ve las adversidades como oportunidad de mejora o crecimiento, trata a las personas con tacto, planifica antes de hacer cualquier actividad, reduciendo el riesgo y aumentando la rentabilidad de sus acciones, antes de lanzar un producto debe conocer quién es su cliente, planea la forma de vender, establece metas a largo plazo y objetivos a largo plazo, calcula la demanda real del mercado y con base a eso pronostica las ventas

**GERENTE DE COMPRAS CORPORATIVAS:** El departamento de compras de una empresa actualmente juega un papel fundamental para mantener el equilibrio económico de la empresa. Son los encargados de comprar todos los bienes que la empresa necesita para uso de los mismos por parte de la compañía. Entre sus funciones destacan seleccionar proveedores y buscar alternativas. No siempre es fácil encontrar los proveedores, anticipar requerimientos y crear una lista de preseleccionados permite que tengas una opción a la mano.

La presencia del gerente de compras se hace indispensable en las empresas, ya que son los encargados de adquirir la materia prima para la elaboración de sus productos o insumos necesarios para el funcionamiento de la empresa, algunas características que tiene un buen gerente de compras es tener la mente clara para la planificación y toma de decisiones rápidas, así como negociar con los proveedores y ser capaz de manejar un equipo de forma eficaz.

**GERENTE DE CUENTAS CLAVE:** Encargado de organizar y revisar el estado de las cuentas de la empresa. Asignará objetivos y metas de venta al equipo y a cada vendedor, realización de presupuestos, revisión de cuentas anuales. Deberá ser disciplinado y contar con habilidades de comunicación, coordinación y organización.

A un buen gerente le importan los resultados sabe que no solo en ellos debería basar su dirección; como coaching/desarrollo de potencial facilitará que el ejecutivo tome consciencia de sus áreas de crecimiento profesional, clarifique los obstáculos y las opciones de cambio, defina un plan de acción concreto de cambio y se comprometa con el mismo; comunicación/información el gerente de ventas proporcionara información, influyendo, persuadiendo y evitando malentendidos y diferencias en ambas direcciones; motivación/apoyo y refuerzo la venta es dura, los ejecutivos están expuestos cada día a pequeños y grandes fracasos.

A pesar de conocer la meta y el método para llegar a ella, puede faltar en el ejecutivo el impulso y la voluntad para alcanzarla y de ahí radica una función clave del gerente de cuentas, la motivación.

## CAPITULO II

### 2.1 DESCRIPCIÓN DEL PUESTO - BECARIO DE LA GERENCIA DE INNOVACIÓN Y CALIDAD

Responsable de ayudar a desarrollar los proyectos aceptados por la gerente de innovación y desarrollo, junto con el diseñador industrial de la empresa; dichos proyectos son enfocados al diseño de carros para el transporte de material o dollies. Además de modelar piezas de los productos de la empresa, así como proponer y desarrollar ideas para la implementación de nuevos productos con la seguridad en cuanto a su diseño.

Competencias:

- Estudiante de los últimos semestres de la carrera Ing. Mecánica, mecatrónica, industrial o a fin
- Ingles 80% de manera hablada y escrita
- Conocimientos en software de diseño, especialmente SolidWorks
- Habilidad para la selección y conocimiento de materiales para los proyectos
- Interpretación de diagramas y documentos técnicos
- Conocimientos de procesos de manufactura
- Realizar validaciones mediante el método de elemento finito
- Excelente nivel de liderazgo, iniciativa, creativo, trabajo en equipo y comunicación

## 2.2 ACTIVIDADES DESEMPEÑADAS

Ayuda en la gestión y desarrollo de proyectos solicitados, elaboración de un plan de trabajo que programa las actividades diarias para realizar en el proyecto, diseño y desarrollo del producto bajo las especificaciones de materiales y presupuestos para el alcance de este incluyendo los conocimientos en el proceso de manufactura, validación de los productos mediante el análisis de elementos finitos, evaluación, retroalimentación y un plan de acciones de rediseño.

Realizar las fichas técnicas de las ruedas y rodajas para generar el catálogo de ventas en inglés y en español de los nuevos productos, modelado de las piezas para generar los render que aparecerán como imágenes ilustrativas de los productos y fichas técnicas en la página de internet de la empresa.

Registrar las claves de los productos en Hecho en México, así como en la página de internet para que se actualice de manera inmediata y así los usuarios cuenten con toda la información en el momento que se autorice un nuevo artículo para su compra.

Cuando es necesario, debo acudir a las empresas manufactureras a recoger y revisar los materiales que solicitamos para la realización de los proyectos, además ir a comprar materiales de muestra para los proveedores y clientes.

Actualmente me encuentro conociendo más acerca de las normas ISO y ANSI, para el diseño de equipos necesarios en la realización de pruebas para productos no solo de la empresa sino de empresas del ramo manufacturero e incluir como productos los equipos de acuerdo con las pruebas necesarias para cumplir los criterios de aceptación y estar bajo el cumplimiento de las normas de diseño.

También me encargo de hacer la traducción de las siguientes normas:

- ISO\_22879: 2004 \_\_Ruedas y rodajas – Requisitos de rodajas para muebles
- ISO\_22877: 2004\_\_Ruedas y rodajas – Vocabulario, símbolos y terminología multilingüe
- ISO\_22878: 2004\_\_Ruedas y rodajas – Métodos y aparatos de prueba
- ANSI ICWM: 2012\_\_ Norma de rendimiento para ruedas y rodajas
- ISO\_22883: 2004\_\_Ruedas y rodajas – Requisitos para aplicaciones menores a 1.1 m/s (4 km / h)

Para que todas las personas que participen o requieran de ellas puedan tener acceso a las mismas, con todas estas actividades es importante recalcar que la facultad de ingeniería me brindo las herramientas necesarias para ejercer mi profesión como ingeniero de una nueva generación innovadora y creativa.

## CAPITULO III

### 3.1- JUSTIFICACIÓN DE PROYECTO

Es un proyecto basado en la nueva filosofía del movimiento libre del uso de un montacargas.

A pesar de que el montacargas ha sido la verdadera y comprobada solución para varias operaciones de manejo de materiales, las aplicaciones libres de montacargas están comenzando a sacudir la manufactura con el creciente uso de carros y dollies.

Es por eso que debemos pensar en la filosofía: moverse a la manufactura libre de montacargas, es un gran salto, pero si la idea de deshacerse de montacargas suena extraña, no es algo nuevo. Cuando Steven Orr, el Gerente del equipo de manufactura de tubos y antes superintendente de planeación de materiales y logística en Ford Motor Company, informó a sus trabajadores que la planta dejaría de usar montacargas, no todos estuvieron de su lado.

“Nadie creyó que esto podría funcionar” menciona Orr. “Ellos estaban seguros de que, al eliminar el montacargas, el tiempo de traslado de las partes a la línea de producción se incrementaría”.

Orr ahora es feliz al asegurar que, con esta implementación en la planta de motores en Cleveland, los empleados tienen un punto de vista diferente. “Con el montacargas, teníamos que trabajar lentamente, pero con los carritos, el intercambio de piezas es mucho más rápido, es más rápido de lo que pensé que sería.”

Siempre debemos tomar en cuenta que somos capaces de hacer lo que pensamos y soñamos, es por eso que se introdujo mucho el concepto de creatividad e innovación, nunca hay que dar por hecho que algo es totalmente descabellado.

### 3.2.- OBJETIVOS

Desarrollar un nuevo producto para la empresa que ofrezca beneficios de optimización en el diseño, manufactura, ergonomía, calidad y financieros mediante la programación de una dirección asistida por cuatro barras, los conocimientos en mecánica de materiales, ensamble y producción, ya que en México no se ha desarrollado un proyecto con esas características y con ello poder impulsar a nuestro país a una mayor competitividad en el área de innovación en temas de ingeniería.

### 3.3.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Se trata de un carro para el transporte y acomodo de materiales que optimizara el tiempo de operaciones de la planta en general, evitara riesgos a los operarios y beneficios económicos que permitan generar mayores utilidades en la empresa de tal manera que todo el equipo de trabajo obtenga beneficios.

Es diseñado para plantas grandes en donde la cantidad de materiales y piezas demandan mucho tiempo en operación para su planificación de uso, tiene medidas de 5 x 2 metros en los cuales se utilizara un sistema de cuatro barras en las rodajas delanteras que se emplearan para su movimiento, este sistema permitirá que por el tamaño del carro, no se necesite de un rediseño de los pasillos de seguridad de la planta ya que reduce en un 40% el radio de giro, además contemplara aspectos como la ergonomía y co-creación del producto.

Se utilizará para transportar cajas de plástico, contenedores o piezas que se utilicen durante la producción o líneas de ensamble y garantizará la seguridad de la misma, evitando que caigan objetos al sistema de dirección asistida, ya que esto aumentaría los mantenimientos preventivos o correctivos, según sea el caso. El peso recomendado para el uso del carro es de 4 toneladas con un factor de seguridad de 1.26 que se respalda mediante la realización del análisis de elemento finito desarrollado en el software de diseño SolidWorks 2017 además de mis criterios de aceptación con base en mi experiencia en conocimiento de resistencia de materiales y diseño. Debido a derechos de privacidad de la empresa, el análisis FEM no se podrá presentar en este documento.

Reducirá el uso del montacargas debido a que este equipo toma una tarima con ciertas cargas y regresa a tomar otra tarima con la misma cantidad de la carga aumentando tiempo y dinero entre cada trayectoria, se implementara más el uso de los tigger ya que los dollies y carros podrán ser ensamblados de tal forma que pueda arrastrar un convoy de ellos.

El costo de los tigger es aproximadamente 54% menos que el de un montacargas, además reduce el riesgo de accidentes por mal funcionamiento de los motores o sistemas de engranes que controlan la cuchilla del mismo y las velocidades de uno promedio es entre 14 a 20 Km/h.

Para el manejo de un tigger no se requiere de un curso especializado o de una persona completamente preparada, como es el caso de los montacargistas, lo cual evitara que personas que se dediquen a ese trabajo sean más apreciados en cuanto a conocimientos de manera correcta en las plantas donde sea totalmente necesario el uso de los montacargas.

La implementación de los carros con un uso correcto en las plantas garantiza la vida de 2 años del producto con un mantenimiento semestral del aceite en los rodamientos de las ruedas, ya que el proceso de selección de materiales fue arduo y además diseño del mismo para ser adaptado a un tigger reducirá los costos en comparación de los de mantenimiento preventivos o reparación de los montacargas, además de la compra de accesorios y combustible de los equipos.

El proyecto además de la reducción de espacios y lo antes mencionado contara con un sistema de dirección asistida mediante un mecanismo de cuatro barras que está pensado para un mantenimiento rápido y sencillo del carro, al igual que el sistema de agarre, enganche y tiro del mismo. Todos sus componentes serán comprados en el mercado nacional y no dependerán de una infraestructura ajena a la que se encuentre en el país.

## CAPITULO IV

### 4.1.- METODOLOGÍA

#### Proceso de Realización de Producto (PRP)

- ✓ Funciones de mercadotecnia para evaluar los requerimientos del cliente
- ✓ Investigación para determinar la tecnología disponible que puede usarse en forma razonable en el producto
- ✓ Disponibilidad de materiales y componentes que pueden incorporarse al producto



- ✓ Diseño y desarrollo del producto
- ✓ Prueba de funcionamiento del producto
- ✓ Documentación del diseño
- ✓ Relación de vendedores y funciones de compradores
- ✓ Consideración de suministro global de materiales y de ventas globales
- ✓ Conocimientos de la fuerza de trabajo
- ✓ Planta e instalaciones físicas disponibles
- ✓ Capacidad de los sistemas de manufactura
- ✓ Sistemas de planeación de la producción y control de la producción (PCP)
- ✓ Sistemas de apoyo a la producción y personal
- ✓ Requisitos de los sistemas de calidad
- ✓ Operación y mantenimiento de la planta física
- ✓ Sistemas de distribución para que los productos lleguen al cliente
- ✓ Operaciones y programas de venta
- ✓ Objetivos de costos y demás asuntos de competencia
- ✓ Requisitos del servicio al cliente
- ✓ Problemas ambientales durante la fabricación, funcionamiento y disposición del producto
- ✓ Requisitos legales
- ✓ Disponibilidad de capital financiero

## 4.2.- DESARROLLO

Presentare una serie de imágenes relevantes en cuanto al diseño del carro que mostrarán como se sigue un proceso de diseño que garantice la mayor satisfacción para el mercado nacional e internacional, los planos a detalle de manufactura para los proveedores no se pueden mostrar en el trabajo debido a la confidencialidad de la empresa.

Comencé con el desarrollo del sistema de cuatro barras que es la principal característica de este modelo, posteriormente las rodajas que son las responsables de generar el movimiento, el carro consta de dos ruedas delanteras que irán adaptadas a la dirección asistida, dos intermedias con rodajas giratorias y dos traseras con rodajas fijas, con el fin de tener un centro de radio de giro fijo en las ruedas traseras y evitar un poco el desgaste natural producido en la banda de rodadura por uso del carro.

La carrocería incluye estructuras de PTR con uniones soldadas, además de una plataforma perforada para disminuir el peso y proteger el sistema de dirección de cuatro barras si llega a caer algún objeto que pueda afectar su funcionamiento.

El tiro constará de un tubo con uniones soldadas que se podrán adaptar a la dirección y en la parte de enganche con el tigger.

El material que se utiliza para la carrocería, barras y tiro es acero al carbono no aleado ya que, por su resistencia y convenio con los proveedores, resultó el más adecuado en funcionalidad y costos

Diseño del sistema de dirección mediante un sistema de cuatro barras:

Diseñe el sistema de cuatro barras (figura 1) y no las cadenas o bandas dentadas para la reducción de radio de giro ya que en Alemania se hizo esa propuesta, pero no consideraron el desgaste en las bandas de rodadura, el peso de los eslabones y la forma de las cadenas, la complejidad en el ensamble y mantenimiento del carro, además del costo elevado debido a los componentes para lograr su objetivo. Las dimensiones del carro que consideraron en Alemania para el desarrollo del producto fue de 3 x 1.5 [m], con lo cual se requeriría de una mayor inversión de capital para el diseño de coches con dimensiones mayores a esas.

La dirección asistida está conformada por las barras:

- A (principal): 1941.40 mm
- B: 321.30 mm
- C: 872.10 mm
- D: 425 mm
- E (tiro): 500 mm

Tienen un arreglo simétrico (figura1), lo que permite obtener mediciones iguales hacia la izquierda y derecha al momento de realizar los cálculos de dimensiones para el pasillo, para obtener la forma gráfica de dicho arreglo hice uso de la herramienta de programación Wolfram Mathematica 10.0 en la que propongo el ángulo de la primera barra y cual quiero obtener al realizar el movimiento del tiro (barra E)

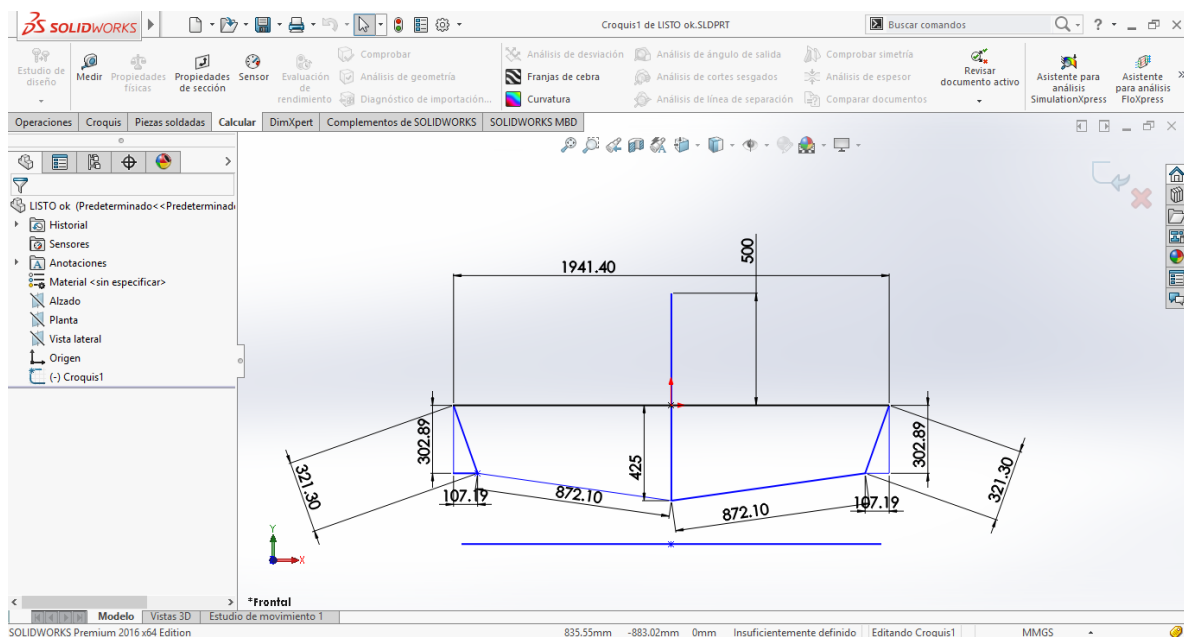


Figura 1: Diseño de dirección asistida

Movimiento del tiro y ruedas delanteras:

El sistema de dirección se programó en el software, bajo el concepto de centro y radio de giro en relación con el polo de Euler y se obtuvo la siguiente configuración de movimiento en las cuatro barras y ruedas (figura 2, figura 2.1)

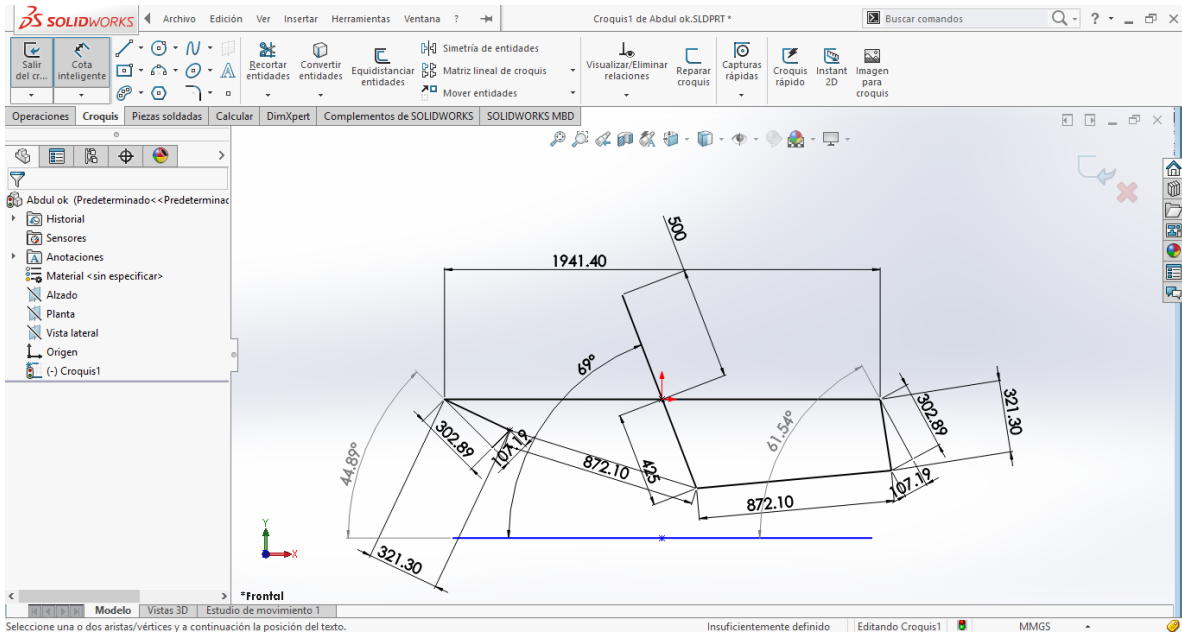


Figura 2: Movimiento del arreglo de cuatro barras (lado izquierdo)

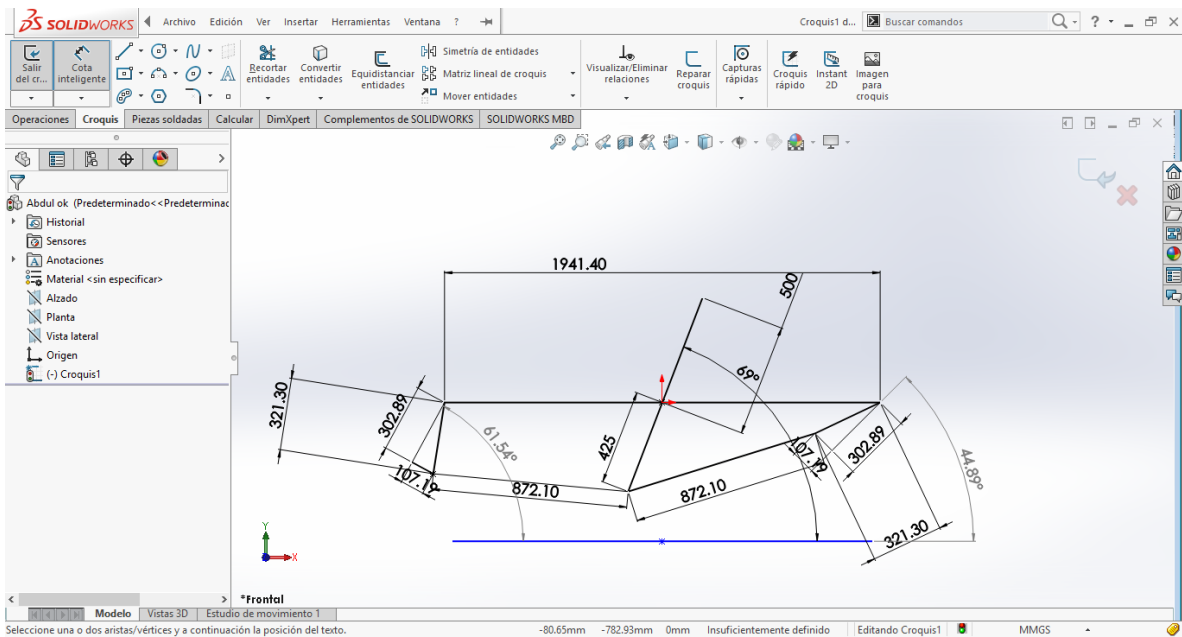


Figura 2.1: Movimiento del arreglo de cuatro barras (lado derecho)

Longitud real del pasillo para el carro, como podemos apreciar (figura 3) es de 3.605 [m] una vez que se ha establecido la configuración y aplicando la metodología de Euler para el cálculo de radios y centro de giro

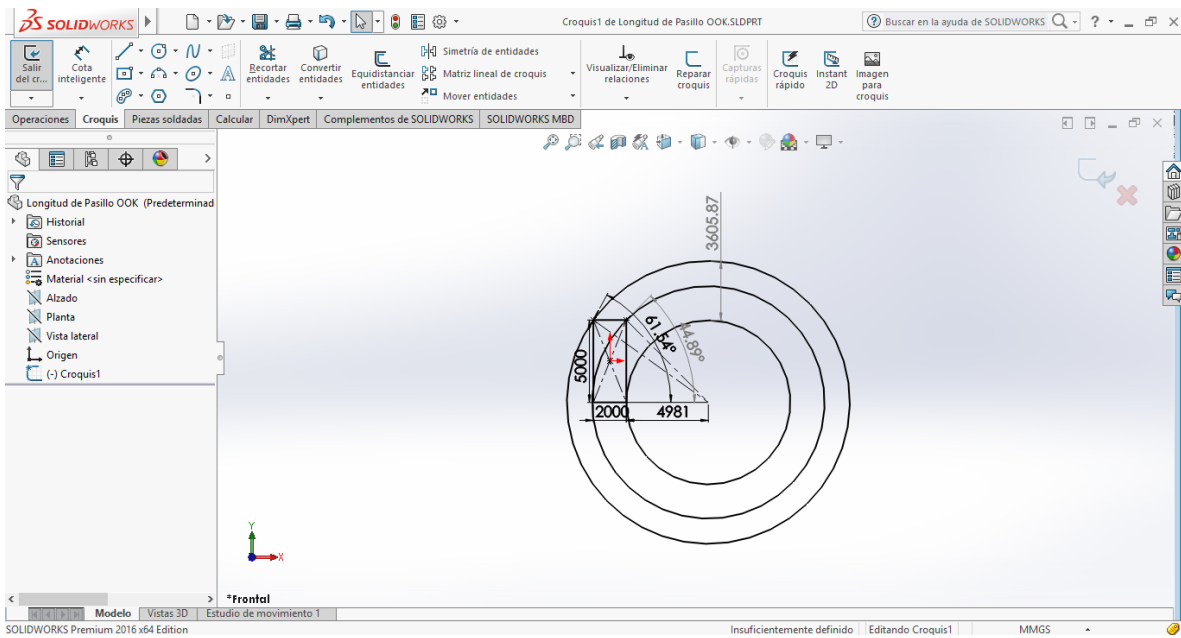


Figura 3: Longitud del pasillo para el momento de realizar cambio de dirección

Barra para restringir y proteger el movimiento a los 69° (figura 4)

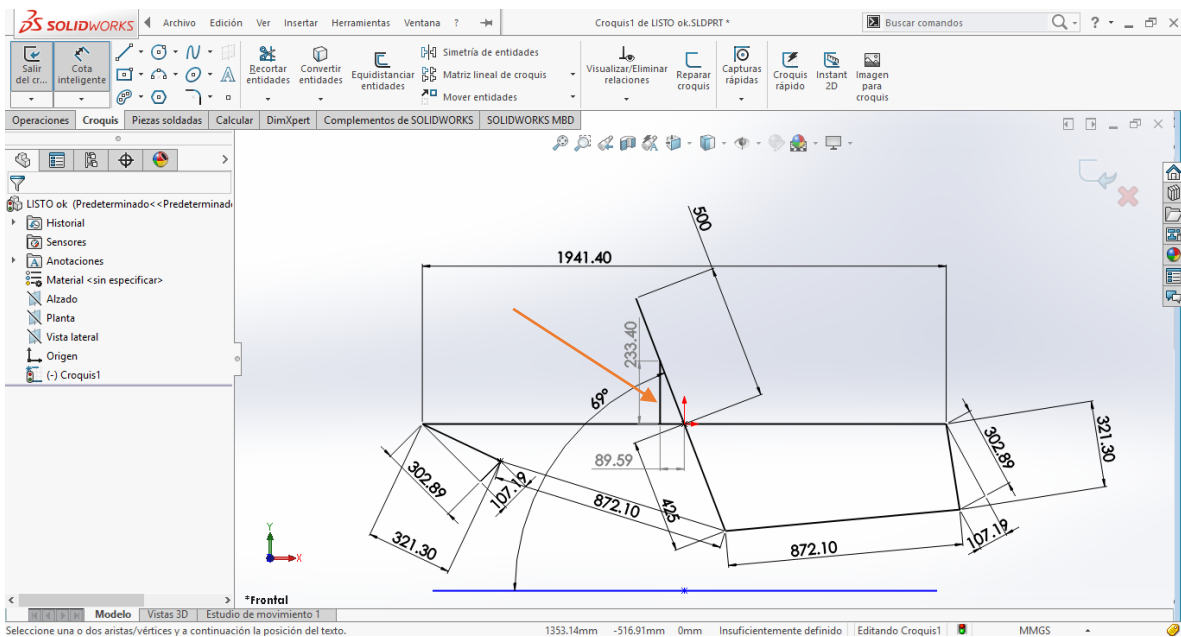


Figura 4: Restricción del ángulo para el tiro

Las medidas originales son las siguientes, pero debido a los espesores de los sólidos, cambiarán (figura 5)

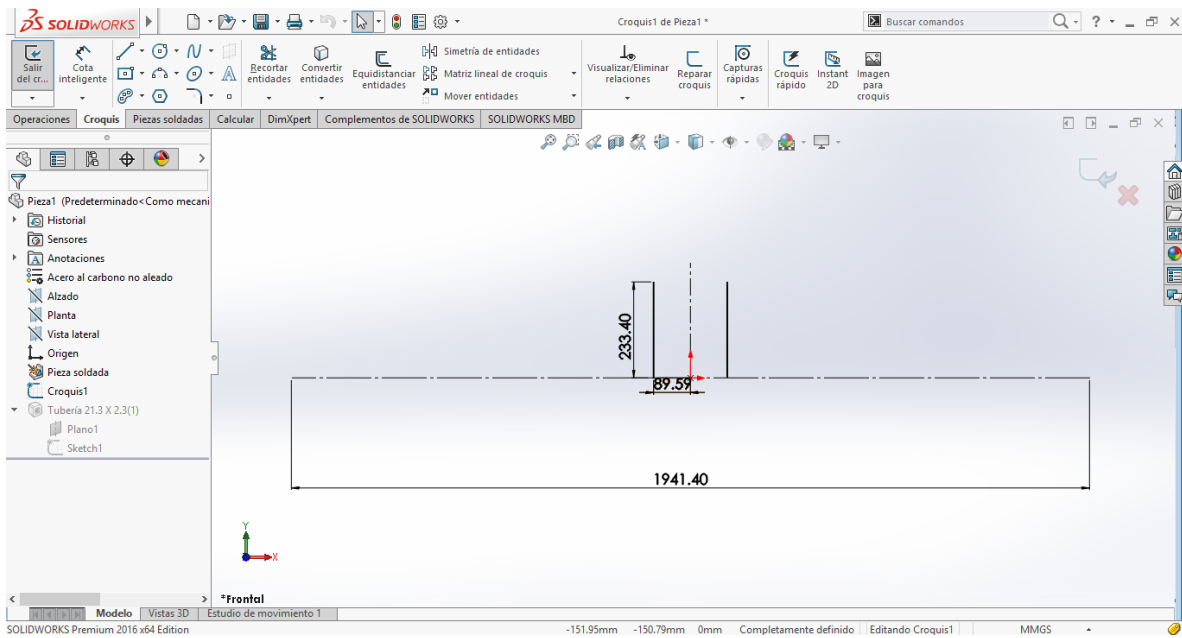


Figura 5: Consideración de los espesores

Las dimensiones finales para la barra BPRM: Barra para restringir el movimiento (figura 6)

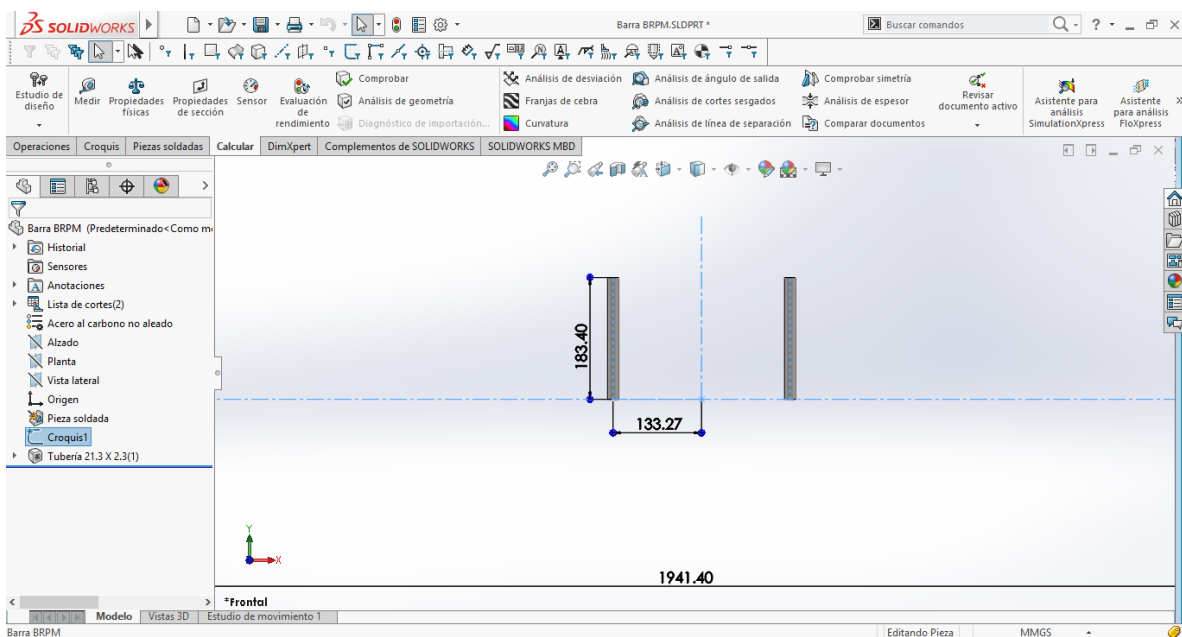


Figura 6: Distancia entre el centro de la barra A y BPRM

Se le hará un corte a la estructura inferior para permitir el movimiento del tiro que controla la dirección del carro (figura 7)

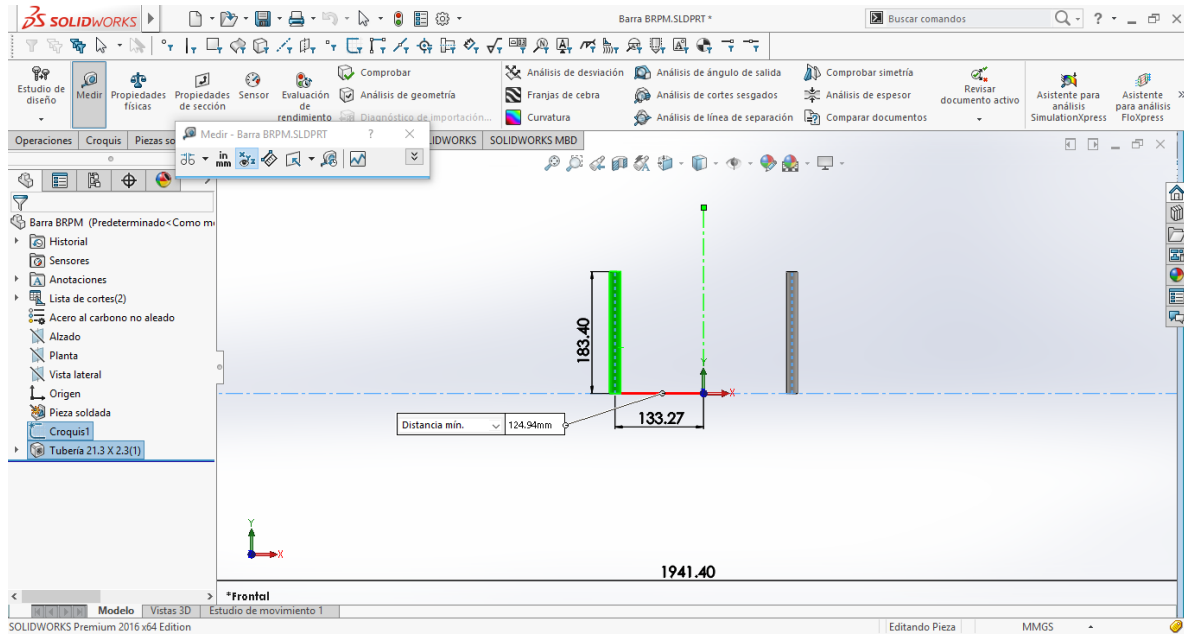


Figura 7: Corte en la estructura inferior

La estructura inferior tendrá la siguiente forma, lo cual reducirá el peso de la dirección asistida (figura 8)

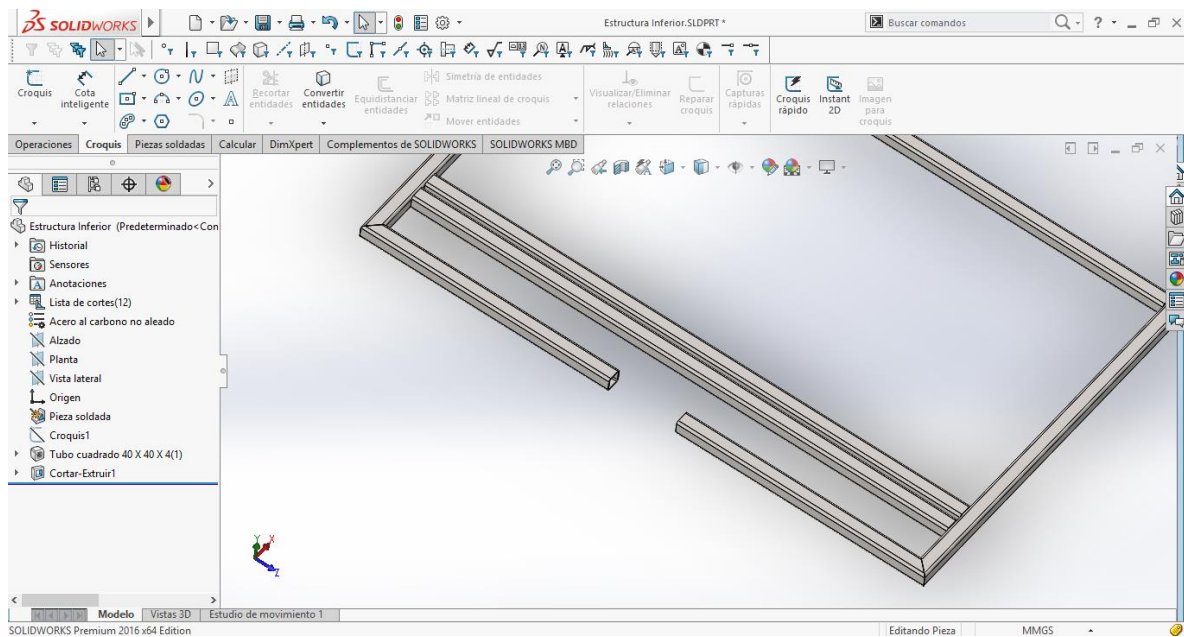


Figura 8: Vista previa de la estructura inferior

La dirección asistida queda la siguiente forma (figura 9) con la sujeción de las ruedas delanteras

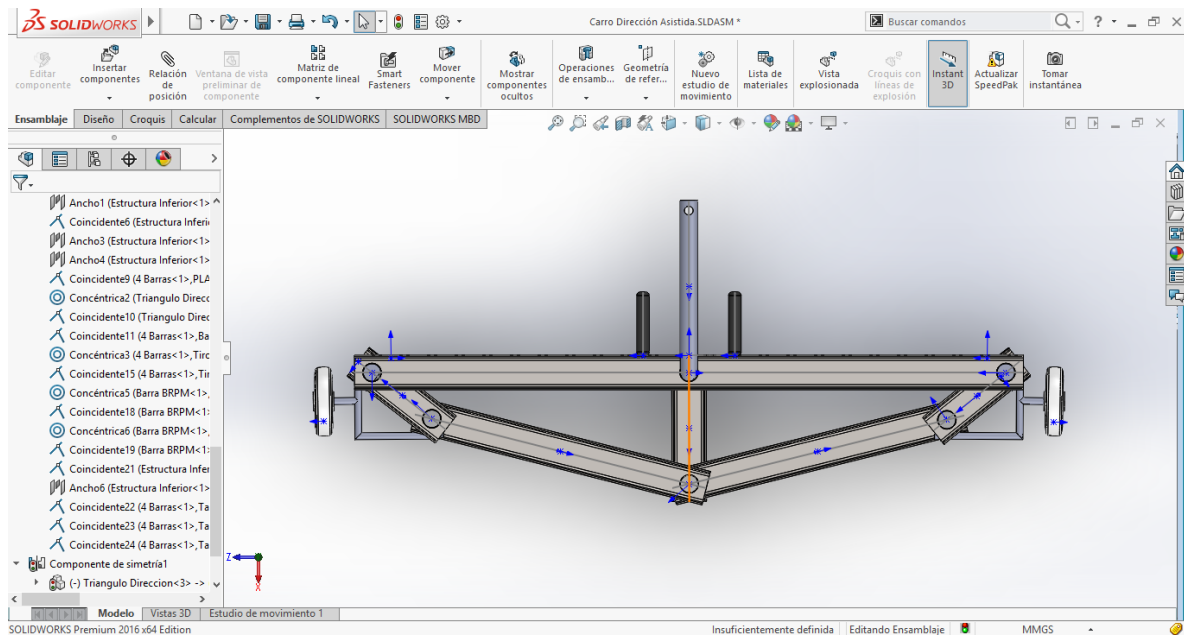


Figura 9: Vista previa

Una vez asignado el material, el sistema de dirección asistida tendría la siguiente visualización (figura 10)

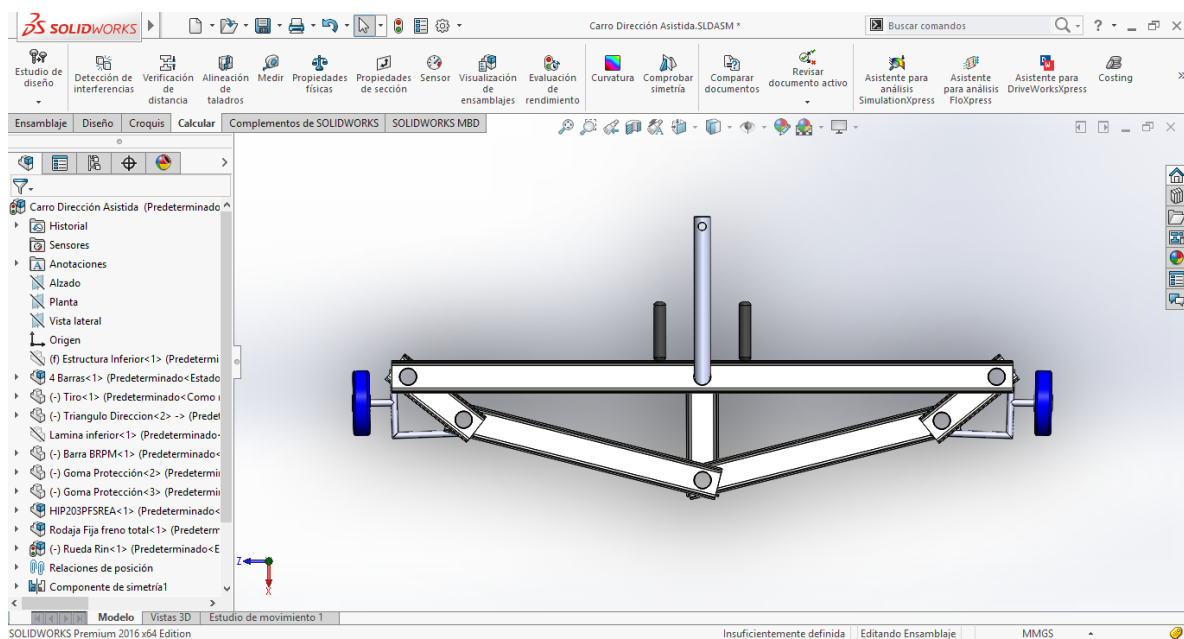


Figura 10: Asignación del material, acero al carbono no aleado



Ruedas de poliuretano para rodajas fijas (traseras) Blickle 8 Pulgadas:

La banda de rodadura la seleccione de este material por sus propiedades físicas y que cumple con los estándares de la norma ANSI ICWM: 2012\_\_ Norma de rendimiento para ruedas y rodajas. Esto es para evitar un mal funcionamiento del carro y riesgos de volcadura debido al peso debido a que de manera natural las rodajas sufren deslizamiento y desgaste, que se minimizan con el diseño de la dirección asistida

Todas las bandas de rodadura las seleccione precisamente para la función a desempeñar, pero es importante mencionar que como el carro será dirigido por el tigger a velocidades no mayores a 16 Km/h deben tener la característica de la resistencia térmica para evitar el daño en los pasillos.

Fue importante considerar también la resistencia a la conductividad eléctrica ya que todas las plantas operan sus máquinas con voltajes y corrientes muy altas.

Rodaja trasera con freno total (figura 11), para un mayor control del usuario al momento de distribuir los materiales en las líneas de producción o ensamble:

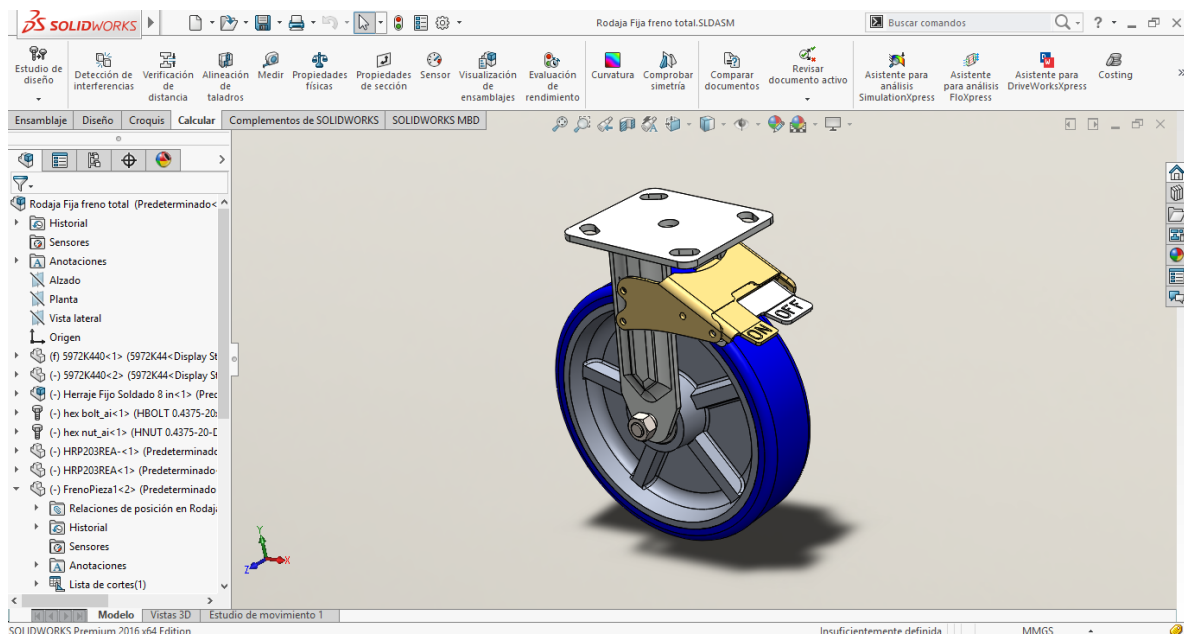


Figura 11: Rodaja trasera

Ruedas delanteras (figura 12), que serán conectadas al sistema de cuatro barras

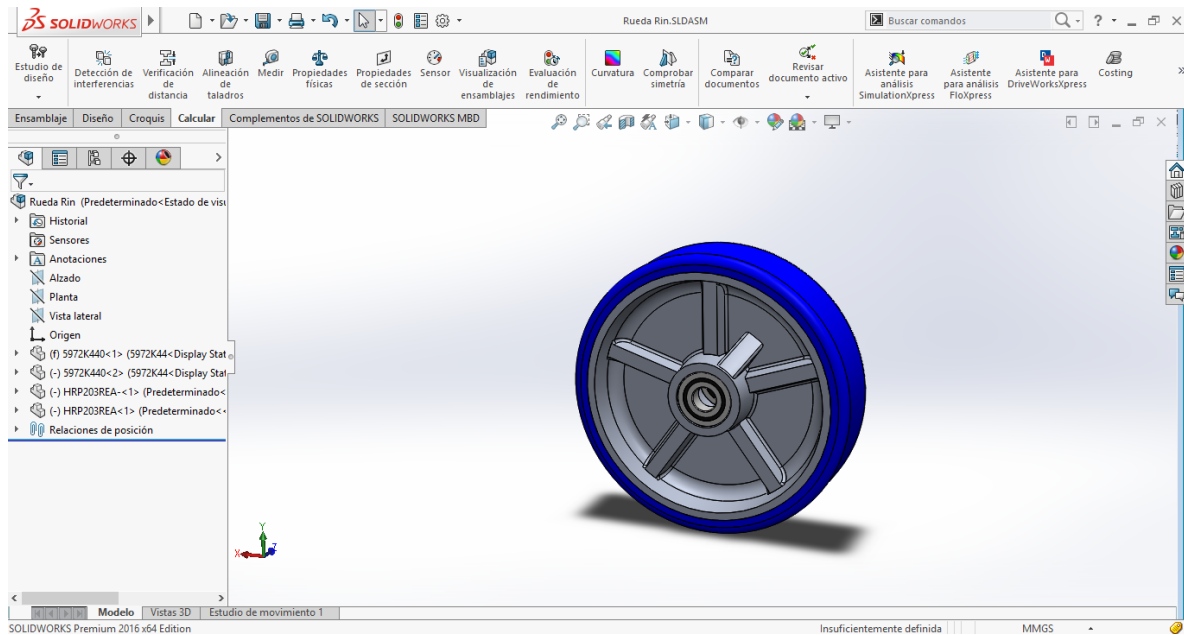


Figura 12: Tipo de ruedas conectadas al sistema de dirección

Rodajas giratorias intermedias (figura 13), para no afectar el radio de giro, permita un giro más suave al momento de manipular el carro, además de que aumenta la capacidad de carga y soporte.

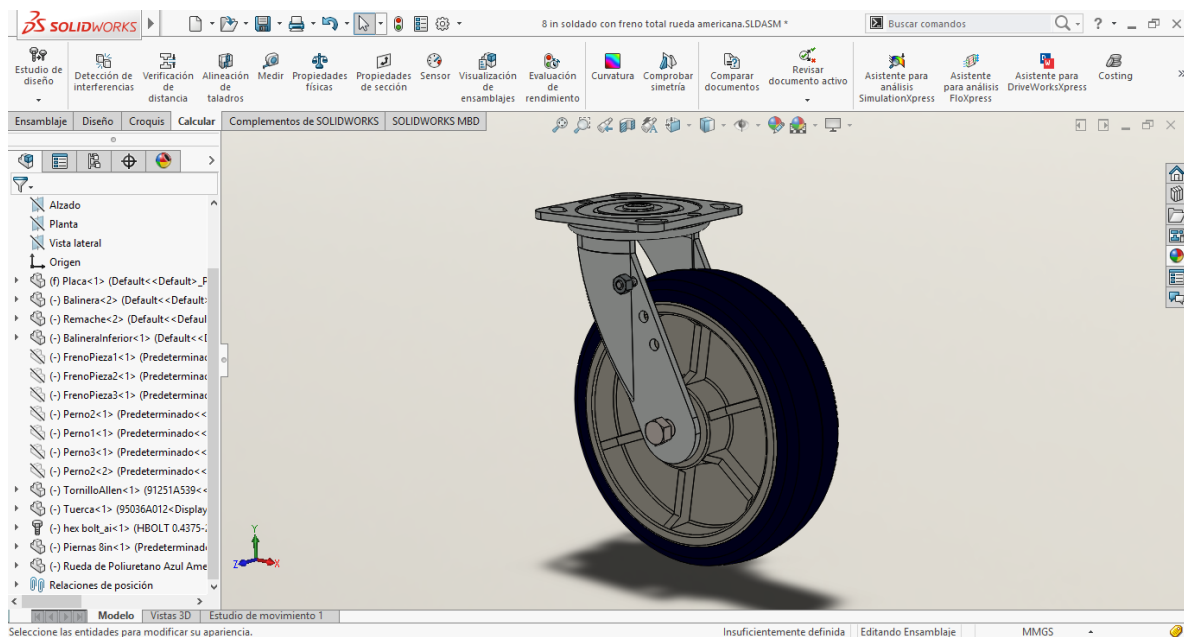


Figura 13: Rodajas intermedias

Estructura inferior (figura 14) con espacios simétricos para la reducción de peso al momento del ensamble y optimizar en la capacidad de carga, las divisiones en los extremos son para que se puedan sujetar las rodajas sin ninguna complicación

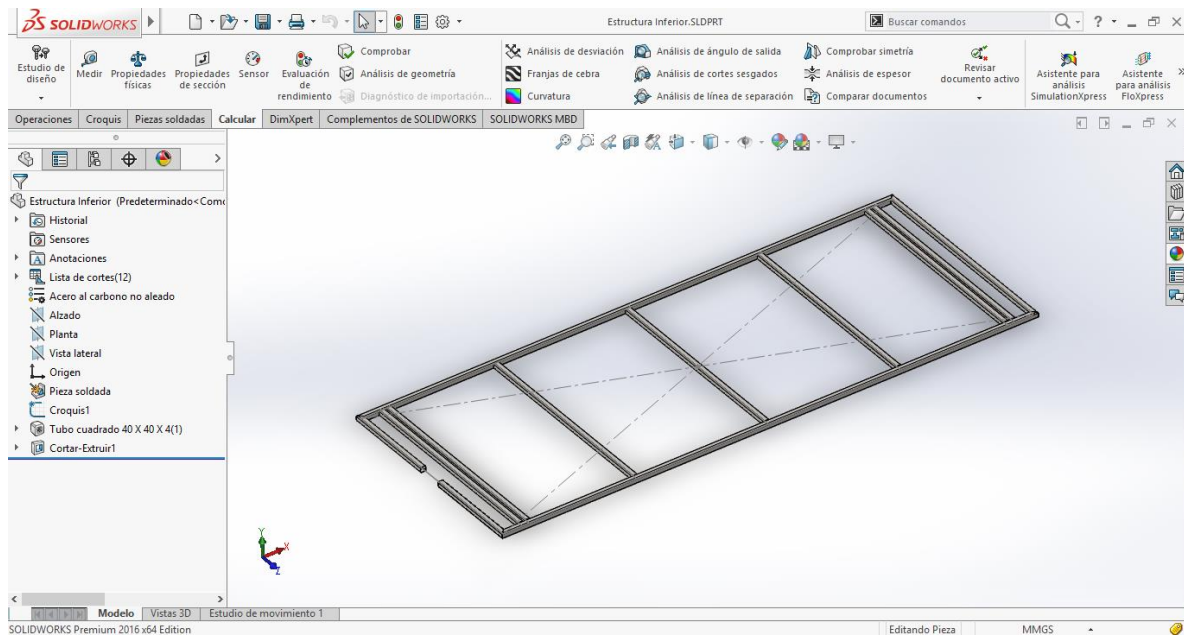


Figura 14: Estructura inferior

Tiro para conectar al tigger (figura 15)

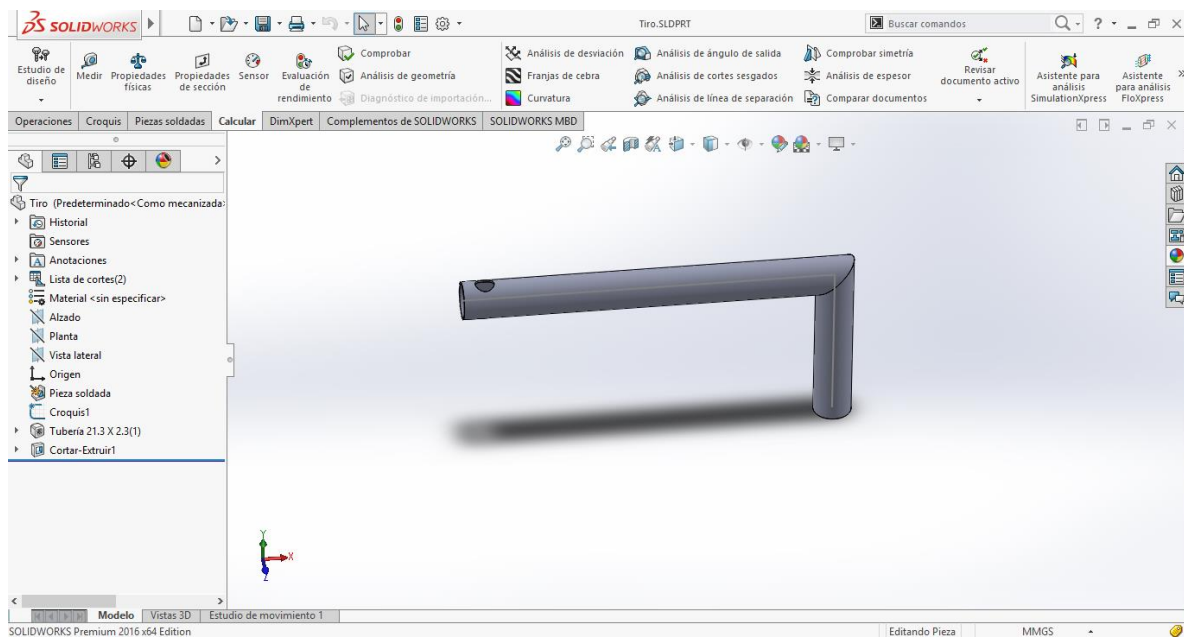


Figura 15: Tiro

Triángulos de dirección (figura 16) para la conexión de las ruedas y permitir el movimiento, estarán soldados al sistema de cuatro barras para que el movimiento sea más preciso de acuerdo con el diseño establecido

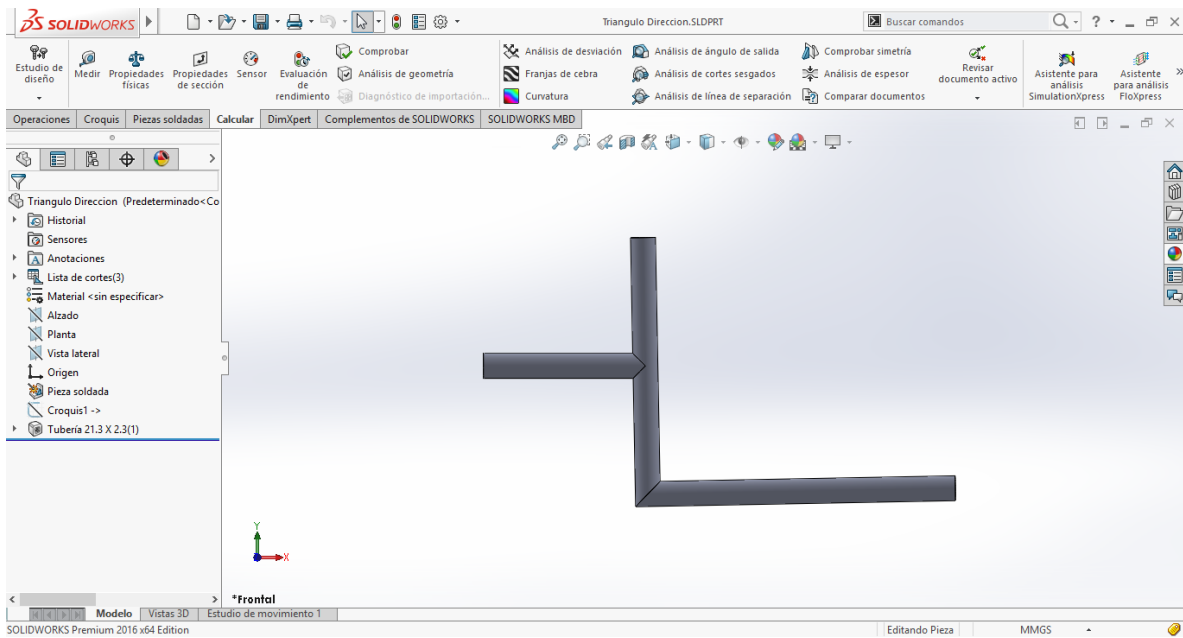


Figura 16: triángulos de dirección

Lamina inferior perforada (figura 17) para la reducción de peso y uso excesivo de material, las perforaciones tienen un diámetro de 25.4 mm y tienen un claro de 50 mm con respecto al marco de la estructura

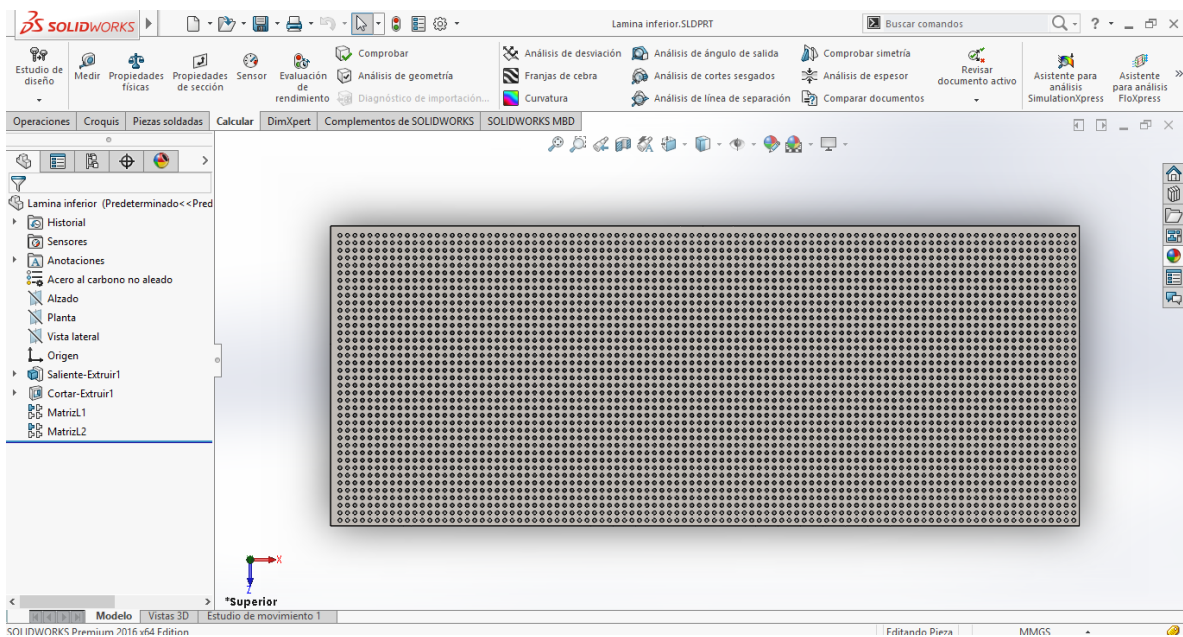


Figura 17: Lamina inferior

## Barra para restringir el movimiento del tiro (figura 18)

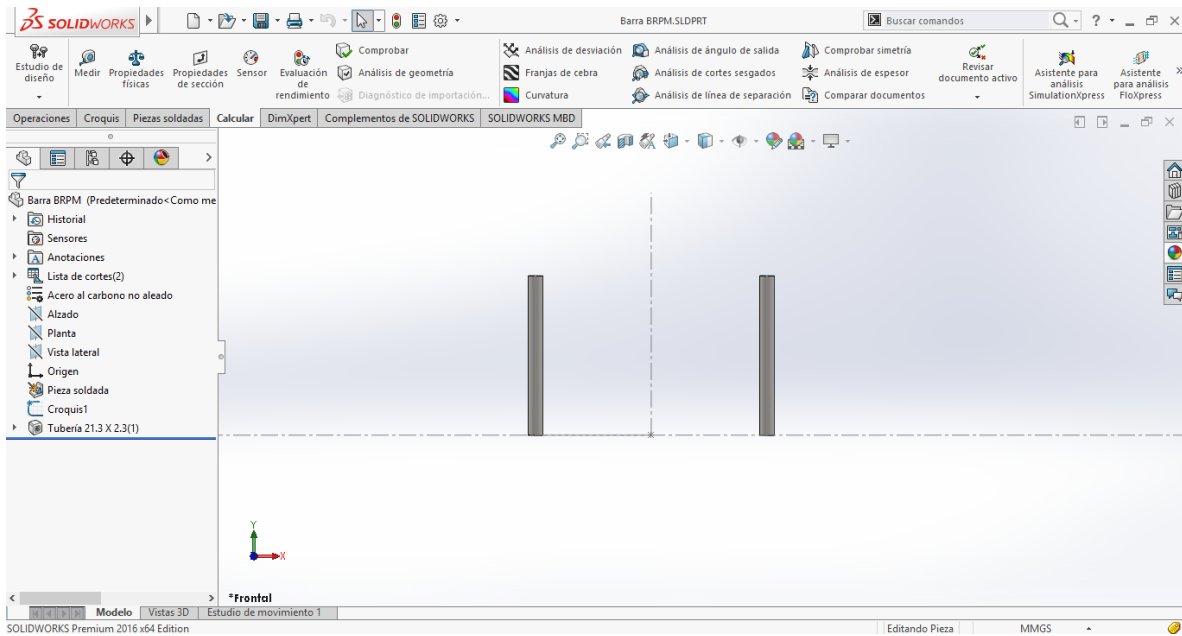


Figura 18: BPRM

## Goma de protección para el choque entre el e tiro y la barra BPRM

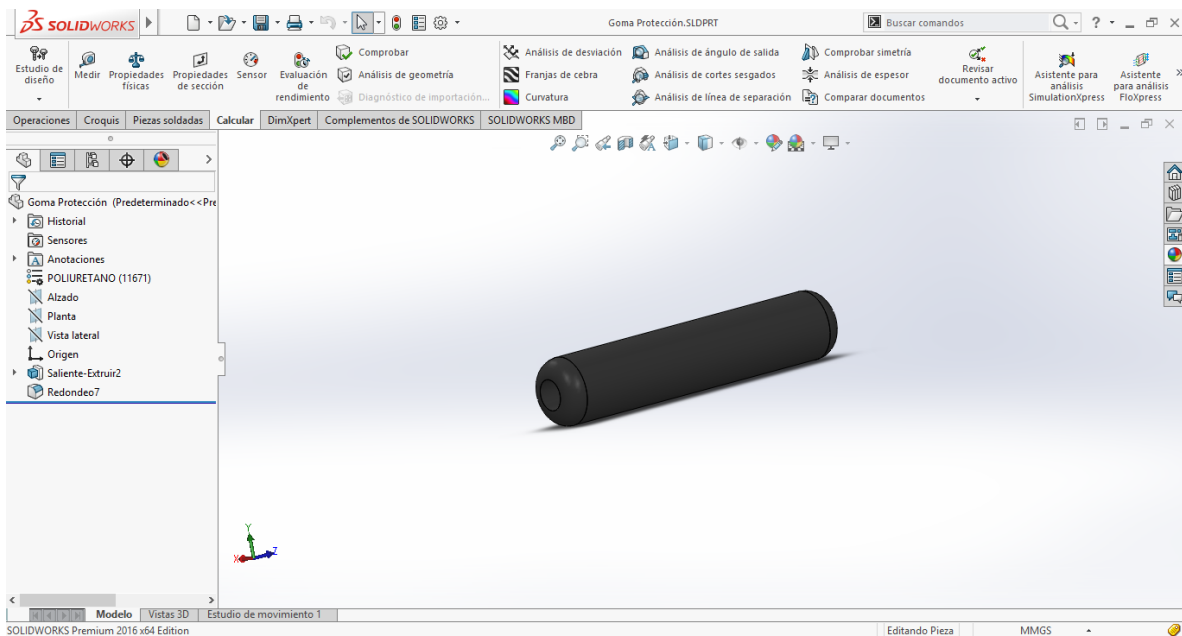


Figura 19: Goma de protección

Vista de la dirección asistida mediante el sistema de cuatro barras y las rodajas para el movimiento y soporte (figura 20, figura 20.1)

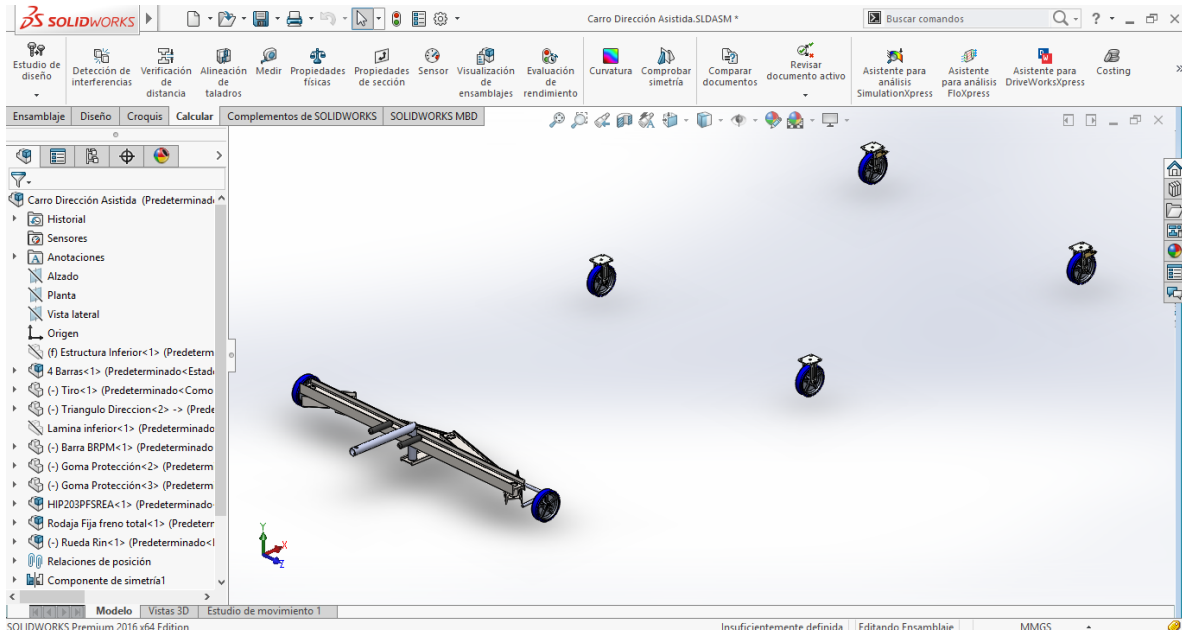


Figura 20: Vista inferior isométrica

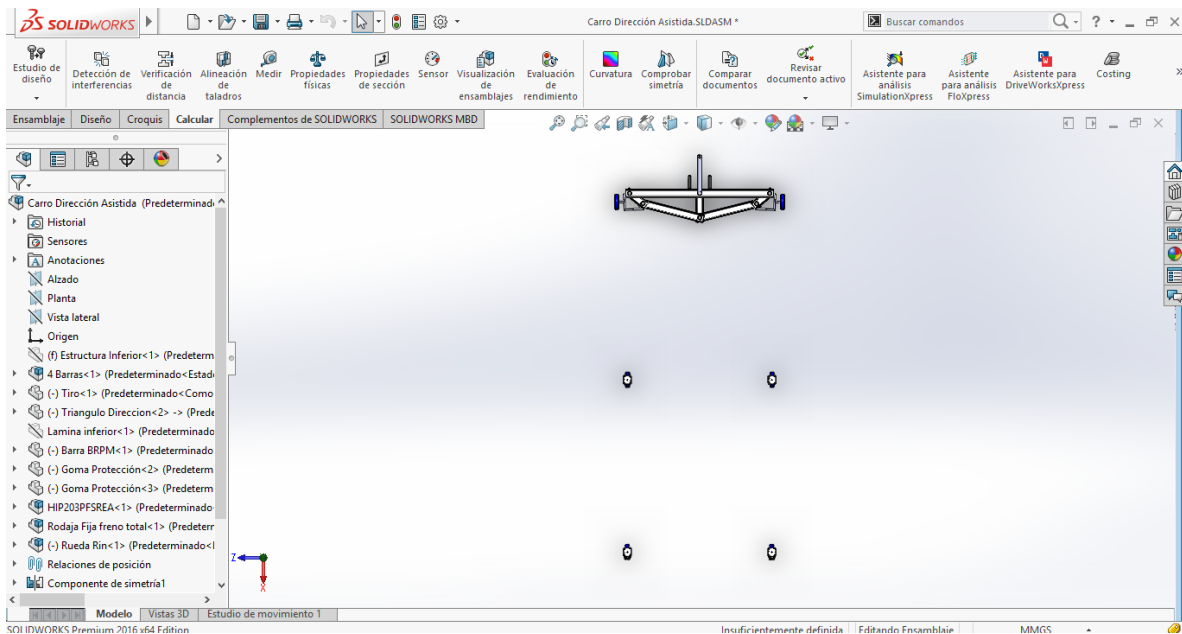


Figura 20.1: Vista superior



Con la estructura ensamblada (figura 21)

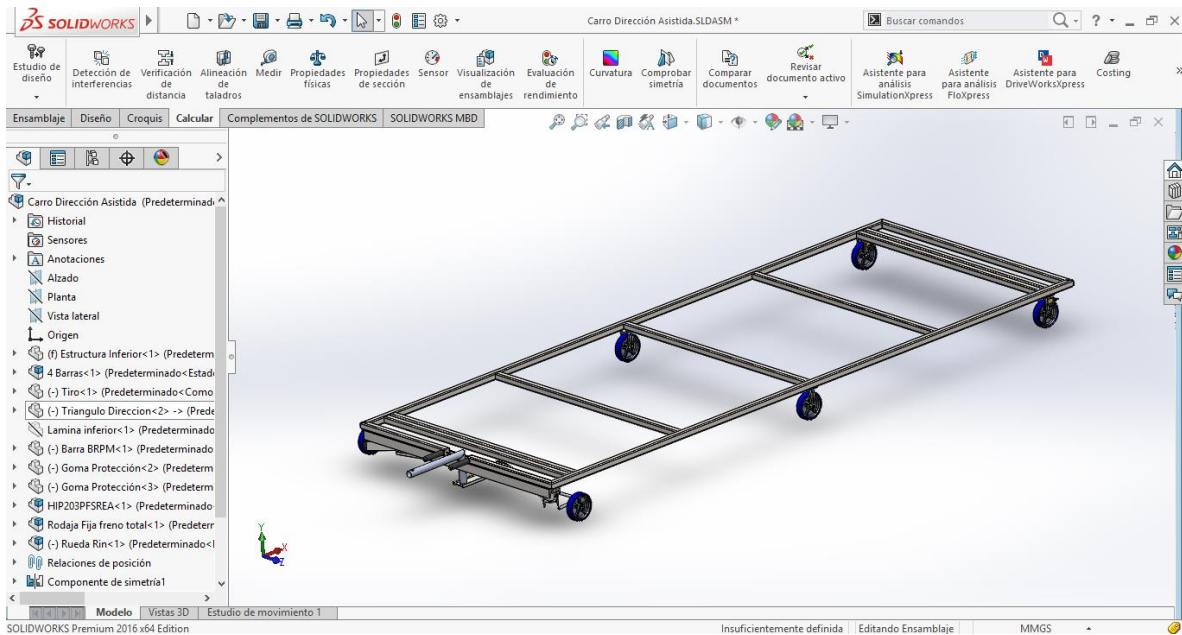


Figura 21: Vista isométrica con estructura ensamblada

Carro totalmente ensamblado (figura 22, figura 22.1)

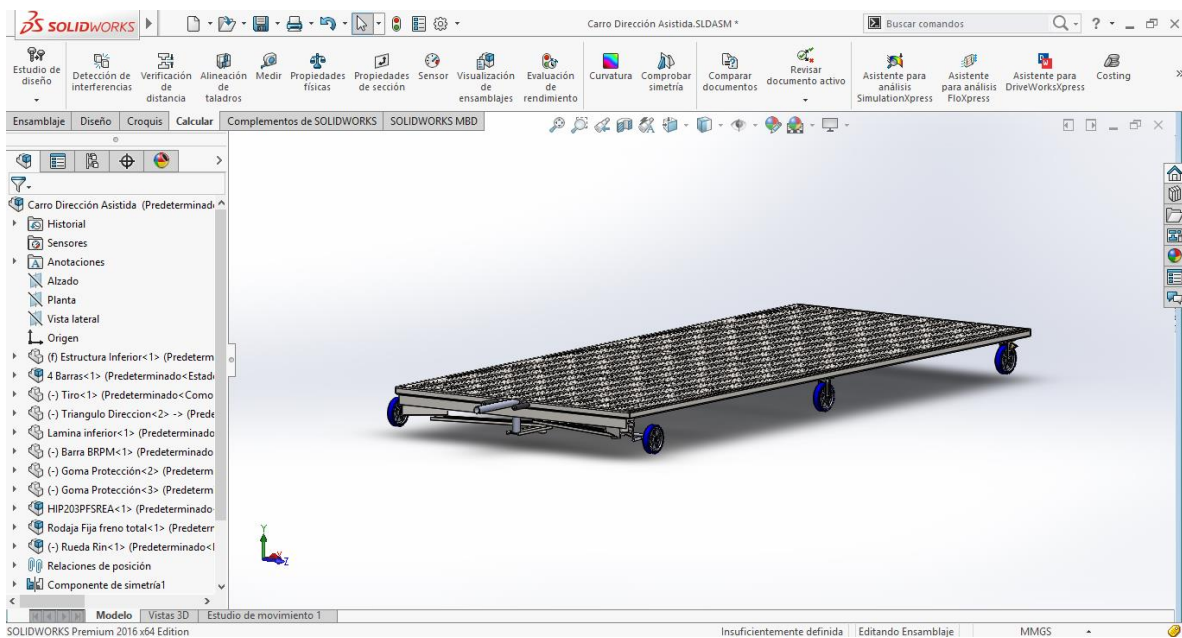


Figura 22: Carro ensamblado

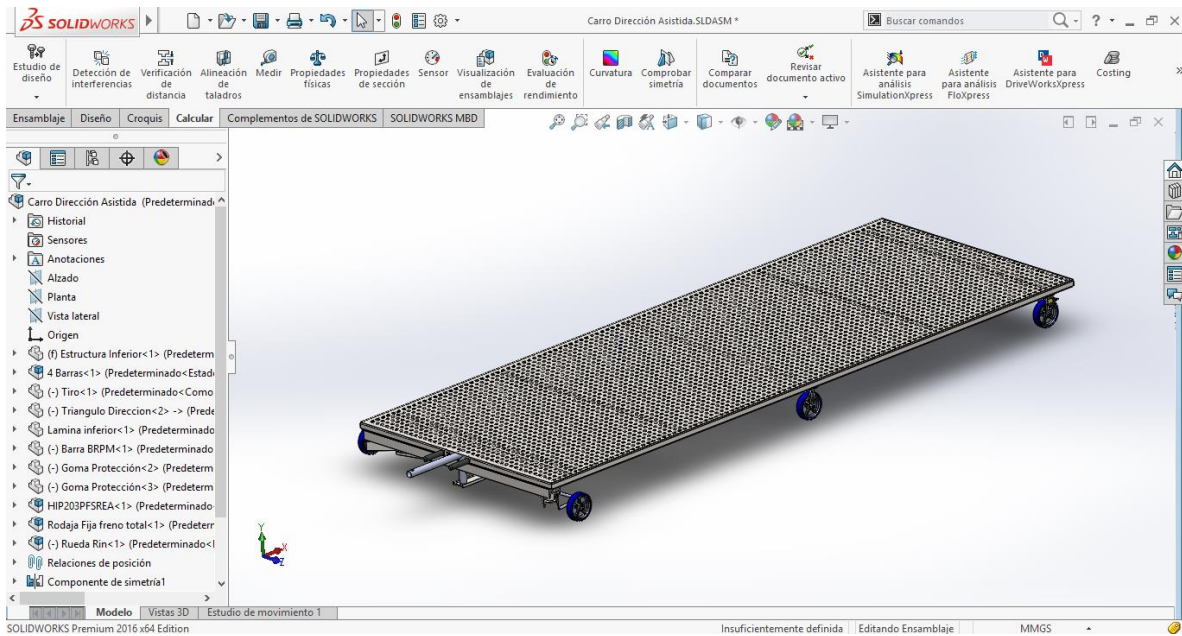


Figura 22.1: Vista isométrica para presentación al proveedor

## CONCLUSIONES

Con relación al trabajo, se lograron los objetivos planteados ya que el proyecto se encuentra en la fase de fabricación de los dollies como nuevo producto que ofrecerá la empresa, además la reducción de radios de giro permite que un pasillo tenga una dimensión mínima de 3.7 m de ancho para que este carro pueda circular por la planta y dar giros de 90° con respecto del tigger, este sistema de dirección asistida mediante el diseño de cuatro barras, tiene la ventaja de que los mantenimientos preventivos son viables debido al tamaño de sus componentes.

La grasa de litio en cuestión de cantidad de uso es menor que otros diseños para reducción de radios de giro, por ejemplo, en las cadenas para lubricar los rodillos se tendría que invertir más capital en el lubricante que el sistema de dirección de cuatro barras ya que solo los rodamientos y los metales de sacrificio para las barras lo necesitarían.

El desgaste de la banda de rodadura es el mínimo ya que se implementaron dos rodajas intermedias giratorias para no afectar al punto del centro de giro que en el diseño del carro está representado por las rodajas fijas en la parte trasera. Con las dimensiones del carro diseñado se evita que haya un convoy o tren de dollies más pequeños y de esta manera se pueda transportar materiales o piezas sin importar su tamaño y resguardando la seguridad.



Los análisis de las trayectorias fueron simulados en el programa Vehicle Tracking de AutoDesk para verificar que la longitud de pasillo mínima, fuera la correcta

En diseño fue aceptado por los participantes de la empresa ya que consideramos que día con día nuestro índice poblacional aumenta y junto con esto hay una mayor demanda de productos para la industria, además de satisfacer las necesidades del cliente se asegura una mejor calidad de trabajo y reduce los riesgos de accidentes dentro de las plantas debido a que se contemplan aspectos de ergonomía.

El costo estimado de inversión de este carro resulto en un 24% más barato en comparación de si se manufacturan 3 de tamaño convencional (2 x 1 [m]), pero sin dirección asistida por el sistema de cuatro barras y carro de 5 x 2 [m] asegura una ganancia en tiempo y capital del 35% sobre los que no reducen radios de giro, además con esto se logra extender el mercado de la empresa.

El análisis de elemento finito se realizó en el programa Solid Works, para el carro ensamblado, ya que se tiene la certeza de que las ruedas cumplen con las especificaciones de sus fichas técnicas. El factor de seguridad para el carro es de 1.26 para cargas de 4 toneladas, con fijaciones de rodillo en las ruedas y sin movimiento entre las placas de las rodajas y la estructura inferior.

Se podría hacer un análisis más a detalle del carro para verificar los diferentes radios de giro, dependiendo de la velocidad a la que sea operado, una sugerencia es utilizar el programa Vehicle Tracking que permite múltiples casos de prueba para una configuración.

Es cierto que todo sacrificio tiene su recompensa pues de la forma que fue un semestre difícil, al poco tiempo adquirí mucho interés en las áreas que son de suma importancia para un ingeniero mecánico, especialmente en el diseño que gracias a la asignatura de dibujo mecánico e industrial pude conocer más a fondo, con el paso del tiempo y el avance de la carrera los conocimientos entorno a los materiales y a los procesos de manufactura me permitieron calificar para laborar en Nuevas Industrias Rodamex. SA de CV como becario en el área de innovación y desarrollo.

Fue un gran paso para mi pues, comenzaría a trabajar en algo que totalmente atrae mi atención, en un principio era claro que no podría realizar muchas actividades directamente de diseño sin conocer muchos aspectos de la empresa. Así que comencé con la elaboración de fichas técnicas de los productos para la página de internet de la empresa pero que estaría en inglés para impulsar el desarrollo y alcance de la misma, lo complicado de esta tarea es que son más de 500 productos con variantes entre ellos, los tecnicismos empleados en inglés, además de administrar la página para su actualización y revisión constante.

La base de datos también tenía que ser revisada arduamente pues las unidades de medición en pulgadas tenían que concordar perfectamente con los productos terminados que ofrece la empresa y tener tolerancias más cerradas para aumentar el prestigio. Aquí se involucró mucho el equipo de ingenieros que están a cargo de la producción además del gerente del área de control y calidad. Pero precisamente como la empresa está en crecimiento el trabajo del área de innovación y desarrollo es constante para los nuevos productos que ofrece día con día tenía que realizar las actividades de registro de productos, tanto en la base de datos, página de internet y así mismo registrarlos como productos de hecho en México para impulsar el mercado y desarrollo económico de nuestro país.

Después de un tiempo y de conocer los aspectos de la empresa, así como del potencial que tiene pude iniciar con el diseño de carros para el transporte de material, he realizado proyectos para los almacenes de Bimbo, Emerson, Nissan, Ford, además para su utilización en las plantas de Scribe y Kimberly Clark para innovar las formas de empaques de sus productos se desarrolló un mecanismo especial, todo lo que realizo en el área de innovación es precisamente para reducir trabajos repetitivos para los trabajadores y mejorar su calidad de vida al evitar también riesgos de trabajo.

Además de la reducción en tiempos de operaciones para satisfacer al mercado que se busca en un futuro cercano que sea a nivel mundial.

Todos los conocimientos que adquirí durante mis años de estudiante se ven reflejados en la elaboración y resultados de este proyecto, conforme de que saber que soy un digno egresado de la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

## BIBLIOGRAFÍA

Robert L. Mott (1995) *Diseño de elementos de máquinas*. Pearson

Beer & Johnston (2007) *Mecánica vectorial para ingenieros estática*. McGraw-Hill

### SOFTWARE:

Solid Works 2017 (Versión profesional). México, Ciudad de México.

Vehicle Tracking 2017 (Versión profesional). México, Ciudad de México.

Wolfram Mathematica (Versión 10). México, Ciudad de México.

### REFERENCIAS:

<https://www.rodamex.com.mx/>

<https://www.blickle.es/es-es>

<https://www.mcmaster.com/#>

<http://www.collado.com.mx/>

<http://recubrimientosmetalicos.com/>

## ANEXOS

# Funciones

```
In[1]:= Rz[θ_] := {{Cos[θ], -Sin[θ]}, {Sin[θ], Cos[θ]}}
W[ω_] := {{θ, -ω}, {ω, θ}}
A[ω_, α_] := {{-ω², -α}, {α, -ω²}}
J[ω_, α_, φ_] := {{-3 α ω, -φ + ω³}, {φ - ω³, -3 α ω}}
```

## Sistema de Ecuaciones

### Primer Brazo

```
In[5]:= Clear[B, α01, α02, β01, β02, x0, y0, x1, y1, x2, y2, φ0, φ1, φ2]
L = 0.650;
B = {{1 - Cos[β01], Sin[β01], 1 - Cos[α01], Sin[α01]},
     {-Sin[β01], 1 - Cos[β01], -Sin[α01], 1 - Cos[α01]}, {1 - Cos[β02], Sin[β02],
     1 - Cos[α02], Sin[α02]}, {-Sin[β02], 1 - Cos[β02], -Sin[α02], 1 - Cos[α02]}};
B // MatrixForm
Vx = {Wx0, Wy0, Zx0, Zy0}
B.Vx // MatrixForm
Vr = {x0 - x1, y0 - y1, x0 - x2, y0 - y2}
```

### Segundo Brazo

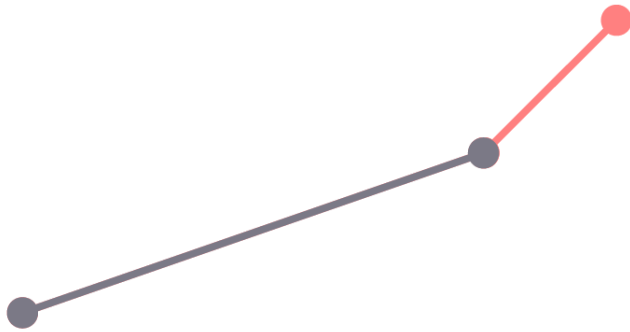
```
In[35]:= Clear[B, α01, α02, β01, β02, β0, β1, β2]
B = {{1 - Cos[β01], Sin[β01], 1 - Cos[α01], Sin[α01]},
     {-Sin[β01], 1 - Cos[β01], -Sin[α01], 1 - Cos[α01]}, {1 - Cos[β02], Sin[β02],
     1 - Cos[α02], Sin[α02]}, {-Sin[β02], 1 - Cos[β02], -Sin[α02], 1 - Cos[α02]}};
B // MatrixForm;
Vx = {Wx0, Wy0, Zx0, Zy0};
B.Vx // MatrixForm;
Vr = {x0 - x1, y0 - y1, x0 - x2, y0 - y2};
```

```
In[41]:= β0 = -42.68 * Degree;
β1 = 0 * Degree;
β2 = 60 * Degree;
β01 = β1 - β0
β02 = β2 - β0
α01 = φ1 - φ0
α02 = φ2 - φ0
```

```
Out[44]= 0.744907
```

```
Out[45]= 1.7921
```

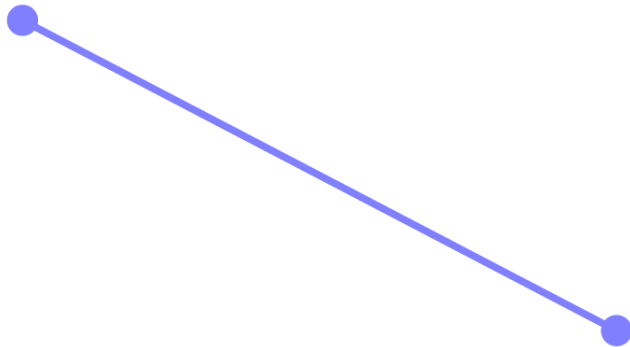
Out[66]=



In[67]:= **Z0B =**

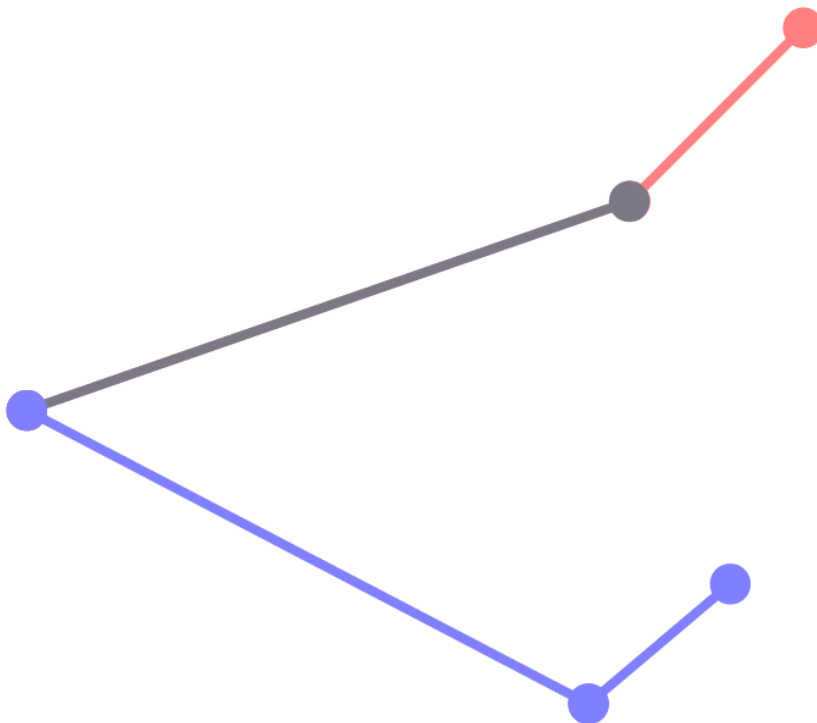
```
Graphics[{RGBColor[0.5, 0.5, 1], {PointSize[0.05], Point[{x0, y0}, {x0 - zxB, y0 - zyB}]},  
{AbsoluteThickness[4], Line[{x0, y0}, {x0 - zxB, y0 - zyB}]}}]
```

Out[67]=



In[71]:= **Show[W0A, Z0A, Pos0, W0B, Z0B]**

Out[71]=



In[72]:= **{{x0, y0}, {x0 - zxA, y0 - zyA}, {x0 - zxB, y0 - zyB}}**

Out[72]= **{{-0.79, -0.389}, {-0.175249, -0.176063}, {-0.217429, -0.687805}}**