



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN:

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL MECÁNICO

Título del proyecto:

“DISEÑO DE SISTEMA DE BICICLETA URBANA AUTO PLEGABLE Y DE APARCAMIENTO ACTIVO DE MINIMA INSTALACIÓN E IMPACTO VISUAL”

Alumno: Esteban Villaescusa Izquierdo

Tutor: Juan Ignacio Latorre Biel
Tudela, 8 de Septiembre de 2010

Agradecimientos:

Gracias a mi tutor Juan Ignacio Latorre Biel, por su Colaboración, atención y ayuda a lo largo del desarrollo del proyecto.

Gracias también a todos los profesores, en el transcurso de estos años me han apoyado tanto en los estudios de esta ingeniería como la realización de este proyecto.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ANTECEDENTES	7
1.1- Objetivo.	8
1.2- Introducción.	9
1.3- Estructura del proyecto:	11
1.4- Antecedentes.	12
1.4.1- Ventajas de una bicicleta	12
1.4.2- Uso y beneficios de la bicicleta	13
1.4.3- Orígenes de las bicicletas plegables	16
1.4.4- Comparación entre una bicicleta normal y una plegable	17
2. TECNOLOGÍA RELACIONADA CON EL PFC	19
2.1- Principales sistemas de la bicicleta.	20
2.1.1- Sistema estructural y métodos de plegado	21
2.1.2- Tipos de sistemas de transmisión.	28
2.1.3- Sistemas de cambio de velocidades.	31
2.1.4- Sistemas de freno.	34
3. DESARROLLO DEL PROYECTO	41
3.1- Introducción.	42
3.2 Diseño de la estructura de la bicicleta y mecanismo de plegado	44
3.3- Sistema de dirección	54
3.4- Sistema de transmisión	57
3.5 Diseño de buje-llanta y rueda.	70
3.6- Sistema de frenos	75
3.7- Diseño de la palanca de frenado y sistema de apriete de las pastillas	78
3.8- Sistema de cambio de marchas	80
3.9- Diseño del sillín y componentes	82
3.10- Sistema de bloqueo del sistema de plegado	89
3.11- Imágenes diseño conjunto completo:	92
3.12- Diseño del sistema de Anclaje	96
4.- CÁLCULOS	101
4.1- Introducción	102
4.2- Simulación	103
5. BIBLIOGRAFÍA	107

1. INTRODUCCIÓN, OBJETIVOS Y ANTECEDENTES

1.1- Objetivo.

El objeto del proyecto fin de carrera es desarrollar un sistema mecánico completo con un diseño atractivo, una aplicación práctica con componente social, de respeto al medio ambiente y para promocionar un estilo de vida saludable en la población urbana.

En concreto el proyecto que se propone consiste en el desarrollo de un diseño de bicicleta plegable con unos objetivos marcados: Estética apropiada a un abanico amplio de usuarios y a un servicio innovador, Reducida ocupación de espacio, Sencillez y comodidad de plegado, con posibilidad de introducir unos componentes para realizar un plegado automático seleccionado por el usuario, Robustez para soportar un uso continuado, Sencillez de fabricación y reducido coste. Así como la posibilidad de habilitar nuestro diseño a un sistema mecánico para el transporte público urbano por medio de un conjunto de bicicletas plegables y superficie de almacenamiento en intemperie con ocupación de espacio variable según el número de vehículos estacionados.

1.2- Introducción.

Un proyecto fin de carrera consiste en plasmar los conocimientos adquiridos durante la carrera resolviendo algún tipo de problema. La idea que buscábamos era la de realizar un proyecto que tuviera igual importancia tanto en resolución de aspectos mecánicos, como en los estéticos.

Se nos ocurrió la idea de desarrollar el diseño de una bicicleta, que cumpliera con ambos objetivos establecidos, tiene numerosos componentes mecánicos y en lo que se refiere a la parte estética una bicicleta puede llegar a tener bastante importancia. El diseño de una bicicleta encajaba en los que buscábamos a realizar.

Una bicicleta es un vehículo de transporte personal cuyos componentes básicos son dos ruedas generalmente de igual diámetro y dispuestas en línea, un sistema de transmisión a pedales, un cuadro metálico que le da la estructura e integra los componentes, un manillar para controlar la dirección y un sillín para sentarse. El desplazamiento se obtiene al girar con las piernas la caja de los pedales que mediante un sistema de transmisión hace girar un piñón que a su vez hace girar la rueda trasera sobre el pavimento.

Una vez decidida la realización de un diseño de bicicleta, y sabiendo que en el mercado existen diferentes tipos o clases de bicicletas, debíamos especificar por cual decantarnos. Y la elección fue la de bicicleta plegable para uso urbano. Las bicicletas plegables son un tipo de bicicleta que incorpora bisagras ó codos en el cuadro y manubrio, los cuales permiten doblarla y dejarla en un tamaño más compacto.

Las bicicletas plegables se pueden subir al transporte público y se pueden introducir a oficinas, departamentos y otros sitios en donde una bicicleta convencional no podría ingresar. Estas características facilitan el método de transporte mixto (bicicleta y transporte público) debido a que las bicicletas plegables no necesitan ser encadenadas en la calle ó estaciones de tren. El plegado también facilita el transporte de la bicicleta en los vehículos.

Después de conocer algunas de las ventajas con las que cuenta una bicicleta plegable, la idea de la realización del diseño de una de este tipo termino por consolidarse.

También surgió la idea de adaptar nuestro diseño de bicicleta a un sistema mecánico para el transporte público urbano. Por medio de un conjunto de bicicletas plegables y con superficie de almacenamiento en intemperie con ocupación de espacio variable según el número de vehículos estacionados. El objetivo era adaptar nuestra bicicleta plegable mediante un anclaje para su posterior almacenamiento en estado plegado ocupando mínimo espacio. Otros objetivos previstos para realización de este sistema son: Reducido coste de fabricación e instalación, Ocupación de espacio variable, Espacio ocupado nulo

en ausencia de vehículos, Cada vehículo dispone de un anclaje a la instalación y El espacio ocupado aumenta proporcionalmente a los vehículos anclados.

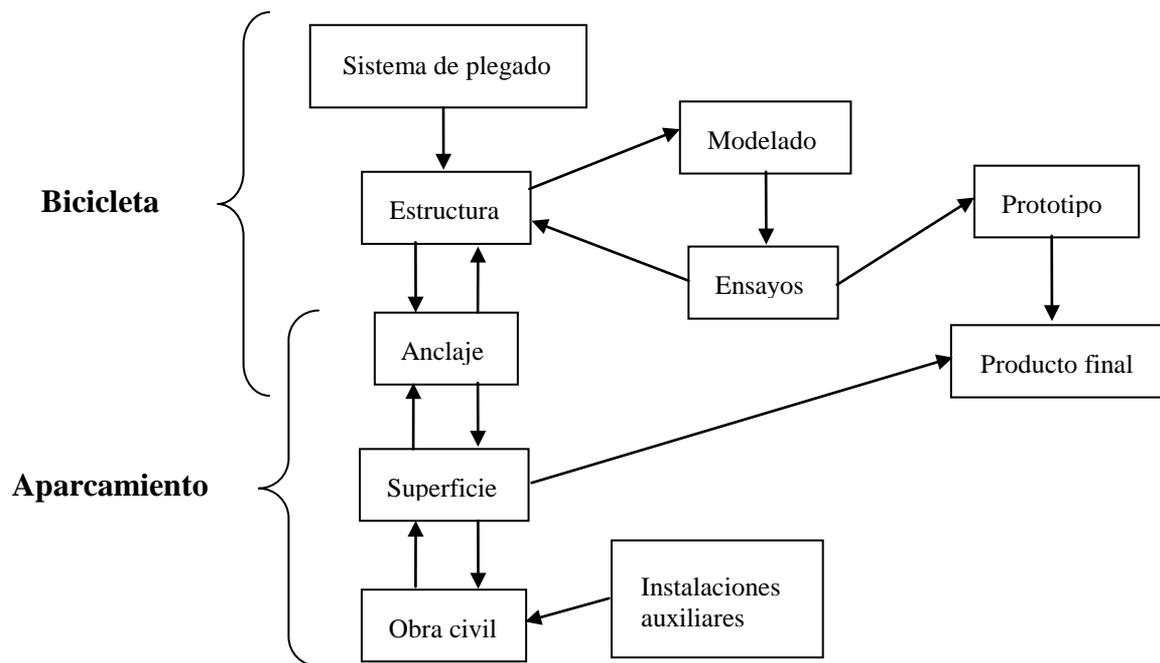
Para la realización del proyecto, En primer lugar realizaremos una investigación sobre los antecedentes y tecnologías relacionadas con nuestro diseño a desarrollar. Esta fase de búsqueda de información es muy importante, dividiremos la bicicleta en los diferentes elementos por la que esta compuesta, estudiaremos el funcionamiento de cada una de ellos y sus diferentes opciones existentes en el mercado, y archivaremos toda la información que será necesaria mas adelante a la hora de realizar el desarrollo del proyecto.

Después de realizar la investigación de los diferentes elementos de la bicicleta, definiremos las opciones elegidas en cada una de ellos y el porque de su elección.

Se realizará el diseño de cada elemento mediante un programa de modelado 3D, haciendo especial hincapié a la parte estética pero sin olvidarnos de los componentes mecánicos.

Por último comprobaremos que el diseño de la estructura de la bicicleta es válido mediante un programa de cálculo de esfuerzos.

1.3- Estructura del proyecto:



1.4- Antecedentes.

1.4.1- Ventajas de una bicicleta

Los problemas asociados a la utilización del coche como medio masivo de desplazamiento en la ciudad son cada vez más importantes en una sociedad como la nuestra.

Entre otros factores negativos del uso del coche privado:

- Caos circulatorio cada vez mayor.
- Contaminación gaseosa en la ciudad.
- Contaminación acústica.
- Contribución al cambio climático.
- Implica un uso ineficiente de los recursos energéticos.
- Es el medio de transporte más caro en ciudad.
- Su uso estresa y deteriora la salud física y mental de los ciudadanos.
- El aparcamiento constituye un problema diario de los ciudadanos.

Ante esta situación, las instituciones deben tomar cartas en el asunto y apostar decididamente por un modelo de movilidad sostenible. En este modelo, el uso de la bicicleta como medio de desplazamiento debe desempeñar un papel decisivo en la planificación urbana.

La bicicleta no contamina, es silenciosa, ocupa poco espacio, proporciona libertad de movimientos y, en distancias cortas y medias (hasta de unos 5 a 8 kilómetros) es el vehículo más rápido. No representa un gasto adicional de energía, se puede adquirir por poco dinero y su mantenimiento es sencillo y económico. Además permite el ejercicio físico simultáneo al desplazamiento, contribuyendo a la prevención de enfermedades cardiovasculares.

La bicicleta es el medio de transporte más utilizado, con más de 1.000 millones de personas en todo el mundo que la usan para sus desplazamientos cotidianos.

La bicicleta permite desplazarse cotidianamente y representa también ocio, deporte y turismo. Una sociedad con un mayor uso de la bicicleta es una sociedad más saludable, más habitable y más responsable con relación a las generaciones futuras.

1.4.2- Uso y beneficios de la bicicleta

La bicicleta, conocida por muchos y usada por pocos es uno de los medios de transporte más eficientes, menos contaminantes, más económicos e incluso reporta beneficios a la salud.

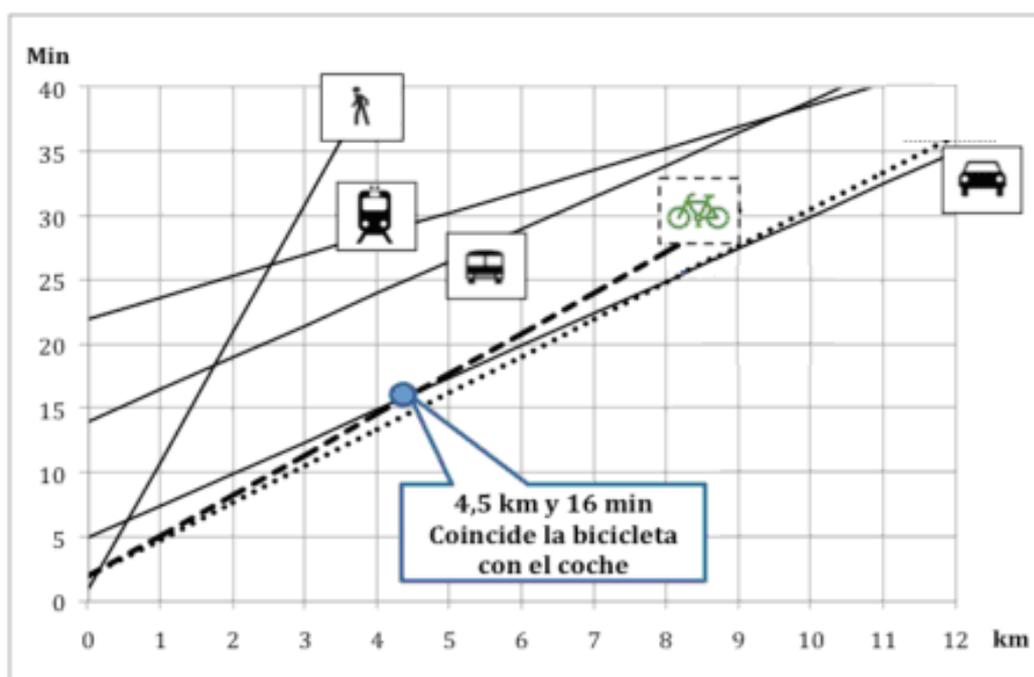
Tiempos de viaje:

En distancias medianas y cortas la bicicleta es uno de los transportes más veloces, ya que puede evadir la congestión, pero a la vez no puede alcanzar la misma velocidad de los autos. Si comparamos con el transporte público la bicicleta es muchísimo más rápida incluso en distancias largas.

A continuación se muestra una tabla con cifras del tiempo de diferentes tipos de transporte que verifica lo comentado en la línea anterior.

AUTOMÓVIL		TRANSPORTE PÚBLICO		BICICLETA
VÍA NORMAL	VÍA CONCESIONADA	VÍA NORMAL	VÍA SEGREGADA	
30-35	6-10	45-50	30-45	20-30

Cuadro comparativo de las velocidades de desplazamiento en el medio urbano:



En la ciudad, la bicicleta es, en general, un medio de desplazamiento tan rápido como el coche.

Contaminación:

La bicicleta, al usar la energía de nuestro cuerpo no es un transporte contaminante ni un emisor de dióxido de carbono considerable, y por supuesto no emite ningún tipo de gas contaminante. Aquí hay una tabla comparativa de varios tipos de transporte y la contaminación que generan.

CONTAMINANTE	BICICLETA	BUS	AUTO	% ADICIONAL RESPECTO DE MOTORIZADOS
CO	0	0.22	8.52	3773%
SOx	0	0.04	0.08	100%
NOx	0	0.24	0.98	308%
PM10	0	0.55	0.73	33%
COV	0	0.06	0.81	1250%

Economía

La bicicleta, al no necesitar ningún tipo de combustible solo se requiere comprar la bicicleta, en comparación con un automóvil, es al menos 10 veces más barato. Si vemos que perdemos más tiempo en distancias cortas, estaríamos pagando más por algo más malo para esos casos. Si lo vemos por el coste de la bicicleta, se paga rápidamente sola por el dinero ahorrado del transporte público (en más o menos 6 meses).

Beneficios a la salud

Las ciudades modernas tienen graves problemas de sedentarismo, una persona que se moviliza en bicicleta al hacer ejercicio, todos los días disminuye mucho los riesgos de enfermedades como por ejemplo la obesidad.

Pero a la vez también se siente mejor, ya que el ejercicio le da más energía en el día a día, y por eso mejora también la calidad de vida.

A la vez de los beneficios personales que puede traer el uso de la bicicleta tenemos que mencionar también los beneficios a nivel ciudad, ya que la bicicleta disminuye la contaminación, mejora la salud general de la población, y a nivel mundial, también emite prácticamente nada de CO₂.

Son muchos más los beneficios de la bicicleta en una ciudad, la descongestiona, la descontamina, mejora la salud de la población y fomenta el deporte.

Beneficios colectivos

1. Es un medio de transporte no contaminante.
2. Al mejorar la salud de los particulares es bueno para la Salud Pública, su uso por grandes sectores de la población haría disminuir los gastos sanitarios.
3. Ocupa mucho menos espacio que los automóviles, por ello ahorraría mucho dinero en infraestructuras. El automóvil es el medio de transporte más devorador de espacio.
4. Incluso desde el punto de vista del tráfico y la seguridad vial, una disminución en el número de coches que circulan por la ciudad y un aumento del uso de la bici, mejoraría la fluidez del tráfico y se podrían solucionar muchos problemas de atascos.
5. Un uso mayoritario de las bicicletas mejora la habitabilidad y la imagen de una ciudad

En definitiva, el uso de la bicicleta, en combinación con un sistema eficaz de transporte colectivo constituye la solución al modelo insostenible de movilidad basado en el automóvil particular que, por diversos motivos, se ha venido imponiendo hasta la actualidad.

Las ciudades sufren cada día con mayor peligrosidad los efectos negativos de un volumen de tráfico creciente y desmesurado.

Las soluciones que hasta ahora se han practicado han consistido, fundamentalmente, en mejorar las infraestructuras y los espacios dedicados al coche, tales como ensanches de la vía, pasos subterráneos, redondas, aparcamientos...

Estas soluciones parciales, lejos de mejorar la situación a nivel global, han contribuido a fortalecer la gran presencia del automóvil privado en los desplazamientos de la ciudad, en perjuicio de otros usuarios de la vía pública.

1.4.3- Orígenes de las bicicletas plegables

Las bicicletas plegables tienen su origen en el sector marítimo. Sus primeros usos se dieron en los barcos y petroleros, con el fin de que los marinos pudieran desplazarse en ellos. Posteriormente, pasaron a los barcos de recreo.

Se trataba de bicicletas atractivas porque ocupaban poco espacio, y además permitían su uso también al llegar a puerto para desplazarse por la localidad donde estuviera en ese momento atracado el barco.

También las usaban los usuarios de autocaravanas. Ahora, como cada vez el espacio en las casas y en los garajes es menor, están alcanzando una repercusión muy global. Las primeras bicicletas plegables datan de la década de los setenta.

Tal y como ya hemos apuntado, el ahorro de espacio y su fácil portabilidad hacen de estas bicicletas el sueño de cada vez más personas, sin olvidar su fácil manejo.

1.4.4- Comparación entre una bicicleta normal y una plegable

Es cierto que el tamaño importa, pero cada vez más se tiende a hacer las cosas más pequeñas, reducir su tamaño. La moda en la actualidad es comprarse una bicicleta plegable.

La idea es clara: una bicicleta normal es perfecta para recorrer la ciudad, pero es un tremendo incordio a la hora de guardarla o ir en otro tipo de transporte. Así, una bicicleta plegable es mucho más manejable, ya que podemos circular de la misma manera con ella, pero luego la podemos plegar para tomar el autobús o el metro. Además, no hay riesgo de robo porque la podemos llevar con nosotros al trabajo o de tiendas, sin necesidad de aparcarla en la calle. Y no sólo es ideal para moverse por la ciudad, sino que si realizamos un viaje largo la podemos llevar con nosotros en el avión o en coche, debido a su reducido tamaño.

Tantas son las ventajas que tienen estas bicicletas plegables que está siendo todo un fenómeno en las calles de nuestras ciudades, aunque es una moda que nos viene del otro lado del charco.

Como ejemplos, En Nueva York se ha incrementado un 28% el número de ciclistas en los últimos dos años y la tendencia es a llevar una folder, el nombre que reciben las bicis plegables. Y en otros países como China, cuya densidad de población es enorme y la necesidad de movilidad aun mayor, son vistas como el transporte ideal para la movilidad urbana.

Ahora que con la crisis se pretende ahorrar en todo, las bicicletas plegables son un sistema de transporte barato y con el que se ahorra fácilmente, ya que no necesita ningún tipo de combustible. Además, hay precios para todos los gustos porque te puedes hacer con modelos desde 200 euros hasta los más personalizados que alcanzan los 4.000 euros.

2. TECNOLOGÍA RELACIONADA CON EL PFC

2.1- Principales sistemas de la bicicleta.

En este apartado se realizara la investigación y búsqueda de datos necesarios para la comprensión y desarrollo del proyecto. Dividimos la bicicleta en sus diferentes sistemas. Un sistema es un conjunto de partes o elementos organizadas y relacionadas, que interactúan entre en si, para llegar a un mismo objetivo. Además de investigar sobre los principales componentes de una bicicleta también tendremos que buscar información sobre diferentes métodos de plegado.

En el caso de la bicicleta convencional los principales sistemas son:

- 1- Sistema estructural
- 2- Sistema de transmisión
- 3- Sistema de dirección
- 4- Sistema de frenos
- 5- Sistema de cambio de velocidades
- 6- Sistema de tracción
- 7- Sistema de suspensión
- 8- Sistema de rodamiento



2.1.1- Sistema estructural y métodos de plegado.

Las bicicletas plegables, como ya hemos descrito anteriormente, son un tipo de bicicleta que incorpora bisagras ó codos en el cuadro y manubrio, los cuales permiten doblarla y dejarla en un tamaño más compacto. Por lo general este tipo de bicicletas tienen ruedas de 20 pulgadas de diámetro ó menos. A menor tamaño del neumático, mayor la aspereza del viaje.

Las bicicletas plegables se pueden subir al transporte público y se pueden introducir a oficinas, departamentos y otros sitios en donde una bicicleta convencional no podría ingresar. Estas características facilitan el método de transporte mixto (bicicleta y transporte público) debido a que las bicicletas plegables no necesitan ser encadenadas en la calle ó estaciones de tren. El plegado también facilita el transporte de la bicicleta en los vehículos.

Cuestan por lo general más que una bicicleta convencional ya que incorporan en su estructura una mayor cantidad de piezas necesarias para el plegado y ajuste del cuadro en una posición rígida cuando no están plegadas. Esto se traduce en un diseño más complicado, lo cual a su vez significa una mayor complejidad a la hora de manufacturarlas; sumado al pequeño mercado que existe para este tipo de bicicleta.

Como alternativa al plegado, algunos modelos logran los mismos resultados separándose en una ó más partes, facilitando así su transporte y almacenamiento. Es común que este tipo de bicicletas se categoricen como plegables, aunque también se les conoce como desarmables.

La mayoría de las bicicletas plegables han sido diseñadas para uso urbano, haciéndolas más robustas, confortables y convenientes sacrificando así la velocidad.

Las bicicletas plegables a menudo se separan ó pliegan en la parte media del cuadro, lo cual, dependiendo del diseño, hace que el cuadro sea más débil y provoca una mayor flexión al absorber los golpes. Con frecuencia se usan asientos y manubrios de mayor longitud en las bicicletas plegables. Debido a que las bicicletas plegables necesitan una mayor cantidad de partes móviles que le permitan plegarse y ajustarse cuando se encuentran desplegadas.

Tamaño

Las bicicletas plegables tienen por lo general una amplia gama de piezas ajustables a diferencia de las bicis convencionales ya que se necesita acomodar a los distintos tipos de conductores. Los postes del asiento y manubrio en las plegables se extienden de 3 a 4 veces más alto que las bicicletas convencionales. Incluso se comercializan postes que superan estas dimensiones para proporcionar un mayor rango de ajuste.

A pesar de que el tamaño de las bicicletas plegables es menor que el de las bicicletas convencionales, las proporciones que hay entre el manubrio, asiento, cuadro y otras partes es similar a la de las bicicletas convencionales.

La distancia entre ejes de muchos diseños de bicicletas plegables son similares a las bicicletas no plegables.

A pesar que casi todas las bicicletas plegables utilizan ruedas mas pequeñas que las convencionales, en la actualidad se comienzan a popularizar las bicicletas plegables con rodado 26" (rodado grande, de bicicleta convencional).

Diferentes métodos de plegado

La amplia variedad de bicicletas plegables que existen en el mercado reflejan los diferentes métodos que existen para el plegado, y pueden servirnos de ayuda para realizar nuestro diseño.

Los plegados más sencillos consisten en una sola bisagra en la parte media del cuadro que permite doblarla por la mitad. Las bicicletas construidas con este patrón poseen generalmente bisagras que permiten elevar y disminuir los postes del asiento y manubrio de una manera rápida. Las bicicletas plegables con métodos de plegado sencillo tienden a tener llantas más grandes, algunas veces del mismo tamaño que de las no plegables.



Se puede utilizar una bisagra en el cuadro para doblar la parte del triángulo trasero y la llanta doblada hacia abajo y girada hacia adelante, bajo el tubo en el cuadro principal, tal y como lo hacen los modelos *Swift Folder* y *Bike Friday*.



Esta bisagra puede ser combinada con una horquilla delantera plegable como en la *Birdy*.



Las bicicletas Brompton y Dahon utilizan bisagras ajustables en el mismo marco, así como manubrio plegable.



Los mecanismos de plegado por lo general incluyen cerraduras de liberación rápida, lo cual determina el tiempo promedio de plegado/desplegado - una consideración que se debe tomar cuando se utilice la bicicleta en modo mixto.

Existen otros sistemas de plegado, tales como las bicicletas Montague, en las cuales se utiliza el tubo del asiento como punto central del plegado del cuadro. Este sistema utiliza un tubo dentro de otro para proporcionarle a la bicicleta una mayor rigidez en la torsión. Permite que el usuario pliegue la bicicleta sin la necesidad de "romper" los tubos vitales, preservando así, la integridad estructural del diamante en el cuadro.



Algunas otras bicicletas tales como la Airnimal y Bike Friday se pliegan y desarman parcialmente para permitir empacarse en una mochila de viaje ó maleta.



La Giatex se pliega y retrae, ajustándose a la altura del conductor. La Gekko se pliega en la parte del poste del asiento asemejándose a una sombrilla al revés.



La iXi se rompe literalmente en 2 mitades.



La Strida posee un cuadro triangular que asemeja a un unicycle cuando se encuentra desplegada



La locust se encaja toda ella dentro de su cuadro.



2.1.2- Tipos de sistemas de transmisión.

La transmisión de una fuerza a otro cuerpo forma parte de la apasionante historia del ingenio humano. De entre todos los inventos en este ámbito el de la bicicleta entre dos engranajes (plato y piñón) sin duda es uno de los más sensacionales por su simplicidad, eficiencia y aplicaciones.

Pero, de la fuerza aplicada a los pedales al movimiento de la rueda trasera tractora se han empleado diversos mecanismos de transmisión. En los últimos años incluso se ha conseguido incluso la tracción a las dos ruedas.

Hoy, las nuevas tecnologías y materiales nos redescubren nuevas posibilidades para el pedaleo.

Transmision por cadena

Se trata del mecanismo mas usado como sistema de transmisión en los últimos años en las bicicletas. Una **cadena de transmisión** es aquella que se utiliza para transmitir el movimiento de un mecanismo a otro o de un pedal a las ruedas en nuestro caso.



Ecuaciones que describen movimiento de cadenas de transmisión

$$Z1.\omega1 = Z2.\omega2$$

Z= Numero de dientes ω = Velocidad angular/revoluciones por minuto (r.p.m)

Transmisión por correa (belt drive)

Este tipo de transmisiones trabaja de acuerdo con el principio de poleas dentadas y en vez de cadena tenemos una cinta flexible o correa. La correa está fabricada en fibra de Kevlar lo que le confiere unas altas prestaciones en durabilidad y tensión.

El sistema se postula por su excelencia y por estar libre de grasa, fácil de limpiar y cómodo. Este tipo de transmisión es casi un estándar en las modernas bicicletas estáticas o para ejercicio.



Sistema cardán

La transmisión por cardán es casi tan antigua como la bicicleta misma. La bicicleta impulsada por transmisión por cardán es un invento de finales del siglo XIX. Este tipo de bicicleta era, entonces, muy popular, porque no dejaba que la ropa grande y espaciosa de la época se metiera en la cadena, lo que podía dar como resultado una parada abrupta y peligrosa. Durante mucho tiempo no fue posible combinar el cardán con la aceleración, con lo que el sistema perdió su popularidad.

En la actualidad, esta combinación vuelve a ser posible gracias a las técnicas de producción modernas.

La transmisión se produce a través de engranajes cónicos y un eje de transmisión. Estos engranajes cónicos están colocados en un ángulo de 90 grados con respecto los unos de los otros.



Transmisión hidráulica

Sistema hidráulico para transmitir la energía del ciclista en movimiento.

Una bicicleta con transmisión hidráulica es una bicicleta que utiliza un sistema hidráulico para transmitir la energía del ciclista al suelo, en vez de una cadena; Aunque la mayoría de las bicicletas usan cadena, hay otros sistemas como el cardan o la correa con sus ventajas e inconvenientes. No es demasiado raro que algunas bicicletas utilicen frenos hidráulicos; Pero siguen utilizando cadena para la transmisión y las bicicletas hidráulicas son muy raras, La mayoría son montajes caseros.

2.1.3- Sistemas de cambio de velocidades.

La misión de los cambios de marchas es mantener un ritmo de pedaleo, cómodo u óptimo del ciclista sea cual sea el terreno por donde circula, ya sea paseando o practicando deporte.

Cambios externos

Existen diversas marcas, algunas poco conocidas pero de gran calidad. Son los más comunes y los más conocidos en nuestro país, pero no los más antiguos. Son fácilmente reconocibles por que tienen al descubierto todo el sistema de piñones y de platos.

Es la tecnología que equipa la mayoría de bicicletas y son ideales para bicicletas deportivas, tanto de montaña como de carretera y cicloturismo debido a un amplio ratio que alcanza hasta el 618% en 27 velocidades.

Los cambios externos permiten combinar con diferentes medidas de platos en las bielas lo cual permite adaptar nuestra cadencia a una gran variedad de desniveles.



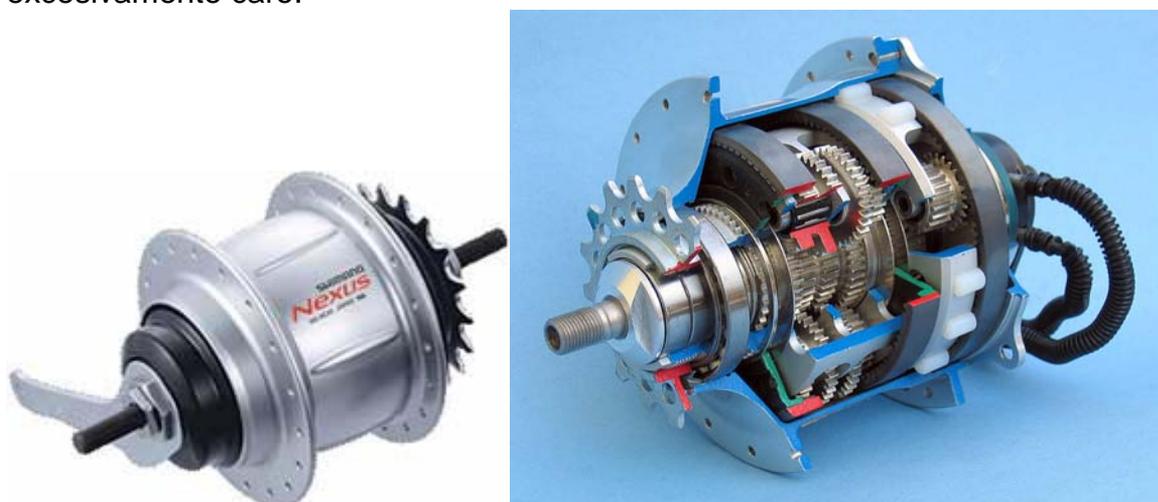
Cambios internos

(Sram, Shimano Nexus, Sturmey-Archer, Roloff). Sin duda, es el mejor sistema de cambio de marchas que existe por ser limpio, de bajo mantenimiento y rápido y, sobretodo, porque se puede cambiar sin necesidad de pedalear.

El sistema de marchas se encuentra en el interior del buje de la rueda trasera dejando al descubierto solo un piñón para el arrastre de la cadena.

Dentro del cilindro de un cambio interno vibran un sin fin de engranajes cuyo movimiento no es nada fácil de explicar. Esta disposición armónica de los engranajes dentro del buje compone una música diferente.

Suelen tener pocas marchas, de 3 a 8, eso lo limita a un uso con desniveles medios o bajos, su ratio va desde 190% en 3 velocidades (equivalente a un cambio de 6 marchas externo) a 307% en 8 velocidades. Existe una versión de 14 velocidades con un ratio de 526% (equivalente a unos cambios externos de 21 velocidades) ideal para cicloturismo o bicicletas híbridas, pero es excesivamente caro.



Cambios mixtos

Sistema ideal para cicloturismo, bicicletas híbridas, plegables y reclinadas. Combina los cambios externos traseros con un buje de cambio interior que realiza la función de los platos.

Se reduce el mantenimiento, los ruidos y gana en comodidad. Tiene un ratio máximo de 576%. El fabricante alemán Sram ya hace años que lo fabrica (DUAL DRIVE) y Shimano lo incorporó en su catálogo por primera vez el 2005 (Intego).

Cambio interno de pedalier (Schlumpf)

El diseño de este cambio se centra en facilitar que un cambio interno o externo trasero pueda incrementar su ratio simulando el cambio de platos en las bielas.

Es un sistema limpio, cómodo y con todas las ventajas de los cambios internos. Aunque sólo tiene dos posiciones estas permiten doblar y casi triplicar el ratio de cualquier cambio trasero, interno o externo, con un solo plato.

Su principal ventaja es que se evita la necesidad de desviador para la cadena y le da mayor duración a la misma. El hecho de ser un sistema cerrado le confiere una gran durabilidad frente a las inclemencias del tiempo, la abrasión del polvo y el agua.

Por su elevado coste no puede competir con un sistema de desviador y diferentes platos.

2.1.4- Sistemas de freno.

Un Freno de bicicleta es un sistema que permite detener o reducir o mantener, sin que se embale, la velocidad de una bicicleta.

Frenos de cuchara

Entre los primeros frenos desarrollados después de los «pies del ciclista», se encuentra el «freno de cuchara». Es un freno que consistía en una palanca de varilla que presionaba una zapata de caucho o cuero contra la llanta.

El freno de cuchara de bicicleta precede al neumático. Los frenos de cuchara se utilizaron en el velocípedo con ruedas de caucho solidó en los años 1800.

En los países en desarrollo, de vez en cuando, una palanca operada por el pie es adaptado a las robustas bicicletas de carretera tipo inglesa con frenos de palanca de rodillos.



Frenos de varilla

El Freno con accionamiento de varilla utiliza una serie de varillas y pivotes (en lugar de cables Bowden) para transmitir la fuerza aplicada por una palanca de mano para presionar las almohadillas (pastillas) hacia arriba contra la superficie interna (hacia el centro) de la llanta de la rueda.

El mecanismo de enganche delantero es complicado por la necesidad de permitir la rotación donde la horquilla se une al tubo frontal. Aunque difícil y complejo, las conexiones son fiables y duraderos y se pueden reparar o ajustar con herramientas simples de mano. El diseño está todavía en uso en algunas zonas.

Algunos frenos de varilla utilizan las barras para operar un freno de tambor, esta configuración es popular en Holanda.



Frenos de llanta

Los más habituales, actúan bajo la presión ejercida sobre ambos lados de la llanta.

Frenos caliper

Los frenos caliper (freno de pinzas) son los clásicos frenos de tiro lateral accionados por cable, se monta a un solo punto por encima de la rueda y son casi omnipresentes en las bicicletas de carretera.



Frenos cantilever

Cantilever es una denominación inglesa utilizada frecuentemente para referirse al freno de llanta de tiro central. Una variación del Cantilever son los frenos de roldanas y leva, denominados en inglés como Roller-cam, proporcionan aún más potencia y precisión, pero exigen mayor mantenimiento. Usados por lo general en las bicicletas de montaña.



Frenos V-brake

V-brakes® son frenos cantilever de tiro lateral y se montan en los mismos soportes de frenos del marco — se diferencia un poco de — los brazos son más largos y el alojamiento del cable está conectado a un brazo y el cable al otro.

Diseños alternativos de frenos de llanta

Hay dos diseños alternativos de frenos que comúnmente se instalan en algunas bicicletas nuevas. Estos son los frenos caliper de tiro central, en algunos casos pero no siempre, utilizados en bicicletas más baratas y de niños, y el U-brake montado en las bicicletas BMX. Los frenos de tiro central funcionan de la misma manera que los caliper de tiro lateral, mientras que los frenos U-brake se parecen a los cantilevers.

Frenos de buje

Frenan la velocidad del buje, actúan a través de la presión ejercida sobre el buje de la rueda.

Frenos de contrapedal

Frenan la rueda trasera al pedalear hacia atrás, común en bicicletas antiguas y bicicletas playeras.



Frenos de tambor

Los frenos de tambor son un sistema de frenos en el que dos zapatas opuestas entre sí por un movimiento de expansión, rozan con el interior de un cilindro, llamado tambor, que gira entre la rueda y el buje. Son muy utilizados en bicicletas urbanas europeas y japonesas, no se ve afectado con lluvia o condiciones climatológicas adversas.



Frenos de disco

Los frenos de disco, mecánicos o hidráulicos, son cada vez más comunes, sobre todo en bicicletas de montaña. En algunos casos es imposible instalar frenos de disco debido a la ausencia de anclajes para su instalación en el cuadro, en la horquilla, o la llanta no dispone de una pista donde la zapata pueda rozar.

Sin embargo, una llanta puede ser apta tanto para uso con zapatas como con disco. Las zapatas necesitan una llanta con superficie adecuada para frenar y los discos un buje adecuado para instalar el disco y que los radios sean fuertes para aguantar el esfuerzo de torsión.

Se destacan por su potencia, pero en algunos casos son elegidos por otros motivos. En bicicletas de carretera no son utilizados debido a que su peso es mayor a los frenos de tipo puente, y la potencia bruta es menos importante que las mejoras aerodinámicas, la eficacia con meteorología adversa o la robustez.



Ventajas e inconvenientes

Ventajas

- Le afecta menos la suciedad (barro, agua, etc.) en la eficacia de frenado.
- Más potencia de frenado, haciendo las bajadas más relajadas.
- Los recambios duran más (aunque su valor es más elevado). Con mucho barro unas zapatas pueden durar unas pocas salidas. Las zapatas suelen durar unos cientos de km y las pastillas un par de miles.
- Es más difícil que fallen y pueden estar mucho tiempo sin mantenimiento, descontando los cambios de pastillas.
- La llanta puede estar descentrada sin que afecte a la frenada.
- Al ser más compacto puede ser más aerodinámico. El disco tiene poca superficie frontal y la pinza puede ir resguardada tras un tirante o la pata de la horquilla.

Inconvenientes

- El Precio tanto del sistema entero, como por cada recambio es más elevado que un sistema V-Brake, por ejemplo, y cada pastilla.
- En caso de que falle en el monte o en un lugar algo remoto los frenos hidráulicos son bastante más complicados de reparar. Aunque un freno de disco mecánico (con cable como los convencionales) puede tener una dificultad de reparación similar.
- Mayor peso. Unos cientos de gramos más respecto a un freno convencional.
- Los radios deben soportar más esfuerzos. En la trasera deben estar preparado para soportar tanto el esfuerzo de tracción como en el de frenado. Cada uno en sentido contrario.

Frenos hidráulicos

Los frenos hidráulicos funcionan mediante la presión de fluidos en lugar de a través de cables, son comunes en las aplicaciones en frenos de disco o cantilever. Son especialmente eficaces en condiciones de humedad, barro o hielo.

3. DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1- Introducción.

A lo largo de este capítulo se va describir el proceso seguido desde el comienzo del proyecto hasta la finalización del mismo.

Una vez establecido nuestro proyecto, la realización del diseño de sistema de bicicleta urbana auto plegable y de aparcamiento activo de mínima instalación e impacto visual, y los elementos principales que la componen se procedió a realizar una búsqueda detallada de información sobre los mismos, con el fin de disponer de un abanico de opciones para así poder elegir la más adecuada para nuestro diseño y adquirir conocimientos necesarios para la realización del mismo.

Realizada la búsqueda determinamos cuales eran los elementos claves en el diseño de nuestra bicicleta y mediante un análisis exhaustivo de las opciones que teníamos para dichos elementos elegimos las opciones que mejor encajaban para nuestro diseño buscado.

El ultimo proceso consiste en modelar las piezas por separado mediante un software 3D (Solid Edge) para formar los distintos sistemas, que a su vez al conjuntar estos, nos darán el conjunto completo final de bicicleta.

Las opciones elegidas para los elementos claves son las siguientes:

Diseño de la estructura de la bicicleta y mecanismo de plegado:

Se diseñó una estructura basada en curvas y formas suaves, nunca visto hasta ahora, formada por tres partes que a su vez estaban unidas mediante dos ejes que junto con la dirección permiten realizar el plegado en tres movimientos simultáneos, dando como resultado que los ejes de las ruedas coinciden y además estas pueden girar de modo que queda un plegado bastante limpio.

Sistema de transmisión:

Nos decantamos por un sistema de cardán porque era algo que no se utilizaba mucho en bicicletas de este tipo y además sopesando los pros y los contras vimos que era factible para nuestro diseño. Desde el punto de vista estético era muy buena opción si lo comparábamos con los demás sistemas.

Sistema de dirección:

Para facilitar el plegado se optó por desplazar a la izquierda el brazo que une el manillar con la rueda delantera de la bicicleta con respecto al eje de la dirección.

Diseño de buje y llanta:

Se diseñó un llanta que era compatible, estéticamente, con los formas del cuadro y además, a pesar de ser una bicicleta plegable, mantiene las dimensiones de una rueda de bicicleta convencional.

Sistema de cambios de velocidades:

Al utilizar transmisión por cardán la posibilidad más viable era adaptar el buje trasero a un sistema de cambio de velocidades interno.

Sistema de frenos:

Nos decantamos por la opción de freno de disco y únicamente en la rueda trasera.

Diseño del sillín y componentes:

Realizar un diseño de sillín, tija y sistemas de agarre de ambos, con unas características específicas.

Diseño de un sistema de bloqueo de la estructura plegable

Diseñamos un sistema para conseguir el bloqueo de las zonas con libertad de giro debido a la necesidad de bisagras para el plegado.

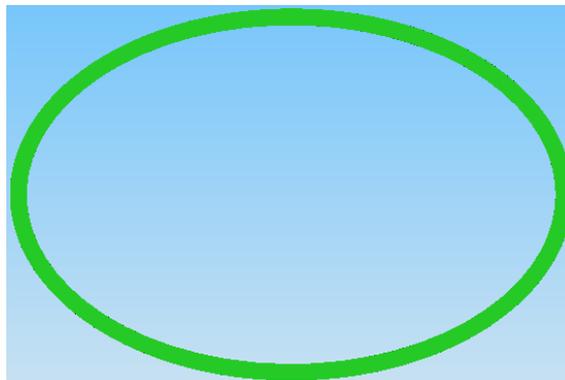
Diseño de un sistema de anclaje:

Dicho sistema se encuentra en el extremo de la tija del sillín y se basa en introducir completamente el sillín en el tubo que lo sustenta, y este al ser pasante, permite que dicho anclaje sobresalga por la parte inferior de cuadro.

3.2 Diseño de la estructura de la bicicleta y mecanismo de plegado

En un principio nos basamos exclusivamente en cómo iba a ser la estructura de la bicicleta sin prestar demasiada atención al plegado. Se optó por la opción de formas tubulares suaves y curvas que era algo que no era muy común en el mercado. La sección de dicha estructura la establecimos con forma elíptica de 60x40mm con un grosor de los tubos de 1,8 mm, se eligió este grosor en base a diferentes modelos de bicicletas del mercado, los cuales tenían estas medidas en sus tubos.

Sección de los tubos:



El diseño del cuadro lo realizamos primero a mano, en un boceto, y una vez obtenido el mismo y con los cálculos pertinentes, realizados con las medidas tomadas directamente de una bicicleta estándar, se procedió a establecer las medidas sobre el boceto y, a continuación, lo modelamos en 3D mediante el software Solid Edge.



Una vez establecido el diseño final del cuadro de la bicicleta en el programa de modelado, la siguiente fase era pensar en como íbamos a realizar el mecanismo de plegado.

En el mercado existen una amplia gama de bicicletas plegables con sus correspondientes mecanismos diferentes de plegado, la mayoría de estas utilizan un sistema simple en el que el doblado se realiza mediante una bisagra situada en la mediatriz del segmento que une los dos ejes de las ruedas, dando como resultado un plegado pobre desde el punto de vista estético.

En vista de lo explicado en el párrafo anterior se busco un diseño que solventase el problema estético mencionado. El diseño del mecanismo de plegado que buscábamos debía de adoptar una forma limpia tanto cuando se encontraba la bicicleta montada para su uso como para cuando la bicicleta adoptaba su forma plegada para su estacionamiento.

También se buscaba que la bicicleta en su forma plegada cumpliera la condición de poder ser transportada fácilmente a mano, esto se podía conseguir dando libertad de movimiento a las ruedas una vez la bicicleta se encontraba en esta posición de plegado, y para conseguir esto ambos ejes de ambas ruedas debían ser coincidentes.

Una vez descritos las condiciones en el plegado que queríamos obtener, la siguiente cuestión era tratar de resolver como y donde íbamos a realizar el doblado de la estructura de la bicicleta para resolver el problema. Mediante la búsqueda de información en diferentes tipos de plegados fueron surgiendo ideas hasta que dimos con la idea idónea para poder cumplimentar nuestras condiciones previstas anteriormente.

El doblado se realizaría en tres giros u operaciones simultáneas; esto requería tres ejes diferentes de giro, dos de estos tres movimientos actuarían directamente sobre la estructura de la bicicleta de modo que debía de ser dividida mediante 'bisagras' en tres partes; y el tercer movimiento se conseguiría aprovechando el giro libre de la dirección de la bicicleta.

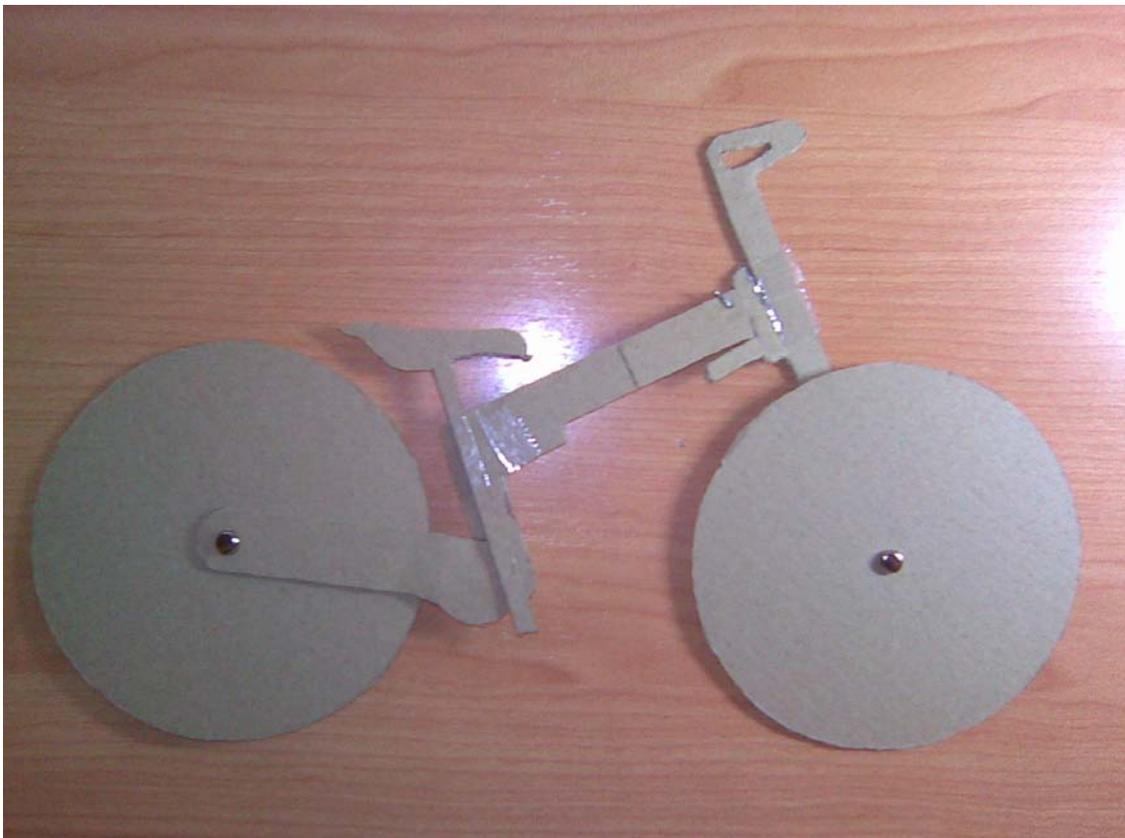
El primer movimiento en realizarse, a pesar que los tres pueden realizarse simultáneamente para su mayor facilidad y rapidez en el plegado, es el último mencionado en el párrafo anterior.

Realización de un prototipo en cartón.

Una vez pensado más o menos el diseño de un mecanismo de plegado, y tras la realización de algunos bocetos del mismo, pensamos que quizás podría ser positivo realizar algún tipo de prototipo sencillo para poder recrear nuestro sistema de plegado.

Con la realización del mismo pudimos observar y reproducir los tres movimientos con los que conseguiríamos el plegado, y con ello buscar defectos o posibles mejoras en dicho mecanismo.

El prototipo esta hecho a base de cartón, para recrear las bisagras usamos celo y alambre.

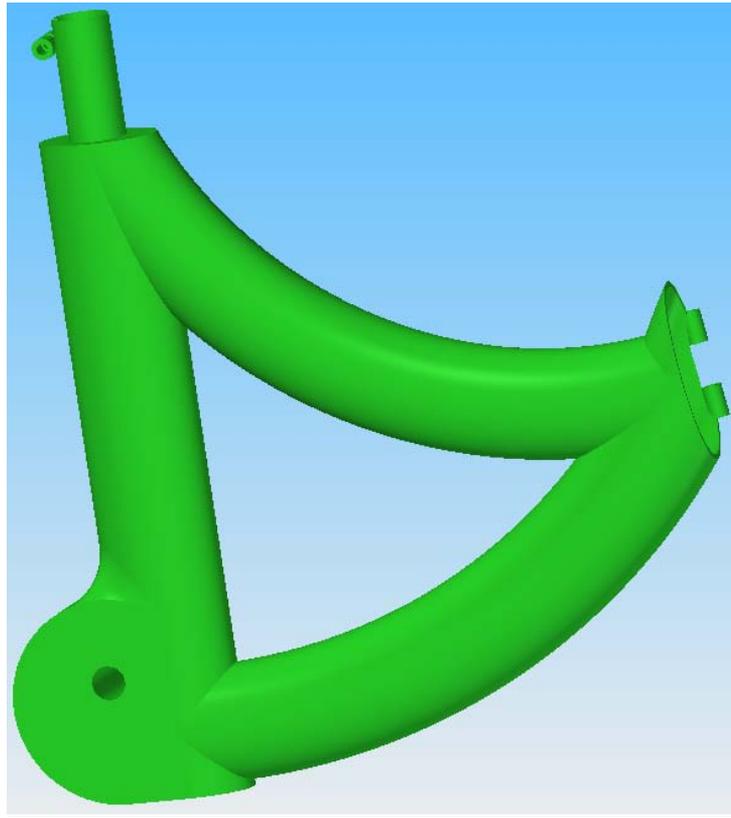


Prototipo en cartón en estado plegado

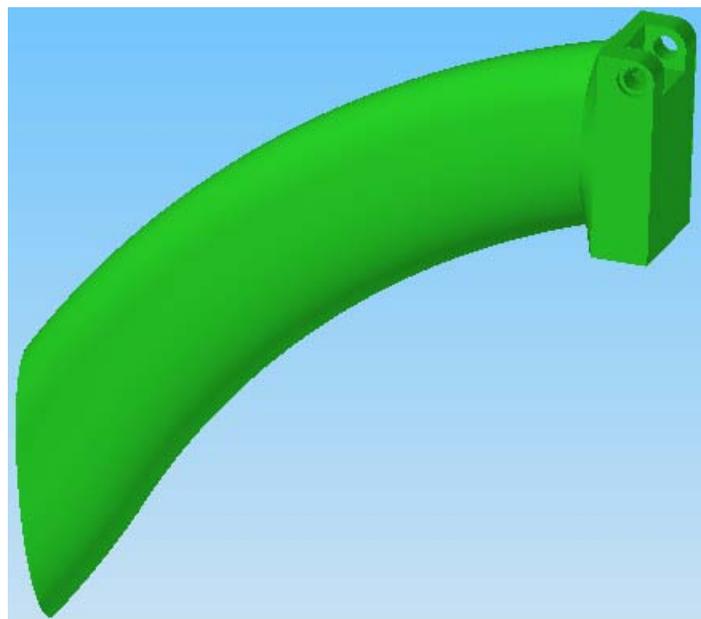


Modelado en 3D

Parte trasera de la estructura

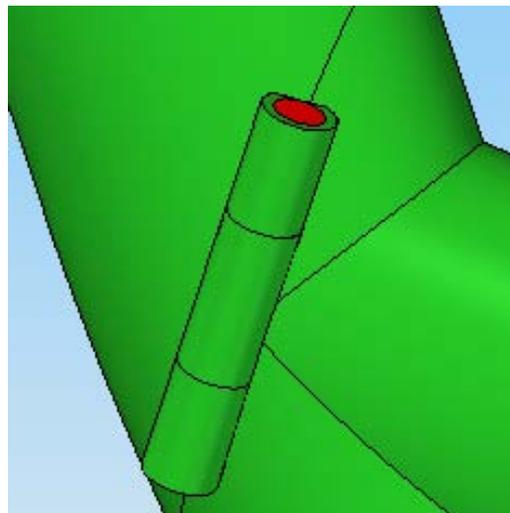


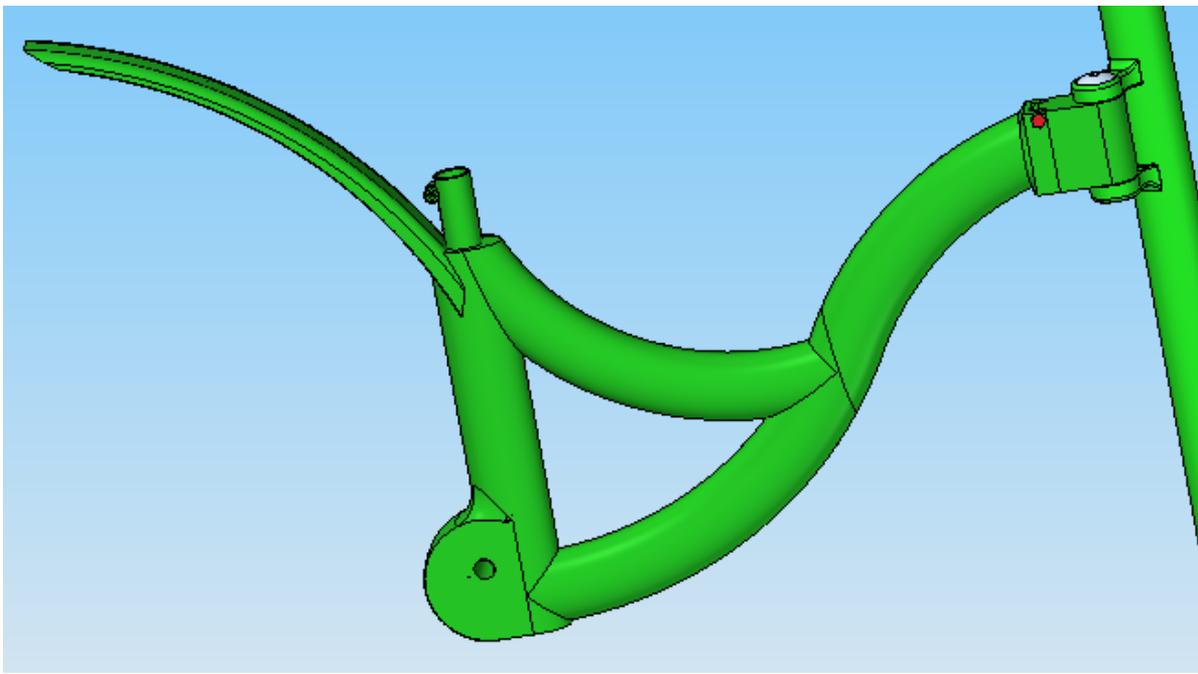
Parte delantera



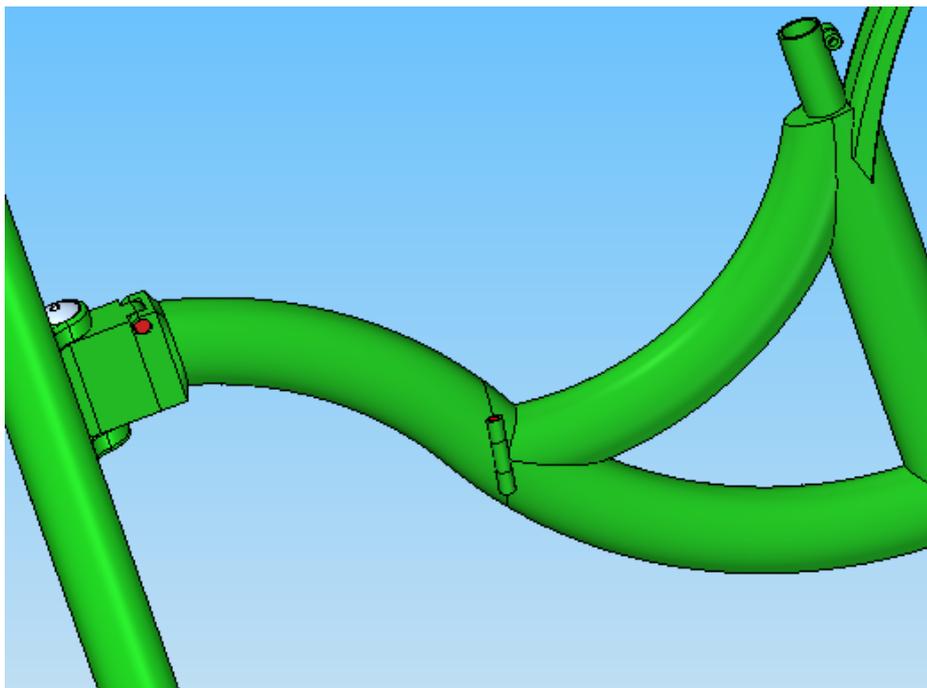
Parte de enlace con la dirección

Las bisagras están diseñadas de tal forma que cuando se realice el plegado ambas superficies queden totalmente en contacto. Como se muestra en al siguiente imagen.





Se optó por añadir al diseño del cuadro de la bicicleta un guardabarros trasero soldado al mismo, que además de cumplir su función para el usuario, continuaba con las formas suaves y curvas del cuadro. Mas adelante aparecerá el diseño del mismo.



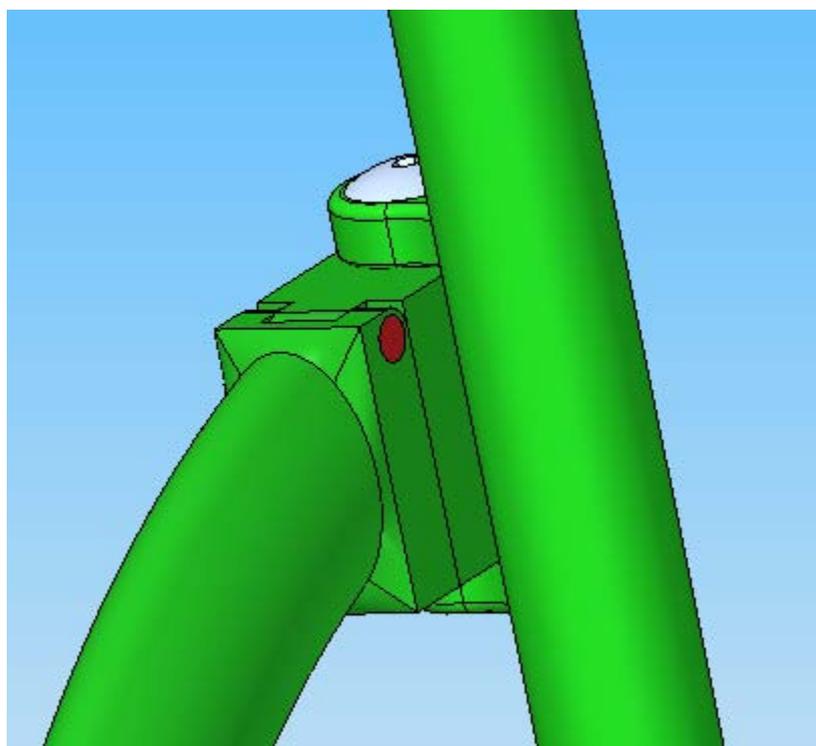
Explicación de las tres fases de plegado

Primer movimiento

El movimiento realizado por parte de la dirección de la bicicleta; se necesitaba que la rueda delantera estableciera un giro de 180° hacia la derecha de la dirección, quedando la rueda y el manillar en sentido contrario al del uso normal de la bicicleta. Además de esto también era necesario que la rueda después de haber realizado el movimiento siguiera alineada con la rueda trasera.

Para conseguir esto debía de suprimirse uno de los dos brazos que amarran la rueda delantera, quedando así un amarre de tipo monobrazo de dicha rueda, esto era indispensable para esta primera fase del plegado, y poder conseguir junto con los otros dos giros el plegado completo.

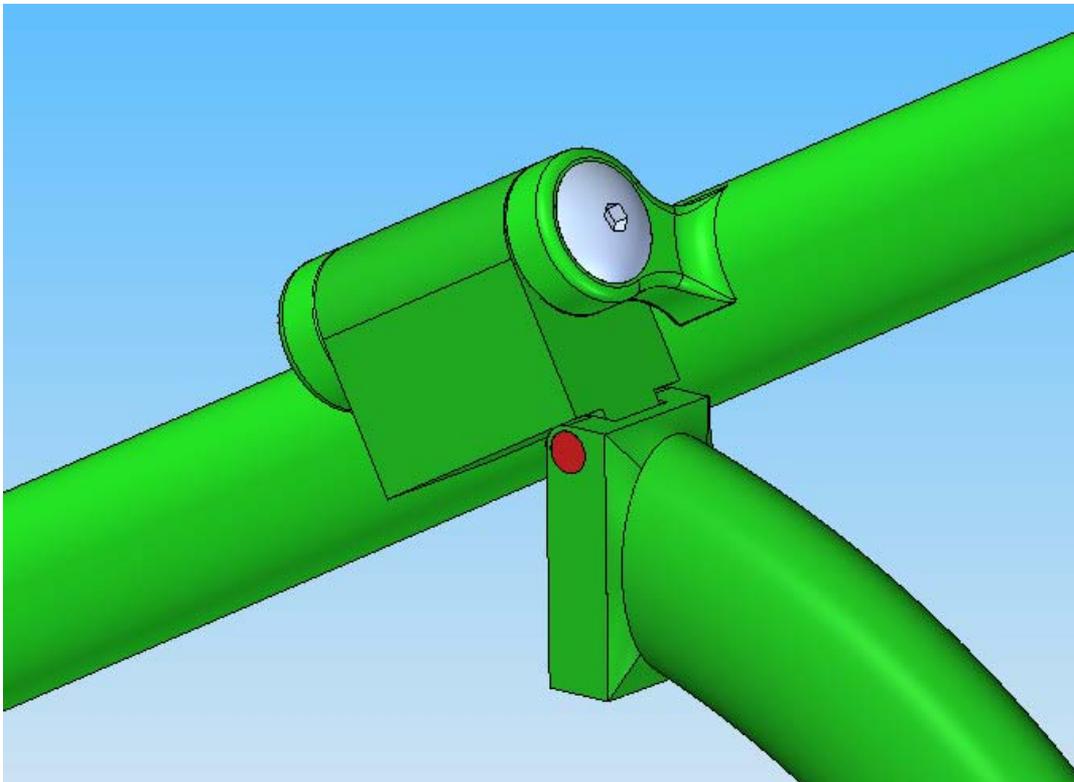
La segunda y tercera fase del plegado se realizarían como hemos dicho antes realizando unas modificación sobre la estructura base de la bicicleta, es decir sobre el cuadro. Dichas modificaciones se conseguían creando dos nuevos ejes de giro sobre el cuadro, dos bisagras que dieran movimiento de giro al nuevo cuadro dividido en tres partes.



Segundo movimiento

Esta segunda fase de movimiento estaría situada en la parte cercana a la dirección de la bici, se trata de un eje paralelo al plano del suelo, con este movimiento se consigue que toda la parte delantera de la bicicleta gire hacia delante sobre dicho eje respecto de la parte trasera, aumentando con este movimiento la distancia entre los ejes de ambas ruedas, y preparando el plegado junto con la primera fase para la posterior y última fase del plegado, para obtener el resultado final de plegado.

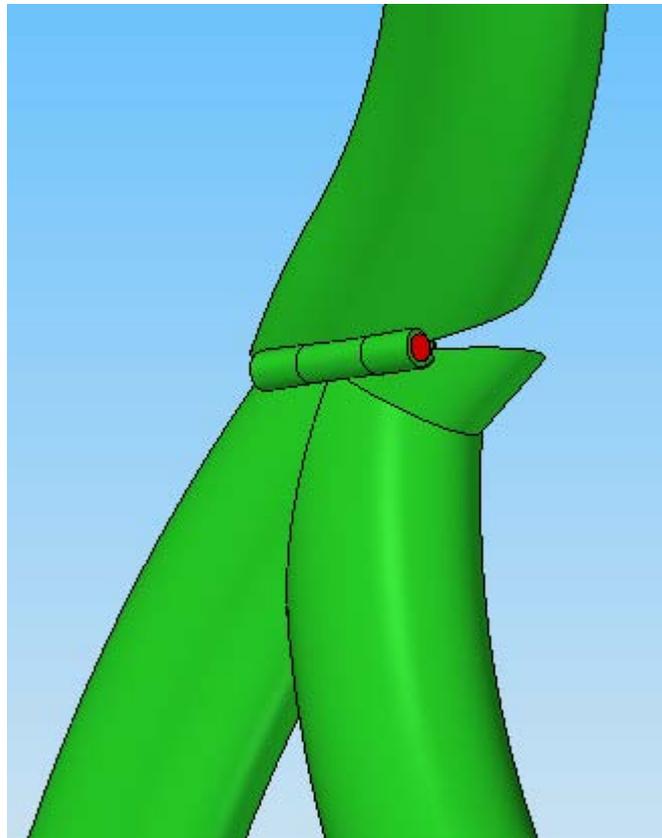
Para poder realizar esta segunda fase mencionada se tuvieron que realizar ciertas modificaciones sobre la estructura base de la bicicleta, se tuvo que adaptar dicha parte de la estructura a las nuevas condiciones para realizar el plegado, mediante un empalme que adaptaba la sección elíptica original del cuadro a una sección rectangular necesaria para facilitar el diseño de la bisagra que permitiera el movimiento.



Tercer movimiento

Este movimiento es el más similar al que usan las bicicletas plegables más comunes en el mercado. Después de haber realizado las dos primeras fases, ya solo queda plegar la bicicleta sobre la mediatriz del segmento que hay entre los dos ejes de ambas ruedas. En dicha mediatriz estará situada la segunda bisagra que permita el movimiento para completar el plegado completo.

El resultado final de la suma de los tres movimientos dará por concluido el plegado completo. Gracias a que el diseño de sujeción de ambas ruedas sean de tipo monobrazo; es decir que ambas ruedas tengan como amarre únicamente un brazo lateral, en el caso de la rueda delantera un brazo por el lado izquierdo, y en el caso de la rueda trasera un brazo por el lado derecho; el plegado completo de la bicicleta es limpio y toda su estructura permanece compacta, quedando unidas no solo ambas ruedas sino también las partes del cuadro plegadas sobre si mismas, como se muestra en la siguiente imagen.



3.3- Sistema de dirección

La dirección de nuestro diseño debía estar compuesta por un único brazo lateral, es decir un monobrazo excéntrico respecto del cuadro de la bicicleta, y de un manillar centrado al cuadro de la bicicleta y a la rueda, pero amarrado con el monobrazo de forma excéntrica.

Estas peculiaridades se deben a nuestro objetivo de conformar el plegado de una manera mas limpia que otros modelos, y con el objetivo de conseguir que una vez la bicicleta esta plegada ambas ruedas sean coincidentes. El hacer un diseño con una horquilla de carácter monobrazo facilitaba el plegado y era indispensable para nuestros objetivos.

Debido a estas causas se tuvo que realizar ciertas modificaciones ya nombradas anteriormente, en las partes relacionadas con la dirección de la bicicleta.

Nuestra horquilla monobrazo esta compuesta por un tubo recto hueco, con un grosor de 2mm, una sección elíptica de 40x50mm. El diseño de este se realizo acorde con el cuadro ya diseñado anteriormente, es decir había que observar en el mercado para conseguir extraer de el ideas que encajaran en nuestro proyecto.

Al final se decanto por un diseño sencillo, constituido por el tubo recto, en que en la parte superior, antes de llegar a la parte donde se encuentra el manillar, se tuvo que añadir una parte mas de tubo orientada con un cierto ángulo respecto del anterior para alejar lo necesario el manillar del sillín, es decir un diseño ergonómico y acorde con las medidas del mercado.

En la parte inferior de la horquilla se encuentra el agujero pasante por donde se encaja el eje que sujeta el buje de la rueda. Esta parte esta reforzada ya que el buje de la rueda no estará sujeto por ambas partes como una bicicleta convencional, sino que estará sujeto únicamente por un lateral.

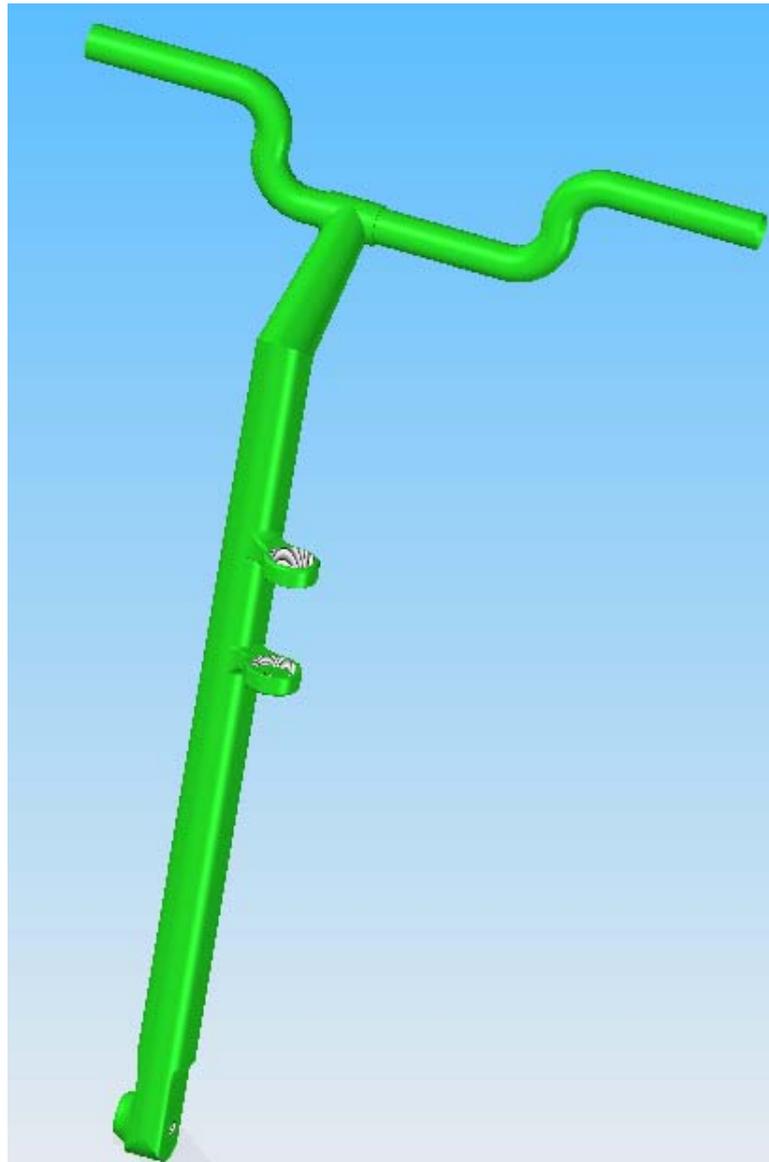
El manillar esta formado por un tubo hueco de 26 mm de diámetro, el diseño del mismo es sencillo, el tubo esta curvado en cuatro tramos como se muestra en la siguiente imagen.

Lo mas característico del manillar es que el amarre de la horquilla con este esta ligeramente descentrado hacia la izquierda, debido a que la horquilla es monobrazo, y esto es totalmente necesario para que el manillar quede centrado con la rueda delantera. Así pues, el manejo de la bicicleta es completamente igual que al resto de bicicletas con dos horquillas delanteras.

Se diseño los puños en el software 3D para acoplarlos en el manillar.

El conjunto de horquilla más manillar se une al cuadro de la bicicleta mediante dos pequeños brazos laterales. Estos están situados por la zona media de la horquilla y sirven para terminar de conformar la dirección de la bicicleta.

Modelado



El sistema que permitirá que el funcionamiento de la dirección sea el correcto y suave esta formado por dos rodamiento de bolas, y se encuentra en el interior de la parte de la horquilla donde conectan monobrazo delantero y estructura de la bicicleta.

Esquema de un sistema de dirección de bicicleta.



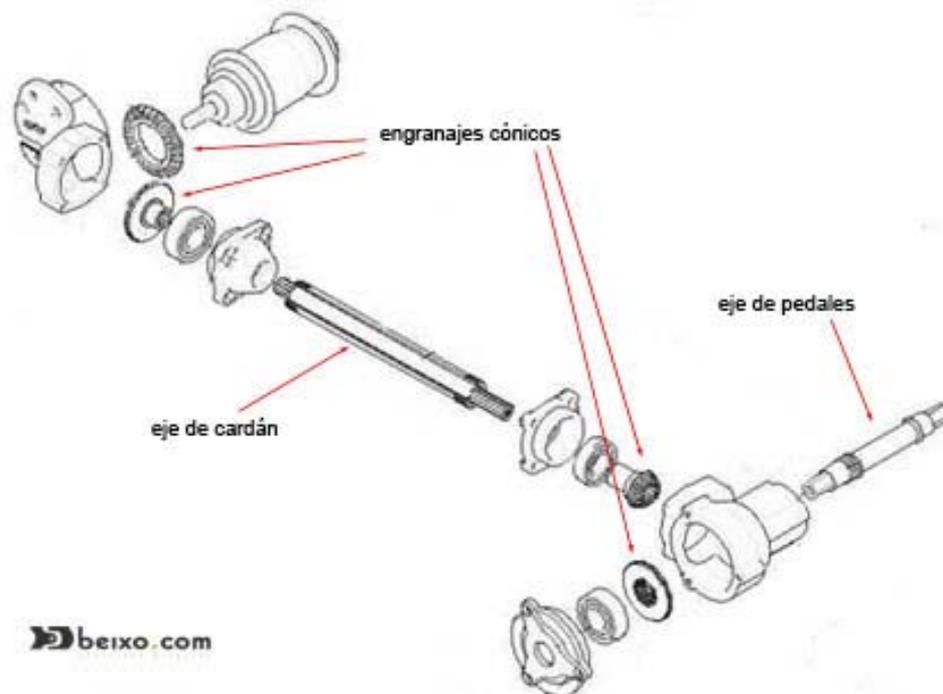
3.4- Sistema de transmisión

Decidimos elegir un sistema de transmisión por cardan para nuestro diseño de bicicleta.

Durante la fase de búsqueda de información encontramos diversos sistemas de transmisión, de todos estos el que mas abundaba en el mercado era la cadena.

También encontramos sistemas mucho mas novedosos, y entre estos y la cadena encontramos el sistema de transmisión por cardan para bicicleta, se trata de un sistema mas antiguo que la cadena y tan antiguo como la propia bicicleta, se empezó a utilizar a finales del siglo XIX. Sin embargo, su mecanismo era demasiado pesado y exigía que el cuadro fuera mayor, por lo que fueron reemplazadas por las bicicletas con cadena que eran más ligeras.

Las nuevas aleaciones de materiales han permitido que volvamos a encontrarnos con este sistema de transmisión en el mercado.



A continuación comparamos transmisión por cardán con la cadena tradicional.

	transmisión por cardán	cadena tradicional
mantenimiento	Bajo: engrase interno.	Relativamente alto: limpiar, engrasar y tensar la cadena; limpiar, engrasar y regular el cambio de marchas.
seguridad	Las marchas no saltan, ni hay partes externas que se muevan.	La cadena puede salirse o romperse. Las coronas dentadas, o platos, y la cadena a menudo no están protegidas
higiene	No hay aceite, grasa o suciedad.	Aceite, grasa y suciedad.
pérdida de energía	máximo de 3%, usted no siente la diferencia	Máximo de 2 % bajo las circunstancias más adecuadas. Por lo general, la pérdida de energía es considerablemente más elevada porque la cadena no está suficientemente engrasada, está sucia o mal regulada o roza con el cubrecadena.
práctico	Para cambiar el neumático de la rueda posterior se tienen que destornillar algunas tuercas.	No es fácil sacar la rueda sin ensuciarse. Además hay que desmontar el cubrecadena, los engranajes y la cadena misma.
sonido	Impulsión silenciosa	Impulsión ruidosa

El funcionamiento de este sistema es sencillo, esta compuesto por cuatro engranajes cónicos y una barra que une dos de ellos entre si. Lleva la transmisión directa de los pedales a la rueda tractora trasera en lugar de hacerlo sobre la tradicional rueda dentada del piñón, sino sobre un mecanismo de empalme tipo cardán.

1- El movimiento del eje de pedalier por parte del usuario hace que mueva el primer engranaje que es solidario a este.

2- Este primer engranaje transmite el movimiento al segundo engranaje cónico al estar ambos en contacto.

3- El segundo engranaje y tercero se mueven a la vez ya que están unidos por una barra que sirve para prolongar el movimiento ya en la zona cercana a la rueda trasera.

4- Por ultimo el tercer engranaje transmite el movimiento al cuarto que esta unido al buje de la rueda trasera.

Y con esto se consigue que mediante 4 engranajes y una barra, el movimiento de los pedales por parte del usuario se traslade a la rueda trasera y con ello crear el movimiento de la bicicleta.

Uno de los pequeños problemas del sistema es su peso de alrededor de 2 Kg. (lógicamente algo más que un plato con cadena y además actúa sobre un cambio interno que es también más pesado que un externo). Sin embargo, es fuerte y duradero y no exige mucho mantenimiento, apenas bastan unas gotas de lubricante cada medio año para su que no se oxide.

A pesar de su antigüedad y al ser un sistema que no se suele ver mucho en el mercado, investigamos sobre el mismo y descubrimos que podía encajar dentro de lo que buscábamos.

El sistema de transmisión por cardan tiene numerosas ventajas como se puede ver en la fase de tecnología relacionada con el proyecto. Elimina el 99 % del mantenimiento y la pérdida de eficiencia se sitúa por debajo del 1 % respecto a una transmisión por cadena en condiciones óptimas. Sin embargo, cabe tener en cuenta que la cadena no siempre está bien engrasada y ajustada. Mientras que el cardán ofrece un rendimiento muy superior porque siempre trabaja en sus mejores condiciones.

Se evita lógicamente el manchar la ropa con grasa típica de las cadenas y por tanto se puede prescindir del típico cubrecadenas que es básico en una bicicleta urbana convencional.

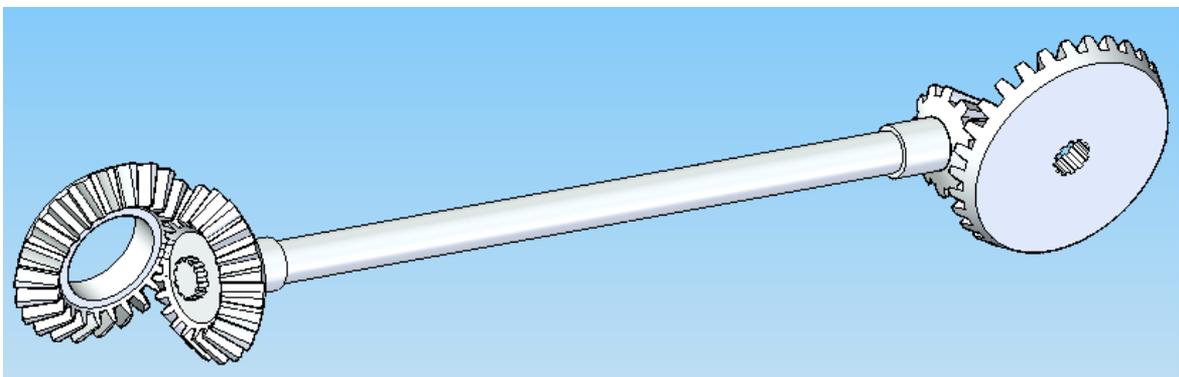
Además de esto, este sistema podía darle un carácter mas estético que otros sistemas encontrados, el cardan ocupa menor espacio que la cadena por ejemplo, recordamos que ya teníamos nuestra estructura del cuadro definida, y no hay que perder de vista que el todas las partes de la bicicleta deben encajar entre si tanto en mecánica como en diseño.

La siguiente fase era realizar el diseño de nuestro cardan en el programa de modelado 3D Solid Edge, modelamos el eje del cardan que une los dos engranajes centrales.

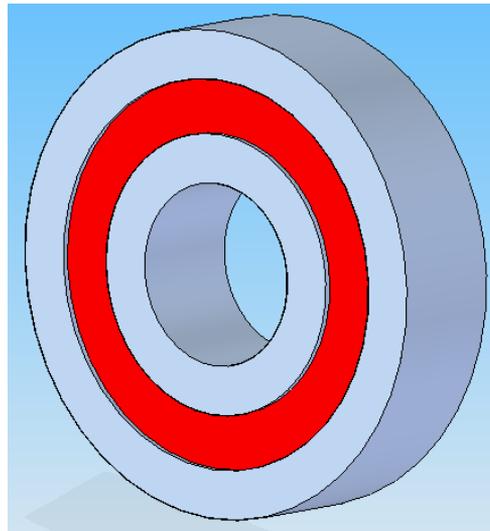


Y posteriormente para el modelado de los cuatro engranajes el programa nos facilitaba mediante una herramienta la creación de los mismos. La herramienta que nos crea los engranajes dos a dos, se encuentra en una pestaña situada a la izquierda donde la lista de operaciones, se llama 'engineering reference', una vez allí seleccionamos la opción engranaje cónico, y una vez realizado esto te aparece el diseñador de engranajes cónicos Solid Edge donde se introduce los parámetros del diseño, para posteriormente darnos unos resultados y una geometría calculada de los engranajes. Cuando los resultados y geometría sean los correctos, seleccionamos el botón crear y automáticamente nos crea nuestros engranajes dos a dos.

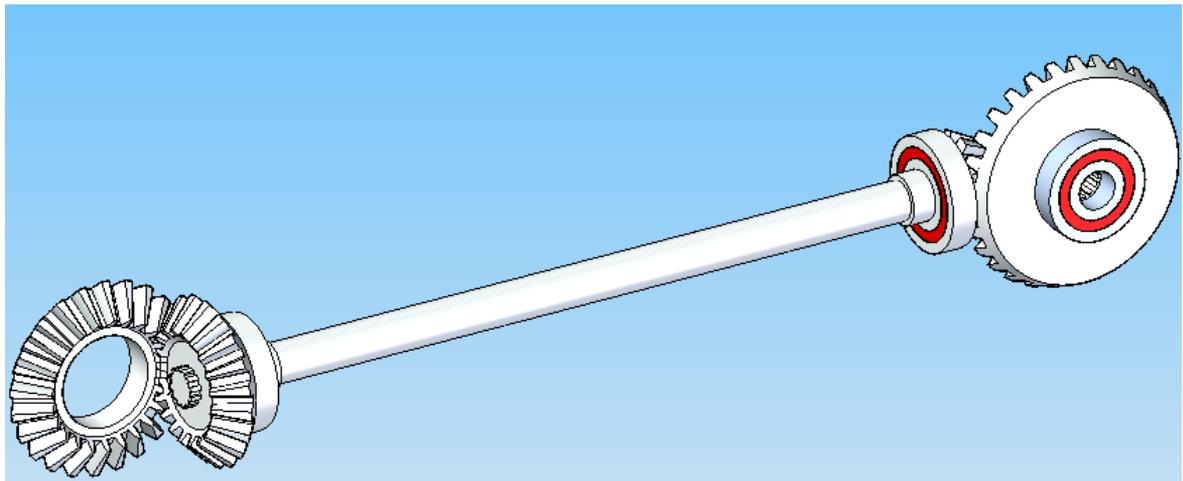
Teníamos ya diseñado toda la parte funcional y interior de nuestro sistema cardan. Nos faltaba establecer donde se colocarían los rodamientos que sirvieran para reducir la fricción de los ejes y las piezas conectadas a éstos.



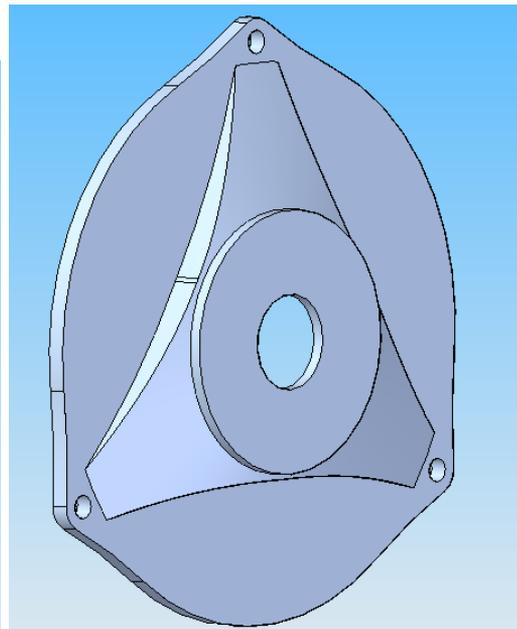
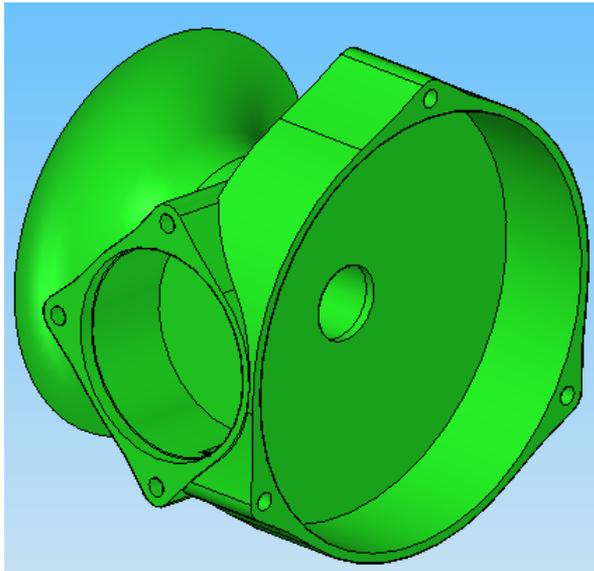
Se modelaron las piezas para la realización de los rodamientos y se insertaron en el mecanismo de transmisión por cardan.



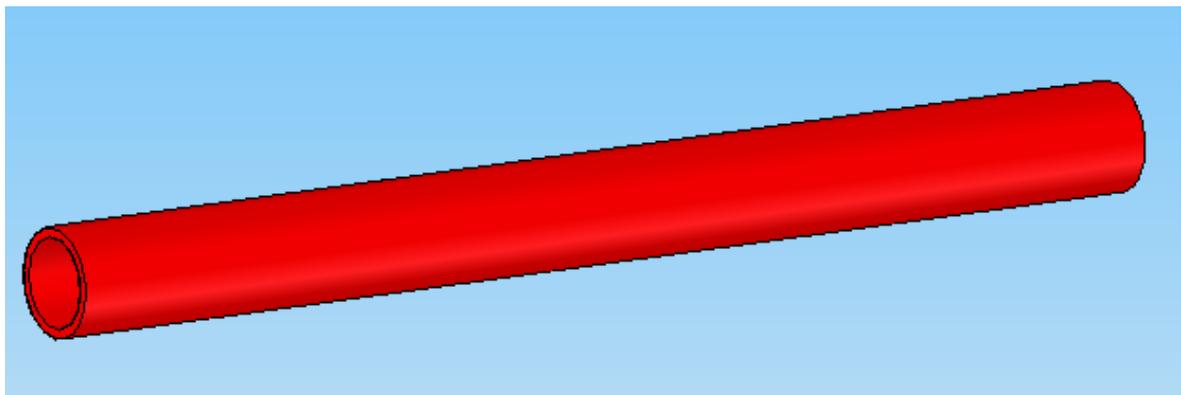
Ya teníamos el diseño del cardan completo, pero nos faltaba diseñar la carcasa exterior que protegiera el propio cardan para su buen funcionamiento durante una larga vida útil.

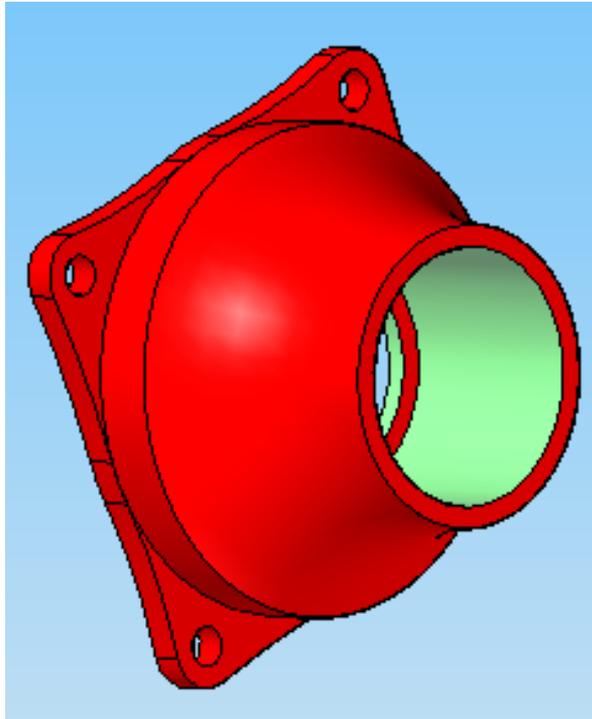


En un principio modelamos las piezas que protegerían el cardan por separado, dos piezas que protegerían los engranajes uno y dos, y una tapa para proteger la zona donde se realizaría el desmonte de estos.

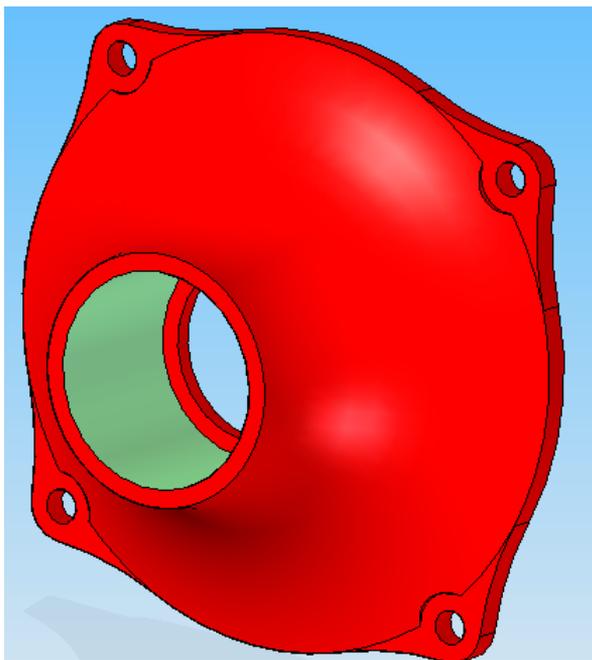


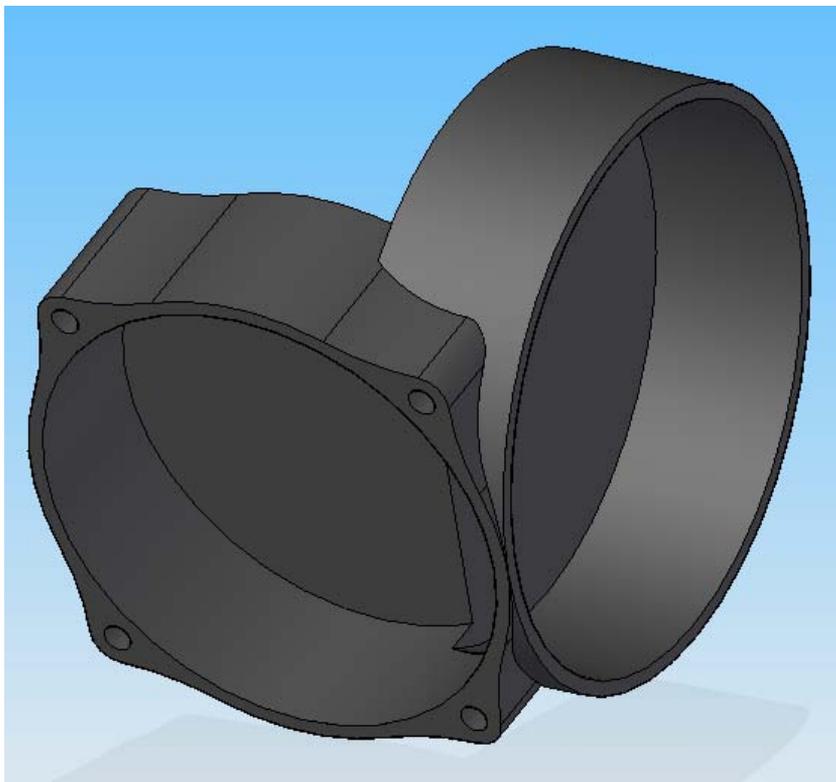
Un tubo hueco para proteger el eje.





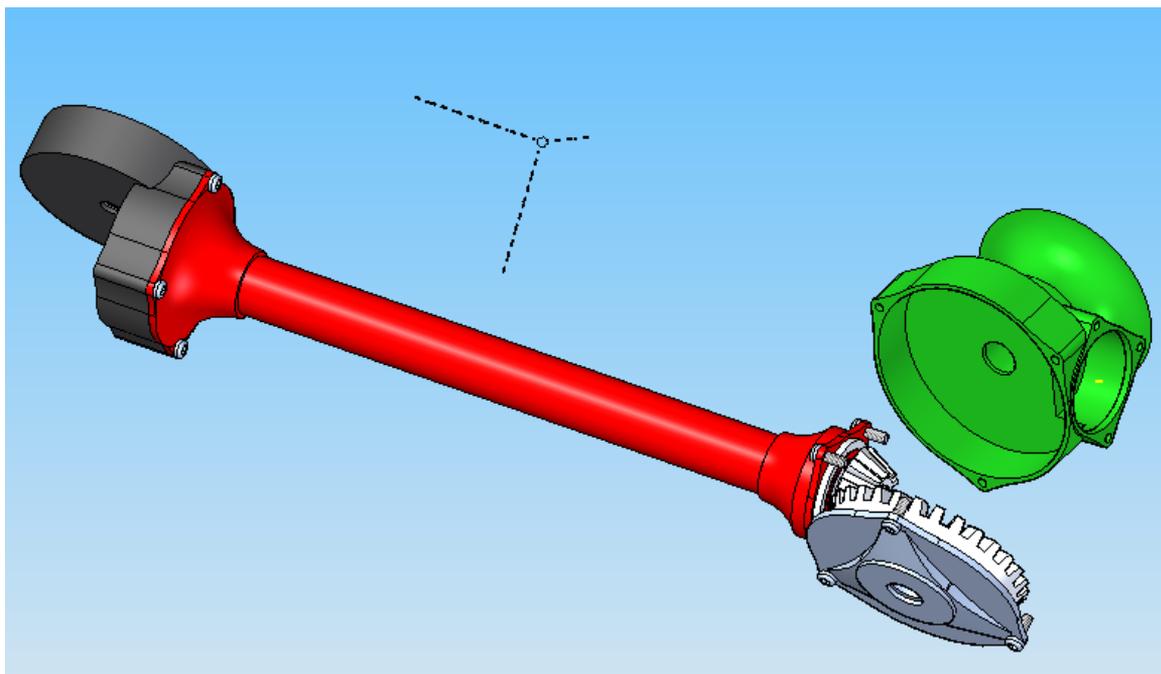
Y unas últimas piezas que protegerían los últimos dos engranajes tres y cuatro, con una tapa para su extracción en el desmonte de piezas.





Este sistema facilitaba el desmontaje y la extracción de piezas en caso de problemas técnicos durante su uso.

Estas tres piezas, las dos carcasas y el tubo hueco se unen mediante tornillos.



Estéticamente el diseño encajaba perfectamente con el diseño de cuadro y resto de piezas, quedaba muy limpio y el espacio que ocupaba era mínimo.

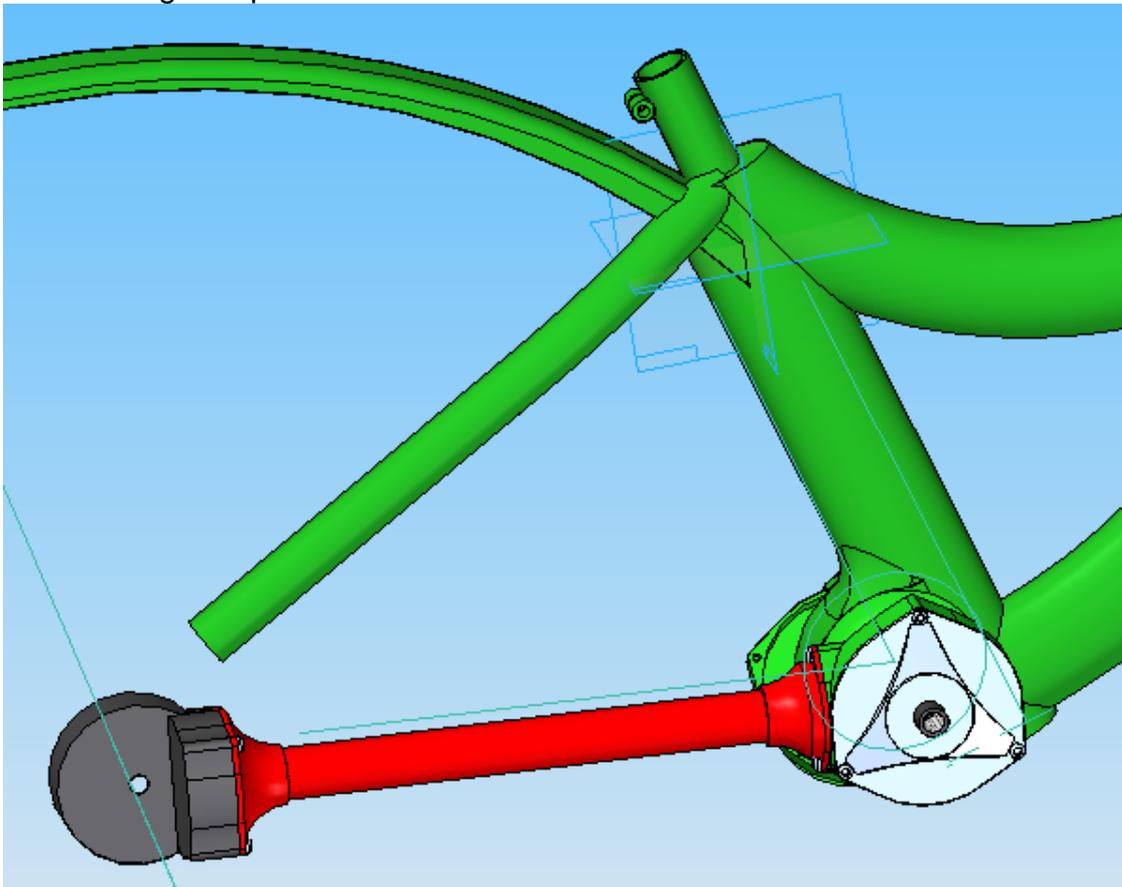
Sin embargo había que pensar que estas carcasas unidas mediante tornillos, debían de ser las encargadas de aguantar el peso de la bicicleta y usuario.

Nuestra bicicleta por su sistema establecido de plegado solo podía usar para sujetar la rueda trasera la parte derecha, al igual que pasaba para la rueda delantera que solo usaba un monobrazo izquierdo.

Por esta causa de utilizar solo un lado de la bicicleta para sujetar la rueda trasera, no se podía utilizar sistemas estructurales similares a otras bicicletas que usan cardan.

Había que reforzar de alguna manera esa parte de la estructura.

Una posible solución era crear un segundo brazo que bajara de la parte donde empieza el tubo donde entra el sillín y bajara hasta el buje trasero para unirse a este. De esta forma se establecería una estructura en esa zona con forma triangular que daría más consistencia.



Se procedió a modelar este segundo brazo, como vemos en la imagen, en el programa de modelado pero la solución se descartó debido a que, primero no

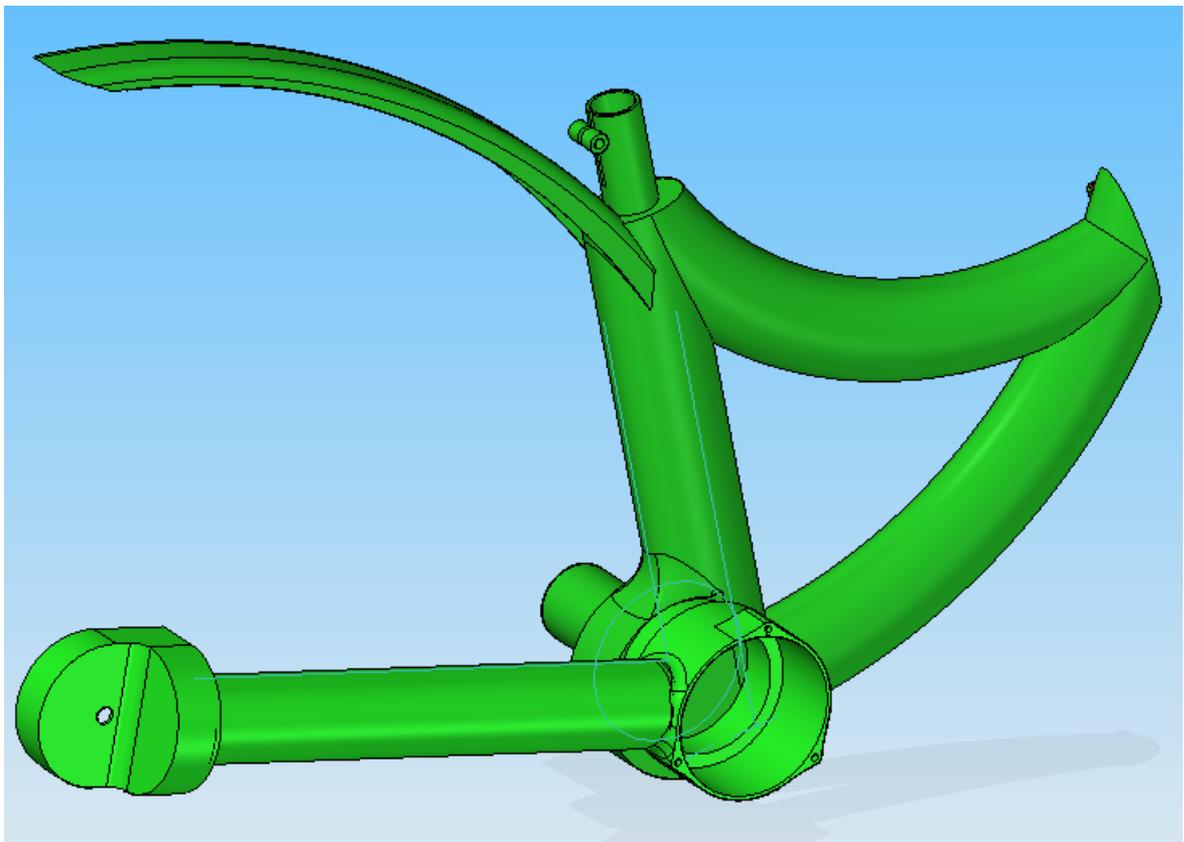
estábamos del todo seguros de si este sistema aguantaría, y segundo porque pensamos que quizás sería más conveniente mecánicamente y estéticamente realizar una modificación de las carcasas diseñadas inicialmente.

Esta tercera opción consistía en conseguir de alguna manera unificar todas las carcasas creadas en la primera opción para crear un único brazo, todo ello de una única pieza.

Este saldría de la propia estructura de la bicicleta, estaría reforzado y tendría un espesor algo mayor que los propios tubos de la estructura del cuadro, debido a que este brazo tendrá que soportar numerosos esfuerzos que comprobaremos mas adelante mediante un programa de cálculo de esfuerzos.

Este brazo debía albergar en su interior todo el mecanismo del cardan y rodamientos, así que debía de estar preparado y pensado para ello al igual que las carcasas individuales desestimadas anteriormente, además de esto también debía de estar preparado para la extracción de piezas en caso de avería. El monobrazo cuenta con dos tapas para facilitar el desmonte.

El resultado del monobrazo trasero fue el siguiente y fue el elegido para nuestro diseño.



Diseño de eje de pedalier y pedales

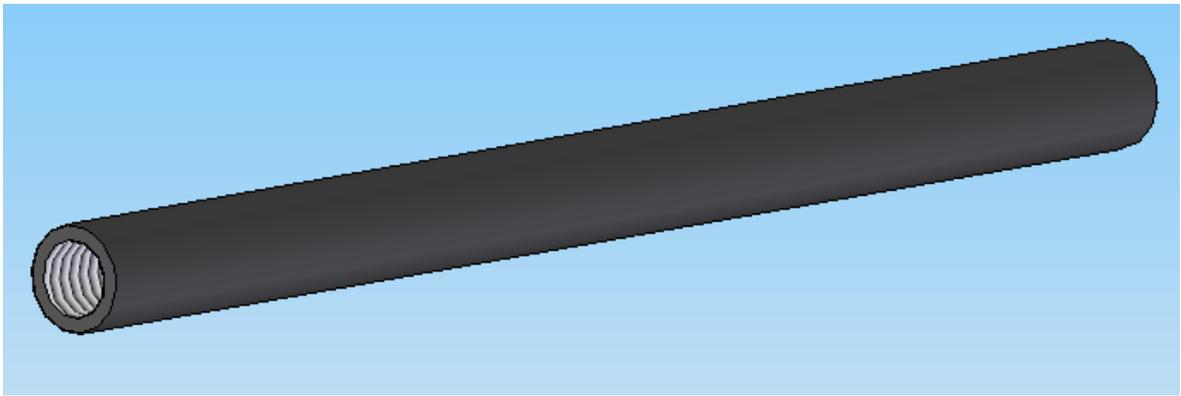
El desplazamiento de la bicicleta se obtiene al girar con las piernas los pedales, estos están unidos al eje de pedalier y este ya se encarga mediante el mecanismo de transmisión de convertir el movimiento en desplazamiento en la rueda trasera.

Un pedal de bicicleta es una herramienta de apoyo que contienen las bicicletas desde 1860 hasta hoy en día. Los pedales giran sobre un eje anclado a la biela.

Los pedales están compuestos básicamente por dos partes: parte de apoyo, en la cual se apoyan los pies, y el eje, en el cual se apoya la parte de apoyo y el eje también sujeta el pedal a la biela.

Se realizó el modelado en 3D de las piezas necesarias para conformar los pedales.

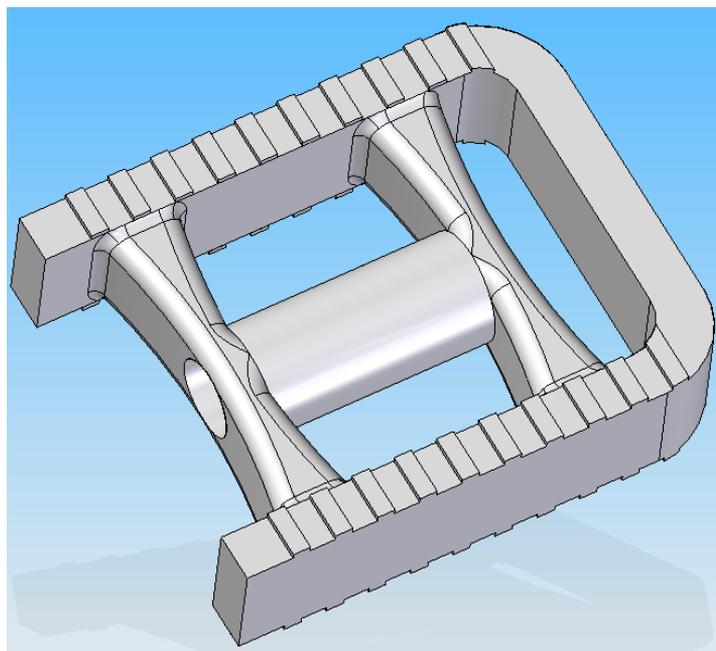
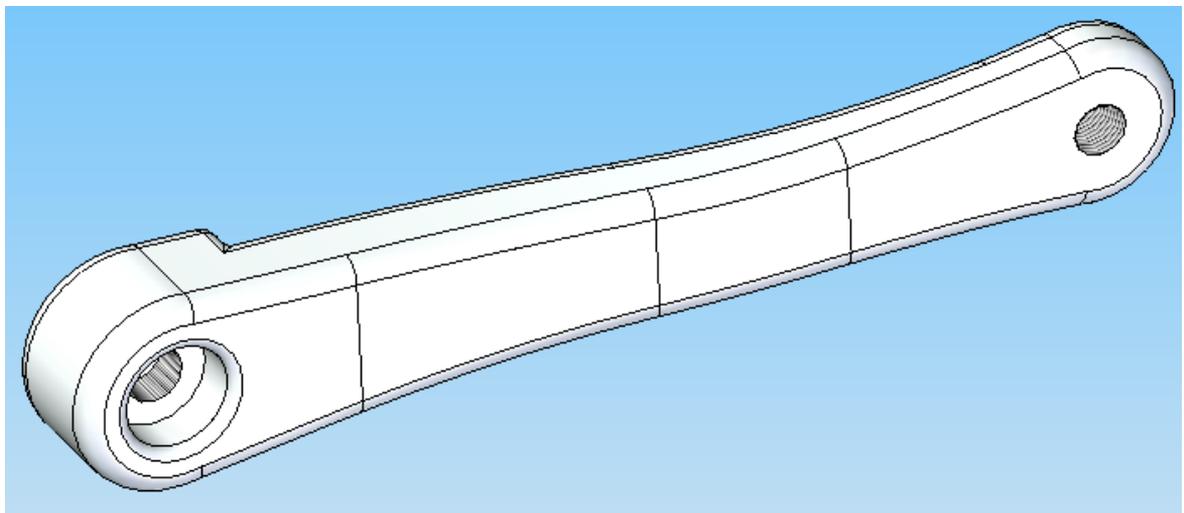
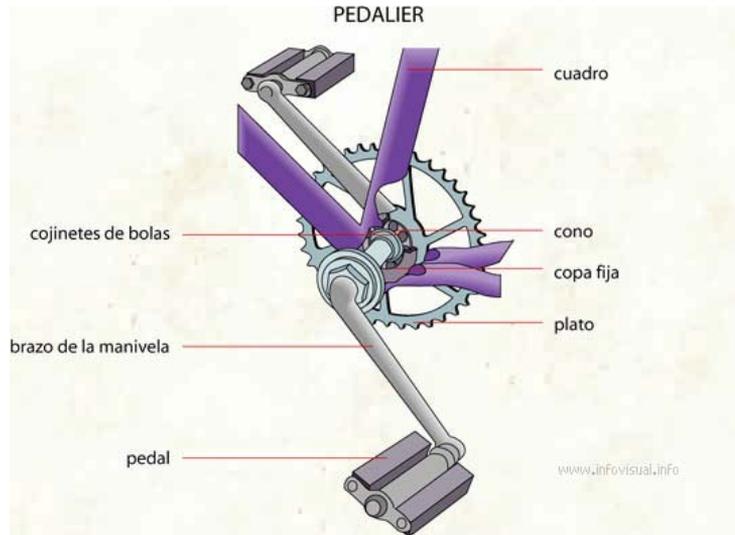
Eje de pedalier



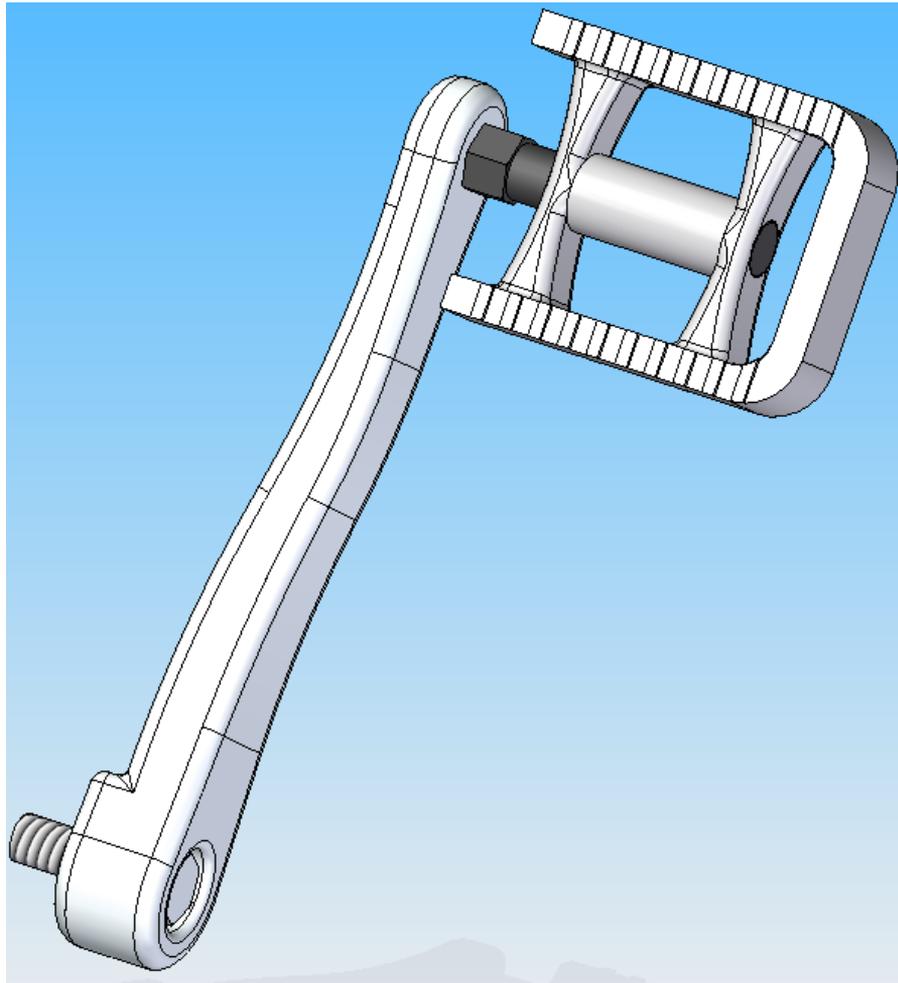
Pedales

Estos dos están unidos al eje de pedalier uno por cada extremo y alternados entre sí 180°.

La unión entre cardan y eje de pedalier se realiza mediante una zona estriada en el eje en la que encaja el primer engranaje, para así conseguir que al girar los pedales giren al mismo tiempo eje de pedalier y el primer engranaje del cardan.



La unión de estos elementos se realiza mediante tornillos. El resultado del conjunto es el siguiente



3.5 Diseño de buje-llanta y rueda.

Una parte importante dentro de lo que es el de diseño de la bicicleta es del buje-llanta que albergara mas adelante la propia rueda, estéticamente tiene importancia ya que esta zona es, junto a la propia estructura del cuadro, las partes mas visibles y que mas juego pueden dar a nivel de creación de diferentes modelos.

Lo que buscábamos era realizar un diseño algo más innovador, olvidando los convencionales radios en los bujes. La idea era crear una llanta en la que en su centro estaría situado el buje, que apoya sobre el eje saliente de ambos monobrazos para girar sobre este libremente.

Al ser las formas de la llanta un componente importante en el diseño del conjunto final de la bicicleta, seguimos diseñando una llanta en la que abundaran las formas suaves y curvas al igual que hicimos anteriormente con la estructura del cuadro.

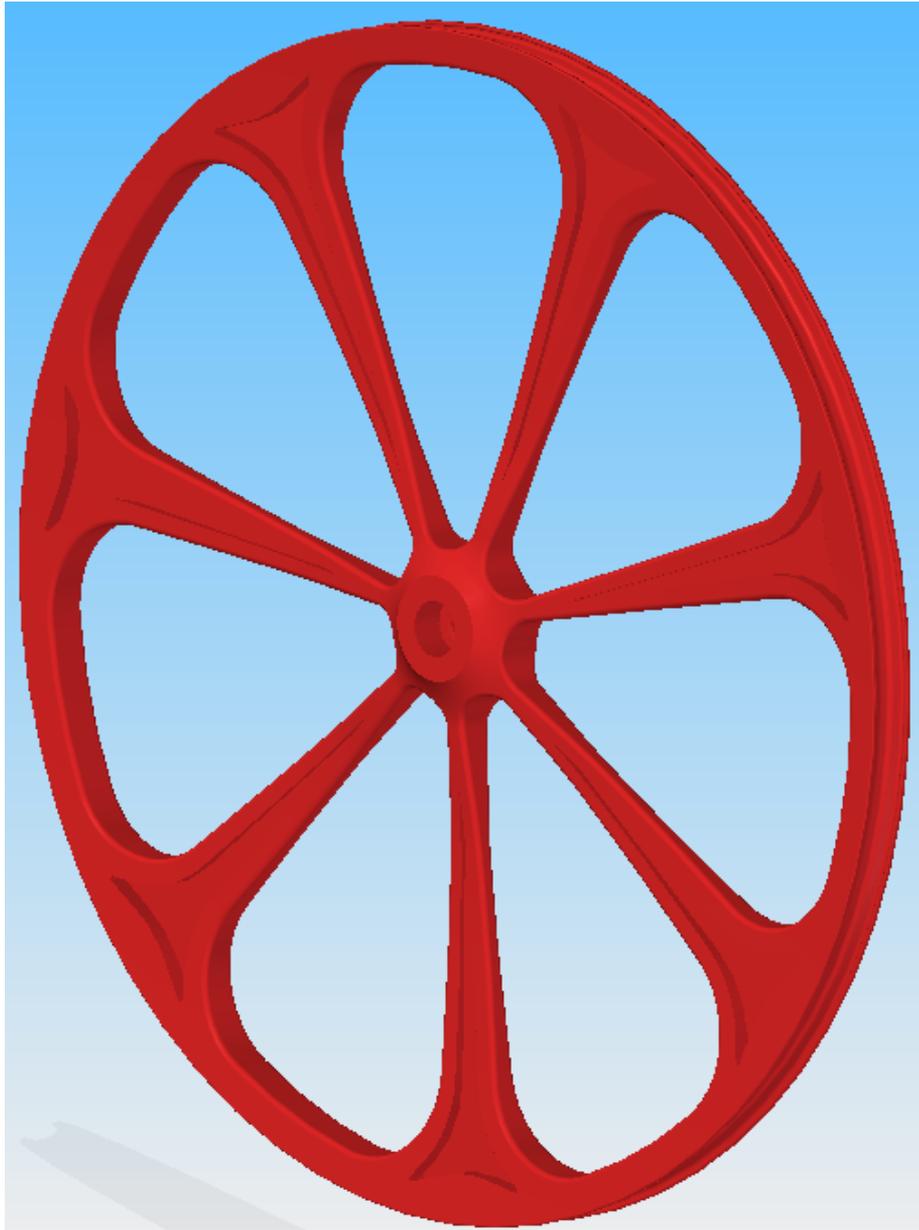
Las dimensiones de la llanta que buscábamos eran de una bicicleta convencional, a pesar de que la mayoría de las bicicletas plegables utilizan ruedas pequeña, nos decantamos por diseñar una llanta mas grande, las que suelen usar las bicicletas urbanas, ruedas de 26 pulgadas (559mm) de diámetro.

Los tamaños de las ruedas de bicicleta están estandarizados en la norma *ISO 5775*.

Una rueda de bicicleta está compuesta de un neumático (cubierta) de caucho; en cuyo interior va una cámara, también de caucho; una llanta sobre el que se monta el neumático y un buje central.

Las llantas metálicas de bicicletas son normalmente de aleación de aluminio.

Realizamos diversos bocetos para el diseño de la llanta-buje, y después de elegir el diseño definitivo procedimos a modelarlo en el programa Solid Edge.

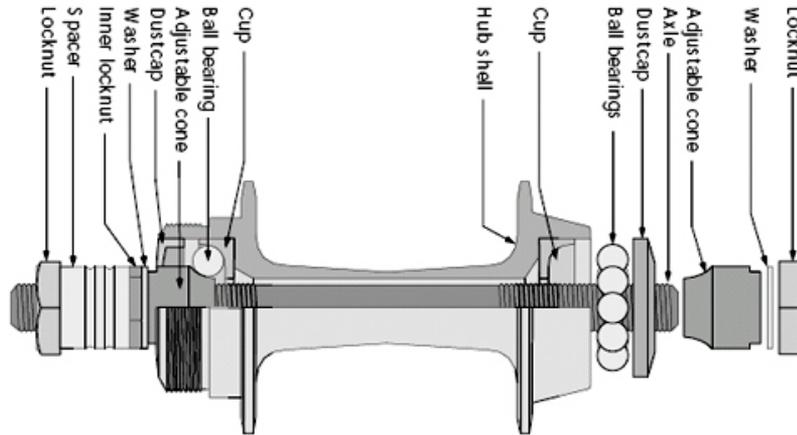


Sobre la llanta montamos la cubierta o neumático, y dentro de este se introduce la cámara.

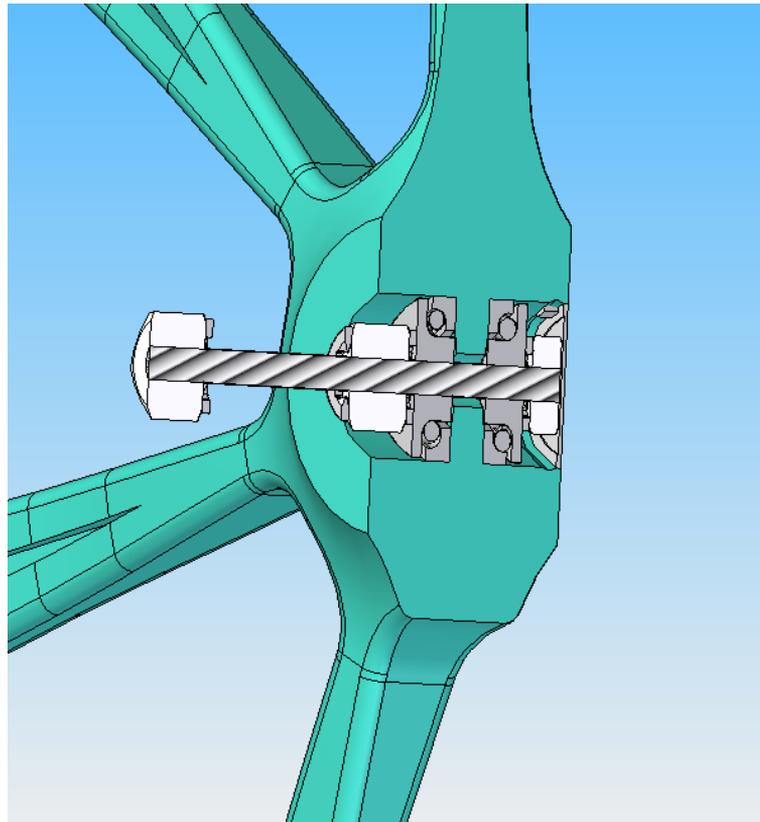


En el buje se encuentra la zona que producirá el giro libre de la rueda completa sobre el eje. El giro suave del buje y rueda se produce gracias a dos rodamientos situados en el interior del mismo. Se trata de dos rodamientos de bolas. Son usados en una gran variedad de aplicaciones. Son fáciles de diseñar, no separables, capaces de operar en altas e incluso muy altas velocidades y requieren poco mantenimiento en servicio.

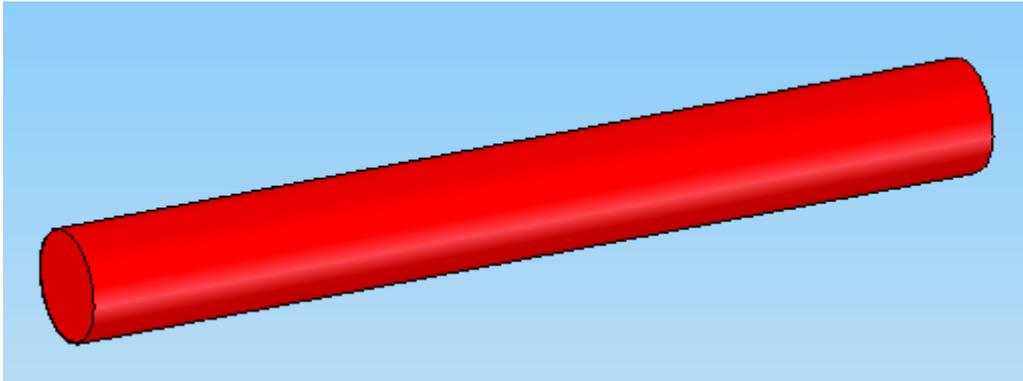
El interior del buje esta diseñado para albergar los dos rodamientos.



Se realizan las piezas para modelar los rodamientos.

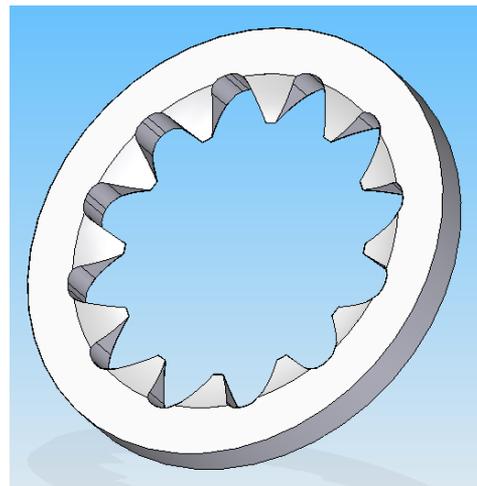
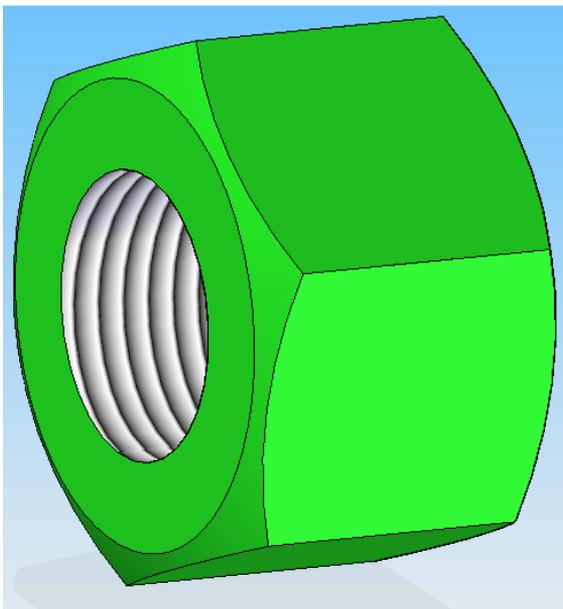


Modelamos el eje de las ruedas. Este estará sujeto a los monobrazos salientes de la estructura del cuadro y sobre el apoyaran los rodamientos del buje.



Para sujetar el eje al monobrazo usaremos un sistema de tuerca y arandela estriada, que producirá presión sobre la tuerca para impedir que esta se mueva. Modelamos ambas piezas.

Para sujetar el eje al buje se empleara el mismo mecanismo.



3.6- Sistema de frenos

Una vez diseñados los elementos para el sistema de transmisión y para las ruedas, es decir estaba creado el sistema para mover la bicicleta, lo siguiente que quedaba por decidir era que sistema de frenos utilizar. El freno es un sistema que nos permite detener o reducir o mantener, sin que se embale, la velocidad de nuestra bicicleta.

Nuestra bicicleta solo llevaría freno trasero, recordamos que es una bicicleta para uso urbano e investigando por el mercado vimos que este tipo de bicicletas con un único freno trasero era más que suficiente.

Realizada la búsqueda de información, investigamos sobre los diferentes sistemas encontrados. Debíamos apostar por un tipo.

Los mas habituales son los de llanta, se llaman así porque la fuerza de frenado se aplica por la fricción de las almohadillas (pastillas) en la llanta de la rueda giratoria, frenando así y la bicicleta, es un sistema económico, y que encajaba en lo que buscábamos, pero se tuvo que desestimar por nuestro diseño de plegado, debido a que solo podíamos usar la parte derecha de la rueda trasera para introducir elementos de la bicicleta, y el freno de llanta tendría una zapata a cada lado de la llanta.

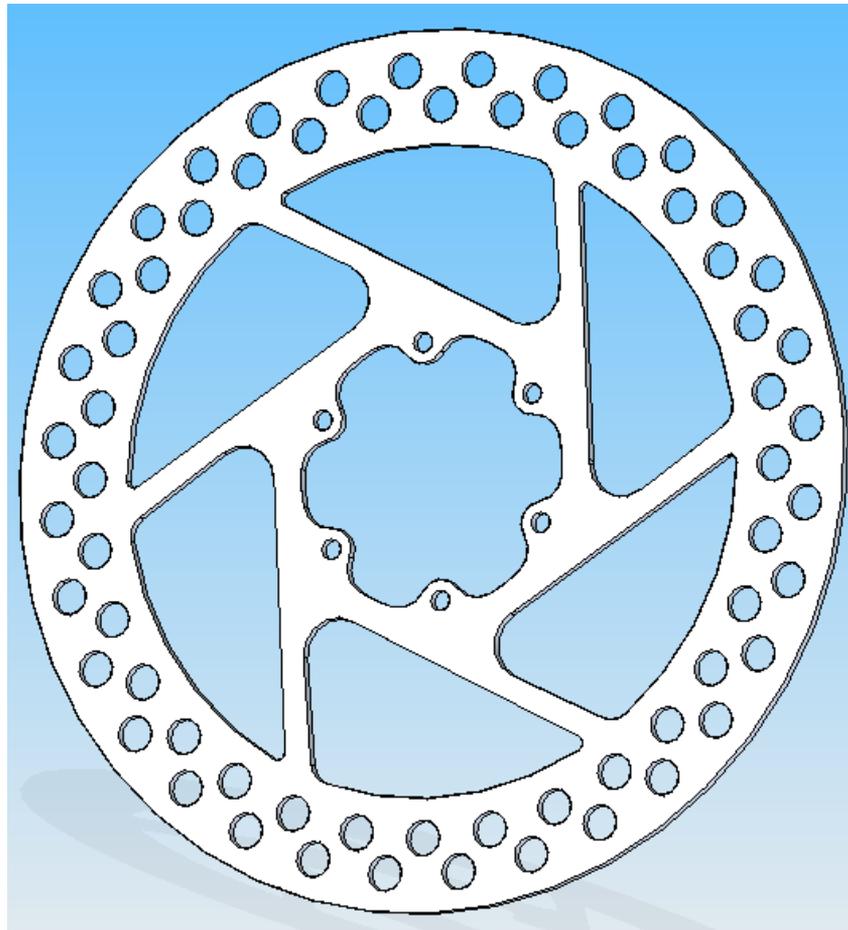
Por lo tanto optamos por otro sistema también muy común en el mercado, el freno de disco, a pesar de ser este más caro y más pesado.

Este sistema encajaba en nuestro diseño, ya que tanto disco y zapatas se podrían situar en la parte derecha de la rueda trasera, sin necesidad de utilizar nada de espacio de la zona de la izquierda de la rueda.

El funcionamiento del freno de disco es sencillo al igual que los de llanta, una parte móvil (el disco) solidario con la rueda que gira es sometido al rozamiento de las pastillas (unas superficies de alto coeficiente de fricción) que ejercen sobre ellos una fuerza que transforma toda o parte de la energía cinética del vehículo en movimiento, en calor, hasta detenerlo o reducir su velocidad.

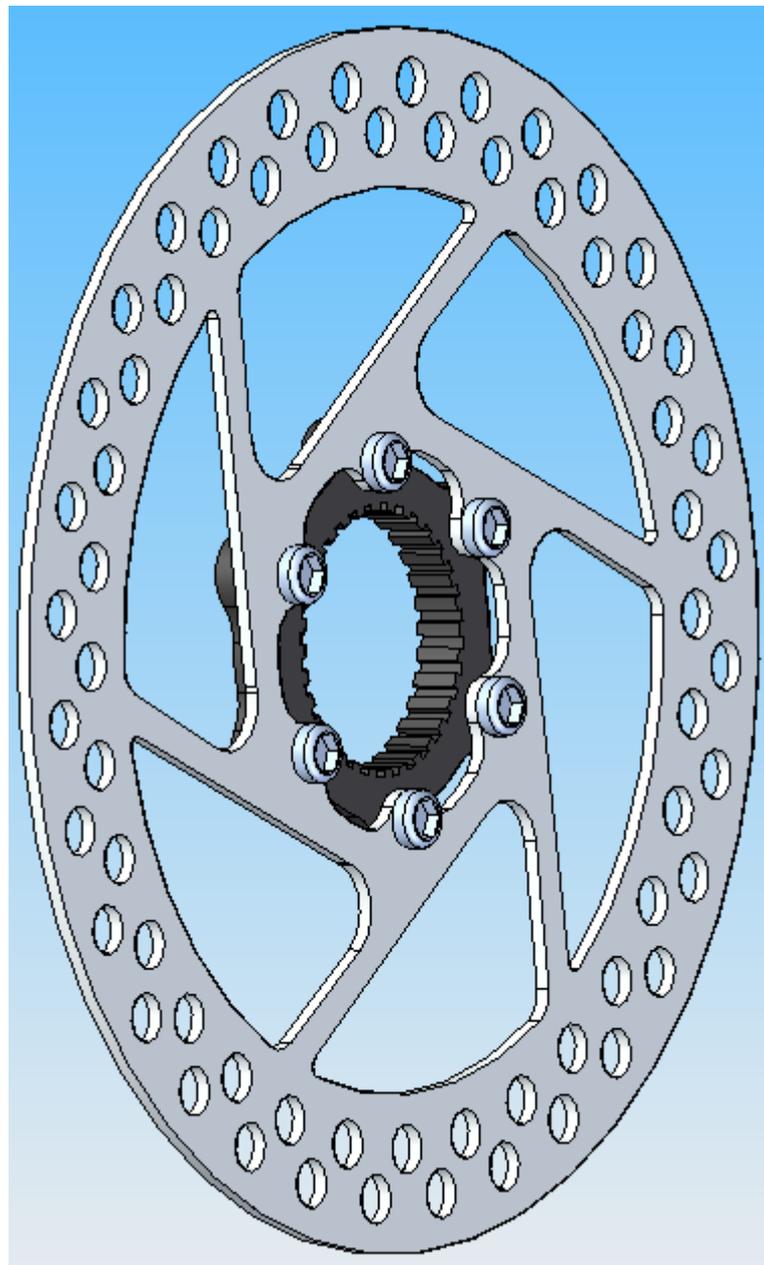
Modelamos las partes de un freno de disco mecánico convencional para insertarlo dentro de nuestro diseño.

Las partes son el propio disco, un elemento que sujete el disco y que a su vez este sujeto al buje para que ambos elementos giren solidario al mismo buje, y los tornillos.



El resultado del conjunto es el siguiente:

DISEÑO DE SISTEMA DE BICICLETA URBANA AUTO PLEGABLE Y DE APARCAMIENTO
ACTIVO DE MINIMA INSTALACIÓN E IMPACTO VISUAL



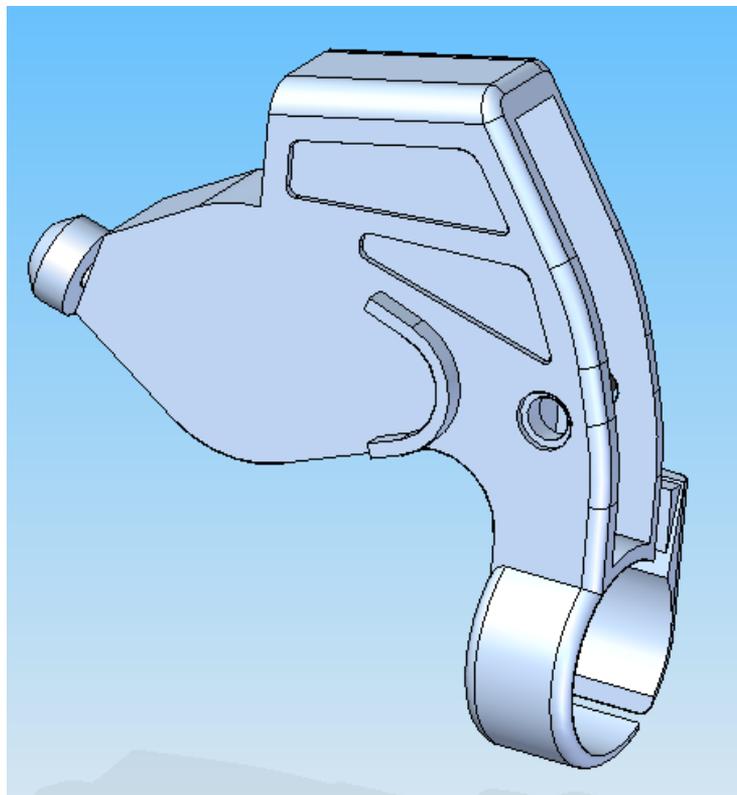
3.7- Diseño de la palanca de frenado y sistema de apriete de las pastillas

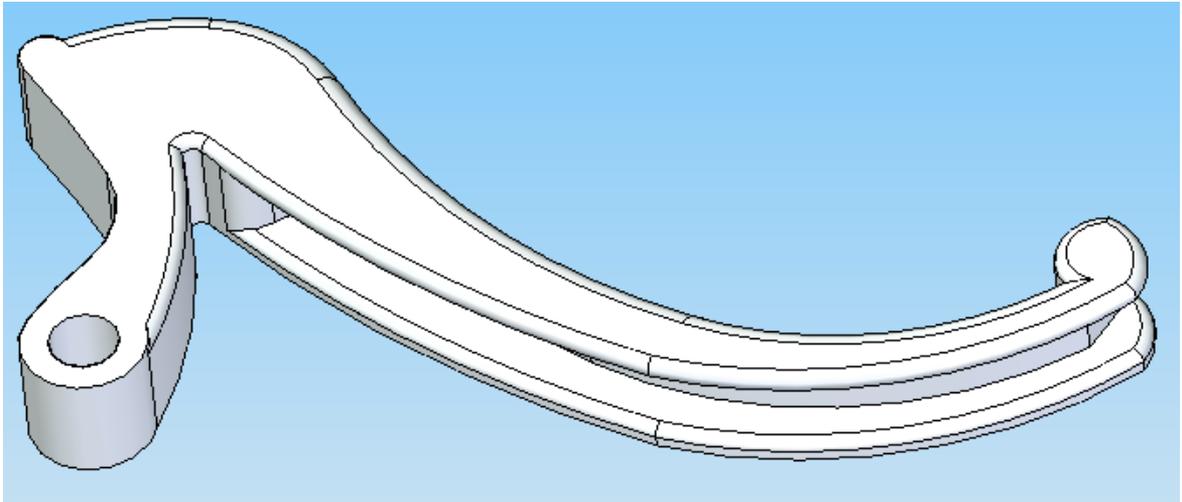
Los frenos de llanta son normalmente activados al apretar una palanca montada en el manillar por el conductor. Al apretar la palanca tensa la sierva que funciona a tracción, y tira de las pastillas para producir el rozamiento.

Realizamos el modelado 3D del elemento que alberga la palanca de freno para su posterior acople a nuestro manillar.

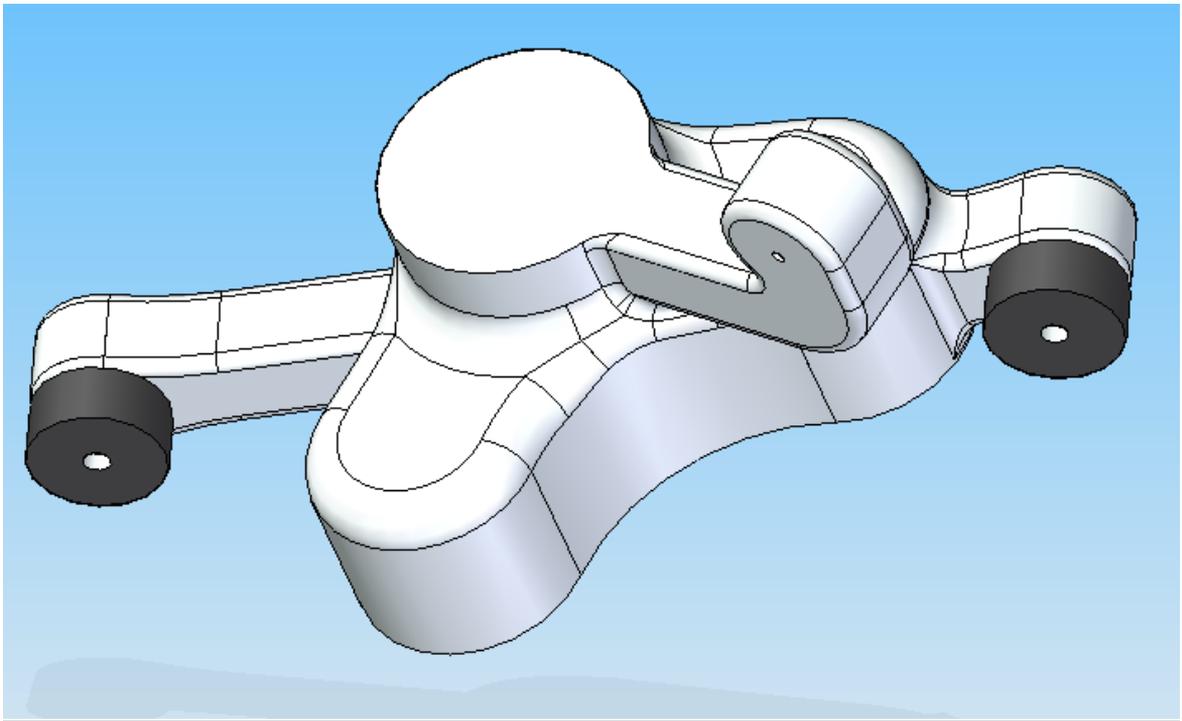
Realizamos el modelado las piezas del propio freno, elemento encargado de transformar la energía cinética del movimiento en calor por medio de sus pastillas. Este se activa con el sistema modelado en el apartado anterior.

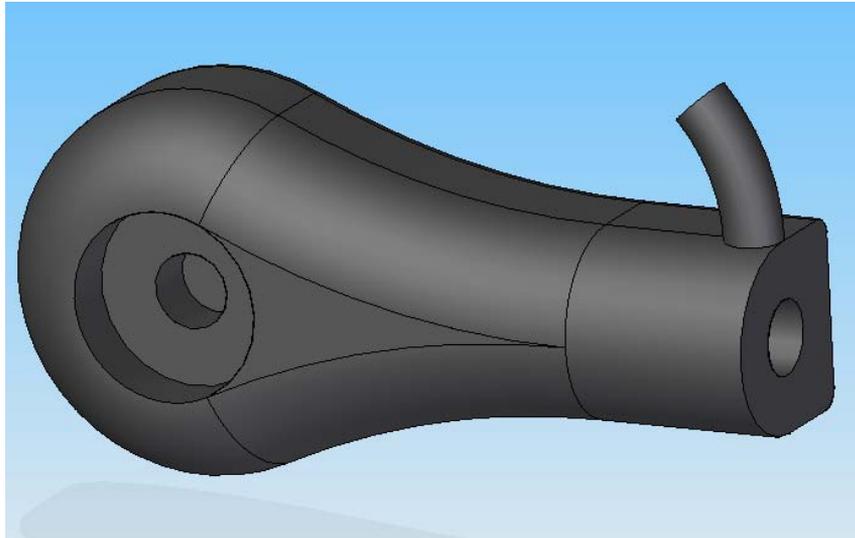
Modelado palanca de frenos (manillar)



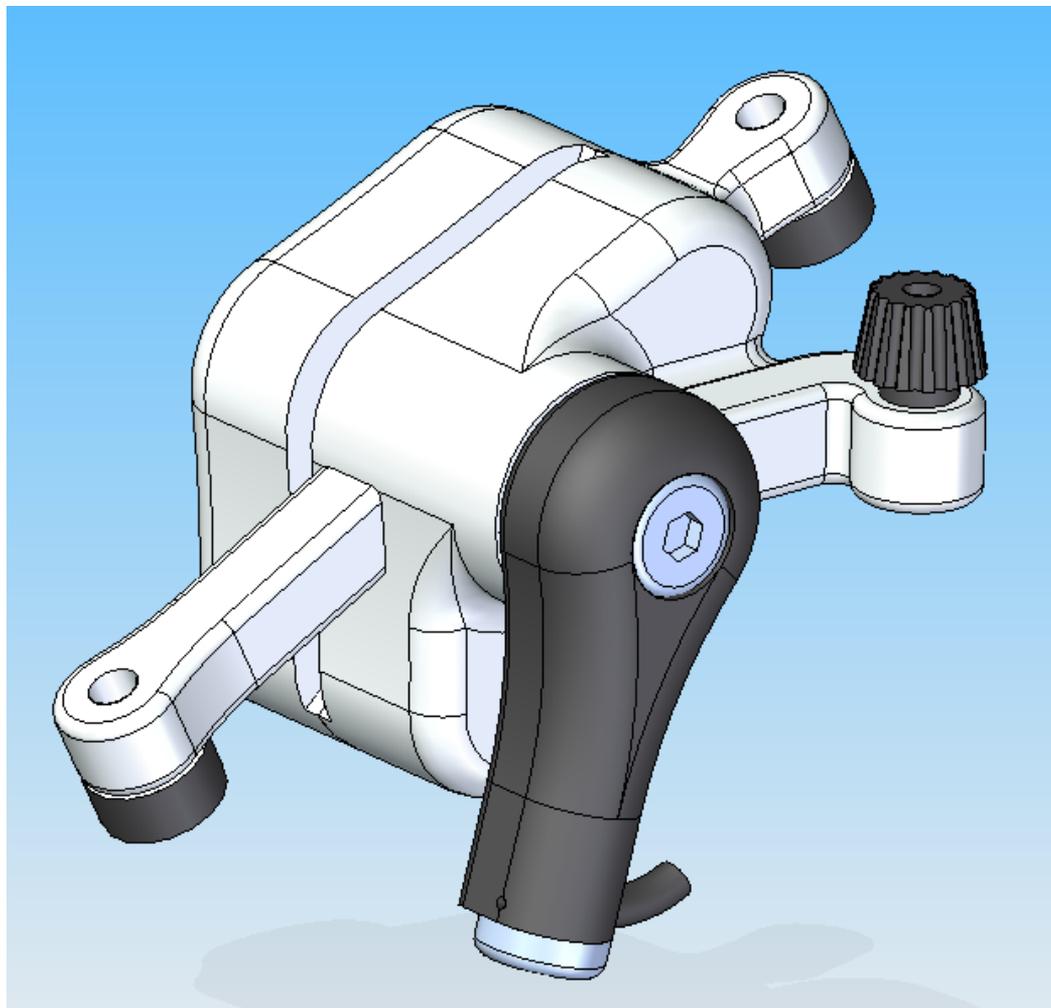


Modelado sistema de apriete de las pastillas





El conjunto quedaría:



3.8- Sistema de cambio de marchas

El tipo de sistema de cambio de marchas quedaba definido después de realizar la fase de búsqueda de datos. Debido a que al utilizar un sistema de transmisión por cardan traía como inconveniente que sólo puede montarse con cambios internos.

El cambio interno o también llamado cambio interno de buje de bicicleta es un sistema análogo al cambio de bicicletas externo, pero usando engranajes como en una caja de cambios de moto o coche.

El cambio interno se encuentra instalado dentro del buje de la rueda trasera y vienen de 2, 3, 5, 7, 8 y hasta 14 marchas.

Para nuestra bicicleta, después de investigar sobre el número de cambios usados en bicicletas urbanas, decidimos que con utilizar un sistema de 3 velocidades sería suficiente para las necesidades del usuario.

Primera marcha: Se trata de la marcha corta, es todo lo contrario a las largas; en este caso nos permiten que pedaleando mucho avancemos poco; por el contrario, esta alta velocidad de giro en los pedales nos es muy útil para subidas o iniciar la marcha, puesto que cuesta poco esfuerzo.

Segunda marcha: Transmisión directa.

Tercera marcha: Se trata de la marcha larga, se llaman así porque pedaleando poco avanzamos mucho, lo cual las hace ideales cuando circulamos a velocidades elevadas o en bajadas.

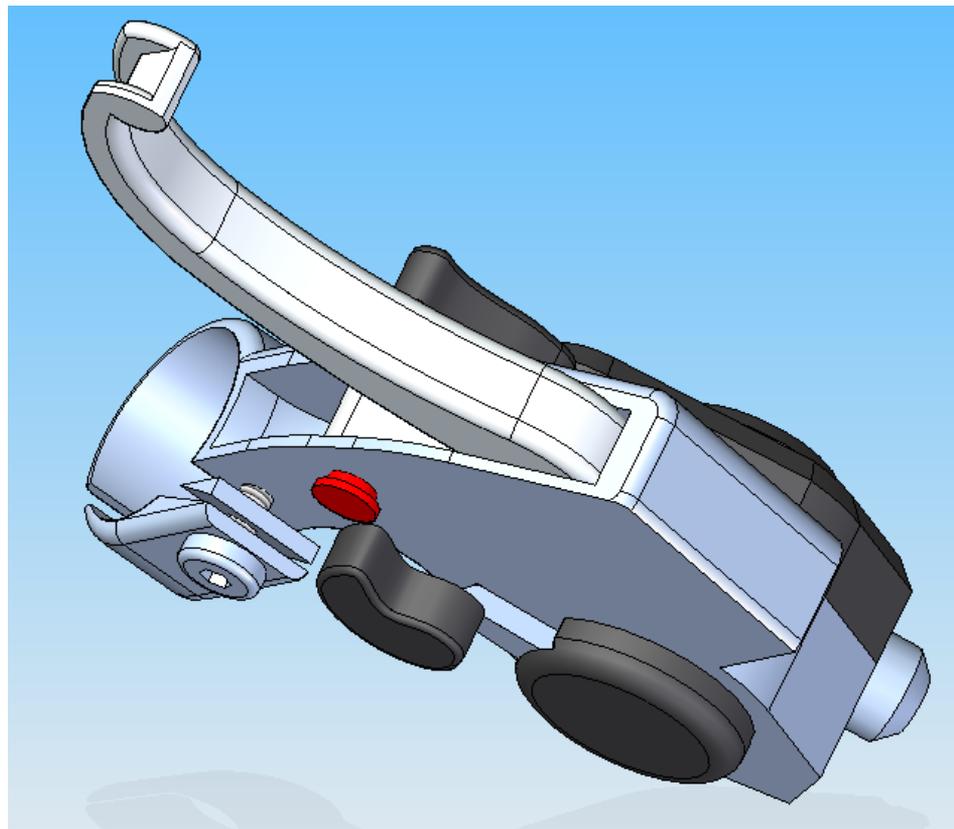
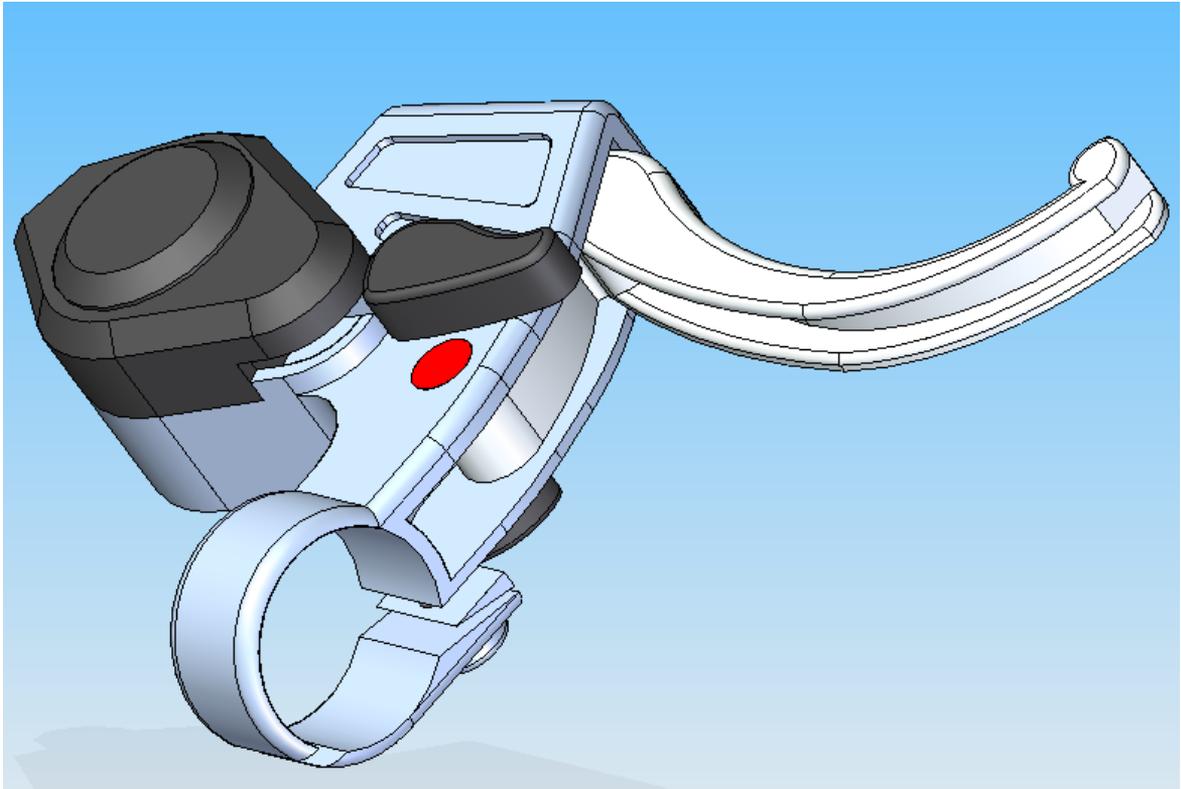
En un cambio interno, el piñón no siempre da las mismas vueltas que la rueda. En realidad sólo pasa en un caso. En un cambio de marchas interno siempre hay una marcha en la que el piñón da las mismas vueltas que la rueda; en otras palabras, una marcha con lo que tenemos una transmisión directa.

Los cambios internos se utilizan sobre todo en las bicicletas domésticas y diversos tipos de bicicletas plegables. Los cambios internos funcionan por engranajes planetarios, lo que significa que la parte exterior de la unidad del buje (que se adjunta a los radios) haga que cambie de velocidad con respecto al piñón de la rueda trasera, dependiendo de que marcha se seleccione.

El cambio interno de buje de tres velocidades elegido se instala en buje trasero.

Procedemos a modelar en 3D las piezas necesarias para cambiar desde el manillar las marchas. Se instala sobre la pieza diseñada anteriormente en la que se situaba la palanca de freno.

El conjunto del sistema de frenos y marchas situado en el manillar quedaría:



3.9- Diseño del sillín y componentes

El sillín es una de las piezas más importantes para conseguir el movimiento de pedaleo. Colocar el cuerpo en una posición fija que permita mover las piernas constituye un reto de la ergonomía. La bicicleta convencional lo ha conseguido soportando todo el peso sobre la parte perineal que envuelve la parte baja de la estructura de la cadera. Por tanto, el sillín de nuestra bicicleta es una pieza importante pues sobre este reposa todo el peso de nuestro cuerpo.

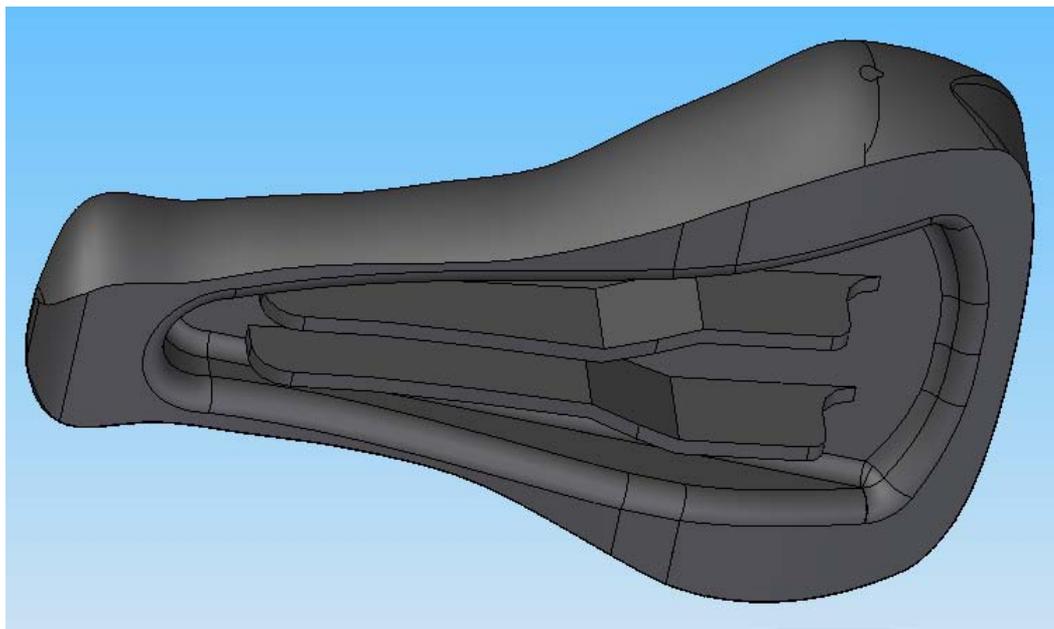
El objetivo era claro, habiendo investigado un poco, realizar un sillín convencional que fuera cómodo y existente en el mercado, dado su importancia, como hemos visto anteriormente dentro del conjunto de la bicicleta, había que tener especial cuidado a la hora de realizar el modelado.

Algunas de sus características principales pueden ser:

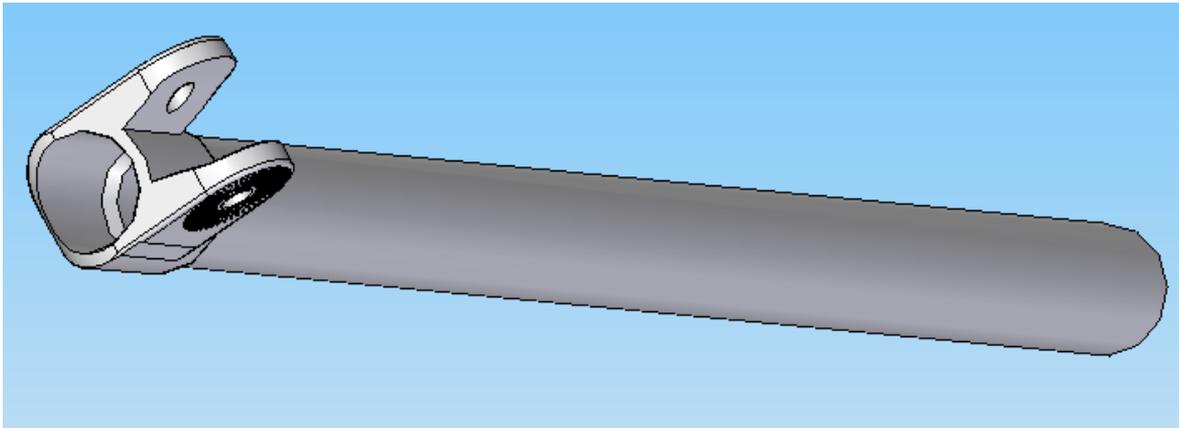
- Más o menos acolchado
- Con muelles, elastómeros o ni lo uno ni lo otro.
- Con o sin forma de pico
- Sillín con agujero o no
- Sentarse sobre los ísquiones

Después de elegir que tipo de sillín elegir para nuestra bicicleta, procedemos a realizar el modelado 3D. Para realizar el propio sillín, al ser superficies curvas en toda la pieza, hubo que realizar bocetos en planos paralelos separados a 2 cm de distancia recreando la sección de sillín que pasaría por cada plano.

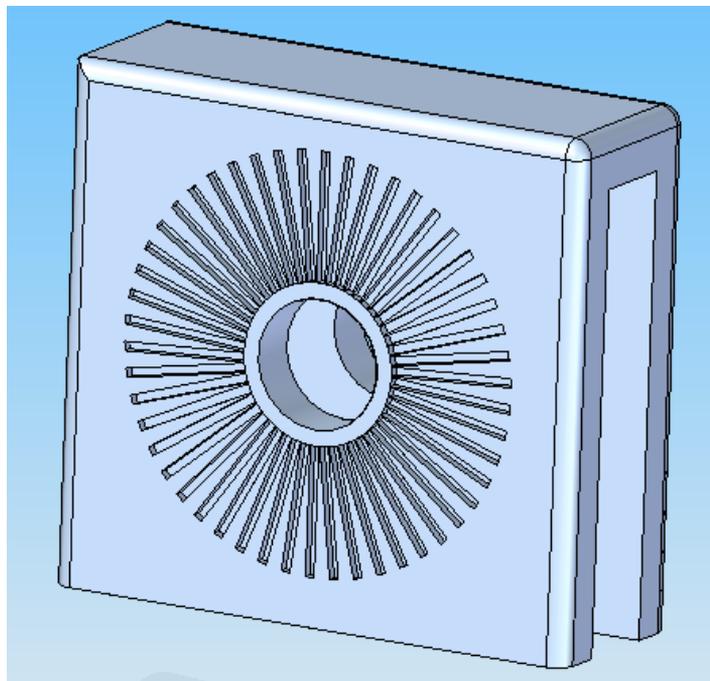
Una vez realizado esto, para crear el sólido seleccionamos protrusión por secciones para conectar todas las superficies transversales creadas anteriormente, y así obtener el sillín completado.



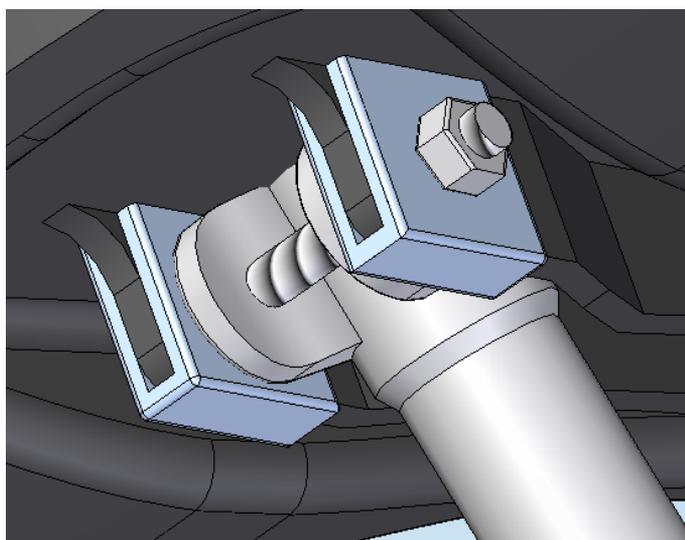
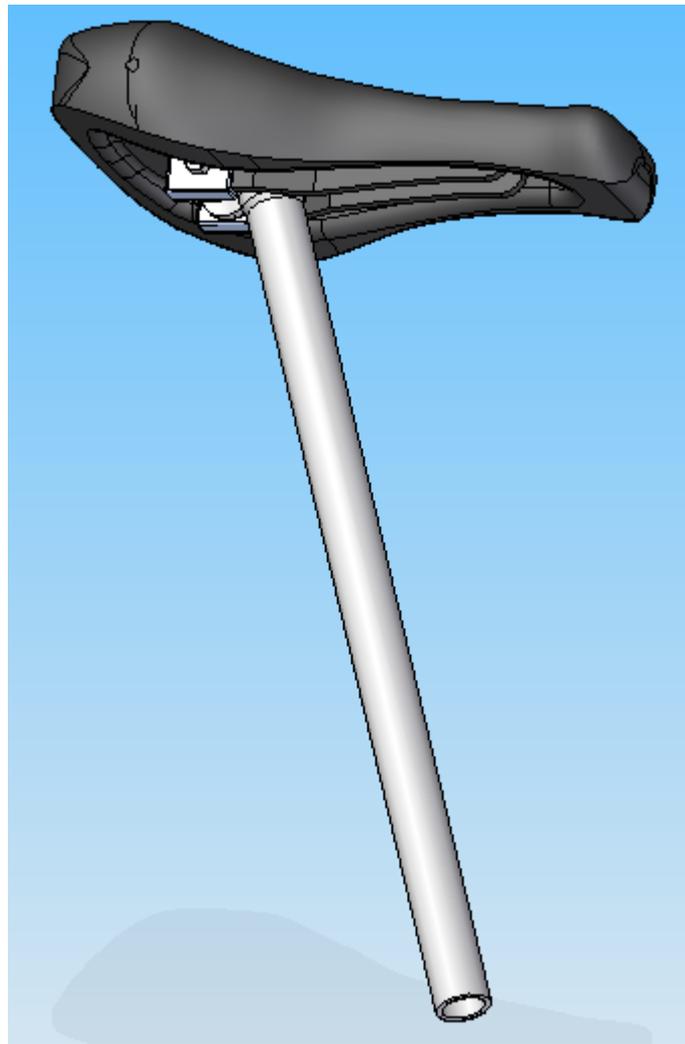
Modelamos la tija o el tubo encargado de unir el sillín al cuadro de la bicicleta.



Modelamos el conjunto de piezas necesarias para sujetar el sillín al tubo.

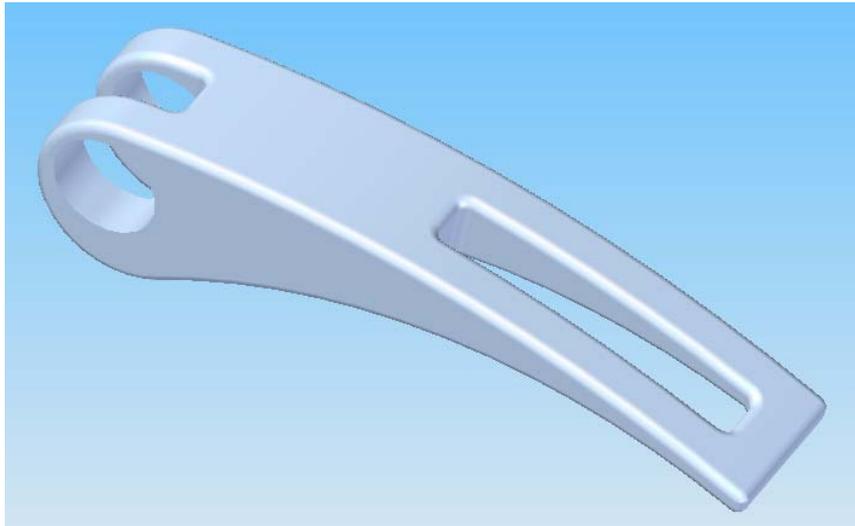


Resultado del conjunto

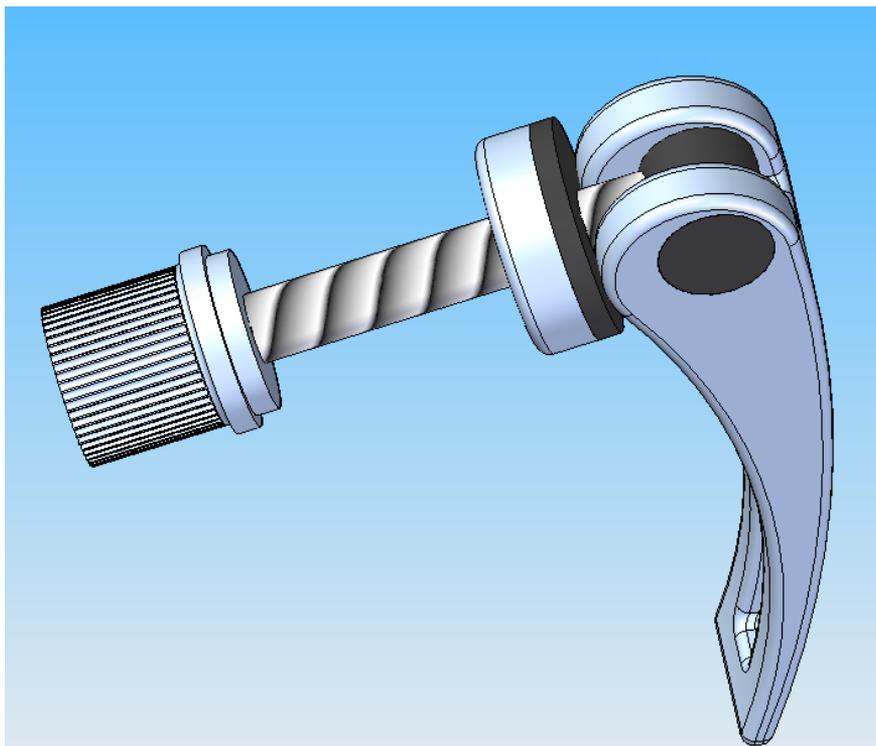


Nuestro sillín es ajustable a la altura necesaria para cada usuario. Otro problema era que sistema utilizar para bloquear el sillín y tija a dicha altura requerida. Observamos que sistemas se utilizaban en el mercado, y decidimos utilizar un sistema de llave que accionándolo manualmente aplica la presión necesaria para bloquear el movimiento del tubo del sillín sobre el propio cuadro.

Modelamos las piezas necesarias para realizar el conjunto del sistema de bloqueo del tubo del sillín.



El conjunto de esta pieza junto con el eje y tuerca de apriete:



La altura a la que se sitúa el sillín tiene más importancia de lo que la gente le suele dar. Con un sillín a una altura inadecuada no aprovecharás toda la fuerza para el pedaleo, irás incómodo/a y puedes provocarte una lesión. Veamos los pasos a seguir para una buena colocación de la altura del sillín:



Medir la distancia desde tu entrepierna al suelo.

Multiplicar esa distancia por 0,88: ya que según estudios biomecánicos la altura correcta del sillín es el 88% de la altura de la entrepierna. Así, por ejemplo, si la distancia a tu entrepierna es de 100 cm, la altura ideal es de 88cm.

Medir la distancia final desde el eje pedalier (eje sobre el que giran las bielas) hasta el punto más alto del sillín, siguiendo la línea paralela del tubo del cuadro y la tija del sillín (como se ve en la imagen).

¿Y si no tengo metro? pues se puede hacer a ojo de la siguiente manera: siéntate encima del sillín y sitúa el talón en el pedal, pedalea hacia atrás hasta colocar la biela paralela al tubo del cuadro que sube hacia el sillín. En esta posición tu pierna debe de quedar totalmente extendida.

3.10- Sistema de bloqueo del sistema de plegado

Después de tener el sistema de plegado enteramente diseñado, el siguiente problema era pensar en que forma de bloqueo utilizar, es decir realizar un diseño de un sistema mecánico para que de alguna manera bloquear la bici en estado rígida y desactivar este bloqueo cuando quisiéramos.

Investigamos a ver que sistemas eran utilizados en el mercado de bicicletas plegables, los mecanismos de plegado por lo general incluyen cerraduras de liberación rápida, lo cual influye en el plegado/desplegado.

Nuestro objetivo era claro, intentar diseñar un sistema que desempeñara la función de bloquear el sistema de plegado y que fuera lo menos visible, es decir que alterara lo mas mínimo el diseño del cuadro.

Los bloqueos debían producirse en las dos bisagras establecidas en el cuadro, que dividían este en 3 partes. Uno se encontraba a mitad del cuadro y el otro cercano a la dirección de la bicicleta.

Surgieron varias ideas, la primera era utilizar los mecanismos empleados normalmente en bicicletas de este tipo, usar una especie de llave que hiciera presión sobre ambas partes para ejercer ese bloqueo.

Intentamos buscar otro tipo de sistemas menos visibles, pensamos que quizás se podía aprovechar el espacio interior de los tubos huecos de alguna manera. La zona para aplicar un sistema de este tipo era la pieza divisible central de la estructura.

Surgió una nueva idea , aprovechando el hueco de los tubos, realizar un nuevo tubo perfectamente encajable interiormente al tubo del cuadro de la bicicleta, es decir ambos tubos estarían formados telescopicamente uno sobre otro. Este sistema sería similar al que usan por ejemplo las muletas (bastón) de aluminio para subir y bajar la altura deseada. De este modo se podría bloquear el sistema cuando el tubo interior conectase con las dos zonas divididas del cuadro, y se podría desbloquear desplazando el tubo hasta evitar la zona divisible y así dejar libre el movimiento de la bisagra.

El problema de este sistema es que nuestra estructura del cuadro es curva, así que dificulta el que el tubo interior telescópico pueda moverse con respecto a nuestro cuadro.

Y dimos con una solución, la idea era de alguna manera interna y utilizando dos émbolos bloquear el sistema encajando estos sobre unos respectivos huecos realizados a su medida.

Recordamos que para nuestro bloqueo tenemos dos zonas por las que se divide la estructura de la bicicleta en tres partes.

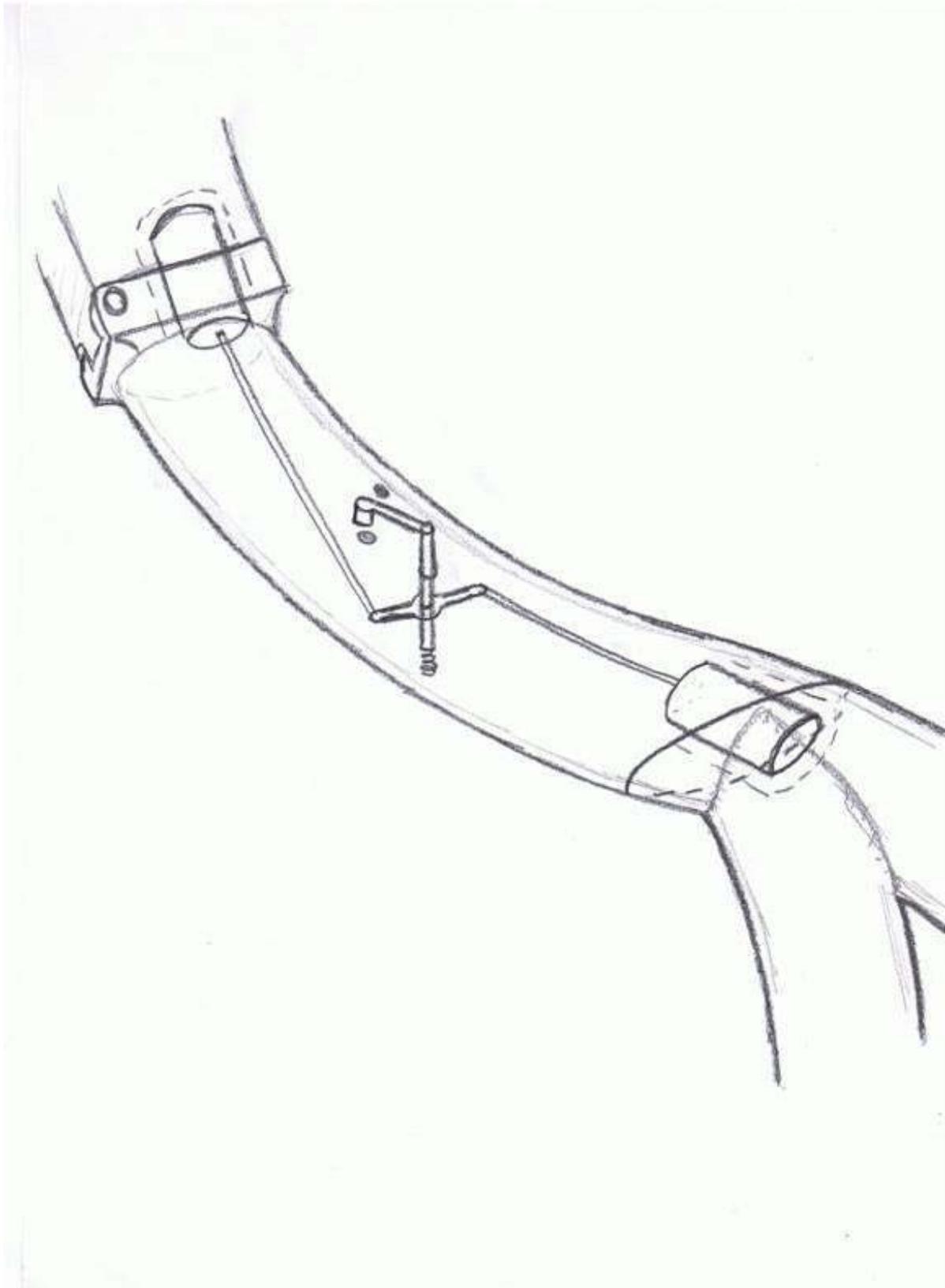
La idea estaba clara, lo siguiente era pensar como realizar el movimiento mediante un accionador exterior. El problema era que cada embolo debían trasladarse en sentido contrario tanto para accionar el bloqueo, como para desbloquear, y lo que buscábamos es que ambos émbolos movieran a la vez con solo un accionador externo.

Para resolver el problema, debíamos pensar en como con un movimiento mover ambos émbolos en direcciones opuestas y el sistema que se nos ocurrió y decidimos utilizar fue el siguiente:

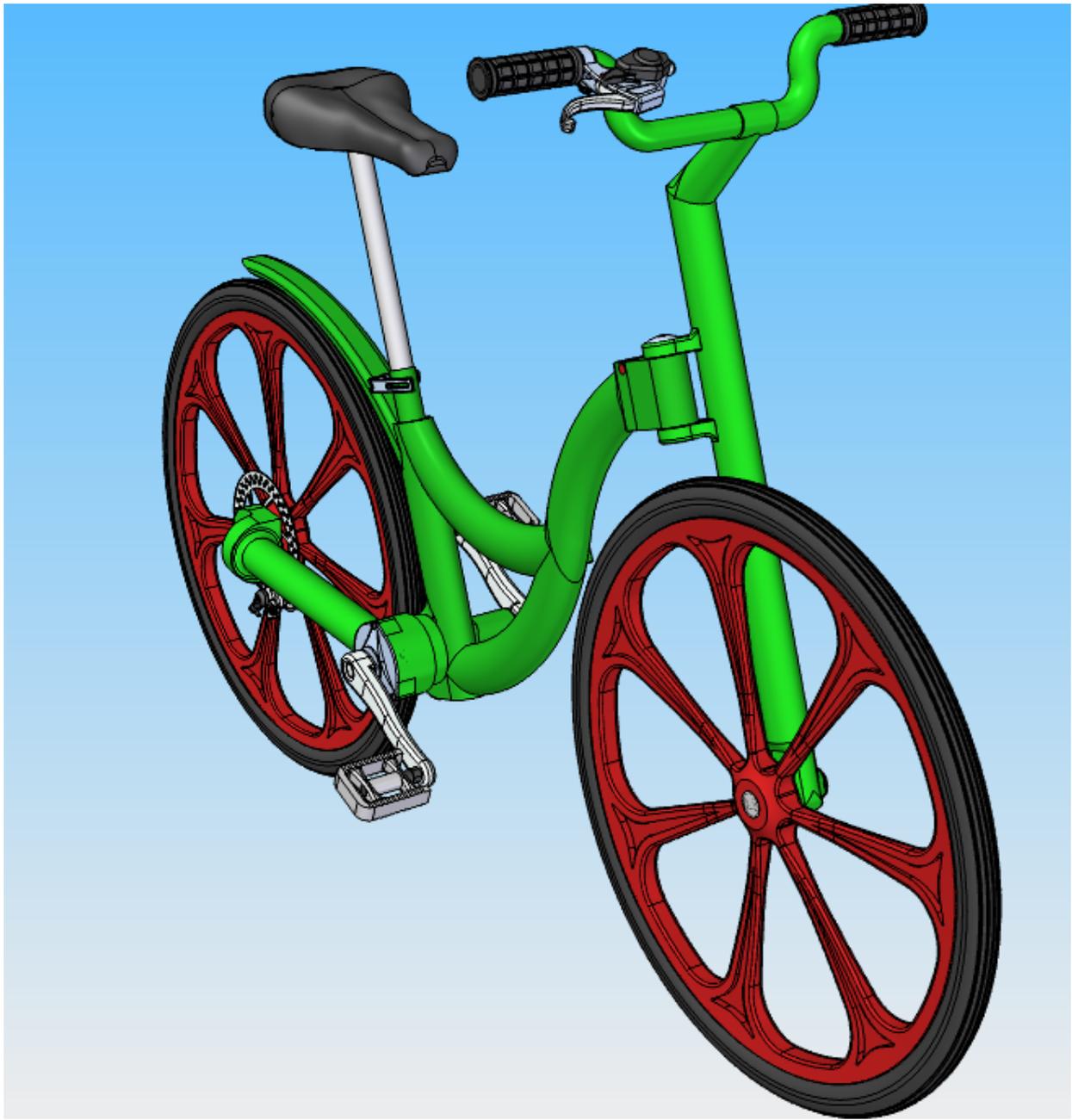
En el exterior del cuadro se encuentra una palanca con dos posiciones, bloqueo y desbloqueo, esta está unida a un eje interno que tiene una pieza transversal a este como vemos en la figura.

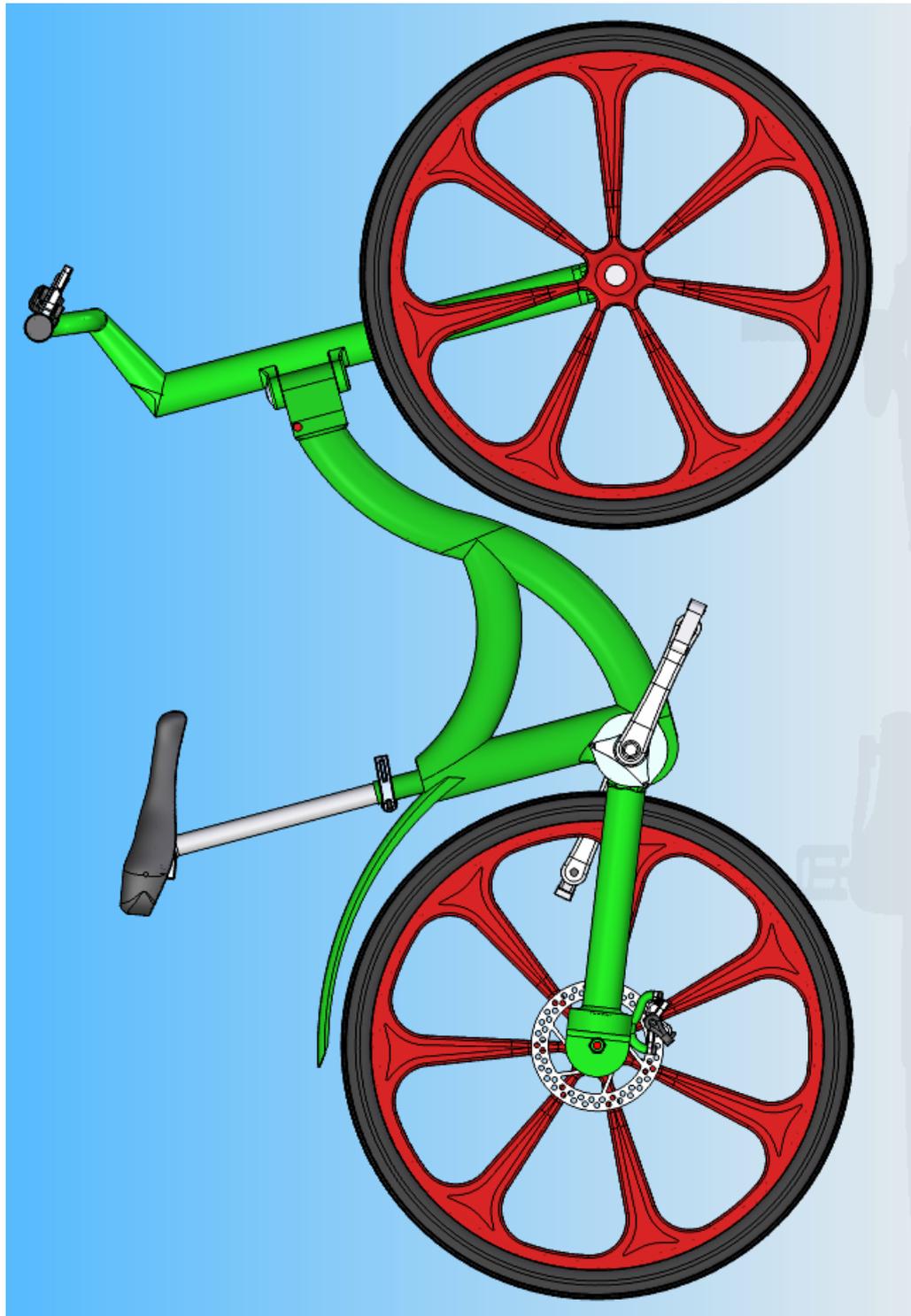
Al estar conectado cada embolo a cada extremo de dicha pieza, se produce que ambos se muevan a la vez y en sentido contrario. Con lo cual el problema quedaba resuelto.

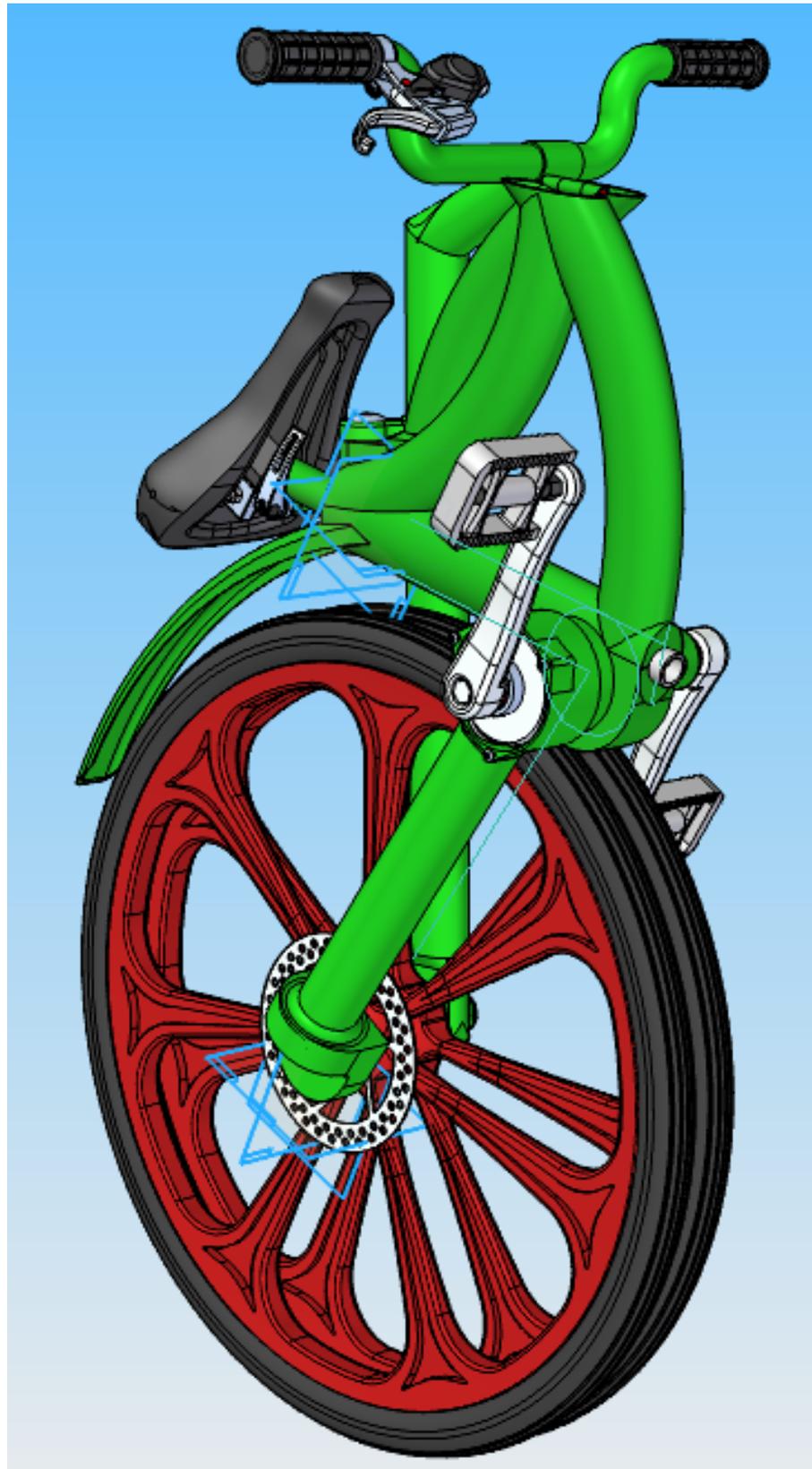
Boceto del sistema:

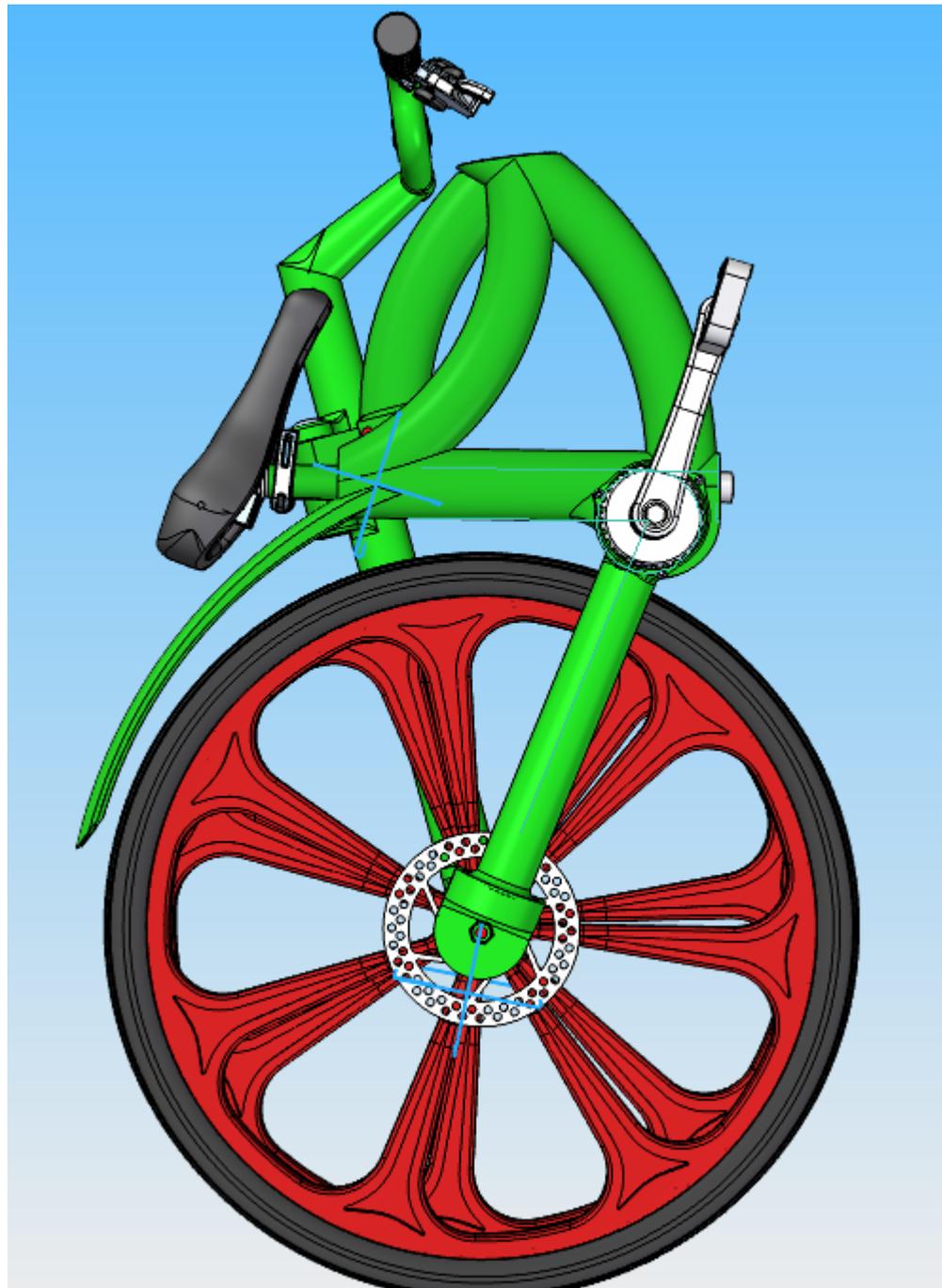


3.11- Imágenes diseño conjunto completo:









3.12- Diseño del sistema de Anclaje

Una vez proyectadas y diseñadas todas y cada una de las piezas de la bicicleta, así como los relativos estudios tensionales de las mismas, la siguiente fase del proyecto será la de idear un sistema de distribución de la misma, en un ambiente urbano. Siendo la bicicleta de uso temporal, esta fase del proyecto deberá buscar soluciones a los problemas que dicha distribución plantee.

El objetivo de esta segunda fase del proyecto será la de disponer la bicicleta en el ámbito para la que se a proyectado.

Tomaremos como inicio de este apartado, un supuesto encargo de un Ayuntamiento que quiere implantar en su ciudad un servicio de alquiler de bicicletas públicas en su ciudad. Este Ayuntamiento, aparte del diseño (compacto y urbano de la bicicleta) nos pediría un sistema de almacenamiento y distribución de las mismas.

Para dicho fin, tendremos que plantear varias fases y elementos, tanto mecánicos como urbanos:

- Sistema de anclaje y fijación: la bicicleta deberá de disponer de un sistema de anclaje y fijación a un elemento externo, que permita depositar la bicicleta, y que ésta quede fijada de manera automática, siendo imposible su recuperación, a no ser que se active el mecanismo que lo permita.
- Sistema de distribución: una vez anclada la bicicleta al elemento anterior, deberemos diseñar un sistema electrónico de lectura de datos, que permita identificar al usuario que vaya a hacer uso del servicio (generalmente mediante el uso de una tarjeta personal), una vez identificada la orden, se desactivará el sistema de anclaje de la bicicleta ofreciéndosela al usuario; éste sistema almacenará datos de la recogida de la bicicleta, para llevar un control correcto del servicio.
- Mobiliario urbano: las fases de préstamo de la bicicleta, deberán de disponer del adecuado mobiliario urbano, ya sea de almacenamiento de bicicletas, así como zonas de dejada y recogida.

Los sistemas de alquiler ciudadano de bicicletas son una gran iniciativa de los ayuntamientos, que ofrecen al usuario un servicio público, económico y fácil de usar. No obstante, suponen una inversión significativa para los mismos, primero de fabricación e implantación, y más adelante de gestión y mantenimiento. Como en casi todos los proyectos de similares características, el uso responsable de los mismos es fundamental para un correcto funcionamiento.

Si el consumo del servicio no se hace responsablemente, esta condenado al fracaso: bicicletas rotas, robadas, usos fraudulentos del servicio... son causas que pueden hacer que estas iniciativas dejen de funcionar.

Propuestas de mejora.

Para evitar, en cierta medida, estas circunstancias, se propondrá crear un sistema de distribución más seguro. Protegiendo las bicicletas una vez estén estacionados.

Al disponer de una bicicleta plegable, el ahorro de espacio de almacenaje se vería reducido considerablemente, siendo más factible poder generar un habitáculo que las proteja.

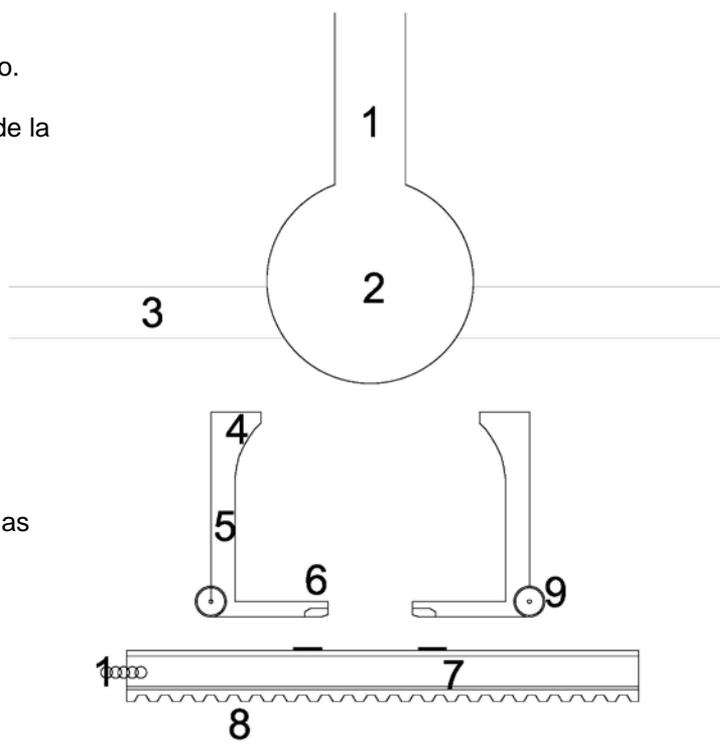
Esta propuesta de mejora, así como los instrumentos necesarios que se necesiten para su implantación, serán descritos en los siguientes apartados.

Sistema de anclaje y fijación

El primer problema que se nos plantea, es diseñar un mecanismo que sea capaz de anclar la bicicleta al sistema de distribución. Este mecanismo tendrá que recibir o expulsar la bicicleta, detectar el usuario que esta usando el servicio y a la propia bicicleta, para llevar un control del servicio.

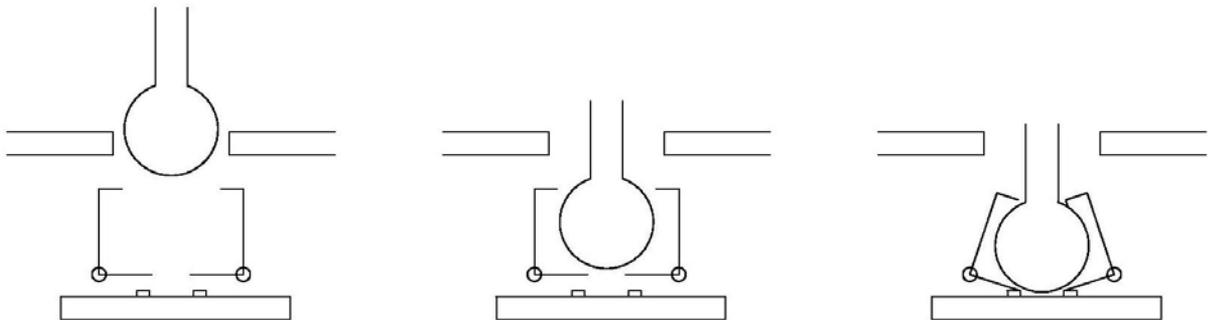
Se ha planteado, de forma esquemática, el siguiente mecanismo:

- 1- pieza de unión entre la bicicleta y el émbolo.
- 2- émbolo, que tendrá un chip con los datos de la bicicleta
- 3- abertura para el deslizamiento del sistema
- 4- pieza para recoger al émbolo
- 5- brazo rígido
- 6- sistema de detección de la bicicleta
- 7- transmisor de datos
- 8- engranaje que permitirá el movimiento de las placas
- 9- eje rotatorio
- 10- unión entre placas



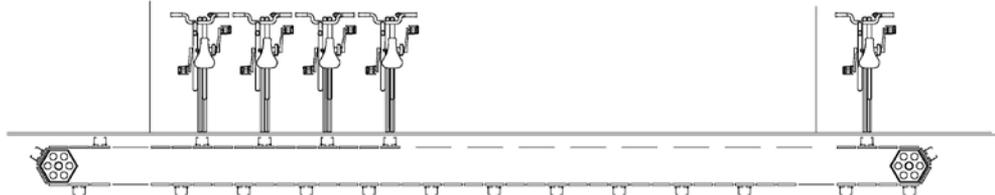
Funcionamiento

- 1- A la hora de recibir la bicicleta, habrá que introducir el émbolo de la misma en el lugar indicado para ello
- 2- El émbolo será detectado (6), así quedara constancia de que dicha bicicleta a sido devuelta al sistema.
- 3- Este émbolo hará mover el brazo rígido (5) mediante el eje (9), cerrando un circuito (7) que bloqueará dicho eje, así la bicicleta devuelta quedará “atrapada” en el sistema, mediante la pieza (4).



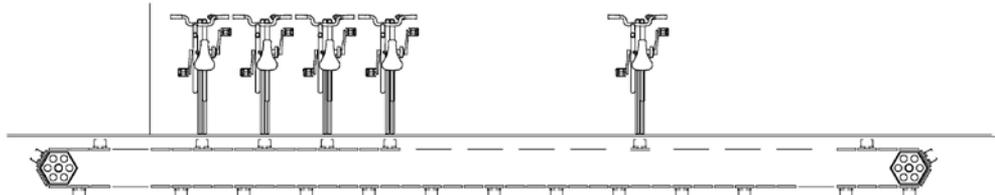
Sistema de distribución

El sistema de distribución de bicis, será mecanizado y cubierto. Para así ofrecer soluciones a los múltiples problemas encontrados en los puntos anteriores. Así pues, las fases de depósito y retirada de bicicletas serán las siguientes.

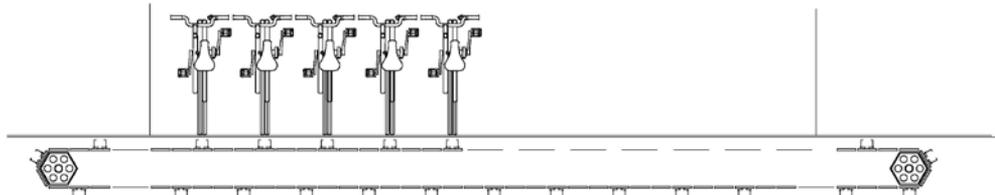


A la hora de hacer el depósito de una bicicleta, esta será anclada (como se explica en el apartado anterior).

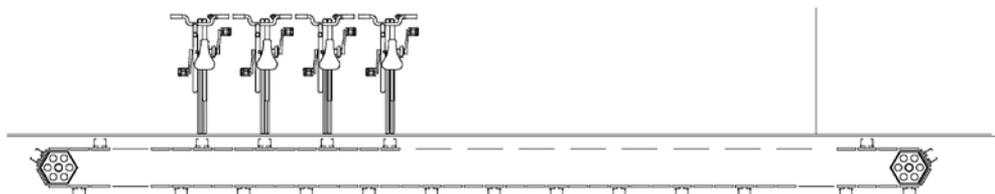
El mecanismo se activará, abriendo una compuerta e introduciendo la bicicleta al interior del espacio dispuesto para su almacenaje.



Una vez almacenada, la compuerta se cerrará, quedando las bicicletas protegidas de posibles daños exteriores (vandalismo, robo, inclemencias...)



Para su retirada, haciendo uso del correspondiente carnet identificador, el mecanismo se volverá a activar, reconociendo al usuario y abriendo la compuerta de la zona de almacenaje de bicis.



2- La cinta extraerá la bicicleta al exterior, volviéndose a cerrar las compuertas, para el uso del ciudadano.



4.- CÁLCULOS

4.1- Introducción

Después de realizar el modelado completo de la estructura del cuadro de nuestra bici, el siguiente paso a seguir sería comprobar que nuestro diseño es correcto mediante un programa de cálculo de esfuerzos. Si el diseño da no es correcto, deberíamos de comprobar que zonas tienen los problemas de diseño para su posterior rediseño.

El programa utilizado ha sido Ansys Workbench 10, un programa de simulación de elementos finitos.

Para la realización de los ensayos hemos remodelado la estructura de la bicicleta simplificando formas, y dejando exclusivamente lo necesaria para realizar la simulación, obteniendo resultados tan validos como con el modelado real.

Para las simulaciones utilizaremos el material elegido para la estructura de nuestra bicicleta, el aluminio 7005 T-6.

Propiedades mecánicas del Aluminio 7005 T-6

Modulo de Young: 72 GPa.

Coefficiente de Poisson: 0,33

Densidad: 2800 kg/m³

Coefficiente dilatación térmica: $2,3 \cdot 10^{-5}$ 1/°C

Tensión de fluencia a tracción (σ_y): 480 MPa

Tensión última (σ_u): 550 MPa

4.2- Simulación

Cargas

Las cargas a aplicar son las siguientes:

- El peso de la persona.
- La fuerza que hace al pedalear.
- El peso en el manillar.

Realizaremos el ensayo tomando una persona de 100 Kg, y mayorando las fuerzas a aplicar.

Las fuerzas que aplicaremos son:

- Peso de una persona: 1000 N
- Fuerza aplicada en los pedales: 300 N
- Peso aplicado en el manillar: 200 N

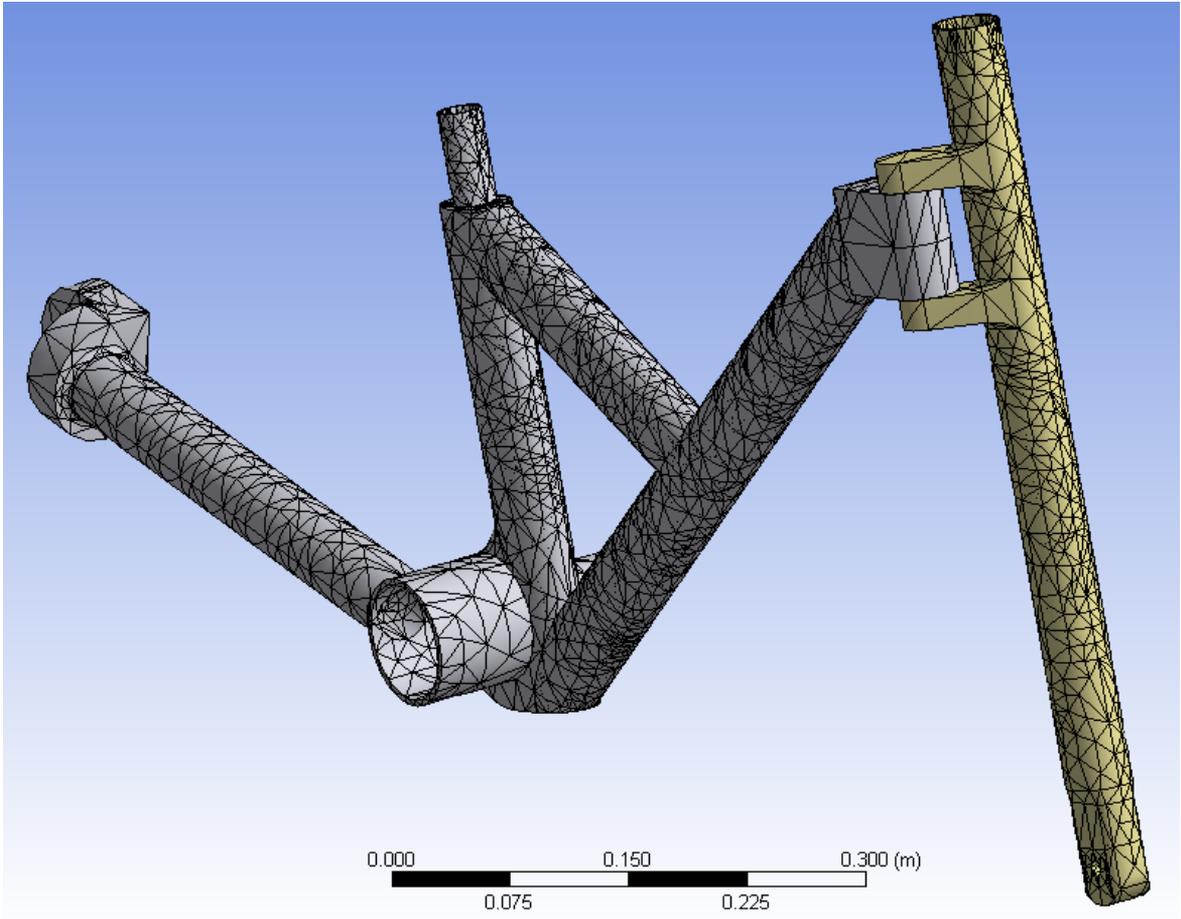
Soportes

Además de la aplicación de fuerzas, tenemos que aplicar los soportes donde se apoya la estructura.

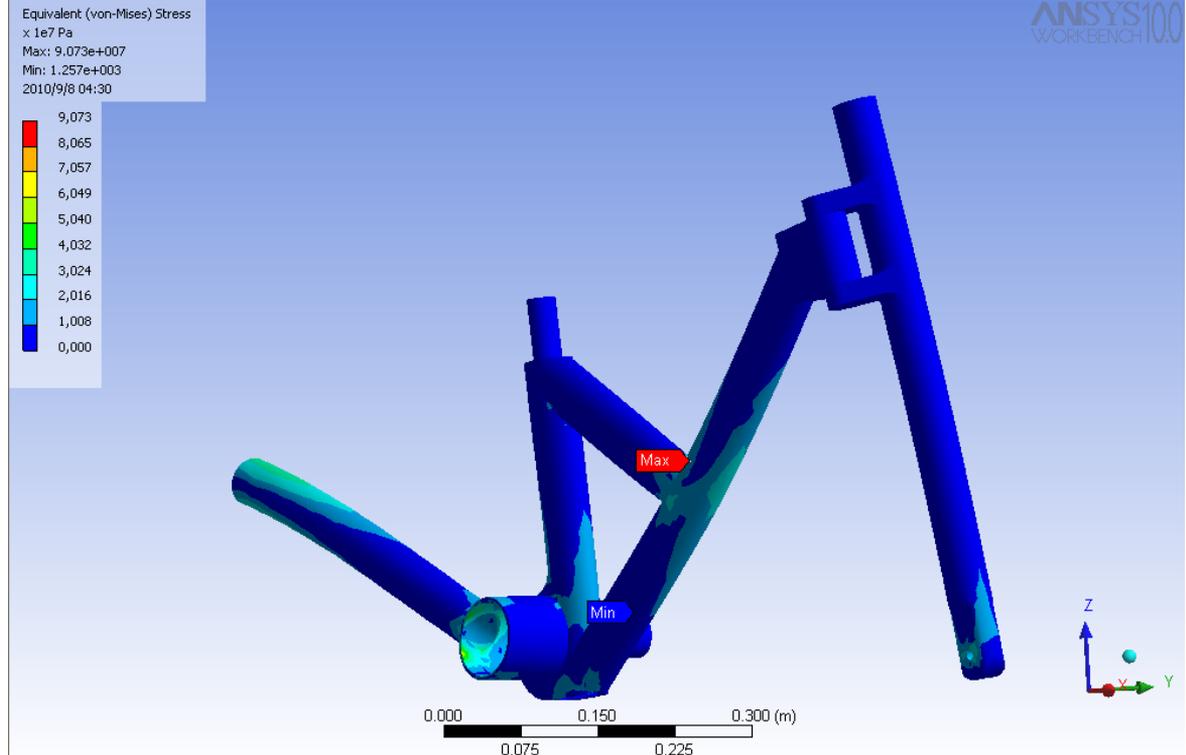
Aplicaremos dos soportes y estarán situados en los ejes donde apoyan ambas ruedas.

Una vez definidas las cargas y los soportes, lo siguiente es realizar el mallado de elementos finitos en nuestro modelo.

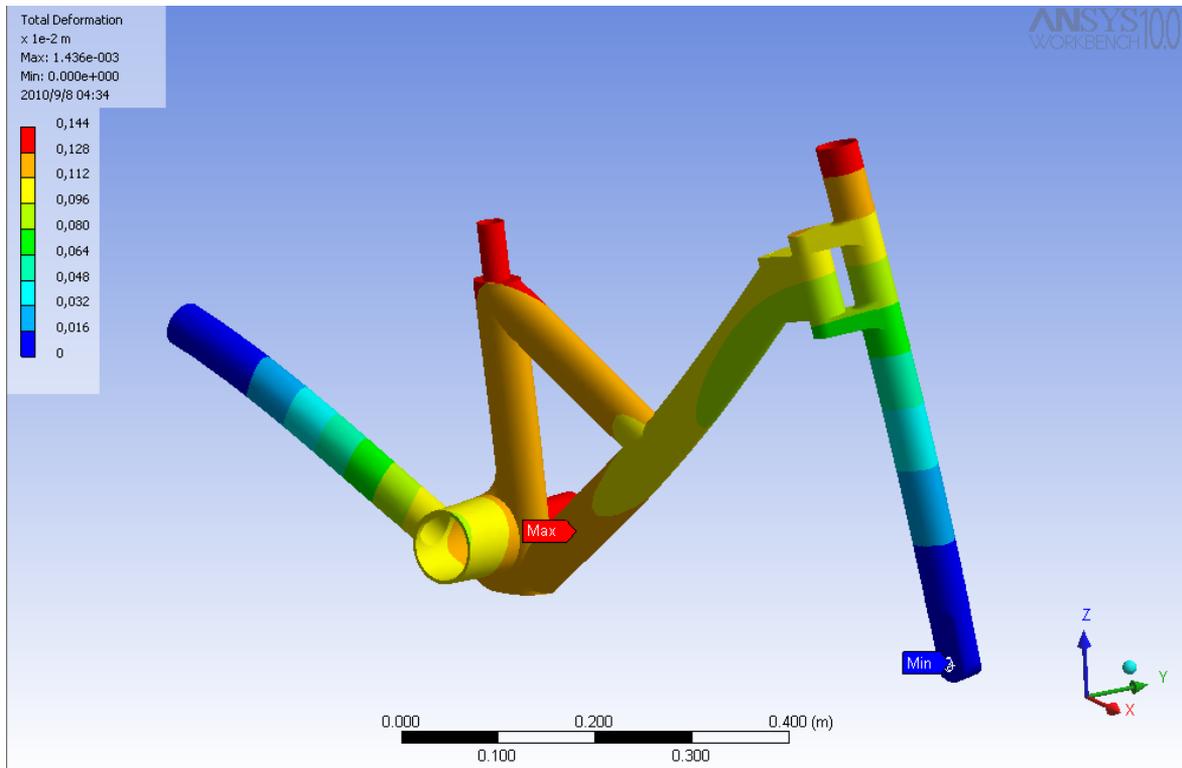
Y por ultimo iniciamos la simulación y el resultado obtenido es el que podemos ver en las siguientes imágenes:



Mallado



Tensión equivalente de Von Mises



Resultado máxima deformación

Una vez obtenidos los resultados comprobamos el valor máximo de la tensión equivalente de Von Mises.

El color rojo es el lugar donde se alcanza el valor máximo.

El valor máximo obtenido para la equivalente de Von Mises es 91,73 MPa.

El valor de la tensión máxima de fluencia para el material que hemos elegido nosotros, el aluminio 7005 T-6, es 480 MPa, por lo que el cuadro diseñado es válido.

5. BIBLIOGRAFÍA

DISEÑO EN INGENIERÍA MECÁNICA. Joseph E. Shigley. Ed. McGraw-Hill 2002.

TEORÍA DE MÁQUINAS Y MECANISMOS. Joseph E. Shigley. Ed. Ed. McGraw-Hill 1983.

RESISTENCIA DE MATERIALES. V. I. Feodosiev. Ed. Mir 1980.

ELASTICIDAD. L. Ortiz Berrocal. Ed. McGraw-Hill 1998.

CIENCIA DE LOS MATERIALES. Lasheras y F. Carrasquilla. Ed. Donostiarra 1991.

CIENCIA E INGENIERIA DE MATERIALES (VOL. I Y II). W.D. Jr. Callister. Ed. Reverté 1995.

Paginas Web:

<http://www.biomega.dk/biomega.aspx>

<http://www.abici-italia.it/>

<http://www.neuzer.hu/en-index.php>

<http://www.bike-in-a-bag.com/>

<http://www.beixo.com/es/beixo-home>

<http://www.velorbis.com/>

<http://www.kronan.com/Spain>

<http://www.pilencykel.se/site/en/home>

<http://www.oldmanmountain.com/>

<http://www.retrovelo.de/home.html>

<http://www.ciclismourbano.org>

<http://bicicletasplegables.com/forum/>

<http://www.biciblegable.net/>