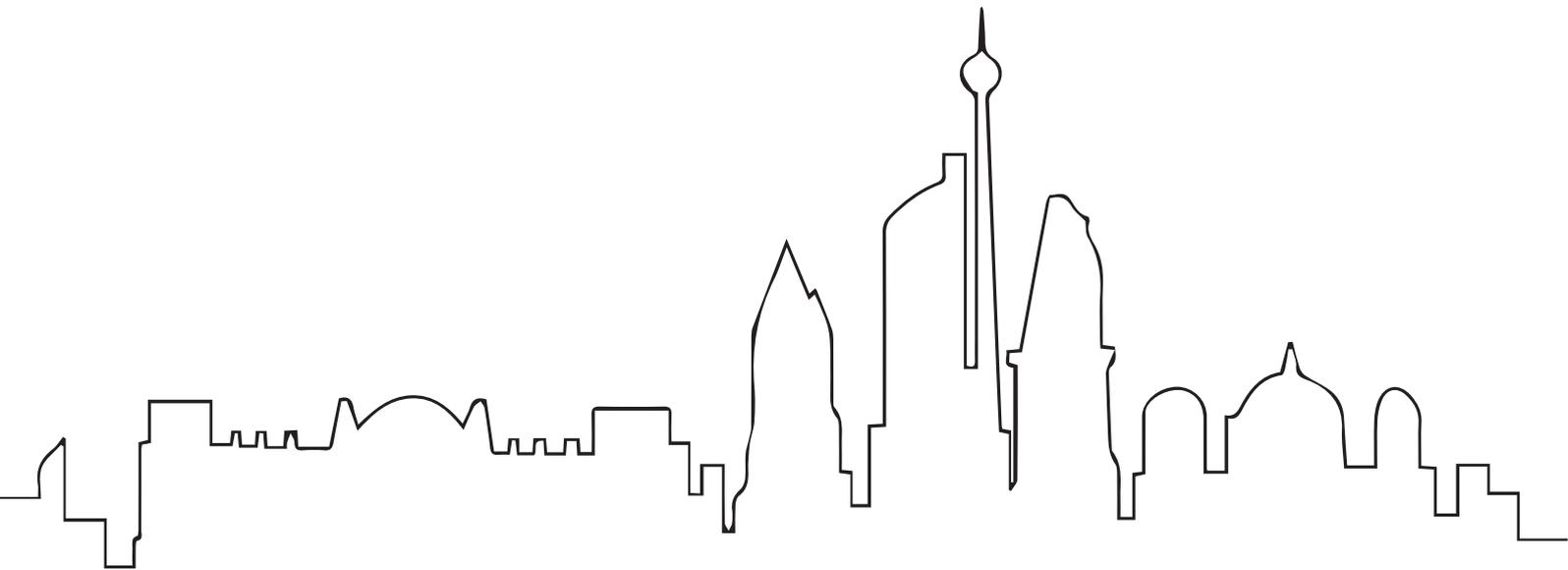


PROTOTIPO DE BICICLETA ELÉCTRICA PARA SISTEMA DE BICICLETAS PÚBLICAS



LABORATORIO DE MOVILIDAD E INFRAESTRUCTURA VERDE PARA LA
EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CIUDADES

REPORTE DE INVESTIGACIÓN QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
DISEÑADOR INDUSTRIAL PRESENTA:

JULIO CÉSAR ARCE GONZÁLEZ

DIRECTOR: D.I. ROBERTO GONZÁLEZ TORRES



CIUDAD UNIVERSITARIA, CD.MX.

2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

PROTOTIPO DE BICICLETA ELÉCTRICA PARA SISTEMA DE BICICLETAS PÚBLICAS

DIRECTOR

D.I. ROBERTO GONZÁLEZ TORRES

REPORTE DE INVESTIGACIÓN QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE DISEÑADOR INDUSTRIAL PRESENTA:

JULIO CÉSAR ARCE GONZÁLEZ

ASESORES

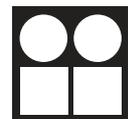
DR. GERMÁN JORGE CARMONA PAREDES

DR. JESÚS SAVAGE CARMONA

M.D.I. ENRIQUE RICALDE GAMBOA

M.D.I. DIEGO ALATORRE GUZMÁN

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL
CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA





UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Coordinación de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP01 Certificado de aprobación de
Impresión de Tesis.

El director de tesis y los cuatro asesores que suscriben, después de revisar la tesis del alumno

NOMBRE ARCE GONZALEZ JULIO CESAR No. DE CUENTA 307507918

NOMBRE TESIS BICICLETA ELÉCTRICA PARA EL LABORATORIO DE MOVILIDAD E
INFRAESTRUCTURA VERDE PARA LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN CIUDADES

OPCIÓN DE TITULACION ACTIVIDAD DE INVESTIGACION

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de EL REPORTE DE INVESTIGACION, cumple con los requisitos de este Centro, por lo que autorizan su impresión y firman la presente como jurado del

Examen Profesional que se celebrará el día a las horas.

Para obtener el título de DISEÑADOR INDUSTRIAL

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 30 de octubre de 2018

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. ROBERTO GONZÁLEZ TORRES	
VOCAL DR. JESÚS SAVAGE CARMONA	
SECRETARIO DR. GERMAN JORGE CARMONA PAREDES	
PRIMER SUPLENTE M.D.I. ENRIQUE RICALDE GAMBOA	
SEGUNDO SUPLENTE M.D.I. DIEGO ALATORRE GUZMÁN	

ARQ. MARCOS MAZARI HIRIART
Vo. Bo. del Director de la Facultad

FICHA TÉCNICA

Nombre

“Prototipo de bicicleta eléctrica para sistema de sistema de bicicletas públicas”

Autor

Julio César Arce González

Director

D.I Roberto González Torres

Asesores

Dr. Jesús Savage Carmona

Dr. Germán Carmona Paredes

M.D.I Enrique Ricalde Gamboa

M.D.I Diego Alatorre Guzmán

Colaboradores

Samantha Karen Morales Medina

Sandra Daniela Arana Baños

Luis Enrique Carrera Gómez

Roxana López Dueñas

Objetivo

Proponer una bicicleta eléctrica, para sistema de transporte público, que promueva una mejor calidad de vida, fomente el uso racional de la energía, reduzca las emisiones contaminantes que se emiten a la atmósfera y descongestione las vías públicas.

Aspectos generales

Bicicleta eléctrica rodada 24' con motor de 250 watts ubicado en el eje de los pedales.

Fabricada de perfiles tubulares de acero y lámina doblada con acabado de pintura electrostática para protegerla de ambientes salinos.

Sus dimensiones están delimitadas por aspectos funcionales y ergonómicos de la población mexicana.

La propuesta consiste de una bicicleta asistida eléctricamente por un motor y baterías, se emplean componentes durables, de muy buena calidad y bajo o nulo mantenimiento. Incluye una canastilla frontal y un sistema de anclaje para las estaciones ubicado en la parte frontal del cuadro.

CONTENIDO

- 010 Introducción
- Objetivos
- 011 Agradecimiento



INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL



014 Sistemas de bicicletas públicas

- 015 Definición
- 020 Tipos
- 022 Generaciones
- 024 Evolución
- 032 Sistemas del Mundo
- 034 Tendencias

036 Bicicleta eléctrica

- 037 Definición
- 038 Historia
- 042 Tipos
- 044 Tecnología
- 048 Tendencias

ESTUDIOS Y ANÁLISIS

052 Caso de estudio

- 053 Bicipuma
- 056 Bicicletas para estudio

062 Estudio mecánico

- 063 Cambios externos
- 066 Cambios internos
- 070 Comparativa
- 078 Conclusiones

080 Estudio eléctrico

- 081 Motores
- 083 Comparativa
- 090 Baterías
- 092 Comparativa
- 094 Conclusiones

095 Estudio ergonómico

- 096 Geometría de la bicicleta
- 100 Percentiles
- 101 Ergonomía del sillín
- 103 Ergonomía del manillar
- 108 Geometría final

DISEÑO Y DESARROLLO

112	Bicicleta prototipo
113	Requerimientos generales
115	Vistas generales
121	Especificaciones técnicas
122	Sistema estructural
124	Cuadro
130	Asiento
133	Sistema de dirección
134	Manillar-canastilla

136	Horquilla
-----	-----------

140 Sistema de rodamientos

144 Sistema eléctrico

146	Motor
-----	-------

148	Batería
-----	---------

150 Sistema mecánico

154 Desarrollo de prototipo

CIERRE Y CONCLUSIONES

	Conclusiones
158	Conclusiones generales
159	Conclusiones personales
	Fuentes
160	Bibliografía
163	Mesografía

	Planos para producción
164	Bicicleta eléctrica
166	Cuadro
168	Partes del cuadro
188	Partes del asiento
196	Partes de la dirección
214	Batería



El proyecto Conacyt 245491: Laboratorio de Movilidad e Infraestructura Verde para la Eficiencia Energética en las Ciudades, tiene como propósito el desarrollo de un laboratorio de movilidad dentro de Ciudad Universitaria con el objetivo de promover la eficiencia energética y la infraestructura verde.

El primer proyecto de este laboratorio consiste en plantear un sistema de bicicletas públicas, para ello, se estudia el estado del arte respecto a estos sistemas y se estudia el estado actual de la movilidad dentro de Ciudad Universitaria con el fin de implementar dentro del campus un área experimental del sistema en desarrollo.

El sistema tiene varios objetivos, promover una mejor calidad de vida para todos, fomentar un uso racional de la energía, reducir las emisiones contaminantes que se emiten a la atmósfera y descongestionar las vías públicas.



También se busca generar un cambio en el estilo de vida de las personas, desarrollar un sistema que cumpla e incluso mejore estándares de calidad internacionales, así como desarrollar la tecnología que haga posible el licenciamiento del sistema en un futuro.

Dicho sistema considera el desarrollo de una bicicleta mecánica, una bicicleta eléctrica, un triciclo eléctrico de carga , una estación de recarga , un contenedor promocional, el desarrollo del software de control para el sistema y una aplicación móvil para uso del mismo.

Este documento se centra únicamente en el desarrollo de la bicicleta eléctrica pero hace referencia al resto de los elementos del sistema.

Se agradece al Conacyt por el apoyo recibido en la realización de este estudio.



10

INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL



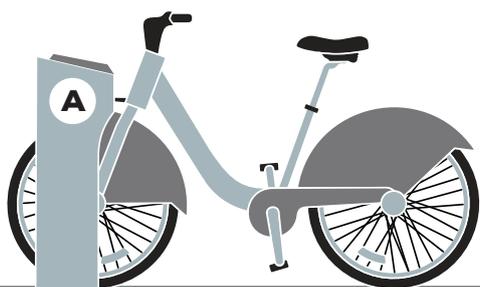
Foto por LIBERTY TOWERS

Bicicleta pública

Los sistemas de bicicletas públicas, consisten de bicicletas puestas a disposición de un grupo de usuarios con el fin de utilizarlas como un medio de transporte de manera temporal.

Para ello existe una serie de puntos donde el grupo de usuarios puede tomar y devolver las bicicletas. Los usuarios pueden devolver la bicicleta en un punto diferente de donde se tomó, no es necesario volver al punto inicial.

Generalmente estos sistemas son gestionados por gobiernos y universidades, pero son compatibles con sectores privados y forman parte de una red de transporte público más grande.

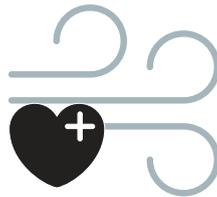


DEFINICIÓN

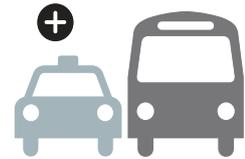
Actualmente toman muchas formas, desde bicicletas libres a disposición de una comunidad para su uso a voluntad, hasta sistemas más seguros y avanzados a nivel tecnológico, no obstante, la esencia del sistema permanece igual, cualquiera puede tomar una bicicleta en un lugar y devolverla en otro.



Reducción de la congestión vehicular



Mejora de la calidad del aire



Complementar el transporte público



Mejorar la salud de los residentes



Atraer ciclistas



Generar inversión en la industria local

Estos son algunas de los beneficios de implementar sistemas de bicicletas públicas; sin embargo existen dos ventajas clave cuando se les compara con otros sistemas de transporte público. Los sistemas de bicicletas tienen un periodo y costo de implementación comparativamente bajos, además es posible planearlo e implementarlo a mayores términos, lo que significa una acumulación de recursos públicos de manera más inmediata en comparación con otros proyectos de transporte público.



Los elementos esenciales que componen el sistema incluyen:

Paneles solares

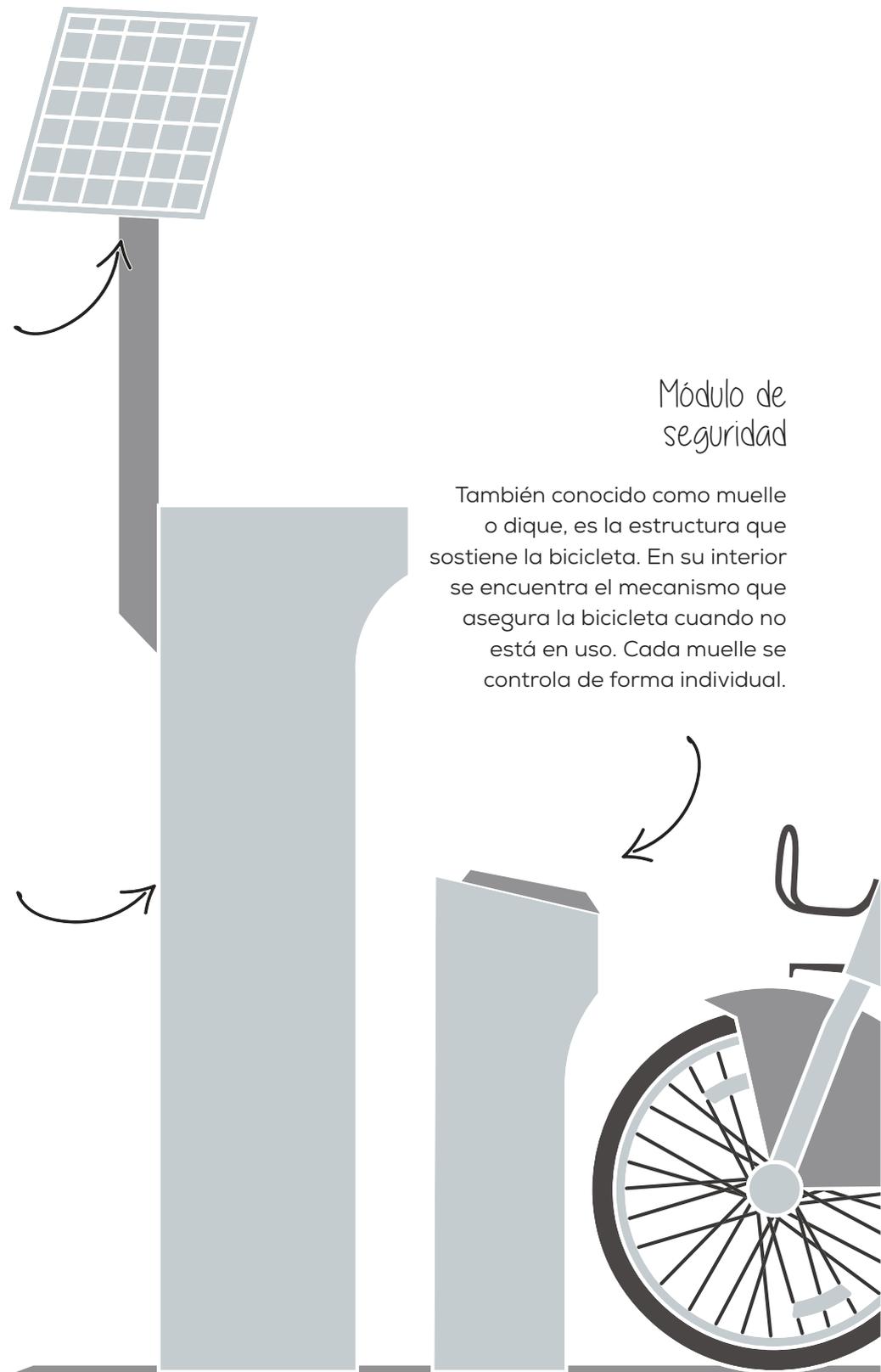
Los paneles solares pueden alimentar las estaciones y los sistemas de comunicación inalámbrica. Facilitan la implementación de estaciones modulares por que eliminan la necesidad de excavar para conectar la estación a las líneas de red eléctrica subterránea en las ciudades.

Módulo de identificación

Comúnmente conocido como quiosco, es la estructura donde se realizan las transacciones de alquiler. En su interior se encuentra una computadora con el programa que permite reconocer las tarjetas inteligentes, realizar recargas en las mismas y liberar las bicicletas.

Módulo de seguridad

También conocido como muelle o dique, es la estructura que sostiene la bicicleta. En su interior se encuentra el mecanismo que asegura la bicicleta cuando no está en uso. Cada muelle se controla de forma individual.



Panel informativo

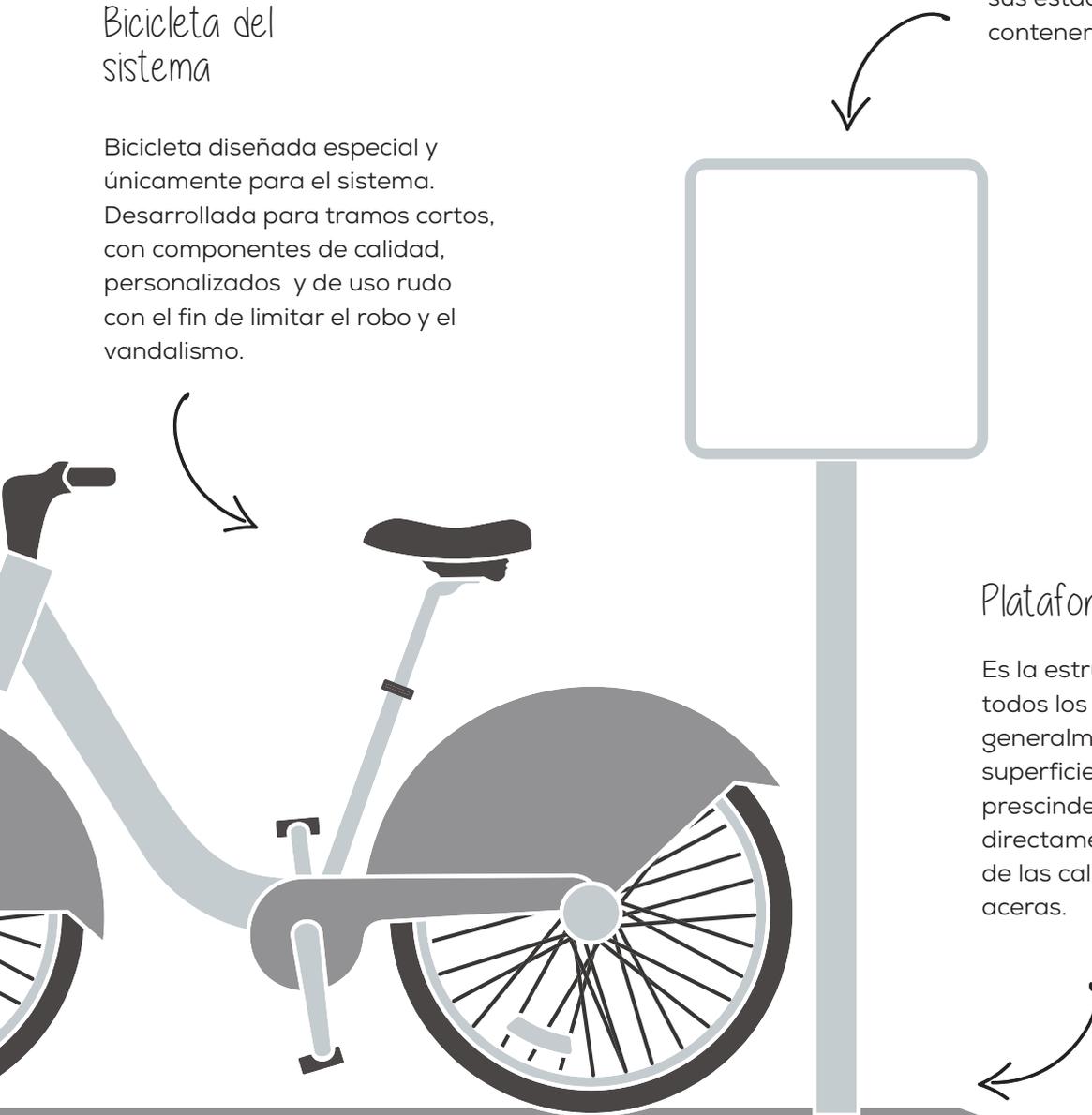
A menudo este panel contiene la ubicación de la estación, información de cómo funciona el sistema, notificaciones y noticias relacionadas al servicio, un mapa del sistema y de todas sus estaciones, también puede contener publicidad.

Bicicleta del sistema

Bicicleta diseñada especial y únicamente para el sistema. Desarrollada para tramos cortos, con componentes de calidad, personalizados y de uso rudo con el fin de limitar el robo y el vandalismo.

Plataforma

Es la estructura que contiene a todos los elementos del sistema, generalmente se trata de una superficie plana. Muchos sistemas prescinden de ella y se montan directamente sobre el asfalto de las calles o el concreto de las aceras.



Los elementos que componen una bicicleta de préstamo son:

Canastilla delantera

Las canastillas delanteras permiten llevar bolsos y persuaden el robo por ubicarse al frente, además no pueden ser sobrecargadas como las traseras y así se evitan daños a la bicicleta.

Acoplador con etiqueta RFID

El dispositivo RFID contiene el número único de identificación de la bicicleta, es leído cuando la bicicleta es acoplada a la estación.

Frenos de tambor

Los frenos de tambor, delanteros y traseros, con cables internos son preferibles respecto a otros tipos de frenos, porque son fáciles de mantener.

Llantas robustas

Las llantas robustas con un perfil ancho son recomendadas para reducir la frecuencia con la que se pincha la llanta. Adicionalmente la vida útil de estos neumáticos es más larga.

Cubrecadena

El cubrecadena protege al ciclista de la grasa en la cadena y la defiende de algún daño o agente externo.



Cuadro bajo

Un cuadro bajo es necesario para asegurar que la bicicleta sea compatible con todo tipo de ropa y permita una posición erguida y cómoda para conducir.

Asiento ajustable

El sistema de ajuste rápido debe permitir que el ciclista pueda ajustar la altura del asiento, pero evitar que el poste del asiento salga por completo.

Salpicaderas con publicidad

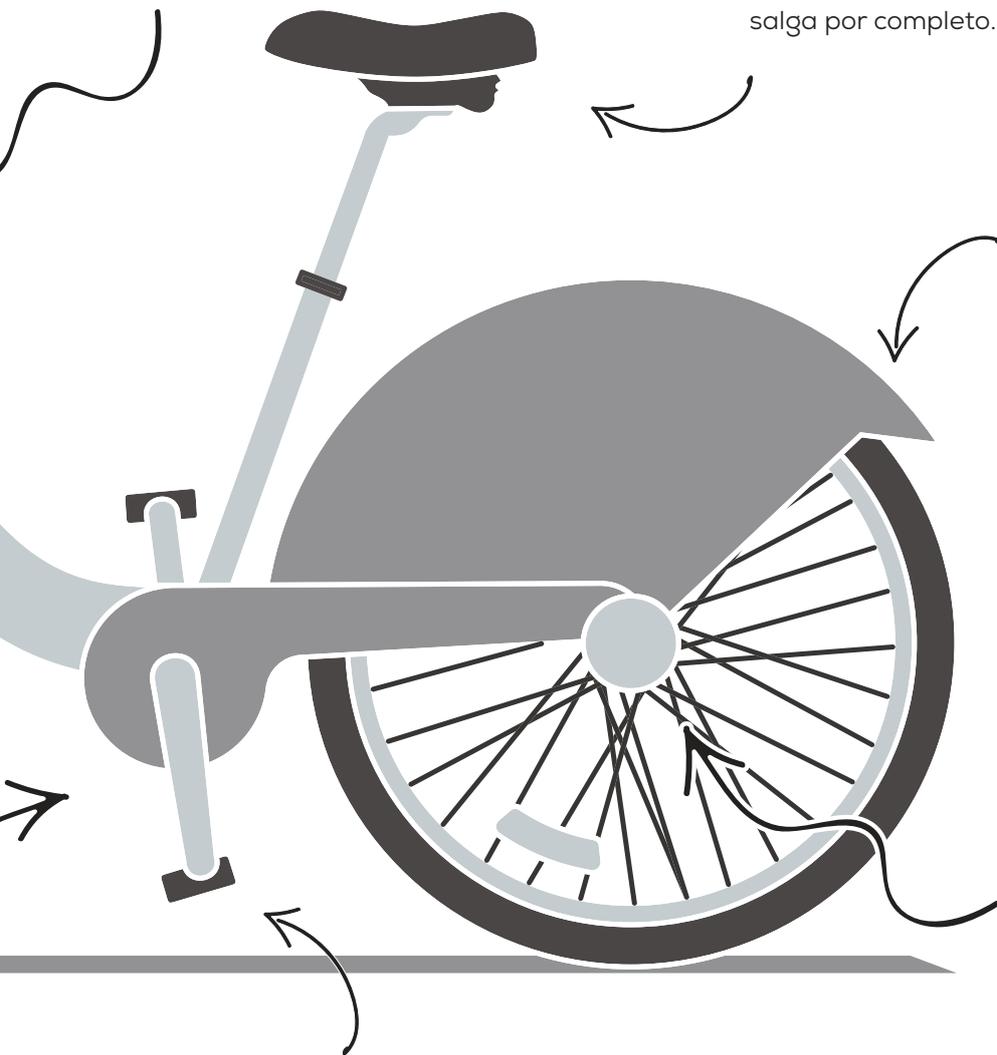
Las salpicaderas son esenciales para proteger la ropa y se puede aprovechar el espacio para colocar publicidad en los costados.

Cambios internos

Si la ciudad tiene pendientes pronunciadas en su terreno, un sistema de cambios internos de 3 ó 6 velocidades es necesario.

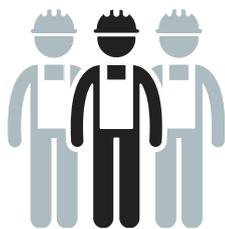
Pedales seguros

Los pedales grandes y planos pueden ayudar a los ciclistas inexpertos a mantener sus pies seguros en los pedales.



TIPOS DE SISTEMAS

De acuerdo a la forma en que operan los sistemas de préstamo, estos se clasifican en dos principales tipos:



Manual

Este tipo requiere que un operario entregue y reciba las bicicletas al usuario, mientras que supervisa el sistema. La tecnología y software que requiere este tipo de sistema es muy básico y por lo general no requiere de un sistema de anclaje especial.

Bicipuma dentro de Ciudad Universitaria, es un claro ejemplo de este tipo de sistemas.



Estación de Ingeniería del sistema Bicipuma



Automatizado

El sistema automatizado funciona sin supervisión y no requiere de un operario, el usuario es quien retira y regresa la bicicleta a su sitio, funciona a manera de autoservicio. Requiere de software y tecnología más sofisticada y por lo general necesita de un sistema de anclaje para la bicicleta.

Ecobici en la Ciudad de México es un ejemplo de este sistema.



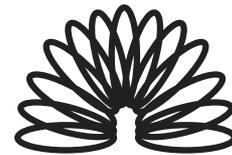
Estación del sistema Ecobici ubicada sobre Av. Reforma

Foto por DIARIO EN BICI

Dentro de los sistemas automatizados se encuentran dos grupos más:



Automatizados fijos - portables



Automatizados flexibles

Estas estaciones no necesitan excavaciones o zanjeo, son intervenciones rápidas y de trabajo eficiente, esto reduce costos y tiempos en la implementación. Las estaciones pueden ser fácilmente reubicadas y esto permite optimizar el sistema de acuerdo a los patrones de demanda e incluso resguardar las bicicletas durante el invierno.

Este sistema no implementa estaciones y permite a los usuarios dejar las bicicletas en cualquier lugar dentro de un rango de espacio determinado; sin embargo, esto dificulta obtener una bicicleta en primer lugar. La dispersión de las bicicletas puede complicar su recuperación, el darles mantenimiento y el redistribuirlas.



Sección de estación para el sistema de la bahía de San Francisco

Foto por THE MERCURY NEWS GARY REYES / BAY AREA NEWS GROUP



Sistema Mobike en Manchester

Foto por GIAN CARLO SCARSI

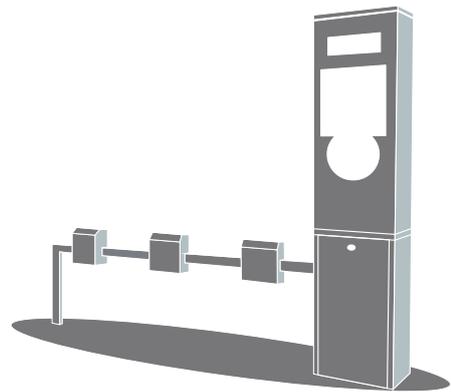
La primera generación de bicicletas públicas se caracterizó por permitir el uso libre de las bicicletas sin tarifas, sin límite de tiempo ni estaciones.



1964
1° Generación
"Bicicletas libres"
Ámsterdam

Por desgracia el sistema fracasó porque la mayoría de las bicicletas fueron robadas o vandalizadas.

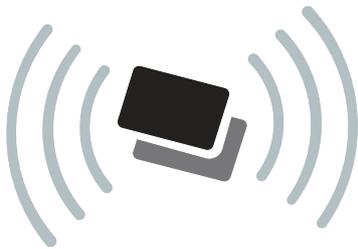
Para evitar el robo y el vandalismo, la segunda generación introdujo estaciones con sistema de bloqueo y las bicicletas se diseñaron con piezas únicas y herramienta especializada.



1995
2° Generación
"Estaciones y depósito"
Copenhague

También se implementó un depósito que servía como garantía mientras se usaba la bicicleta. Este se devolvía al regresar la bicicleta.

Con el propósito de obtener información del usuario, la tercera generación reemplazó los depósitos monetarios por tarjetas inteligentes y limitó el tiempo de uso gratis a 30 minutos.



2001
3° Generación
"Tarjetas inteligentes"
Lyon - Paris

El sistema se automatizó por completo, se implementaron estaciones multimedia, y se monitoreó el estado de las estaciones en tiempo real.

La cuarta generación, propone reducir costos, eliminando las estaciones y migrando toda la tecnología a la bicicleta.



2015
4° Generación
"Bicicletas inteligentes"
Beijing

Esta generación permite que las bicicletas puedan ser dejadas prácticamente en cualquier lugar y desbloquearlas a través del teléfono celular.

1964

Witte Fietsen



La primera iniciativa de bicicletas públicas del mundo fue *Witte Fietsen* (bicicletas blancas) lanzadas en Ámsterdam, Holanda en 1964.

El plan consistía en distribuir por toda la ciudad y de forma gratuita, unas bicicletas pintadas de blanco, sin candados y libres para que cualquiera pudiera usarlas.

Por desgracia el plan no tuvo éxito, ya que tras un mes la mayoría de las bicicletas fueron robadas o tiradas a los canales.

Foto por © ARCHIEFFOTO

1976

Vélos Jaunes



Foto por THE BLOG BY COPENHAGENIZE DESIGN CO

Conocido como *Vélos Jaunes*, en 1976, La Rochelle instaló 350 bicicletas repartidas en tres estaciones en el centro de la ciudad. Así inició el primer sistema municipal de bicicletas compartidas con éxito en Francia.

En 2009, el sistema fue reformado, se hizo totalmente automatizado e introdujo tarjetas inteligentes que se integran al sistema de transporte público, y que son accesibles en todo momento.

1990

Farso, Grena, Naskov



Foto por THE BIKE SHARING BLOG

A principios de 1990, las ciudades de Dinamarca: Farso, Grena y Naskov le dieron un nuevo enfoque. Las bicicletas fueron hechas por encargo, e incluían partes únicas que requerían herramientas especiales. Además se estacionaban en bastidores especiales que fungieron como las primeras estaciones. Se requería el depósito de una moneda para liberar la bicicleta, misma que se devolvía al regresar la bicicleta. El sistema fue exitoso.

1995

Bycyklen



Foto por THE BLOG BY COPENHAGENIZE DESIGN CO.

En 1995, Copenhague en Dinamarca introdujo la segunda generación de sistemas. *Bycyklen*, fue el precursor de la mayoría de los sistemas actuales, porque fue el primer sistema de bicicletas compartidas a gran escala, con vehículos especialmente diseñadas al efecto, que incluían publicidad, los usuarios pagaban una fianza y tenían un uso ilimitado dentro de un área definida.

1998

Vélo à la Carte

Foto por WANDERINGDANNY



Vélo à la Carte en Renne, Francia, fue el primer sistema en usar una tarjeta inteligente. Este como muchos otros sistemas se implementó para proporcionar una forma sostenible de transporte urbano.

2001

Vélo'v & Vélib'



Foto por LUNDAHOJ



Foto por REVISTA DISEÑA

En 2001, el sistema *Vélo'v* fue lanzado en Lyon, Francia. El cual se convertiría en el modelo base para el sistema *Vélib'* de París y juntos se convertirían en los prototipos de la tercera generación. Estos implementarían tecnología moderna y elementos inteligentes.

2008

Samba | Bike Rio

Foto por TREEHUGGER



Samba, fue lanzado un 4 de diciembre, con 30 bicicletas y 3 estaciones en Copacabana, fue el primer sistema de bicicletas públicas de Latinoamérica. Por problemas de vandalismo, tuvo una vida útil de dos años, y en 2011 fue renovado y renombrado como *Bike Rio*. Actualmente es el sistema de bicicletas públicas de Río de Janeiro.

2010

Ecobici

Foto por DIARIO EN BICI



Ecobici, en la Ciudad de México, inició operaciones en febrero de 2010 con 84 estaciones y 1,200 bicicletas. En sólo 6 años la demanda ha impulsado la expansión del sistema en un 400%.

2013

dBizi

Foto por dBIZI



Desde octubre de 2013 *dBizi*, en España, es el primer sistema público de bicicleta 100% eléctrico. Su objetivo es impulsar la movilidad activa y sostenible en la ciudad de Donostia San Sebastián, ofreciendo una alternativa de transporte urbano saludable.

2017

Bicipuebla

Foto por ECONOMIADEHOY



Desde enero de 2017, Bicipuebla inició servicio con 70 estaciones y 1,000 bicicletas. De acuerdo a su programa de expansión, el sistema llegara a contar con 139 estaciones y más de 2,000 bicicletas. El sistema tiene como intención proveer un medio alternativo de transporte en la Ciudad de Puebla.

2018

Ecobici eléctrico



Foto por ECONOMIADEHOY

A partir de febrero, *Ecobici*, contará con 350 unidades eléctricas y 28 estaciones multimedia. Poco a poco la bicicleta eléctrica va tomando fuerza y actualmente varios sistemas de bicicletas públicas han empezado a incluir estos vehículos en sus flotillas.

2018

Vbike & Mobike

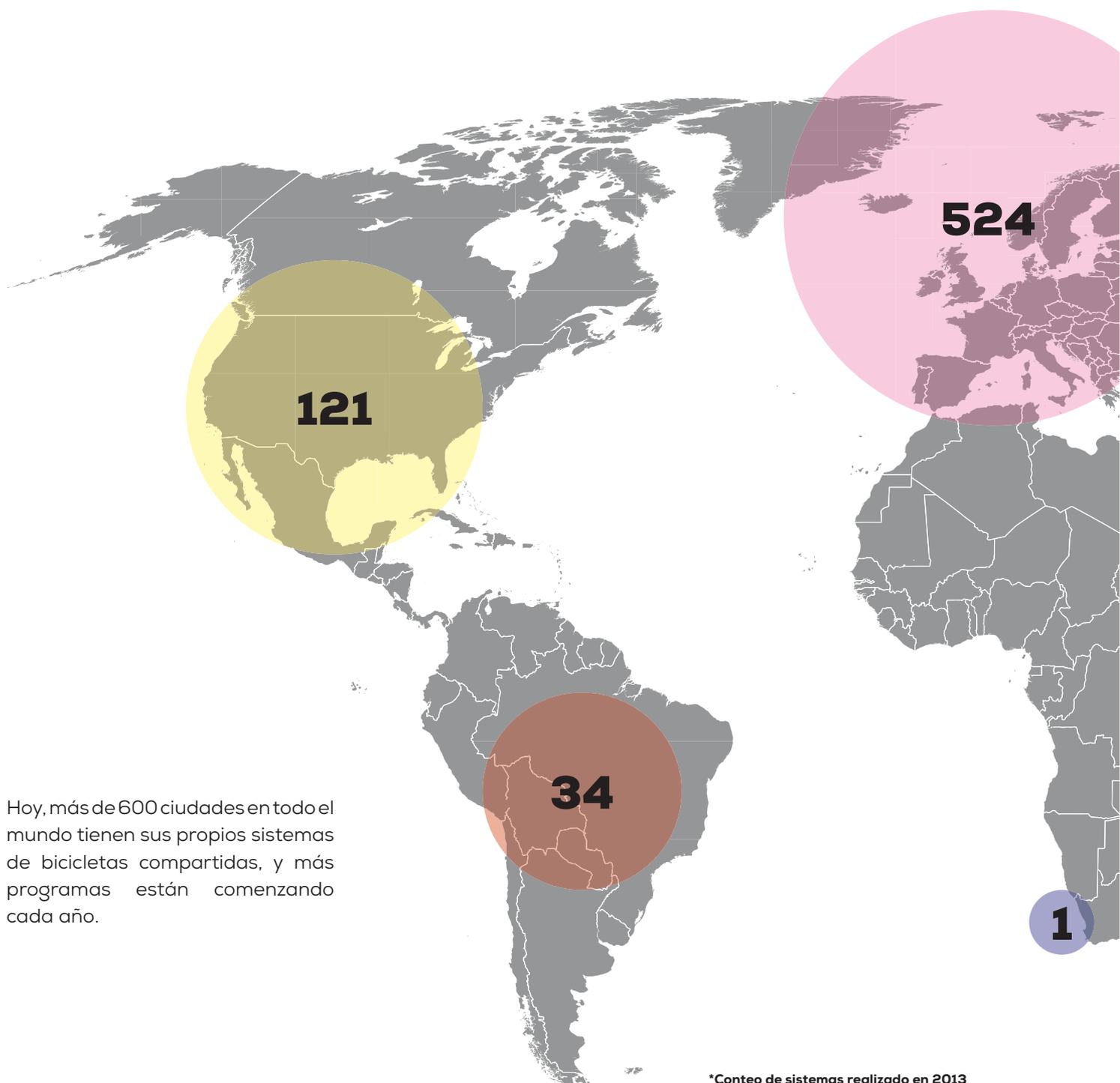


Foto por EL FINANCIERO



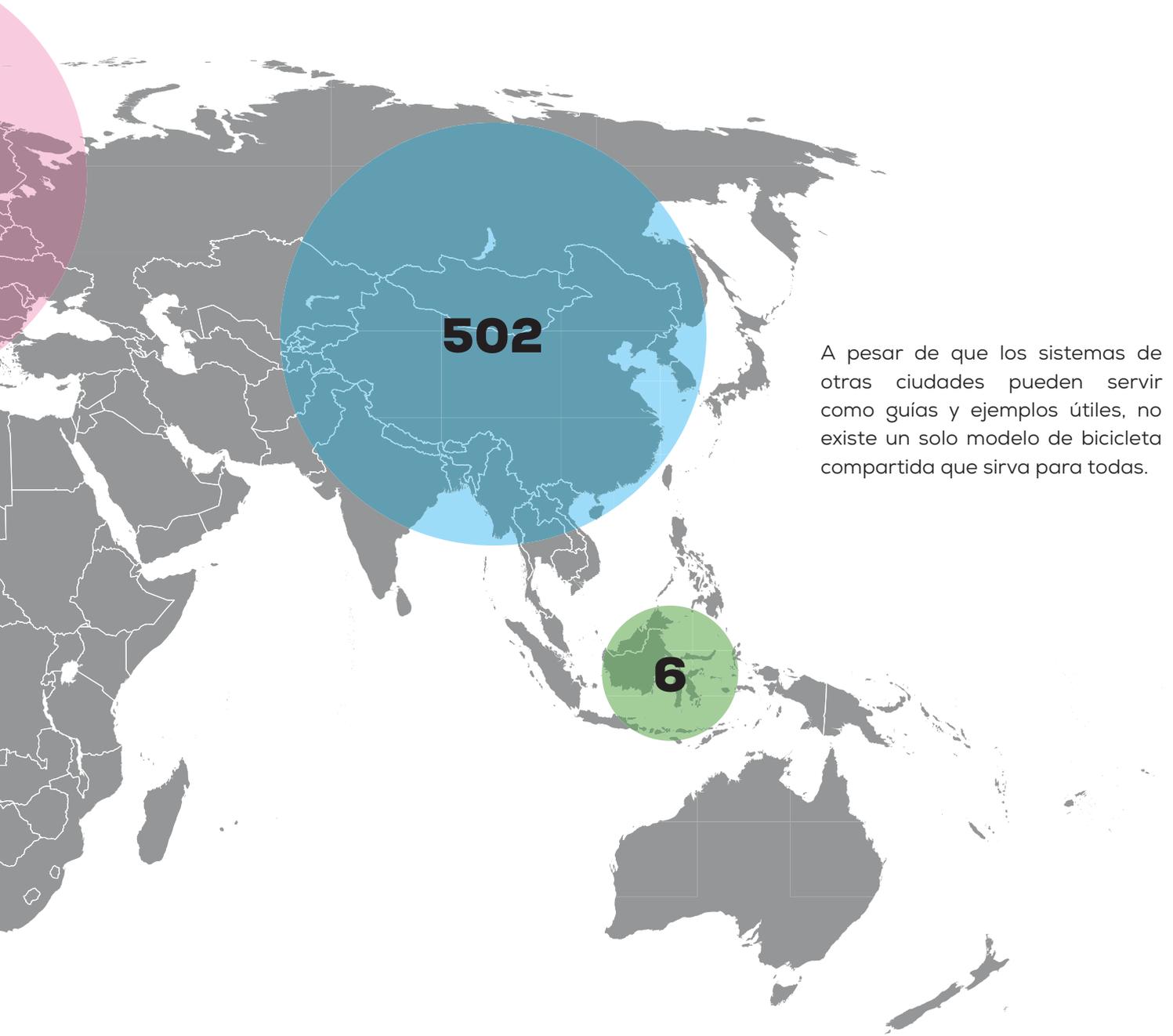
Foto por MOBIKE

En febrero la startup mexicana *Vbike* implementó en la Ciudad de México 2,000 bicicletas 100% tecnológicas y sin estaciones como parte de la primera etapa de su servicio. Al mismo tiempo la startup china *Mobike* inició su programa piloto en la delegación Benito Juárez y planea establecer 50 zonas de aparcamiento para sus bicicletas.



Hoy, más de 600 ciudades en todo el mundo tienen sus propios sistemas de bicicletas compartidas, y más programas están comenzando cada año.

*Cuento de sistemas realizado en 2013

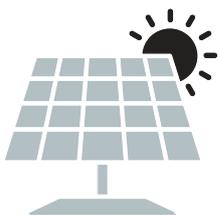


A pesar de que los sistemas de otras ciudades pueden servir como guías y ejemplos útiles, no existe un solo modelo de bicicleta compartida que sirva para todas.

Cada ciudad ha hecho su propia bicicleta compartida, adaptándola al contexto local, considerando la densidad de la ciudad, la topografía, el clima, la infraestructura y la cultura.

TENDENCIAS

Muchos sistemas nuevos incorporan características innovadoras que algunos creen representan la cuarta generación de bicicletas compartidas:



**Paneles
solares**



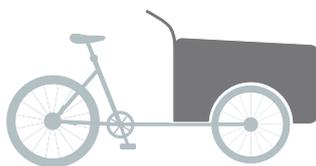
**Estaciones modulares
y móviles**



**Tarjetas
universales**



**Bicicletas
eléctricas**



**Triciclos
de carga**



**Aplicaciones
móviles**

En el futuro estos sistemas probablemente incluirán triciclos de carga para hacer las compras, vehículos de asistencia eléctrica y bicicletas para niños. Las estaciones probablemente desaparezcan migrando toda la tecnología a las bicicletas como se hace actualmente *Mobike* y *Social Bikes*.

Por otro lado, algunos sistemas como *Next Bike* están combinando la libertad que ofrece la cuarta generación, con candados inteligentes y la posibilidad de poder dejar la bicicleta tanto en la estación, como fuera de ella sin riesgos de robo.

Las tendencias determinarán muchas de las características que tendrá la bicicleta compartida en el futuro; sin embargo, el éxito de esta dependerá en gran medida de características comunes que comparten actualmente los sistemas más exitosos.

01
UNA DENSA RED DE ESTACIONES CON UNA DISTANCIA PROMEDIO DE 300 METROS ENTRE ELLAS A TRAVÉS DE TODA EL ÁREA DE COBERTURA.

02
BICICLETAS CÓMODAS DE UN ESTILO URBANO CON PARTES Y TAMAÑOS ESPECIALES QUE DESALIENTEN EL ROBO, LA REVENTA Y EL VANDALISMO.

03
UN SISTEMA DE BLOQUEO COMPLETAMENTE AUTOMÁTICO QUE PERMITE A LOS USUARIOS ASEGURAR LAS BICICLETAS FÁCILMENTE DENTRO O FUERA DE LAS ESTACIONES.

04
UN SISTEMA DE SEGUIMIENTO INALÁMBRICO, COMO LOS DISPOSITIVOS DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA (RFID), QUE UBICAN, DÓNDE ES RECOGIDA Y DEVUELTA LA BICICLETA AL MISMO TIEMPO QUE IDENTIFICA AL USUARIO.

05
INFORMACIÓN DEL USUARIO EN TIEMPO REAL A TRAVÉS DE VARIAS PLATAFORMAS: WEB, TELÉFONOS MÓVILES Y/O TERMINALES EN EL SITIO.

06
PRECIOS QUE INCENTIVEN LOS VIAJES CORTOS PARA MAXIMIZAR EL NÚMERO DE VIAJES POR BICICLETA AL DÍA.



Bicicleta eléctrica

La bicicleta eléctrica, es un vehículo que consiste básicamente de una bicicleta mecánica, a la cual se le ha acoplado un motor eléctrico, con el fin de asistir al ciclista con el avance de la misma.

La energía necesaria para mover dicho motor, es suministrada mediante una batería que se recarga al conectarse en la red eléctrica o mediante paneles solares.

De a poco las bicicletas eléctricas se han abierto camino dentro del mercado por los beneficios que poseen:



DEFINICIÓN

Una bicicleta eléctrica resulta más económica en comparación de los automoviles de combustión interna y otros vehiculos eléctricos.

El uso de la bicicleta eléctrica no genera ningún tipo de contaminación, no genera CO2 ni algún otro tipo de gas invernadero, por lo tanto, ayuda a combatir la contaminación del aire.

La bicicleta eléctrica resulta más cómoda, porque permite recorrer una mayor distancia con un menor esfuerzo físico. La asistencia resulta de gran ayuda en pendientes pronunciadas.



**Facilidad
de compra**



**Libre de
emisiones**



**Mayor
comodidad**



**Ahorro
económico**



**Cero
ruido**



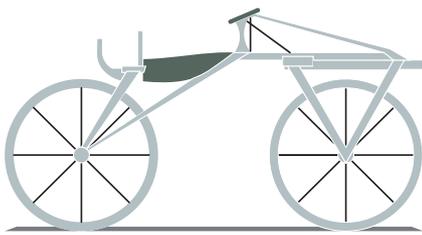
**Mejora
la salud**

Además del ahorro en combustible, no necesitan seguro, ni tarjeta de circulación, no pagan impuestos y los costos de mantenimiento son muy bajos.

A diferencia de los automóviles y motocicletas de combustión, las bicicletas eléctricas no generan contaminación auditiva y promueven un ambiente más saludable.

El uso regular, genera mejoras a nivel cardiovascular, fomenta la pérdida de peso, refuerza las articulaciones, reduce el colesterol y ayuda a tonificar los músculos.

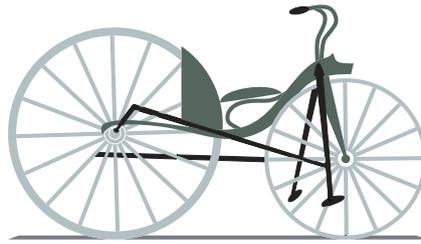
El primer acercamiento a una bicicleta, fue la *Draisine* inventada por el barón alemán Karl von Drais, un vehículo que tenía dos ruedas en línea, un armazón de madera donde uno se sentaba, y un manubrio.



1818
Draisine
Karl Von Drais
Alemania

Nunca fue muy popular porque impulsarse con los pies no te llevaba muy lejos y al final quedó relegada.

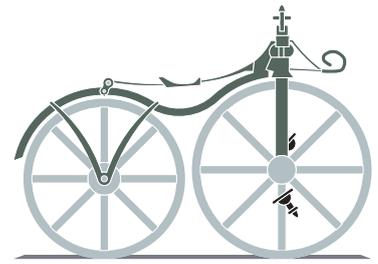
El herrero escocés, Kirkpatrick Macmillan, añadió palancas de conducción y pedales a una máquina del tipo de la *Draisine*.



1839
Velocipedo a dos ruedas
Kirkpatrick Mcmillan
Escocia

Estas innovaciones permitieron al ciclista impulsar la máquina con los pies sin tocar el suelo.

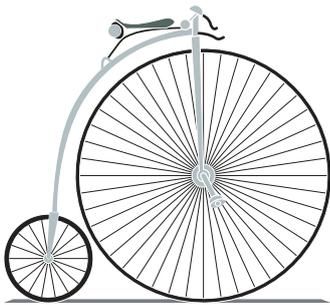
Pierre Michaux creó un nuevo modelo de bicicleta, este incorporaba pedales en la rueda del frente con los que la hacía girar directamente. Esta estaba hecha de madera y con ruedas metálicas.



1860
Bicicleta de pedales
Pierre Michaux
Francia

La empresa *Michaux* fue la primera en producir en masa. Debido a su incomodidad, se convirtió también en un juguete.

La metalurgia posibilitó crear vehículos únicamente de metal. Los pedales seguían en la rueda frontal y los fabricantes se dieron cuenta que mientras mayor era el tamaño de ésta, más se podía avanzar con una sola rotación de los pedales.



1870
Grand Bi
James Starley
Francia

Por lo que había que comprar una bicicleta tan alta como el largo de las piernas para llegar a los pedales y esto complicaba el impulsarla.

La idea de la cadena nació en 1879, del ingeniero inglés Harry John Lawson; sin embargo, la cadena no tomaría fuerza hasta 1885, cuando J.K. Starley lanzó un modelo que conectaba el marco de la bicicleta con el engrane de la rueda trasera.



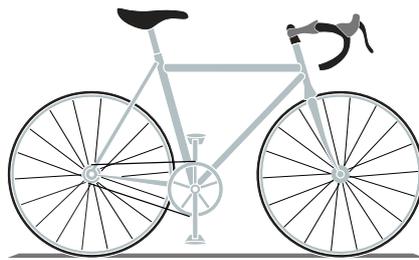
1885
Bicicleta de seguridad
John Kemp Starley
Inglaterra

Este modelo de bicicleta, fue conocido como bicicleta de seguridad debido a la menor altura del asiento y la mejor distribución del peso.

Otras innovaciones se agregaron después, los frenos de pedal en 1898, los cambios de velocidad en 1905 y los frenos con cables también por la misma época.

En la década de 1960 se crea la bicicleta de pista, no se sabe quién la inventó, pero fue en los Estados Unidos.

Debido a la necesidad de conseguir una bicicleta que permitiera su conducción en terrenos agrestes, caminos y montañas, en 1970 surge en California la bicicleta de montaña.



1960
Bicicleta de carreras
-
EUA



1970
Bicicleta de montaña
Ignaz Schwinn
EUA

En 1902, *Sturmey Archer* lanzó el primer centro de engranajes, un sistema de cambios internos de 3 velocidades. Este sistema no fue muy popular en nuestro país.

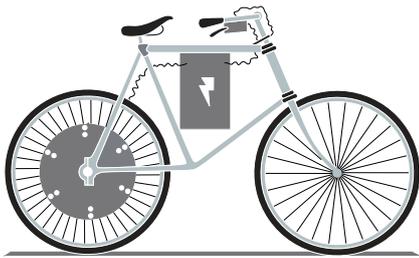
Generalmente usada en carreras, recibe el nombre de bicicleta de pista, debido a que se practicaban carreras con estos modelos en pistas y velódromos.

Así nació la *Schwinn Excelsior*, la primera bicicleta de montaña. Ignaz Schwinn ideó una bicicleta robusta, que muy pronto se hizo popular en los Estados Unidos, gracias a los repartidores de periódicos.

Aunque parecen un invento moderno, las bicicletas eléctricas nacieron casi al mismo tiempo que las bicicletas tradicionales.

Fue hasta el siglo XX que las bicicletas eléctricas comenzaron a tener un papel más protagónico, en 1973, tras la crisis energética del petróleo que asoló a los Estados Unidos.

A finales de los años 90, las grandes marcas de bicicletas dominaron el mercado, pero a comienzos del año 2000 las ventas de bicicletas eléctricas disminuyeron radicalmente.



1895
Bicicleta eléctrica
Ogdeon Bolton Jr.
EUA

En 1895 Ogdeon Bolton Jr. patentó un modelo de bicicleta accionada por baterías, el motor se ubicaba dentro de la rueda trasera y las baterías dentro del triángulo principal del cuadro, muy similar a los modelos actuales.



1982
Pedaleo asistido
Egon Gelhard
Alemania

En 1982, el inventor Egon Gelhard desarrolló el pedaleo asistido con el que el ciclista es ayudado mediante tracción eléctrica del motor cuando se pedalea.

1993
Yamaha PAS
Yamaha
Japón

En 2005, con el auge de la batería de litio, la popularidad de la bicicleta eléctrica resurgió y desde 2008 las ventas de bicicletas aumentaron en un 30% al año, en el 2012 se vendieron 40 millones.

TIPOS DE BICICLETA

Actualmente, existen diversos tipos de bicicletas eléctricas, estos se clasifican a partir del uso destinado y del tipo de componentes que emplea cada tipo.



**Bicicleta
urbana**

Utiliza un manubrio curvado hacia el ciclista para permitir una postura cómoda, con los brazos relajados y la espalda completamente recta. Por ser bajo, su cuadro facilita subir y bajar de ella aún con carga. Utiliza ruedas de 26 o 28 pulgadas, y sistemas de cambios de 1 a 7 velocidades. El motor de asistencia no rebasa los 250 watts. Por su comodidad, se recomienda para la ciudad y trayectos cortos. Suele llevar accesorios útiles para el entorno urbano, tales como guardabarros, timbre, retrovisor, reflectantes y cestas.



**Bicicleta de
ruta**

Utiliza manubrio del tipo *dropbar*, este ofrece diferentes posturas para un mayor confort y eficiencia en diferentes condiciones de pedaleo. Su cuadro posee geometrías más agresivas, el ciclista adopta una postura más aerodinámica con el torso inclinado hacia delante. El tamaño de sus ruedas es de 700mm o 26 pulgadas, sus cambios varían entre 11 y 14 velocidades. Cuenta con motores de hasta 350 watts. La bicicleta de ruta o de carreras está diseñada para la velocidad.



Bicicleta de montaña

Posee un manubrio recto o de doble altura que permite al ciclista pedalear con el torso semi erguido y así tener un mejor control y visión del camino. El cuadro, tiene un tubo superior inclinado que permite flexionar las rodillas y mejorar el control al recorrer terrenos abruptos o al brincar obstáculos. Utilizan ruedas de 29 y 27.5 pulgadas, cambios de 27 velocidades y motores de hasta 350 watts. Diseñadas para usarse en caminos irregulares, son perfectas para atravesar bosques, subir y bajar montañas y disfrutar de senderos rocosos.



Bicicleta plegable

Generalmente utilizan un manubrio recto o de doble altura. El cuadro busca una postura erguida o semi erguida, únicamente el tubo superior se une al tubo de dirección para facilitar el plegado. Comúnmente utilizan ruedas de 20 pulgadas pero pueden usar de 16, 24 y 26. Los cambios suelen rondar entre 1 y 7 velocidades pero hay modelos con 27. Emplean motores de 250 watts. Por su pequeño tamaño, resultan perfectas para transportarlas a todos lados y especialmente prácticas cuando se combinan con el transporte público.

A nivel de asistencia eléctrica, no todas las bicicletas son iguales, la eficiencia dependerá principalmente del tipo de sensores, la clase del motor y el tipo de baterías que utilicen.

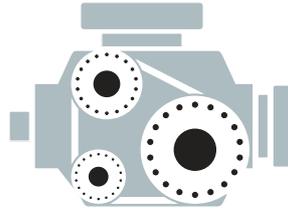


Sensores

La primera generación de sensores, fue el sensor de velocidad y movimiento, un sensor bastante simple y rudimentario.

La segunda generación de sensores introdujo un sensor de cadencia, más intuitivo que su predecesor.

La tercera generación implementó un sensor de par motor o torque, el sensor más eficiente hasta el momento. Debido a su mayor confort, seguridad y eficiencia, actualmente se implementan los sensores de par motor, estos detectan la fuerza que el ciclista ejerce sobre los pedales y ofrecen una asistencia inmediata y proporcional a esta.



Motor

La clase del motor está determinada principalmente por la potencia (W) y el torque (Nm).

Generalmente la potencia del motor proporciona una idea de la velocidad que puede alcanzar la bicicleta y de su consumo de energía.

Sin embargo, no es una buena referencia para conocer la fuerza que tendrá la asistencia eléctrica para superar las pendientes. Esto lo determina el torque, a mayor torque mayor será la fuerza de la asistencia.

Los motores más comunes para bicicletas eléctricas poseen potencias de 250 y 350 Watts.



Baterías

Las baterías son un componente esencial, determinan en buena parte la autonomía y fiabilidad.

Se ajustan en tamaño y capacidad de acuerdo al uso principal que tendrá la bicicleta, así se evitan cargas innecesarias y precios excesivos.

La energía total que puede almacenar una batería se mide en vatios hora (Wh). Esta energía se calcula multiplicando el voltaje (V) por la capacidad (Ah).

La cantidad de energía que puede suministrar una batería se denomina capacidad y se expresa en amperes hora (Ah).

Las baterías más comunes para bicicletas tienen capacidades de 300, 400 y 500 Wh.



Sensor de velocidad o movimiento

Es el sistema de detección más sencillo y económico, por lo que se encuentra en la mayoría de las bicicletas.

Por lo general consiste de un disco con imanes que se sitúa en el eje, así se detecta cuando se produce un movimiento en los pedales y activa la asistencia del motor.

La asistencia tarda una fracción de segundo en iniciar, porque la señal llega al motor hasta que la bicicleta ya está en movimiento.

La asistencia no varía según el esfuerzo realizado por el ciclista, únicamente varía de acuerdo al nivel de asistencia previamente seleccionado por el usuario.



Sensor de cadencia

La cadencia, es el número de revoluciones por minuto que dan la biela y los pedales de la bicicleta.

La principal función del sensor es medir la cadencia; sin embargo, también mide las revoluciones que da la rueda trasera.

La medida se realiza mediante dos imanes, uno en la biela que mide la cadencia, y otro en uno de los rayos en la rueda trasera que mide la velocidad. El sensor se coloca en el soporte de la cadena y la información se transmite de forma inalámbrica.

Para poder calcular la velocidad de manera precisa, el sensor necesita conocer la circunferencia de la rueda en milímetros. Este sensor complementa al sensor de movimiento y de torque.



Sensor de par motor o torque

Es el sistema más avanzado que hay. El sensor detecta la fuerza que el ciclista ejerce sobre los pedales y ajusta la asistencia de manera proporcional y gradual.

Independiente a esto, el usuario puede establecer diferentes niveles de ayuda.

La asistencia es inmediata, se activa tan pronto se presionan los pedales, esto permite arrancar en subida.

Es más seguro porque responde solo a la fuerza ejercida sobre los pedales, si se ejerce menos fuerza o se deja de pedalear la asistencia disminuye o se detiene.

Su eficiencia es mayor debido a que el motor sólo trabaja cuando se pedalea y por consiguiente la batería ofrece una mayor autonomía.



Motor en el eje de la rueda (Hub motor)

Es el sistema más común, generalmente es más económico y fácil de instalar.

La fuerza del motor se ejerce sobre la rueda. A velocidades lentas, por ejemplo en una subida, el motor debe trabajar generalmente a bajas revoluciones y eso se traduce en un menor par motor y un mayor consumo.

Tiene mayor riesgo de calentarse pero ofrecen una fricción mínima al pedaleo. Son ideales para cuando el ciclista quiere pedalear a menudo sin asistencia y con una gran sensación de libertad.

Permite montar bicicletas con una mayor diversidad de componentes de transmisión y cambios. Dado que el motor deja libre la parte de los pedales, generalmente se permite cualquier configuración habitual de platos y piñones.

Esto puede ser especialmente relevante cuando el ciclista quiere disponer de muchas marchas para pedalear sin asistencia.

El motor, se ubica en la parte frontal para usarse sobre asfalto en las ciudades. Para un terreno irregular o uso más deportivo, el motor se coloca en la rueda trasera, así hay una mayor adherencia al terreno.

Pueden ser adecuados para usos urbanos menos exigentes.



Motor en el eje del pedalier (Mid drive motor)

Se ubican en la caja del pedalier y ofrecen una fuerza de ayuda mayor que los motores ubicados en la rueda.

La fuerza del motor se ejerce generalmente sobre el plato, o bien, sobre la cadena a partir de un piñón de ataque.

Esto implica que la relación de marchas que utiliza el ciclista, tiene una gran importancia para permitir que el motor trabaje siempre en las mejores condiciones, y por consiguiente, sea más eficiente, consuma menos y desaparezca todo riesgo de sobrecalentamiento.

Estos motores ofrecen una fricción ligeramente mayor cuando se pedalea sin asistencia, ya que trabajan con un mayor número de engranes, y esto puede penalizar un poco el pedaleo en el caso de ciclistas que quieren circular sin asistencia.

El uso de un solo plato obliga a composiciones de marchas únicamente en la zona del eje posterior, ya sea con piñoneras o cambios internos de buje.

La ubicación central del motor en el punto más bajo de la bicicleta ofrece una conducción especialmente estable y confortable.

Como se sitúa fuera del espacio de las ruedas, facilita reparar pinchazos y realizar mantenimientos habituales que implican desmontar la rueda, sin la necesidad de usar llaves fijas ni de tocar conexiones eléctricas.

Baterías de plomo con ácido

Usadas en automóviles. Son las baterías más económicas del mercado, las más pesadas y las más contaminantes.

El depósito estanco está lleno de ácido sulfúrico que baña una serie de placas que se encuentran recubiertas, de dióxido de plomo para la carga positiva y plomo para la negativa.

Su duración depende del fabricante y del uso que se les destina, en bicicletas estas baterías duran entre 2 y 3 años.

Cada vez se utilizan menos para impulsar bicicletas.

Cada celda proporciona 2 voltios y la tasa de auto descarga es de un 30%.



Baterías de níquel e hidruro metálico (Ni-Mh)

Usadas en automóviles eléctricos y scooters. Poseen efecto memoria, pero es mínimo. A pesar de ello, tienden a sobre calentarse tras un largo periodo de uso y cuando se están cargando.

Se deterioran a temperaturas extremadamente bajas. Son baterías delicadas y de alto mantenimiento.

El ánodo está compuesto por hidróxido de níquel y el cátodo por hidruro metálico.

Es utilizada por algunos fabricantes de bicicletas americanos.

Cada celda puede proporcionar 1.2 voltios y la tasa de auto descarga es de un 20%.



Baterías de litio (Li-Ion, Li-Po y Li-Fe)

Actualmente son las baterías más utilizadas por fabricantes de bicicletas en Asia y Europa. Son de última tecnología y se siguen desarrollando nuevos tipos, por ello siguen siendo caras; sin embargo, su precio disminuye.

Con igual carga, son más pequeñas y ligeras que cualquier otra, no tienen efecto de memoria y la descarga es lineal. Esto permite conocer el voltaje real de la batería.

Necesitan de circuitos electrónicos que controlen la batería en todo momento. Su tasa de auto descarga es de 5%, siendo las más eficiente de todas.

Las baterías Panasonic han tenido una gran aceptación por los fabricantes de bicicletas.



En la actualidad los fabricantes de bicicletas eléctricas incorporan tecnologías de última generación con el objetivo de ofrecer bicicletas mucho más eficientes que sus predecesoras:

01
LAS BATERÍAS DE LITIO, SON EMPLEADAS POR LOS FABRICANTES DEBIDO A SU GRAN CAPACIDAD ENERGÉTICA Y ESPACIO REDUCIDO. ESTO PERMITE AUMENTAR LA AUTONOMÍA DE LAS BICICLETAS SIN COMPROMETER SU PESO.

02
LAS MEJORES BICICLETAS ELÉCTRICAS FORMAN UN EQUILIBRIO PERFECTO ENTRE EL PEDALEO Y LA ASISTENCIA. LA ÚNICA FORMA DE LOGRARLO ES COMBINAR UN SENSOR DE TORQUE, UNO DE VELOCIDAD Y UNO DE CADENCIA PARA DARLE AL CONTROLADOR DEL MOTOR UNA IMAGEN COMPLETA DE LA CONDUCCIÓN.

03
UN SISTEMA DE BLOQUEO COMPLETAMENTE AUTOMÁTICO QUE PERMITE A LOS USUARIOS ASEGURAR LAS BICICLETAS FÁCILMENTE DENTRO O FUERA DE LAS ESTACIONES.

04
LA INCORPORACIÓN DE MATERIALES ULTRA LIGEROS Y RESISTENTES, COMO LA FIBRA DE CARBONO Y EL ALUMINIO, EN LA FABRICACIÓN DE LOS CUADROS, PREVÉ UN INCREMENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA EN LAS BICICLETAS ELÉCTRICAS.

De acuerdo a la norma EN15194 y para efectos de circulación, una bicicleta eléctrica debe cumplir las siguientes características:

01

EL MOTOR DEBE ASISTIR EL AVANCE DE LA BICICLETA, SIEMPRE Y CUANDO EL CICLISTA SE ENCUENTRE PEDALEANDO. SI LA BICICLETA CUENTA CON ACELERADOR, ESTE DEBERÁ FUNCIONAR SÓLO CUANDO EL CICLISTA ESTÉ PEDALEANDO.

02

EL MOTOR DEBE DEJAR DE ASISTIR EL AVANCE DE LA BICICLETA CUANDO ESTA HAYA ALCANZADO UNA VELOCIDAD DE 25 KM/H.

03

LA POTENCIA DEL MOTOR NO DEBERÁ SER SUPERIOR A LOS 250 WATTS.

04

EL PESO DE TODO EL VEHÍCULO NO DEBERÁ SER MAYOR A 40 KILOGRAMOS.



02 ›

ESTUDIOS
Y ANÁLISIS



Estudio de caso

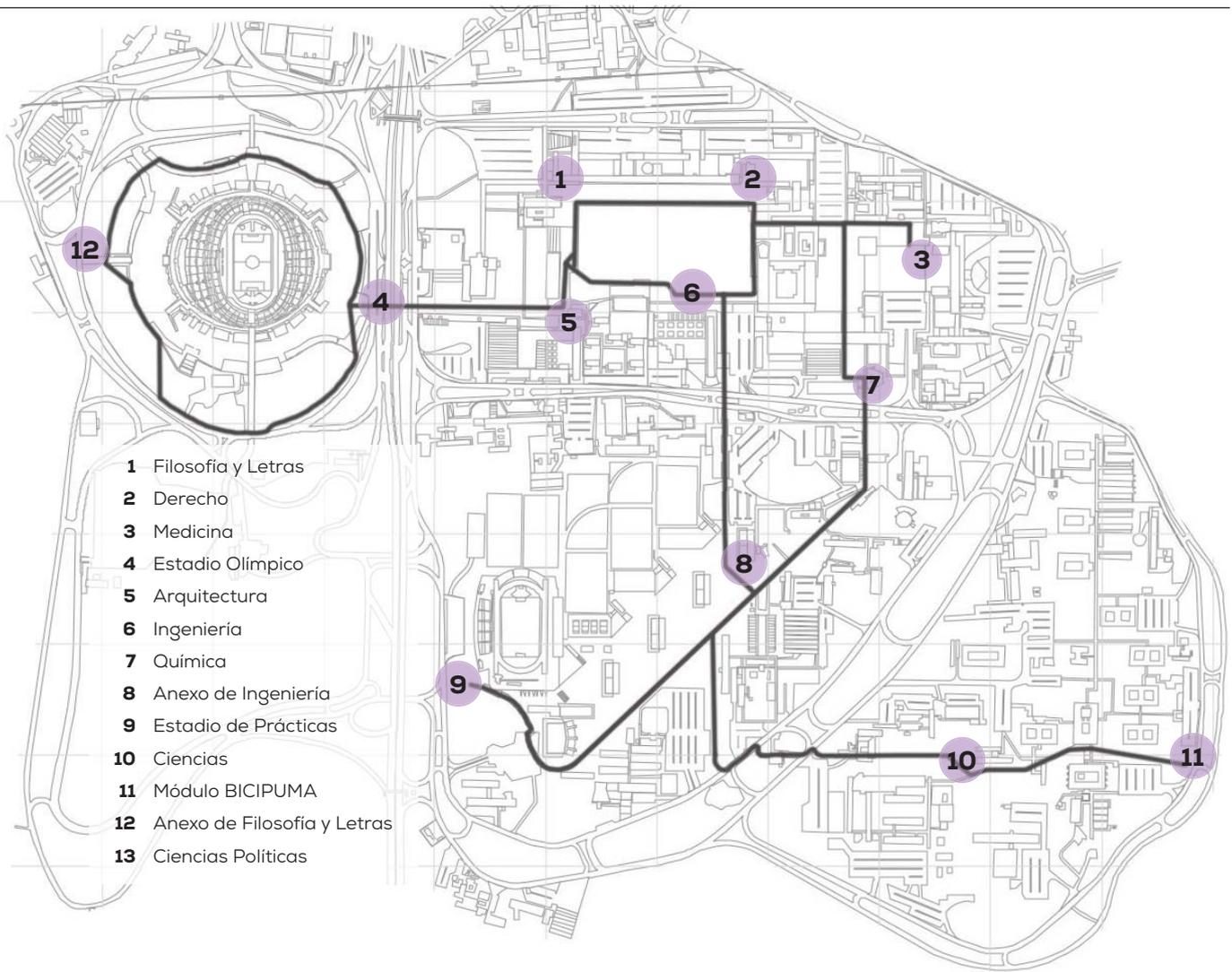
Ciudad Universitaria, como su nombre lo indica, es una pequeña ciudad que cuenta con 2,620,295 m² de extensión territorial, alberga 2,130 edificios, un centro cultural, un estadio olímpico y una reserva ecológica. Es tan grande que cuenta con su propia red de transporte colectivo *Pumabus* y con su propio sistema de bicicletas de préstamo *Bicipuma*.



Ciudad Universitaria en 1952

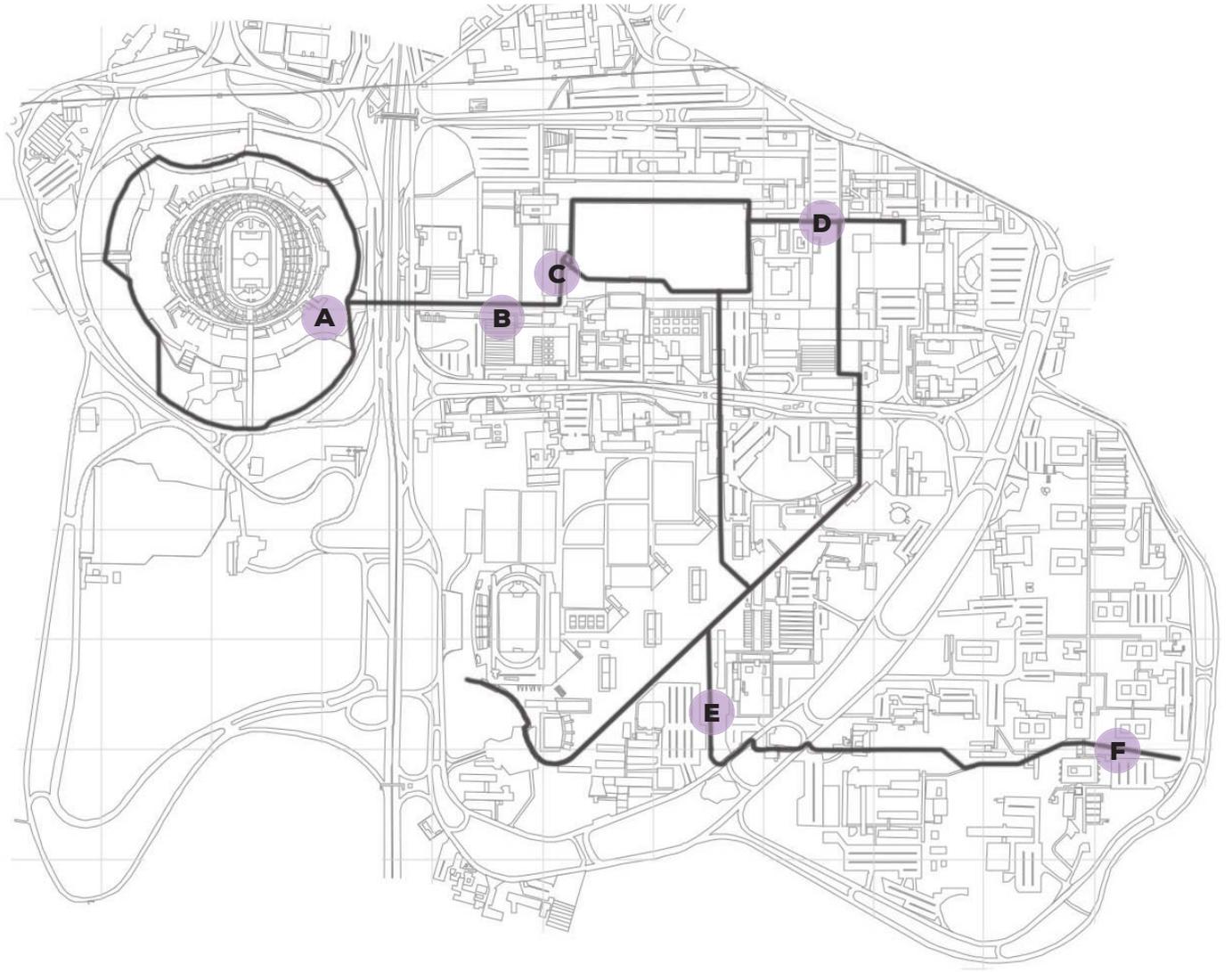
Aerofoto 7816 por FUNDACIÓN ICA

BICIPUMA



*Rutas y estaciones del sistemas de bicicleta compartida *Bicipuma*.

Bicipuma cuenta con 5,980 metros de ciclo pista y 13 estaciones. Es un sistema de tipo manual que opera por medio de las credenciales universitarias. Las bicicletas se encuentran estacionadas libremente dentro de las estaciones, entonces los ciclistas toman una bicicleta y el operario registra el código de la bicicleta para ligarlo al código de la credencial del estudiante. El estudiante cuenta con 20 minutos para llegar a otra estación y devolver la bicicleta.



bicipuma

Debido a que Ciudad Universitaria fue erigida sobre un pedregal de lava volcánica, dentro de la ciclo pista existen zonas cuyas pendientes pronunciadas y características en el relieve, complican la circulación a los ciclistas menos experimentados.

Algunos ciclistas se ven obligados a bajar de la bicicleta y subir por las pendientes a pie mientras remolcan la bicicleta, otros deben acelerar para tomar vuelo o levantarse sobre la bicicleta para incrementar el torque, esto vuelve inestable e insegura la bicicleta

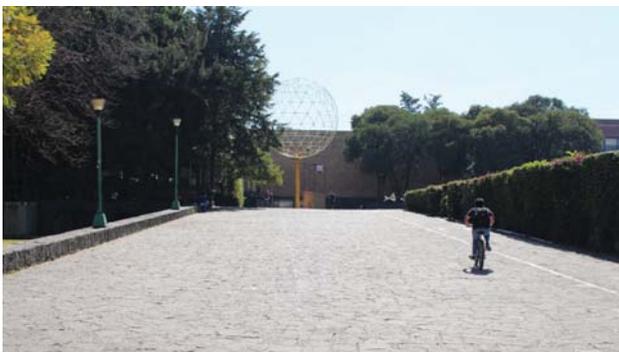
y puede provocar accidentes y lesiones al ciclista y/o a terceros. Por último, un grupo de usuarios evitan trasladarse a estos puntos en bicicleta y prefieren hacerlo a pie o haciendo uso de otros sistemas de transporte dentro del campus.



A Acceso al Estadio Olímpico y estacionamiento N°. 8
PENDIENTE DE 7° CON UNA LONGITUD DE 55 METROS



B Corredor frente a la Facultad de Arquitectura
PENDIENTE DE 10° CON UNA LONGITUD DE 6 METROS



C Corredor entre el espejo de agua y las islas
PENDIENTE EMPEDRADA DE 3° CON UNA LONGITUD DE 97 METROS



D Corredor que conecta la Fac. de Economía con la de Medicina
PENDIENTE EMPEDRADA DE 7.5° CON UNA LONGITUD DE 21 METROS



E Corredor entre la Fac. de Contaduría y el Anexo de Ingeniería
PENDIENTE DE 5° CON UNA LONGITUD DE 200 METROS



F Puente entre Instituto de Física e Instituto de Geofísica
PENDIENTE DE 4° CON UNA LONGITUD DE 131 METROS

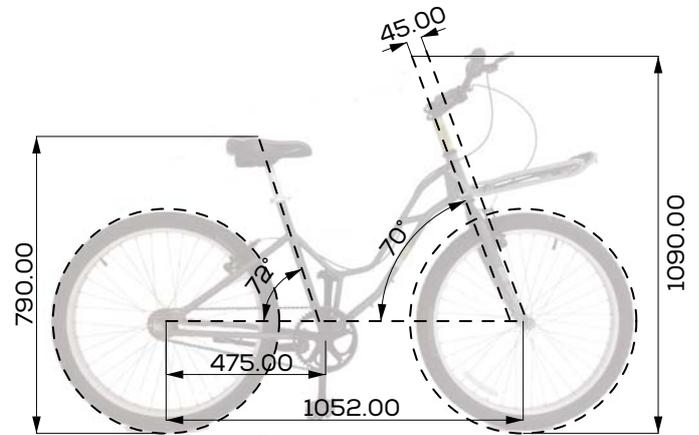
Estos puntos permiten estudiar la eficiencia de la bicicleta *Bicipuma* y compararla con los sistemas de otras bicicletas.

El objetivo es comprender mejor cómo funcionan y se relacionan estos sistemas entre sí, y cómo esa relación influye en la eficiencia de la bicicleta.

Así, se podrá determinar cuál es el sistema más eficiente y aplicarlo a la propuesta de diseño.

Al final, estos puntos permitirán realizar un ejercicio preliminar para comprobar el funcionamiento del sistema propuesto y validar el concepto de diseño.

BICICLETAS PARA ESTUDIO



BICIPUMA

Cotas en mm



Peso	xxxxx	Dirección	Strong, no ajustable
Cuadro	Acero Hi-Ten	Telescopio	1 1/8" Integrada
Tijera	Acero sin suspensión	Manubrio	Gazelle Aerowing II Vario Comfort Tipo Porteur
Rines	Milanium HD	Potencia	Tipo Overdrive
Llantas	Vuelta Italia 26 x 2.125	Asiento	Forza, tipo ciclo turismo
Cambios	-	Luz delantera	-
Frenos	V-Brake Bennotto	Luz trasera	-
		Transmisión	Cadena KMC Z



XXXX
Plato simple
48 dientes
Acero



Shimano
Rueda libre
22 dientes
Acero

2.18:1

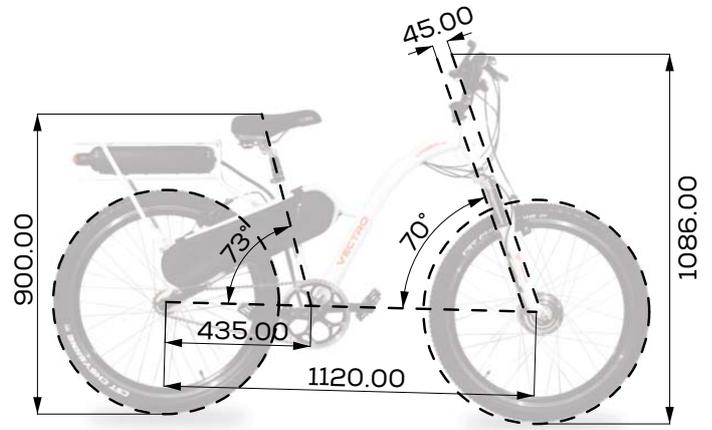
Relación plato-piñón

4.5 m

Desarrollo

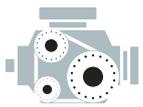
25 km/h

Velocidad Max.



VECTRO LIMBER 250

Cotas en mm



Bafang SWXK
Hub motor
250 Watts
30 Nm



Power Pack 250
Li-Ion
250 Wh
36 V @ 6.6 Ah



Sensor de velocidad
Sensor de cadencia



Peso	23.00 kg.	Dirección	1 1/8" Tradicional
Cuadro	Acero Hi-Ten	Telescopio	Overdrive, marca Neco
Tijera	ZOOM Forgo 565 26" de aluminio con suspensión	Manubrio	Aluminio de 31.6mm Tipo turismo
Rines	Doble pared de aluminio	Potencia	Ajustable, marca Elite
Llantas	CST Cheyenne 26" x 2.125"	Asiento	Cicloturismo, marca End Zone
Cambios	Internos Sturmey Archer S-RF3 de 3 velocidades	Luz delantera	-
Frenos	V-Brake Shimano Alivio T4000	Luz trasera	Integrada a la batería
		Transmisión	Cadena KMC Z



Elite
Plato simple
48 dientes
Acero



Sturmey Archer
Cassette
18 dientes
Acero

2.66:1

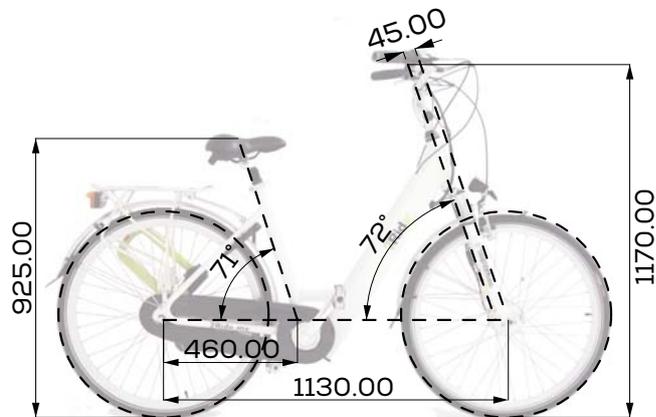
Relación plato-piñón

5.5_m

Desarrollo

31 ^{km}/_h

Velocidad Max.



2RIDE TDD-60Z

Cotas en mm



Aikema 100SX
HUB motor
250 Watts
40 Nm



Li-Ion
300 Wh
36 V @ 8.8 Ah



Sensor de velocidad
Sensor de cadencia



Peso	25.00 kg	Dirección	1 1/8" Integrada
Cuadro	Aluminio cuadro bajo	Telescopio	Overdrive marca Neco
Tijera	Aluminio Topgun con suspensión	Manubrio	Tipo Porteur
Rines	Rodi VR19, 28"	Potencia	Ajustable Promax JS-STM-Z100
Llantas	Heng Shin Tire 700 x c"	Asiento	Kaus, tipo cicloturismo
Cambios	Internos Shimano Nexus Inter 7 SG C3000 7R de 7 velocidades	Luz delantera	Spanninga Dakyo
Frenos	V-Brake Promax	Luz trasera	xxxxxx
		Transmisión	Cadena KMC Z410 Rust-Booster



Promax
Plato simple
38 dientes
Acero



Shimano
Cassette
16 dientes
Acero

2.37:1

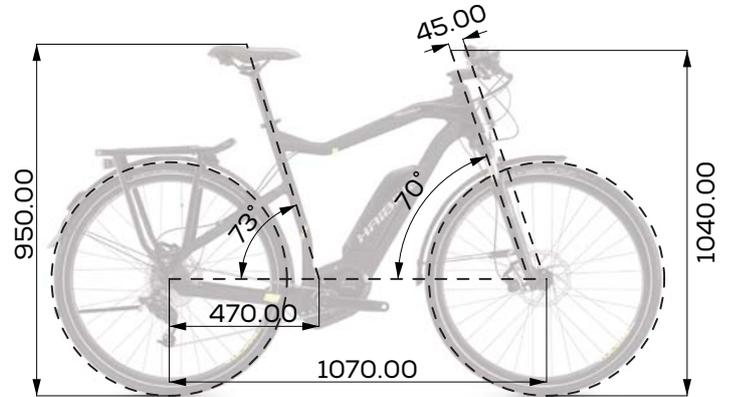
Relación plato-piñón

5.2_m

Desarrollo

25^{km}_h

Velocidad Max.



HAIBIKE XDURO TREKKING RX

Cotas en mm



Performance Line CX
Bosch mid drive motor
250 Watts
75 Nm



Power Pack 400
Bosch Li-Ion Battery
400 Wh
36 V @ 11.0 Ah



Sensor de velocidad
Sensor de cadencia
Sensor de torque



Peso	23.20 kg	Dirección	Semi -integrada de 1 1/8" a 1.5"
Cuadro	48cm. Aleación de aluminio 6061	Telescopio	Tipo Cónico
Tijera	Aluminio, RockShox Paragon TK, PopLoc, 65mm Cónica, con suspensión	Manubrio	xDuro ePerformance, tipo riser
Rines	Taurus Trekking 28"M	Potencia	Xduro Alu 1 1/8" 31.8
Llantas	Schwalbe Energizer 700 x 38c	Asiento	Selle San Marco Milano Comfort tipo montaña
Cambios	Externos Shimano HG600 11 velocidades	Luz delantera	Trelock LS 960
Frenos	De disco hidráulicos Tektro Gemini	Luz trasera	Trelock LS 621
		Transmisión	Cadena Shimano CN-HG601



X-SYNC
Plato simple
18 dientes
Acero



Shimano XT
Cassette
11 - 42 dientes
Acero

1.63:1
0.42:1

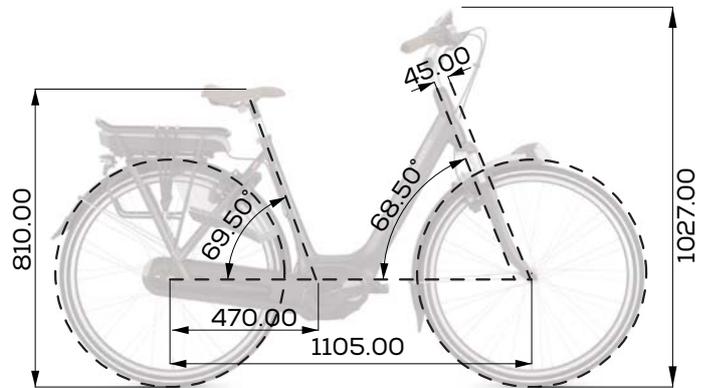
Relación plato-piñón

3.5m
0.9m

Desarrollos

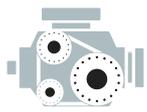
25 ^{km}/_h

Velocidad Max.



GAZELLE ARROYO C8 HMB

Cotas en mm



Bosch Active Line
Mid drive motor
250 Watts
40 Nm



Power Pack 400
Bosch Li-Ion Battery
400 Wh
36 V @ 11.0 Ah



Sensor de velocidad
Sensor de cadencia
Sensor de torque



Peso	26.08 kg	Dirección	1 1/8" Integrada
Cuadro	46cm. Aleación de aluminio	Telescopio	Tipo Overdrive
Tijera	Aluminio, resortes telescópicos, tensión ajustable y recorrido de resorte de 50mm.	Manubrio	Gazelle Aerowing II Vario Comfort Tipo Porteur
Rines	Rodi VR19, 28"	Potencia	Gazelle Switch SL ajustable
Llantas	Schwalbe City Lite 700 x 35c	Asiento	Selle Royal Herz, cicloturismo
Cambios	Internos, Shimano Nexus Inter 8 SG C6000 8R de 8 velocidades	Luz delantera	Gazelle Fender Vision
Frenos	V-Brake hidráulicos Magura HS11	Luz trasera	Spanninga Brasa
		Transmisión	Cadena KMC Z



Miranda
Plato simple
16 dientes
Acero



Shimano
Cassette
18 dientes
Acero

1.12:1

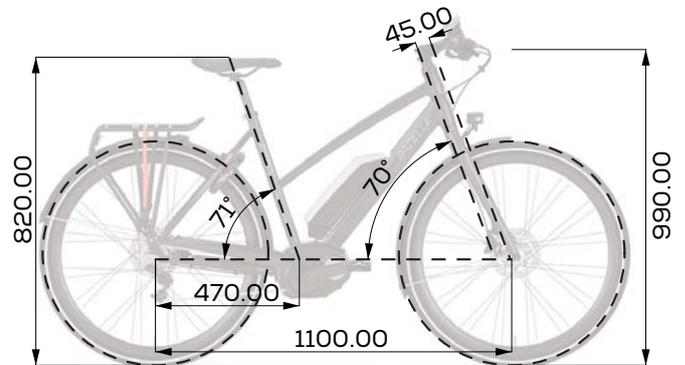
Relación plato-piñón

2.4_m

Desarrollo

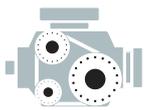
25 ^{km}/_h

Velocidad Max.



GAZELLE CITYZEN C8 HMB

Cotas en mm



Performance Line
Bosch mid drive motor
250 Watts
50 Nm



Power Pack 400
Bosch Li-Ion Battery
400 Wh
36 V @ 11.0 Ah



Sensor de velocidad
Sensor de cadencia
Sensor de torque



Peso	23.13 kg	Dirección	1 1/8" Integrada
Cuadro	46cm. Aleación de aluminio	Telescopio	Tipo Overdrive
Tijera	Aluminio, sin suspensión, ligera	Manubrio	Herrmans DD28 Tipo Riser
Rines	Ryde Dutch 19, 28"	Potencia	Smica ajustable
Llantas	Schwalbe Spicer 700 x 35c (28" x 1.35")	Asiento	Selle Royal Justek, tipo montaña
Cambios	Internos, Shimano Nexus Inter 8 SG C6000 8D de 8 velocidades	Luz delantera	AXA Blue line, 30 lux
Frenos	De disco hidráulicos Shimano BL-M315	Luz trasera	Spanninga Solo
		Transmisión	Cadena KMC X1



Miranda
Plato simple
22 dientes
Acero



Shimano
Cassette
22 dientes
Acero

1:1

Relación plato-piñón

2.1m

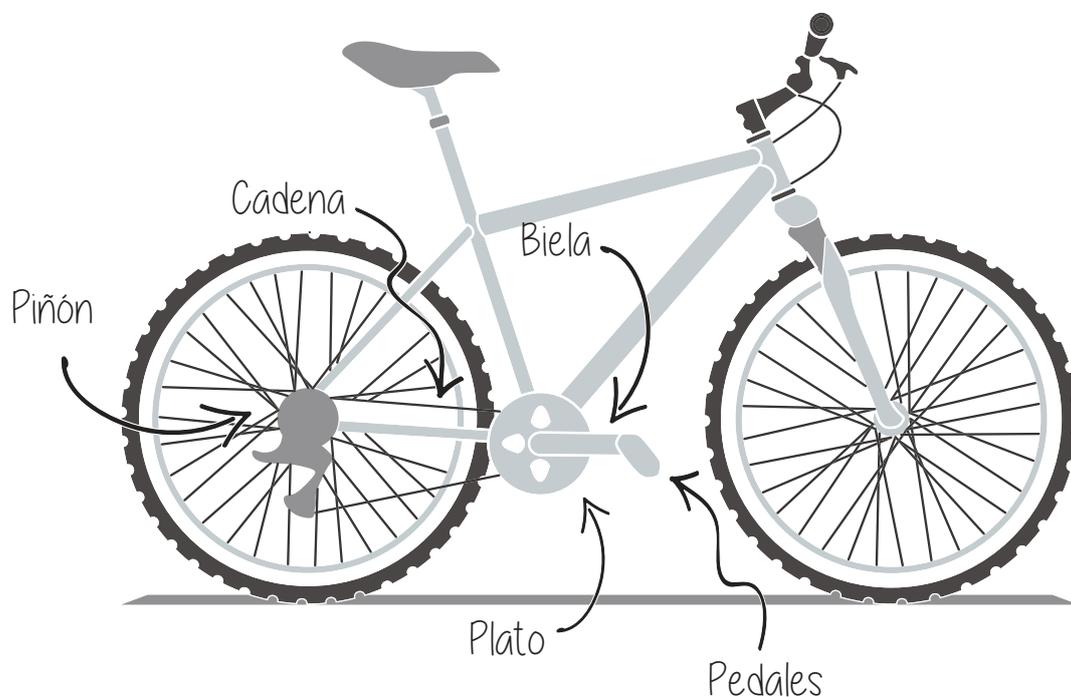
Desarrollo

25 km/h

Velocidad Max.

Estudio mecánico

En una bicicleta la transferencia de movimiento se realiza por medio de los pedales, las bielas, el plato, la cadena y los piñones. La relación entre estos componentes, determina en gran parte la eficiencia del pedaleo y por consiguiente la eficiencia de la bicicleta misma.



Adicionalmente a los componentes antes mencionados, la eficiencia en el pedaleo, se rige también por la cadencia y la resistencia.

cadencia

La cadencia es el número de revoluciones por minuto que dan la biela y los pedales, en otras palabras, la velocidad de giro de los pedales.

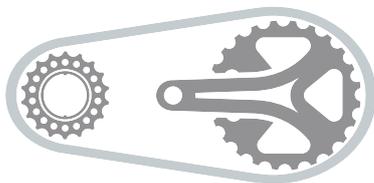
resistencia

La resistencia es la fuerza que el ciclista debe aplicar a los pedales para mantenerlos en movimiento.

CAMBIOS EXTERNOS

Entonces un pedaleo eficiente equilibra la cadencia y la resistencia, y para un ciclista urbano, una cadencia adecuada puede oscilar entre las 60 y 80 revoluciones por minuto.

Las velocidades en una bicicleta permiten subir colinas, arrancar y acelerar de manera más eficiente, su objetivo es mantener girando las piernas a la misma velocidad mientras se aplica la misma fuerza en diferentes circunstancias, en otras palabras, mantienen una cadencia estable y es por ello que se utilizan velocidades altas y bajas.

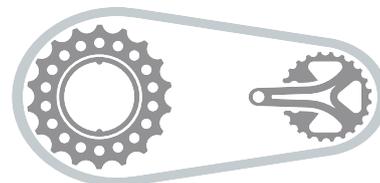


PIÑÓN CHICO + PLATO GRANDE

Velocidad alta

Esta combinación genera mayor velocidad, cada pedaleo permite recorrer una mayor distancia, pero provoca un aumento en la resistencia.

Es útil en terrenos llanos donde se requiere una marcha larga que mantenga una velocidad de cruceo alta a bajas revoluciones en los pedales.



PIÑÓN GRANDE + PLATO CHICO

Velocidad baja

Esta combinación genera una menor resistencia, permite subir de manera más fácil, pero sacrifica la distancia que se recorre en cada pedaleo.

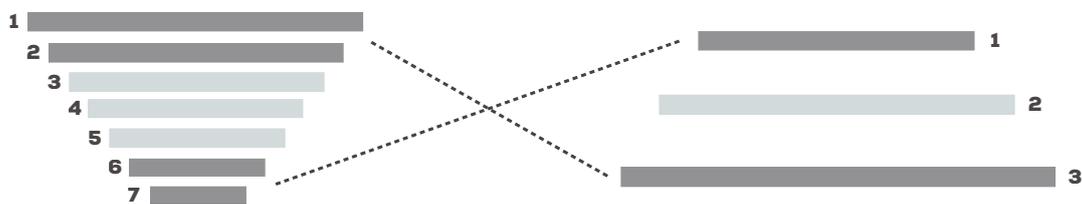
Ideal en pendientes donde es necesario aplicar más fuerza para avanzar y vencer la fuerza de gravedad que tira hacia abajo.

Las bicicletas con velocidades utilizan sistemas de cambios con por lo menos tres velocidades y el sistema de cambios externos es el tipo de sistema más común.

Dicho sistema requiere que el ciclista se encuentre pedaleando para realizar el cambio, las combinaciones entre platos y piñones ofrecen un amplio rango de velocidades; sin embargo, ciertas combinaciones dan velocidades muy similares entre sí, y por lo tanto, se consideran la misma.

Dado que las diferentes combinaciones requieren diferentes longitudes de cadena, el sistema posee un tensor para que la cadena trabaje adecuadamente y no salte de un piñón a otro de forma indeseada; así mismo, se requiere de un desviador delantero que salte la cadena de un plato a otro.

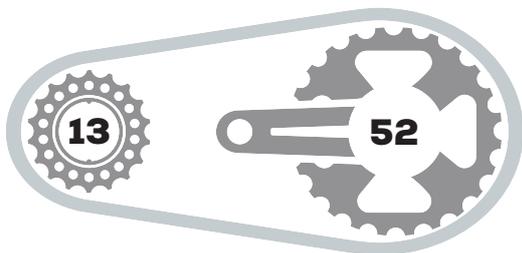
En los cambios externos, existen sistemas sencillos que poseen de 3 a 5 velocidades y sistemas más completos con hasta 24 velocidades. Estos últimos, por lo general, emplean más de un plato en los pedales y como regla general se deben evitar las combinaciones plato grande-piñón grande y plato chico-piñón chico, porque el ángulo extremo con el que trabaja la cadena respecto al plato y el piñón, provoca un desgaste mayor en los dientes y la cadena.



VELOCIDADES EXTREMAS

Cada velocidad, proporciona una relación de marcha distinta. Esta relación consiste en la velocidad con que giran las ruedas respecto a la velocidad con que gira el plato en cada pedaleo; por lo tanto, el tamaño del piñón y del plato determina esta relación.

Para calcular la relación de la marcha, se divide el número de dientes del plato entre el número de dientes del piñón.



$$52 / 13 = 4$$

RELACIÓN DE MARCHA

En este caso, se combina un plato de 52 dientes con un piñón de 13, el cociente de la división es 4. Esto significa que por cada giro del plato, el piñón girara 4 veces y entonces la relación de marcha es 4 : 1. Conocer esta relación permite mantener una cadencia eficiente bajo diferentes circunstancias.

El desarrollo de una marcha es la longitud que avanza la rueda por cada giro de los pedales. Este desarrollo se calcula multiplicando la relación de la marcha por la longitud en milímetros de la rueda.

Para aplicar la relación de marcha del caso anterior, a una bicicleta con ruedas de 26 pulgadas, se deben realizar varias operaciones para conocer el desarrollo. En primer lugar se debe conocer el diámetro de la rueda en milímetros para después obtener su longitud.

$$26 \times 25.4 = 660.4 \qquad 660.4 \times 3.14 = 2,073.6$$

DIÁMETRO EN MILÍMETROS

LONGITUD EN MILÍMETROS

Con el propósito de obtener un dato más conciso y fácil de comprender se convierte la longitud en milímetros de la rueda a una longitud expresada en metros. Para ello se divide el producto entre mil o basta trasladar el punto decimal tres unidades a la izquierda.

$$4 \times 2.07 = 8.28$$

RELACIÓN DE MARCHA

LONGITUD DE LA RUEDA

DESARROLLO DE MARCHA

El producto de la operación es 8.28, esto significa que por cada giro de los pedales, la rueda avanzara 8.28 metros y el desarrollo de la marcha es 8.28 : 1.

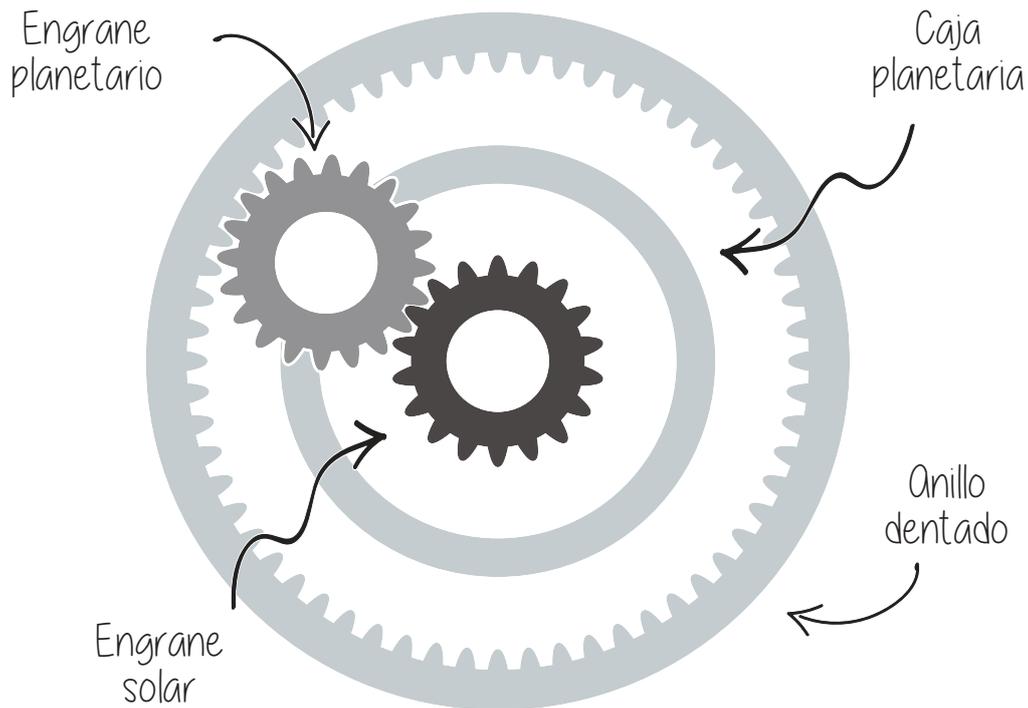
Calcular este valor, permite comparar desarrollos en bicicletas con distintos tamaños de rueda. Esto resulta especialmente útil cuando se estudian bicicletas para sistemas de préstamo que por lo general utilizan rodadas pequeñas y emplean estos sistemas.

Los sistemas de cambios externos brindan gran flexibilidad al ciclista y son de utilidad en bicicletas mecánicas y de particulares; sin embargo, requieren mucho mantenimiento.

Por otro lado, los sistemas de bicicletas compartidas, emplean un tipo de sistema que es cada vez es más frecuente en las bicicletas de tipo eléctrico y que son de interés para este estudio.

CAMBIOS INTERNOS

Los cambios internos son un sistema análogo a los cambios externos. Funcionan por medio de engranes planetarios contenidos dentro de un buje. El engranaje planetario básico consiste de un engrane solar ubicado al centro, un engrane planetario, sujeto a la caja planetaria que gira alrededor del engrane solar, y de un anillo dentado, este último posee dientes en su circunferencia interior que se acoplan al engrane planetario.



Para funcionar, una de estas unidades debe ser la entrada o el medio por el cual la potencia es entregada al ensamble, otra unidad debe ser la salida o el componente que transmite la relación de transmisión final a la rueda y la otra unidad, el componente fijo que permite que los otros componentes reaccionen contra él. Los componentes alternan entre sí para generar las distintas velocidades.

Engrane solar

Para aplicaciones del sistema planetario en una bicicleta, el engrane solar siempre es el engrane reaccionario o fijo, este componente no se traslada ni rota sobre sí mismo.

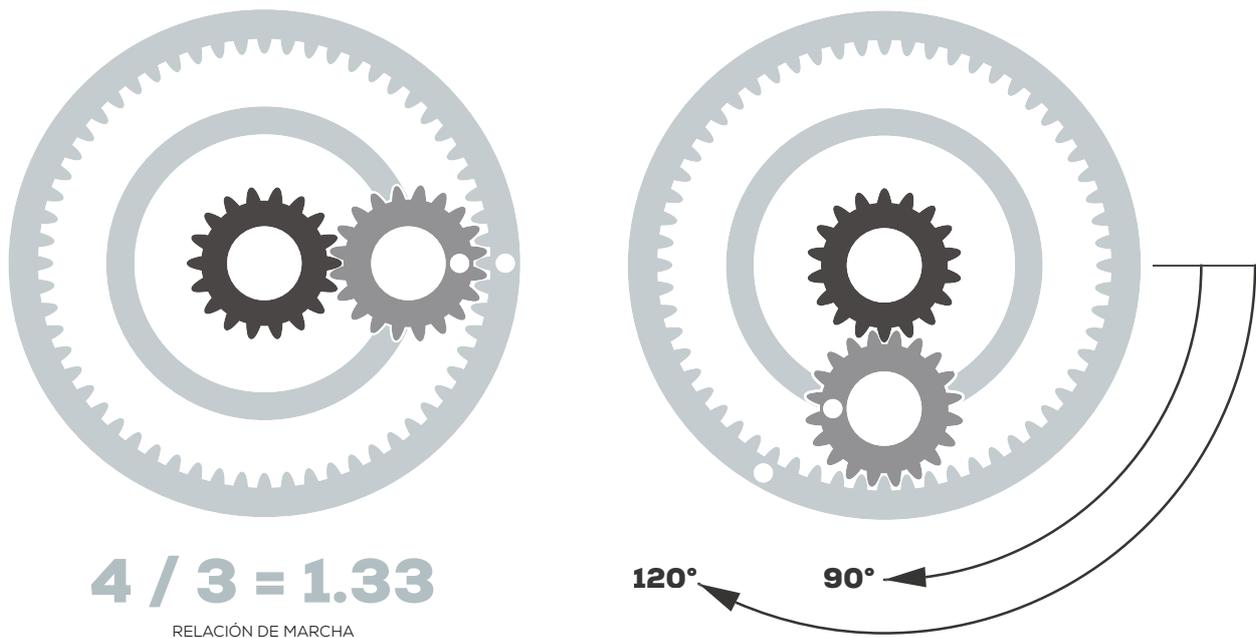
Engrane planetario

Cuando el engrane planetario es la entrada, el anillo se convierte en la salida y se obtiene una sobre marcha o velocidad alta.

Anillo dentado

Cuando el anillo es la entrada, el engrane planetario se convierte en la salida y se obtiene una bajo marcha o velocidad baja.

Al aplica energía para girar la caja planetaria 90° , la rotación adicional del engrane planetario hace que el anillo gire unos grados más, en este caso un extra de 30° , sumando así un total de 120° . A la inversa, si el anillo se mueve 120° , la caja planetaria mueve el engrane planetario 90° . En este sistema de engranes, el anillo gira 4 veces por cada 3 giros de la caja planetaria y por lo tanto la relación de marcha es 1.33 : 1.



Los fabricantes de cambios internos aplican estos principios básicos en el diseño de sus sistemas, en ellos, la energía es suministrada por el piñón.

Engranaje
alto

Cuando el piñón hace girar la caja planetaria, el anillo hace girar el eje y se obtiene un engranaje alto, la rueda gira 4 veces por cada 3 giros del piñón.

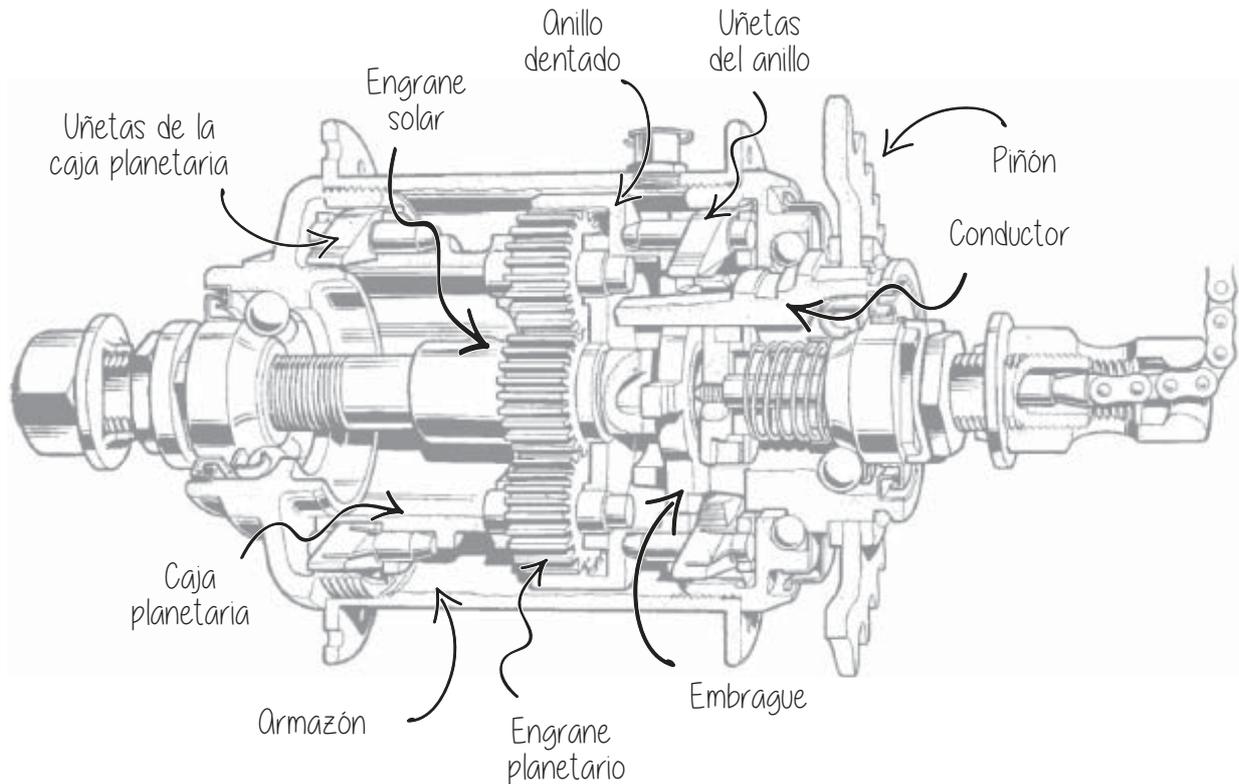
Engranaje
bajo

Si el piñón gira al anillo y la caja planetaria gira el eje, se obtiene un engranaje bajo, la rueda gira 3 veces por cada 4 giros del piñón.

Engranaje
normal

Si el piñón gira directamente al eje, sin pasar la energía a través de la caja planetaria ni el anillo, se obtiene un engranaje normal o directo, la rueda gira 1 vez por cada giro del piñón.

Estas son las bases para un sistema interno de tres velocidades; sin embargo, en la práctica, son necesarios más componentes para hacer que el sistema funcione correctamente.



En primer lugar, hay engranes planetarios adicionales sujetos a la caja planetaria y la energía del piñón es transmitida a través de un conductor hasta un embrague con forma cruzada. La conexión entre el anillo y el armazón, se realiza por medio de uñetas que están sujetas al anillo y que enganchan en el trinquete ubicado dentro del armazón. Igualmente la caja planetaria puede ser conectada al armazón por medio de uñetas sujetas a la superficie de la caja.



En la velocidad alta, el embrague activa los pines de los engranes planetarios. El piñón está sujeto al conductor que empuja contra los brazos del embrague, así proporciona el enlace directo entre el piñón y la caja planetaria, como la caja gira al rededor del engrane solar, los engranes planetarios rotan, provocando que el anillo gire más rápido. Las uñetas del anillo se enganchan al trinquete del armazón y rotan el eje. Las uñetas de la caja planetaria se sobre pasan debido a que el eje se mueve más rápido que la caja a las que están sujetas.

02 En la velocidad media, el embrague se encuentra en la posición intermedia y sus brazos evitan los pines de los engranes planetarios, pero enganchan en las ranuras del anillo. Esto transfiere de manera efectiva y directa la potencia del piñón, a través del anillo, las uñetas del anillo y el trinquete del armazón; así el eje rota a la misma velocidad que el piñón. Al igual que en la velocidad alta, el eje se mueve más rápido que la caja planetaria y las uñetas de la caja son sobre pasadas.

01 En la velocidad baja, el embrague aún engancha en las ranuras del anillo, esto conecta el piñón con el anillo, no obstante el embrague está ahora en su posición autónoma, así que los brazos también desvían las uñetas del anillo y previenen que enganchen el trinquete. Cuando rota el anillo los engranes planetarios hacen girar la caja a una velocidad más lenta. Como las uñetas del anillo están desviadas, las uñetas de la caja planetaria pueden enganchar en el trinquete del armazón y rotar el eje.

La relación diferencial de estos sistemas, se rige por la diferencia de tamaño entre el engrane solar y el anillo, cuanto mayor sea el tamaño del engrane solar en relación con el anillo, mayor será la diferencia de velocidad entre los dos. Esa relación se puede calcular dividiendo el número de dientes de ambos componentes; sin embargo, en la mayoría de los casos los fabricantes mencionan esta relación en la descripción u hoja técnica de sus productos.

Así, se puede calcular con exactitud la relación a la que trabaja la transmisión con las diferentes velocidades del sistema de cambios internos.

El desarrollo de la marcha, se obtiene multiplicando la relación de marcha del sistema externo, por la relación de marcha de cada velocidad en el sistema interno y posteriormente se multiplica el producto de esa operación por la longitud de la rueda.

velocidad

03

$$(4 \times 1.33) \times 2.07 = 11.01 \text{ m.}$$

RELACIÓN DE MARCHAS

LONGITUD DE LA RUEDA

DESARROLLO DE LA MARCHA

velocidad

01

$$(4 \times 0.75) \times 2.07 = 6.21 \text{ m.}$$

La segunda velocidad transfiere la energía de manera directa, por lo tanto la relación de la marcha no se modifica ni el desarrollo es alterado.

COMPARATIVA

Las bicicletas de estudio poseen cuatro sistemas diferentes, tres de tipo interno y uno de tipo externo. Cada sistema con diferente número de velocidades y con su propia relación de marcha definida por el fabricante.

La comparación de estos sistemas refleja que existe una relación baja que comparten en común y relaciones medias y altas muy similares. Estas similitudes permiten comparar las bicicletas de manera equitativa.



Sturmey Archer de 3 velocidades
VECTRO LIMBER 250

-
- 1** - **0.75** x 2.66 = 1.99
 - 2** - **1.00** x 2.66 = 2.66
 - 3** - **1.33** x 2.66 = 3.53



Shimano Nexus de 7 velocidades
2RIDE TDD-60Z

-
- 1** - **0.632** x 2.37 = 1.49
 - 2** - **0.731** x 2.37 = 1.75
 - 3** - **0.843**
 - 4** - **0.989**
 - 5** - **1.145**
 - 6** - **1.335** x 2.37 = 3.17
 - 7** - **1.545**

En las zonas conflictivas dentro de la ciclo pista, se puede probar la relación baja que tienen en común para evaluar el comportamiento y eficiencia de cada una de las bicicletas y comparar los resultados con el rendimiento obtenido por la *Bicipuma*.



Shimano Nexus de 8 velocidades
GAZELLE ARROYO Y GAZELLE CITYZEN

1	-	0.527	$\times 1.125 = 0.592$ $\times 1 = 0.527$
2	-	0.644	
3	-	0.748	$\times 1.125 = 0.841$ $\times 1 = 0.748$
4	-	0.851	
5	-	1.000	$\times 1.125 = 1.125$ $\times 1 = 1$
6	-	1.223	
7	-	1.419	
8	-	1.615	



Shimano XT de 11 velocidades
HAIBIKE XDURO TREKKING RX

1	-	0.428
2	-	0.486
3	-	0.562
4	-	0.642
5	-	0.75
6	-	0.857
7	-	0.947
8	-	1.058
9	-	1.2
10	-	1.384
11	-	1.636

La primera prueba se realizó entre las bicicletas cuya relación en el plato y el piñón, se asemeja más a la relación que tiene la *Bicipuma* en su plato y piñón.

Esta prueba se realizó operando cada bicicleta en la velocidad con la relación baja que comparten en común y con valor de 0.7.



BICIPUMA

2.18:1

✓	SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO CERO		ESFUERZO MEDIO
✗	NO SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO MÍNIMO		ESFUERZO ALTO
			ESFUERZO BAJO		ESFUERZO MÁXIMO

<p>Zona A</p>		
<p>Zona B</p>		
<p>Zona C</p>		
<p>Zona D</p>		
<p>Zona E</p>		
<p>Zona F</p>		



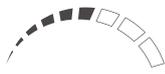
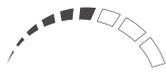
VECTRO LIMBER 250

1.99:1



2RIDE TDD-60Z

1.75:1



En la zona "A", la aplicación del sistema de cambios no hizo diferencia para subir la pendiente, aun cuando el ciclista aplico su máximo esfuerzo.

En la zona "B", el sistema permitió al ciclista subir la pendiente; sin embargo, no disminuyó la resistencia.

En la zona "C", el sistema tampoco hizo diferencia alguna, no redujo la resistencia y el ciclista subió la pendiente haciendo el mismo esfuerzo.

En la zona "D", el sistema no redujo la resistencia ni permitió al ciclista subir por la pendiente empedrada de la zona.

En la zona "E", el sistema de cambios no generó una diferencia.

En la zona "F", el sistema no redujo la resistencia, pero le permitió al ciclista subir la pendiente cuando aplica toda su fuerza.

La segunda prueba fue entre las bicicletas cuya relación en el plato y el piñón, dista más de la relación que tiene la *Bicipuma*.

Esta prueba se realizó operando cada bicicleta en la velocidad con la relación baja que comparten en común y con valor de 0.7.



GAZELLE ARROYO

0.84:1

✓	SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO CERO		ESFUERZO MEDIO
✗	NO SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO MÍNIMO		ESFUERZO ALTO
			ESFUERZO BAJO		ESFUERZO MÁXIMO

<p>Zona A</p>		
<p>Zona B</p>		
<p>Zona C</p>		
<p>Zona D</p>		
<p>Zona E</p>		
<p>Zona F</p>		



HAIBIKE XDURO TREKKING RX

0.75:1



GAZELLE CITYZEN

0.74:1



En la zona "A" siguió sin haber cambios al aplicar el sistema con otras relaciones plato-piñón.

En la zona "B" se mantuvo la reducción de resistencia y el ciclista pudo subir la pendiente pero no hubo algún otro cambio.

En la zona "C" se disminuyó la resistencia y permitió al ciclista subir la pendiente aplicando aún menos fuerza.

En la zona "D" siguió sin haber cambios al aplicar el sistema con otras relaciones plato-piñón.

En la zona "E" también hubo una disminución de la resistencia y permitió al ciclista subir la pendiente haciendo menos esfuerzo.

En la zona "F" se mantuvo la reducción de resistencia y el ciclista pudo subir la pendiente, pero no hubo algún otro cambio.

La tercera y última prueba fue entre las bicicletas de la comparativa anterior haciendo uso de la primera velocidad de cada una.

Estas velocidades tienen relaciones por debajo de 0.75.



GAZELLE ARROYO

0.59:1

✓	SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO CERO		ESFUERZO MEDIO
✗	NO SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO MÍNIMO		ESFUERZO ALTO
			ESFUERZO BAJO		ESFUERZO MÁXIMO

<p>Zona A</p>		
<p>Zona B</p>		
<p>Zona C</p>		
<p>Zona D</p>		
<p>Zona E</p>		
<p>Zona F</p>		



GAZELLE CITYZEN

0.52:1



HAIBIKE XDURO TREKKING RX

0.42:1



En la zona "A", la aplicación de una relación aún menor permitió al ciclista subir la pendiente aplicando su máximo esfuerzo.



En la zona "B" se redujo la resistencia y el ciclista pudo subir la pendiente haciendo menos esfuerzo.



En la zona "C" se disminuyó la resistencia solo con uno de los modelos, sin embargo en general no hubo cambios.



En la zona "D" la relación menor permitió subir la pendiente y en un caso redujo la resistencia.

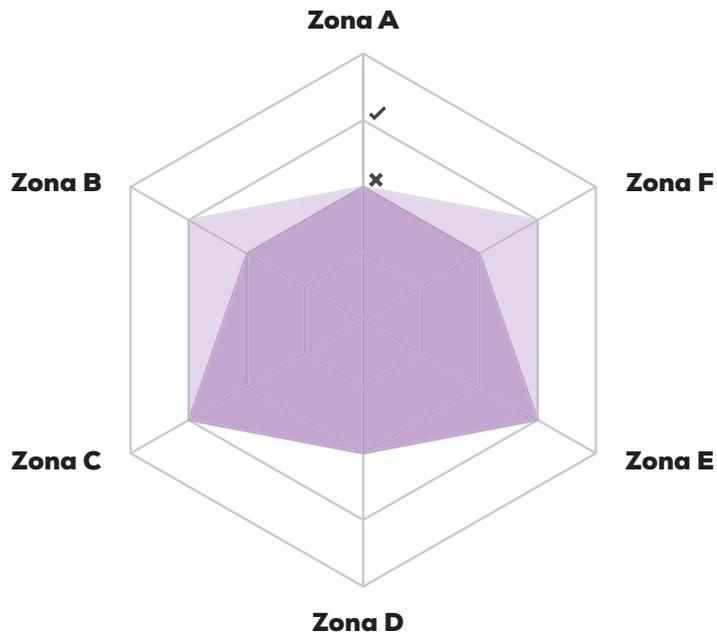


En la zona "E" en general no hubo cambios, solo en el caso de la bicicleta de montaña se redujo la resistencia.



En la zona "F" en general no se presentan cambios y solo el modelo de montaña logra reducir un poco la resistencia.

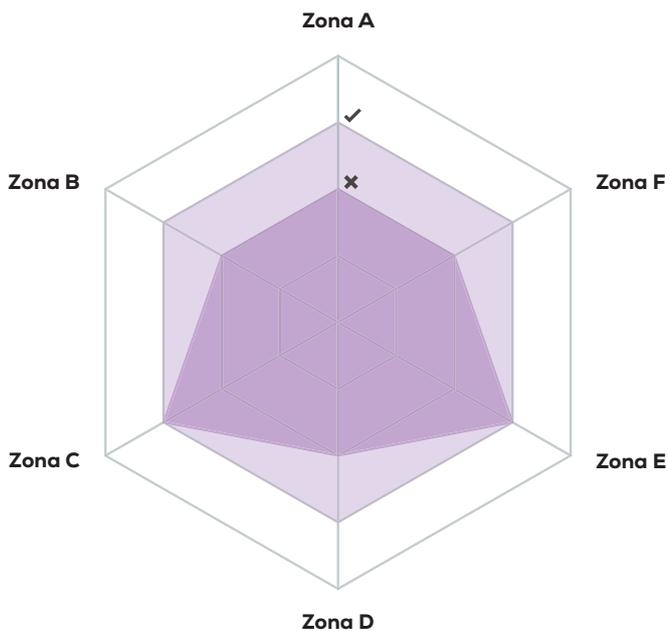
CONCLUSIONES



↑↑ 33.3%

La aplicación de un sistema de cambios de 3 velocidades, aumentaría en un 33.3% la eficiencia del sistema *Bicipuma*.

- SIN SISTEMA DE CAMBIOS
- CON SISTEMA DE 3 VELOCIDADES



↑↑ 66.6%

La aplicación de un sistema de cambios con más de 3 velocidades, aumentaría en un 66.6% la eficiencia del sistema *Bicipuma*.

- SIN SISTEMA DE CAMBIOS
- CON SISTEMA DE 7 A 11 VELOCIDADES

Con base en el análisis de la información y datos generados a partir de este primer estudio, se pueden hacer las siguientes afirmaciones:

01
LAS BICICLETAS MECÁNICAS QUE INCORPORAN UN SISTEMA DE CAMBIO DE VELOCIDADES, SON MÁS VERSÁTILES Y EFICIENTES QUE AQUELLAS CON UNA ÚNICA VELOCIDAD.

02
EN LOS SISTEMAS DE CAMBIOS, LAS RELACIONES DE MARCHA MENORES A 1:1 SON MÁS EFICIENTES PARA SUBIR PENDIENTES PUES REDUCEN SIGNIFICATIVAMENTE LA RESISTENCIA.

03
LOS SISTEMAS DE CAMBIOS CON MAYOR NÚMERO DE VELOCIDADES SON MÁS EFICIENTES, PUES REDUCEN LA RESISTENCIA Y MEJORAN EL RENDIMIENTO EN UN MAYOR PORCENTAJE.

04
UN SISTEMA DE CAMBIO DE VELOCIDADES CON UN NÚMERO MAYOR A TRES VELOCIDADES, ES RECOMENDABLE PARA SISTEMAS DE BICICLETAS DE PRÉSTAMO COMPLETAMENTE MECÁNICOS.

05
LOS SISTEMAS DE CAMBIOS INTERNOS SON LIBRES DE MANTENIMIENTO, Y POR LO TANTO, REDUCEN A LARGO PLAZO LOS COSTOS DE MANTENIMIENTO DEL SISTEMA.

06
LOS CAMBIOS INTERNOS POSEEN LAS MISMAS VIRTUDES MECÁNICAS QUE LOS SISTEMAS DE CAMBIOS EXTERNOS.

MOTORES

De manera general, la eficiencia de un motor eléctrico está determinada por la relación que existe entre la energía eléctrica que entra en él y la potencia de salida que el motor genera.

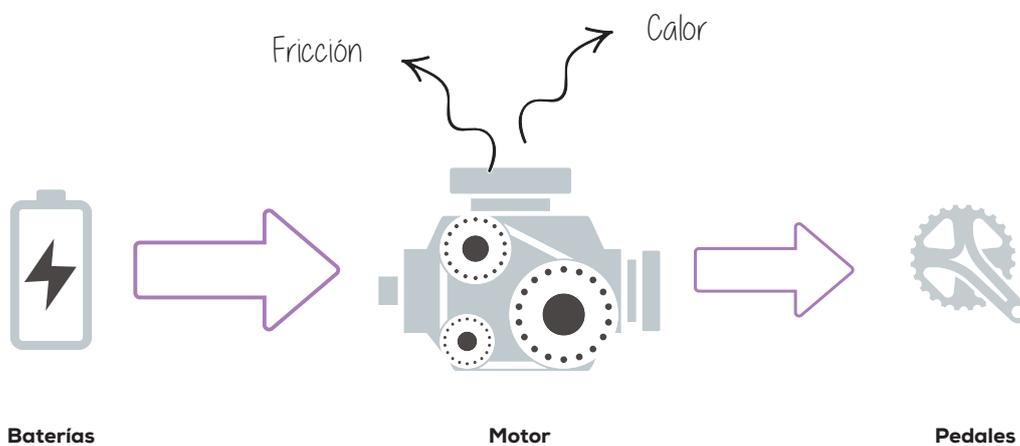
potencia de entrada

La potencia de entrada o entrada de energía eléctrica, se calcula con base en el voltaje y la corriente suministrada al motor.

potencia de salida

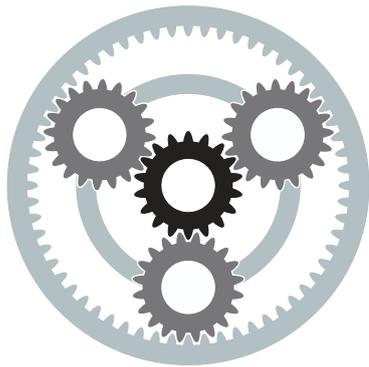
La potencia de salida o salida de potencia mecánica, se calcula con base en el torque y velocidad requerida para mover el objeto conectado al motor.

La potencia de salida es siempre menor a la entrada de energía eléctrica, ya que durante la conversión, una fracción de esa energía se pierde a través de calor y fricción.

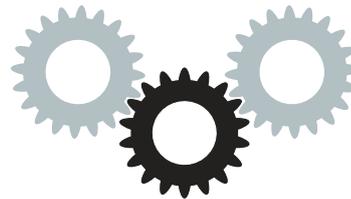


El diseño de los motores eléctricos, tiene como objetivo minimizar esa pérdida y mejorar la eficiencia de la salida de potencia mecánica.

Muy similar a lo que ocurre en los sistemas de cambios internos, el diseño de los motores también incluye un sistema de engranes. Los motores en el eje de la rueda, utilizan engranes planetarios mientras que los motores en el eje del pedalier utilizan engranes de eje paralelo.



Engrane planetario



Engrane de eje paralelo

Estos engranajes, proporcionan apalancamiento y permiten lograr a los motores un mayor rendimiento en un espacio y peso reducido. Sin embargo, también produce fricción, desgaste y ruido.

La principal función del engranaje, es modificar la velocidad y el torque que sale del motor. Esa modificación se conoce como radio de reducción y hace referencia específicamente a la velocidad de rotación que sale del motor.

Generalmente, esta velocidad se reduce, y para ello se junta un engrane pequeño con un engrane más grande. Cuando esto sucede, se obtiene el efecto opuesto en el torque, el cual se multiplica. En algunos casos el radio de reducción se encuentra especificado en la ficha técnica del motor.

En los engranes planetarios, el radio de reducción se rige por la diferencia de tamaño entre el engrane solar y el anillo, cuanto mayor sea el tamaño del engrane solar en relación con el anillo, mayor será la diferencia de velocidad entre los dos.

El cálculo de ese radio, se realiza sumando la cantidad de dientes del engrane planetario con la cantidad de dientes del anillo dentado, y posteriormente, se divide ese resultado entre la cantidad de dientes del engrane solar.

Por ejemplo, un sistema planetario con 12 dientes en el anillo planetario y 72 en el anillo dentado, tendría un radio de reducción de 7:1.

$$([12 + 72] / 12 = 7)$$

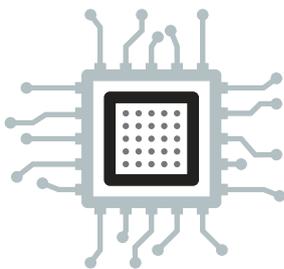
Los engranes de eje paralelo muchas veces contienen conjuntos múltiples de engranes, para aumentar la reducción. El radio de reducción total se calcula multiplicando cada relación de transmisión individual de cada uno de los conjuntos de engranes.

Por ejemplo, en un sistema paralelo con relaciones de transmisión 3:1, 4:1, y 5:1, el radio de reducción total es 60.

$$([3 \times 4] \times 5 = 60)$$

Si el motor alcanzara 1.12Nm @ 3,450 rpm, entonces la velocidad se reduciría a 57.5 rpm y el torque se incrementaría de 1.12 Nm a 67.7 Nm.

El radio de reducción de un motor, dependerá en gran medida del propósito para el que es diseñado dicho motor. El fin puede ser la velocidad o la fuerza, y ello determinara en parte su eficiencia.



Unidad de control

La unidad de control, es el cerebro del motor y la otra parte que determina la eficiencia de un motor.

Su función, es gobernar de manera predeterminada la operación del motor y proporcionar protección para asegurar su funcionamiento.

Es el controlador el que determina cuánta energía eléctrica pasa de la batería al motor, cuánta ayuda proporciona al ciclista, la velocidad máxima y puede cortar la energía si se sobrecalienta el motor.

COMPARATIVA

Las bicicletas de estudio, poseen cinco motores diferentes, dos de ellos para eje en la rueda y tres para eje de los pedales. Cada motor posee características distintas, su propio controlador y radio de reducción.

Todos, requieren el mismo suministro de energía eléctrica, 36 volts; sin embargo, el propósito y diseño que cada fabricante le ha dado a su motor, proporciona diferentes resultados en la potencia de salida.



Bafang SWXK
VECTRO LIMBER 250



Vel. máx.



225%
Asist. máx.



Torque máx.

1:4.3
Radio de reducción



Aikema 100SX
2RIDE TDD-60Z



Vel. máx.



250%
Asist. máx.



Torque máx.

1:12.6
Radio de reducción

Esa diferencia en la potencia de salida permite comparar la asistencia de cada motor y probar la eficiencia de cada bicicleta en las zonas conflictivas dentro de la ruta de *Bicipuma*.

Con esa información se puede determinar qué sistema es el más conveniente para un sistema de bicicletas de préstamo.



Bosch Active Line
GAZELLE ARROYO



Vel. máx.



250%
Asist. máx.



Torque máx.



Bosch Performance Line Cruise
GAZELLE CITYZEN



Vel. máx.



275%
Asist. máx.



Torque máx.



Bosch Performance Line CX
HAIBIKE XDURO TREKKING RX



Vel. máx.



300%
Asist. máx.



Torque máx.

Del mismo modo, la primer prueba se realizó entre las bicicletas cuya relación en el plato y el piñón, se asemeja más a la relación que tiene la *Bicipuma*.

La prueba se realizó operando cada bicicleta en la velocidad con la relación baja que comparten en común y combinándolo con los distintos modos de manejo de cada motor.



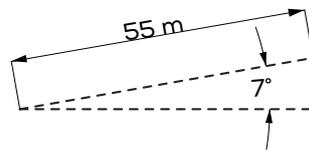
BICIPUMA

2.18:1

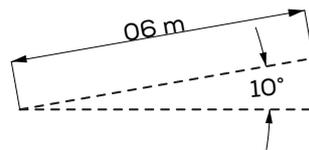
✓	SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO CERO		ESFUERZO MEDIO
✗	NO SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO MÍNIMO		ESFUERZO ALTO
			ESFUERZO BAJO		ESFUERZO MÁXIMO



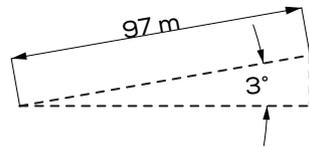
Zona A



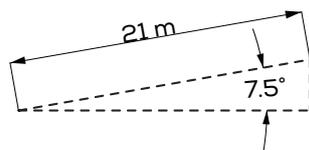
Zona B



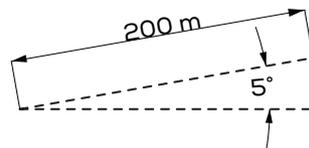
Zona C



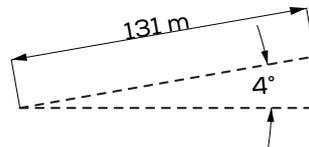
Zona D



Zona E



Zona F





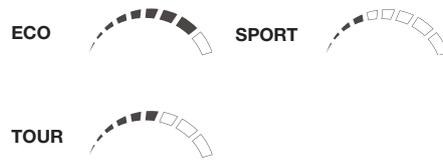
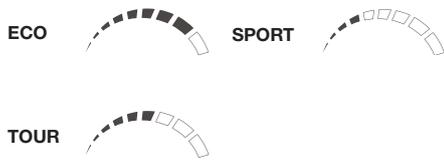
VECTRO LIMBER 250

1.99:1 + 30Nm

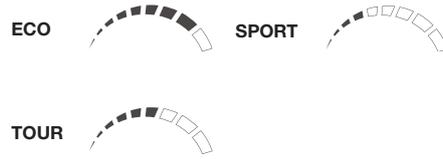
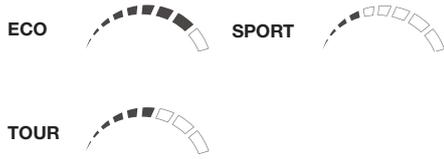


2RIDE TDD-60Z

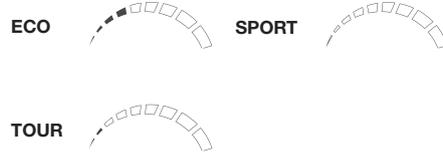
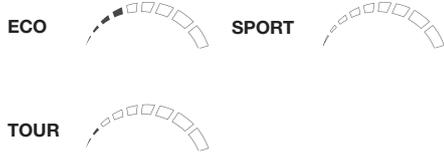
1.75:1 + 40Nm



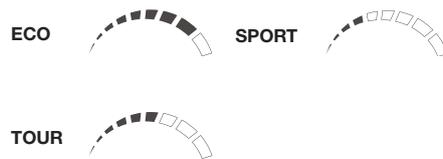
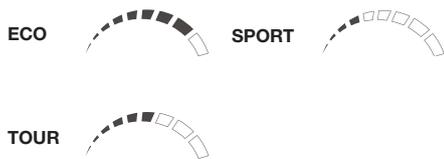
En la zona "A" el motor permitió subir la pendiente y redujo el esfuerzo que el ciclista debe realizar.



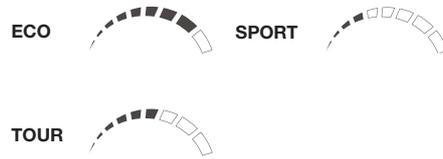
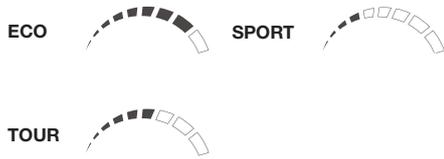
En la zona "B" el motor permitió subir sin problemas y redujo el esfuerzo que el ciclista debe realizar.



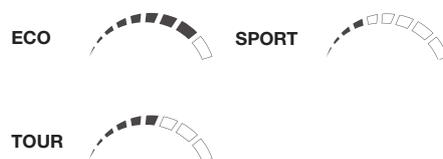
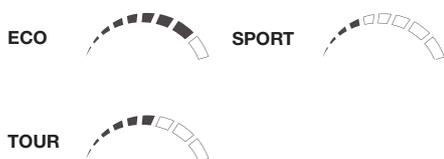
En la zona "C" la aplicación del motor disminuye la resistencia y el esfuerzo del ciclista.



En la zona "D" el motor permite al ciclista subir la pendiente y le reduce el esfuerzo.



En la zona "E" el motor facilita subir pues reduce la resistencia y el esfuerzo del ciclista.



En la zona "F" la aplicación del sistema de asistencia permite al ciclista subir la pendiente y reduce el esfuerzo.

La segunda prueba fue entre las bicicletas cuya relación en el plato y el piñón, dista de la relación que tiene la *Bicipuma*.

La prueba se realizó operando cada bicicleta en la velocidad con la relación baja que comparten en común y combinándolo con los distintos modos de manejo de cada motor.



GAZELLE ARROYO

0.84:1 + 40Nm

✓	SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO CERO		ESFUERZO MEDIO
✗	NO SUBE LA PENDIENTE		ESFUERZO MÍNIMO		ESFUERZO ALTO
			ESFUERZO BAJO		ESFUERZO MÁXIMO

Zona	Imagen	Diagrama	Modos
Zona A		55 m, 7°	ECO, TOUR, SPORT, TURBO
Zona B		06 m, 10°	ECO, TOUR, SPORT, TURBO
Zona C		97 m, 3°	ECO, TOUR, SPORT, TURBO
Zona D		21 m, 7.5°	ECO, TOUR, SPORT, TURBO
Zona E		200 m, 5°	ECO, TOUR, SPORT, TURBO
Zona F		131 m, 4°	ECO, TOUR, SPORT, TURBO



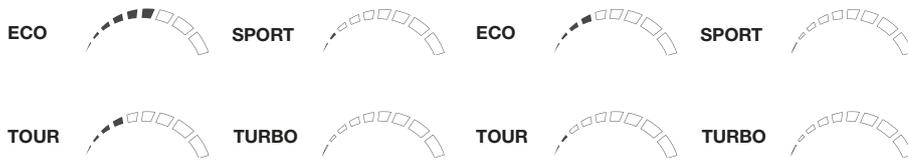
GAZELLE CITYZEN

0.75:1 + 63Nm

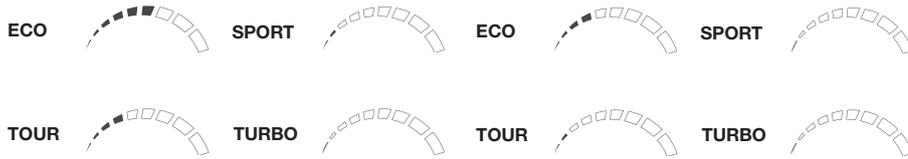


HAIBIKE XDURO TREKKING RX

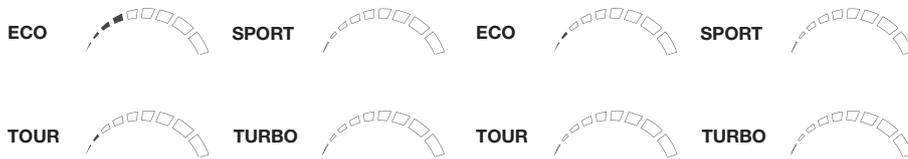
0.74:1 + 75Nm



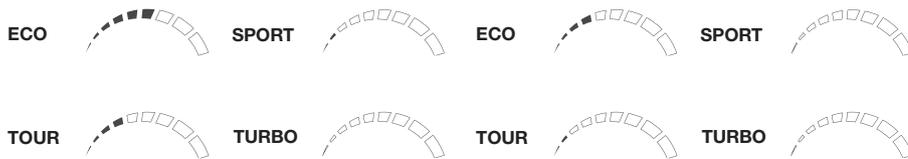
En la zona "A" el motor permite subir la pendiente y reduce el esfuerzo que el ciclista debe realizar.



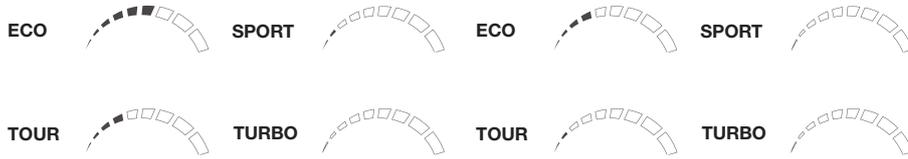
En la zona "B" el motor permite subir sin problemas y reduce el esfuerzo que el ciclista debe realizar.



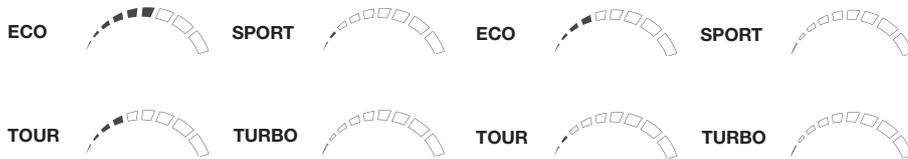
En la zona "C" la aplicación del motor disminuye la resistencia y el esfuerzo del ciclista.



En la zona "D" el motor permite al ciclista subir la pendiente y le reduce el esfuerzo.



En la zona "E" el motor facilita subir pues reduce la resistencia y el esfuerzo del ciclista.



En la zona "F" la aplicación del sistema de asistencia permite al ciclista subir la pendiente y reduce el esfuerzo.

De manera muy general, la eficiencia de una batería está determinada por la relación que existe entre los elementos químicos que la componen. En esencia, una batería es un conjunto de celdas electro químicas capaces de obtener energía eléctrica a partir de la reacción química de óxido-reducción que se lleva a cabo en su interior, y para ello, cada celda posee dos electrodos, el ánodo y el cátodo.

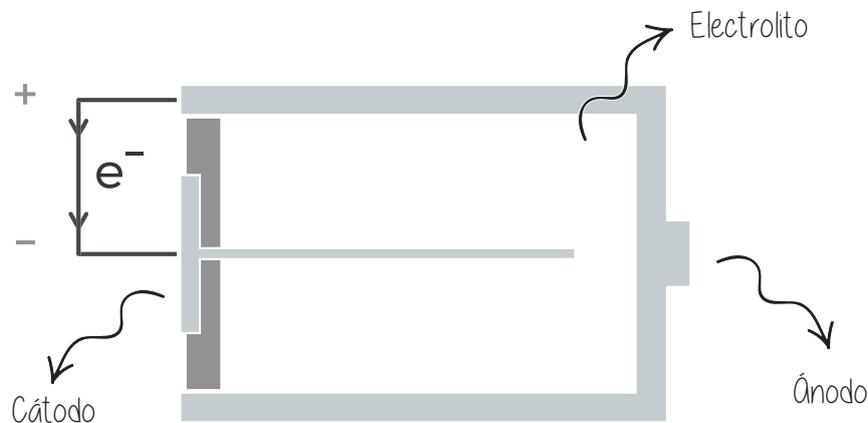
ánodo

El ánodo, es el electrodo cargado negativamente, en él se lleva a cabo la oxidación y es el elemento que suministra electrones.

cátodo

El cátodo, es el electrodo cargado positivamente, en él se lleva a cabo la reducción y es el elemento que capta los electrones.

Para completar el circuito, ambos electrodos se conectan por medio de un conductor líquido, en pasta o en gel, denominado electrolito. Este electrolito debe contener un ácido o alcalino que sea lo suficientemente cáustico, para producir una reacción química en los electrodos.



La diferencia de potencial eléctrico entre ambos electrodos, genera un flujo de corriente eléctrica que va del ánodo al cátodo, y es así como la batería suministra la corriente eléctrica necesaria para hacer funcionar el motor.

Las baterías recargables, utilizan reacciones electroquímicas reversibles, cuando la reacción transcurre en un sentido, los materiales que generan la corriente eléctrica se agotan, por ello, es necesario aplicar una corriente eléctrica para hacer que la reacción transcurra en el sentido inverso y se regeneren dichos materiales.

La densidad energética de cada celda es definida por los elementos químicos que se combinan en su composición. La cantidad de estos elementos determina la cantidad de energía que puede almacenar, la corriente máxima que puede entregar y la profundidad de descarga que puede sostener.

Las baterías en las bicicletas, están compuesta por diferentes tipos de celdas de iones de litio. Están diseñadas para proporcionar 36 voltios; sin embargo, la capacidad y la energía son diferentes por que las baterías se componen de celdas

con diferentes características y en diferentes cantidades. Esa diferencia en la capacidad permite comparar el rendimiento de los sistemas y poder definir qué sistema es el ideal para un sistema de bicicletas de préstamo.



Vectro Power Pack 250
VECTRO LIMBER 250

36 v
Voltaje

6.6 Ah
Capacidad

250 Wh
Energía

4 horas
Recarga



2 Ride Power Pack 300
2RIDE TDD-60Z

36 v
Voltaje

8.8 Ah
Capacidad

300 Wh
Energía

3 horas
Recarga



Bosch Power Pack 400
ARROYO, CITYZEN, XDURO TREKKING RX

36 v
Voltaje

11 Ah
Capacidad

400 Wh
Energía

3.5 horas
Recarga

COMPARATIVA

La cantidad de energía que cada batería almacena, determina de manera aproximada la autonomía que la bicicleta eléctrica posee, este valor no afecta el rendimiento del motor, pero si la distancia que se puede recorrer con una sola carga.



BOSCH POWER PACK 400

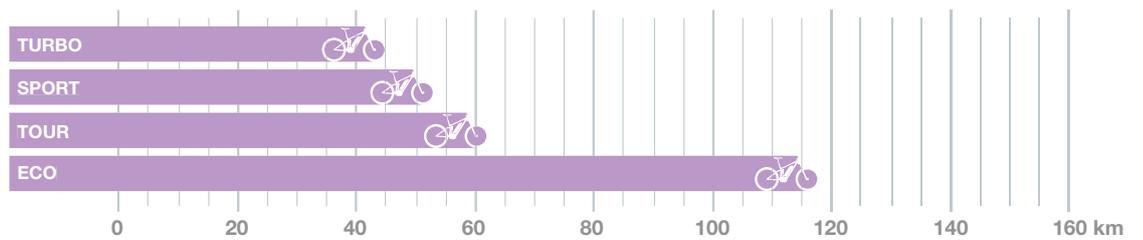
400 Wh

Bosch Active Line

GAZELLE ARROYO



40 Nm

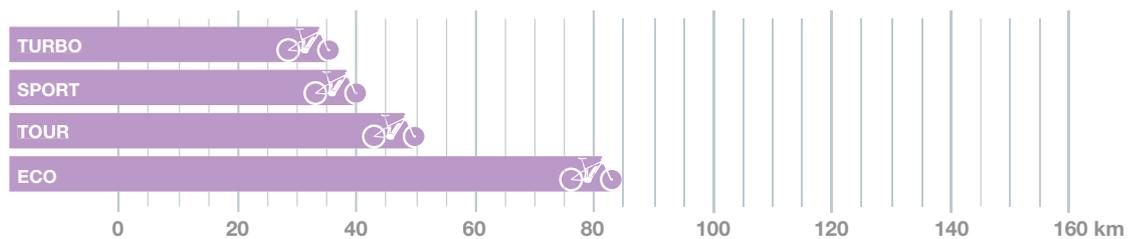


Performance Line Cruise

GAZELLE CITYZEN



63 Nm

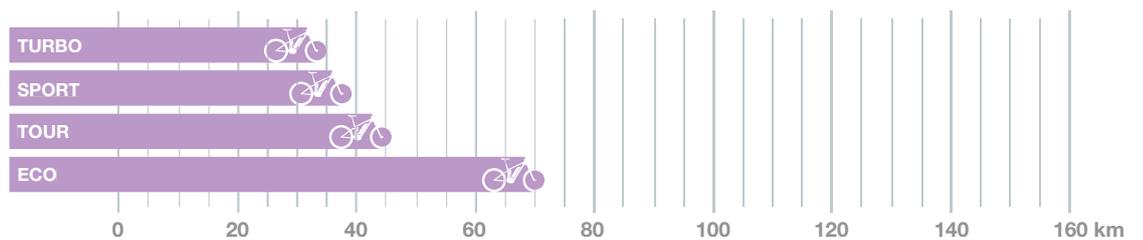


Performance Line CX

HAIBIKE XDURO TREKKING RX



75 Nm



La autonomía de una bicicleta también depende del modo en el que el motor trabaja, los diferentes niveles de asistencia limitan la demanda de energía y reducen el trabajo que el motor realiza, de esa manera se ahorra energía ya que mientras más fuerza ejerce el motor demanda una mayor cantidad de energía.



2RIDE POWER PACK 300

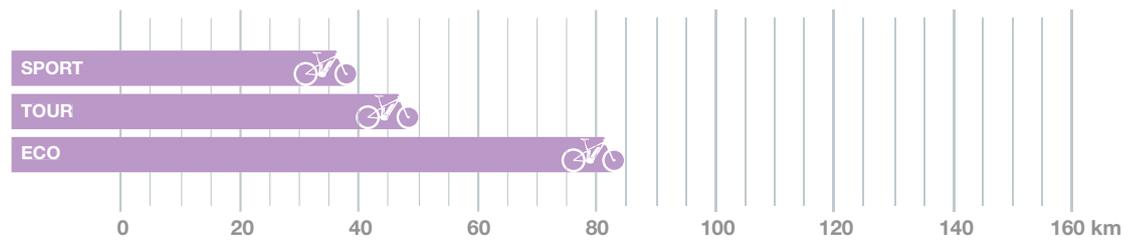
300 Wh

Aikema 100 SX

2RIDE TDD-60Z



40 Nm



VECTRO POWER PACK 250

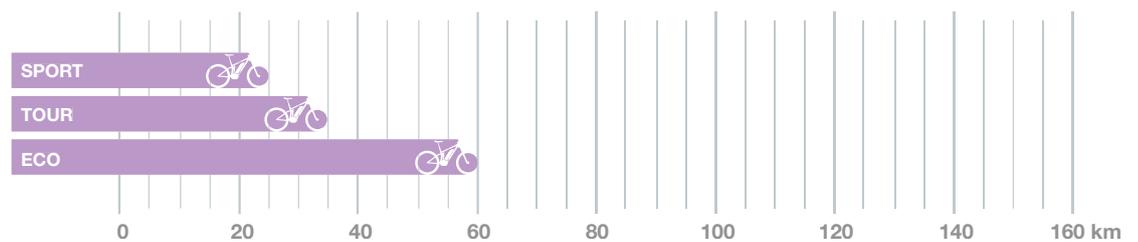
250 Wh

Bafang SWXK

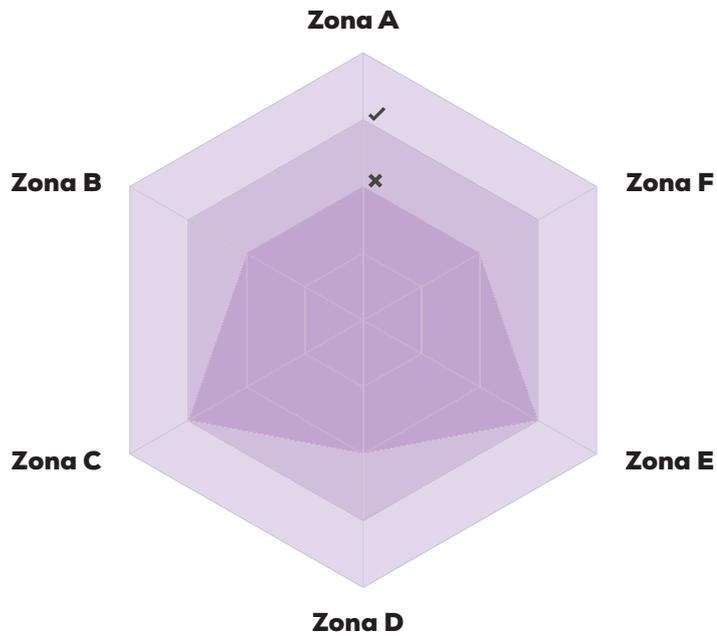
VECTRO LIMBER 250



30 Nm



CONCLUSIONES

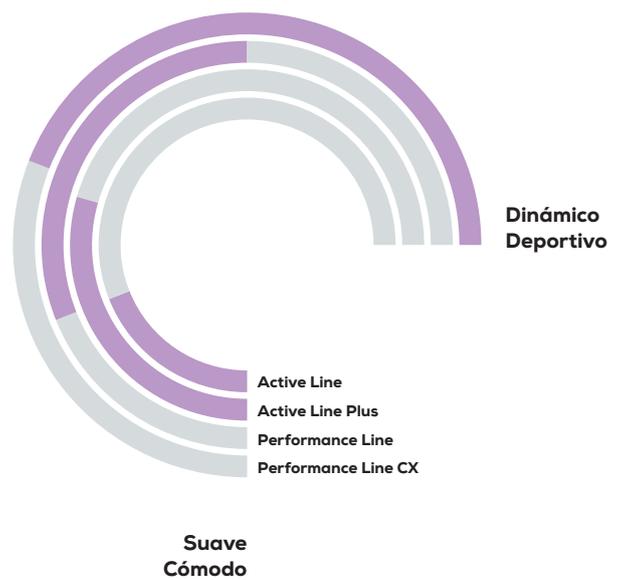


↑ **100%**

La aplicación de un sistema de asistencia eléctrica aumentaría en un 100% la eficiencia del sistema *Bicipuma*.

- SIN SISTEMA DE CAMBIOS
- CON SISTEMA DE 3 VELOCIDADES
- CON ASISTENCIA ELÉCTRICA

Cada línea de motor se caracteriza por una sensación de marcha que depende de la fuerza que posee.



Con base en el análisis de la información y datos generados a partir de este segundo estudio, se pueden hacer las siguientes afirmaciones:

01
LOS SISTEMAS ELÉCTRICOS SON MÁS EFICIENTES QUE LOS MECÁNICOS, PUES REDUCEN SIGNIFICATIVAMENTE LA RESISTENCIA QUE EL CICLISTA DEBE VENCER AL SUBIR POR UNA PENDIENTE.

02
LOS MOTORES CON MAYOR TORQUE PERMITEN SUBIR PENDIENTES CON MAYOR FACILIDAD; SIN EMBARGO, SU CONSUMO ENERGÉTICO ES MAYOR Y REDUCEN LA AUTONOMÍA DE LA BICICLETA.

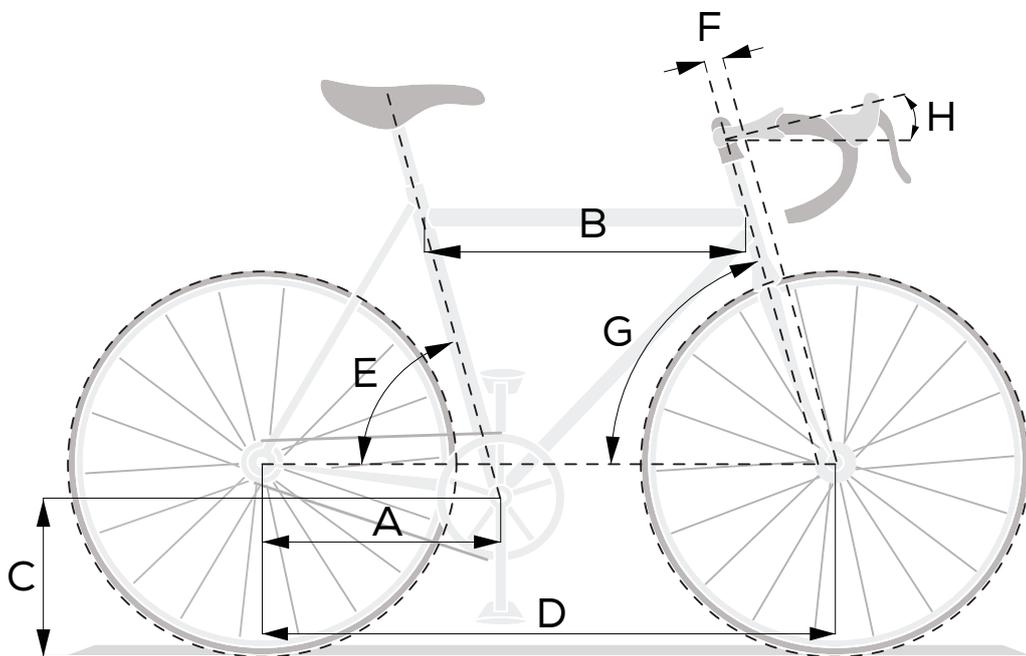
03
UN MOTOR DE 250 WATTS CON UN PAR MOTOR DE 40 NEWTONS METRO ES SUFICIENTE PARA LA CIUDAD; SIN EMBARGO, DADAS LAS CONDICIONES DE LA CIUDAD DE MÉXICO, SE RECOMIENDA UNO CON 63NM.

04
LA AUTONOMÍA DE UNA BATERÍA DEPENDERÁ DEL TIPO DE MOTOR QUE TIENE QUE ALIMENTAR, DEL MODO DE MANEJO Y DE LAS CARACTERÍSTICAS Y CANTIDAD DE CELDAS QUE SE EMPLEAN EN SU COMPOSICIÓN.

05
UN SISTEMA DE CAMBIOS DE 3 VELOCIDADES RESULTA EFICIENTE Y SUFICIENTE SI SE APLICA EN UN SISTEMA DE BICICLETA DE PRÉSTAMO CON ASISTENCIA ELÉCTRICA.

Estudio ergonómico

El conjunto de ángulos y medidas que posee el cuadro, determina la geometría de una bicicleta. Estas medidas afectan su comportamiento y personalidad, varían en función del propósito y se pueden personalizar a la talla del ciclista.



- | | | | |
|-----|------------------------------|-----|------------------------|
| (A) | Longitud de las vainas | (E) | Ángulo del sillín |
| (B) | Longitud del tubo horizontal | (F) | Avance de la horquilla |
| (C) | Altura del eje del pedalier | (G) | Ángulo de la dirección |
| (D) | Distancia entre ejes | (H) | Ángulo de la potencia |

Existen medidas que han sido estandarizadas para poder aplicarse de manera general y que sirven como referencia y guía al momento de escoger y diseñar una bicicleta.

GEOMETRÍA DE LA BICICLETA

Longitud de las vainas	Se mide del eje de la rueda trasera al eje del pedalier. Unas vainas cortas, de 39 o 40 centímetros, proporcionan un pedaleo potente y una tracción perfecta, porque ubican al ciclista cerca de la vertical del eje trasero. Las vainas largas proporcionan mayor estabilidad y facilitan las cadencias altas.
Longitud del tubo horizontal	Se mide del eje del tubo del sillín al eje del tubo de la dirección. Cuanto más largo sea el tubo, más extendido permite ir al ciclista y por eso un tubo muy largo puede ser incómodo; sin embargo, el cuerpo del ciclista se colocará más paralelo al suelo, mejorando considerablemente el reparto de masas y bajando el centro de gravedad.
Altura del eje de pedalier	Es la distancia que separa el centro de la caja del pedalier con el suelo. Cuanto más baja sea la medida, más estable será la bicicleta, pues descende el centro de gravedad en contrapartida, los pedales pasarán más cerca del suelo cuando se incline en las curvas.
Distancia entre ejes	Se mide del eje de la rueda delantera al eje de la rueda trasera. Una distancia corta vuelve la bicicleta ágil, pero inestable y poco segura a altas velocidades. Por el contrario, una distancia larga la vuelve torpe en giros rápidos, pero más estable a velocidades altas.
Ángulo del sillín	Suele ser de 72° . Cuanto más se acerque a la vertical (74° o 75°), el ciclista se sentará más lejos del eje trasero, esto perjudica la tracción. Un ángulo cercano a horizontal (69° o 70°) ubica mejor al ciclista y beneficia la tracción. El ajuste longitudinal del sillín puede ayudar a compensar esta medida.
Avance de la horquilla	Es la distancia que separa el eje de la pipa de dirección, del eje de giro de la rueda delantera. La medida más habitual es de 4.5 cm. Cuanto mayor es esta medida, más capacidad tiene la horquilla de absorber las irregularidades del terreno.
Ángulo de la dirección	Suele ser de 73° . Cuanto más se acerque a la vertical (90°), más nerviosa será la bicicleta. Ocurre lo contrario cuando el ángulo se acerca a la horizontal (69° o 70°), la montura se vuelve dócil y tiende a auto corregir su trayectoria.
Ángulo de la potencia	Se forma entre la horizontal y el eje longitudinal de la potencia, afecta la altura del manillar. Las bicicletas de competencia utilizan ángulos menores o iguales a cero. Un ángulo de 5° o superior, permite que el manillar se eleve, es más cómodo y apto para el ciclo turismo.

La combinación de estos ángulos y medidas, permite diseñar cuadros y geometrías distintas. Como resultado, existen varios tipos de estilos que se derivan del tipo de cuadro que se ha diseñado.



Estilo clásico

También conocido como estilo alemán, el estilo clásico posee una postura muy erguida, la espalda se sitúa a 90° respecto al suelo, y por ello, el manillar y los mangos se colocan muy cerca del torso.

Esto permite a la columna vertebral alinearse en su forma natural de "S" y genera poco estrés en los brazos y las manos.

No obstante, todo el peso descansa sobre los glúteos y en trayectos largos el ciclista tiende a encorvar la espalda. Además la transferencia de potencia a los pedales es relativamente baja.



Estilo urbano

Este estilo posee un manillar alto y una postura más relajada, el torso se inclina entre unos 60° y 70° respecto al suelo.

Esto provee al ciclista de buena visibilidad del tráfico y permite una transferencia firme de potencia a los pedales.

Sin embargo, los brazos se mantienen derechos para sostener el manillar, provocando hombros apretados y dolor en las muñecas. La altura del asiento puede provocar que el ciclista se resbale del sillín.

Cada cuadro, posee un estilo y postura propio que permite al ciclista un manejo cómodo y eficiente para cada propósitos de la bicicleta.



Estilo para senderismo

En este estilo el torso se encuentra más inclinado, entre 30° y 60° respecto al suelo y la distancia entre el torso y el manillar es más amplia.

Los hombros, la parte posterior del cuello y las manos, distribuyen mejor el peso. Esto alivia la presión en la espalda, columna vertebral y glúteos, por ello brinda un estilo de manejo más versátil y activo ideal para distancias largas.

En contra partida, las muñecas, la parte posterior del cuello y los hombros son altamente fatigados, por lo que estos músculos necesitan entrenamiento.



Estilo deportivo

Estilo de competencia. El torso se inclina entre 15° y 30° respecto al suelo, la altura del sillín está por encima del manillar.

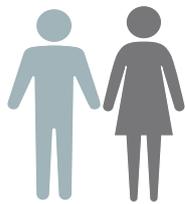
Es una postura muy aerodinámica con baja resistencia al aire y que proporciona una transmisión óptima de potencia a los pedales.

Exige que los músculos de la espalda, piernas, hombros y estómago estén altamente desarrollados, por lo que no es una postura adecuada para el ciclismo diario.

PERCENTILES

El estudio ergonómico, se centra en la posición del estilo urbano aplicada a una bicicleta de cuadro bajo con ruedas de 24 pulgadas.

Para probar la comodidad y eficiencia de este estilo, se utilizó diferentes percentiles que representan grupos de la población mexicana con diferentes tallas y medidas.



Percentil 5

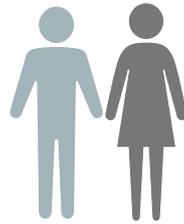
18 - 65 años



Altura	-	1.57m.
Altura de trocáncer mayor	-	81cm.
Alcance frontal del brazo	-	59cm.



Altura	-	1.47m.
Altura de trocáncer mayor	-	76cm.
Alcance frontal del brazo	-	63cm.



Percentil 50

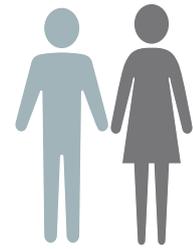
18 - 65 años



Altura	-	1.66m.
Altura de trocáncer mayor	-	87cm.
Alcance frontal del brazo	-	64cm.



Altura	-	1.57m.
Altura de trocáncer mayor	-	82cm.
Alcance frontal del brazo	-	68cm.



Percentil 95

18 - 65 años



Altura	-	1.78m.
Altura de trocáncer mayor	-	94cm.
Alcance frontal del brazo	-	81cm.



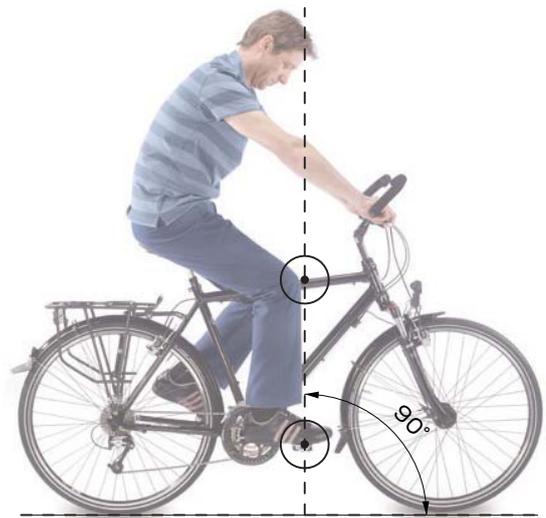
Altura	-	1.65m.
Altura de trocáncer mayor	-	89cm.
Alcance frontal del brazo	-	74cm.

ERGONOMÍA DEL SILLÍN

**Altura correcta del sillín**

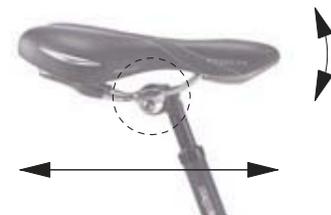
Sin importar el estilo de conducción, la altura del sillín es la adecuada cuando el ciclista puede estirar completamente su pierna al colocar el talón en el pedal mientras este está en el punto más bajo.

Cuando se coloca el pie en la posición correcta de pedaleo; es decir, con la bola del pie y las articulaciones de la base de los dedos sobre el eje del pedal, la rodilla debe quedar ligeramente flexionada cuando el pedal está en el punto más bajo.

**Posición correcta del sillín**

La posición del asiento también debe ser la correcta en relación con la manivela. En la posición correcta de pedaleo, la rótula y la bola del pie se alinean sobre la vertical cuando el pedal es paralelo al piso.

En esta posición las piernas tendrán la mejor relación de apalancamiento. La inclinación del sillín depende de su forma, su posición y de la posición del manillar, en la mayoría de los casos la inclinación óptima es paralela al piso.



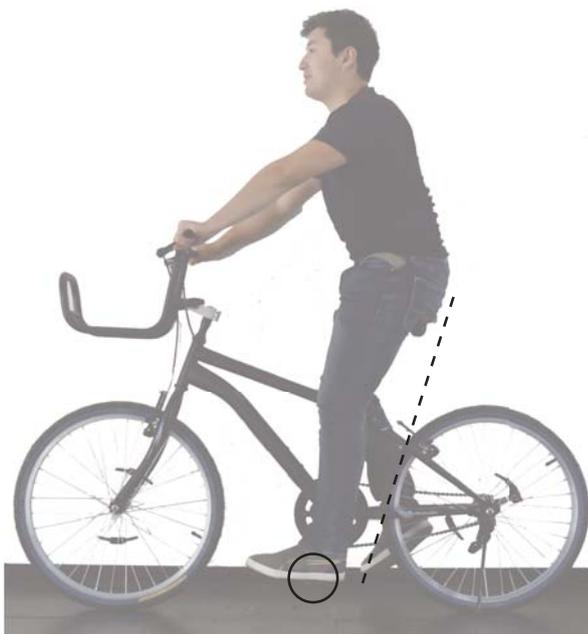
Para encontrar la altura máxima y mínima a la que debe ajustarse el sillín, cada usuario probó diferentes alturas para encontrar la posición más adecuada en cada caso.

Los resultados de las pruebas determinaron que el percentil 5 requiere una altura de sillín de 785 mm. El percentil 50 una altura de 880 y el percentil 95 una altura de 940 mm.

Por lo tanto la altura máxima es de 940 milímetros y la mínima de 785 milímetros.



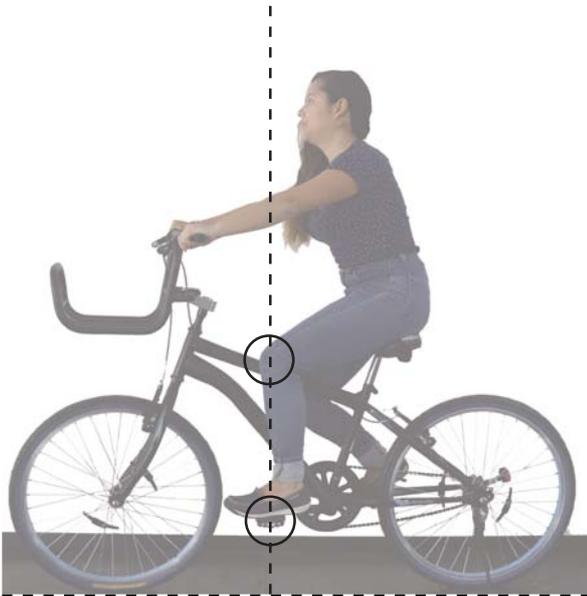
Percentil 5



Percentil 50



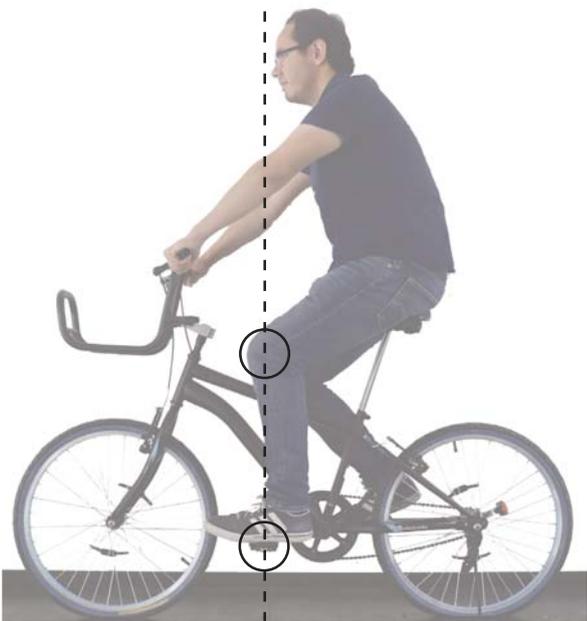
Percentil 95



Percentil 5



Percentil 50



Percentil 95

Con las alturas definidas y para comprobar que cada altura fuera la correcta, los sujetos ajustaron el asiento para comprobar que la rodilla y la bola de pie quedaran alineadas.

En cada caso sucedió así y se corroboró que la altura y la posición correcta para cada percentil se pueden satisfacer con el mismo sillín.



Posición correcta del manillar

La posición correcta del manillar crea una pretensión en los músculos de la espalda. Los músculos de la espalda y los del estómago deben tensarse ligeramente para estabilizar la columna y protegerla del estrés excesivo.

Si los músculos están pasivos, no pueden realizar esta importante función. En una bicicleta urbana, un ángulo entre 75 y 80° es un buen ángulo de referencia; sin embargo, muchas personas prefieren un ángulo más pequeño y aproximado a 60°.



Anchura correcta del manillar

El manillar debe ser por lo menos tan ancho como la espalda, tomando como referencia la distancia entre las articulaciones del hombro y midiendo desde el centro de la empuñadura en cada extremo del manillar.

Incluso cuando esta distancia es la misma, un manillar curvo será más estrecho que uno plano. Cuanto más ancho es el manillar mayor será el ángulo de agarre.

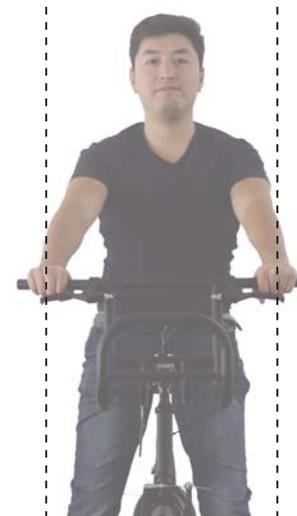




Percentil 5

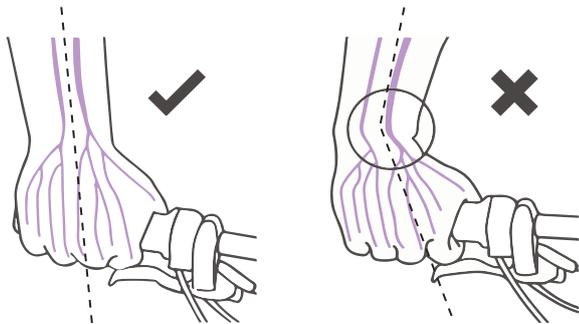


Percentil 50



Percentil 95





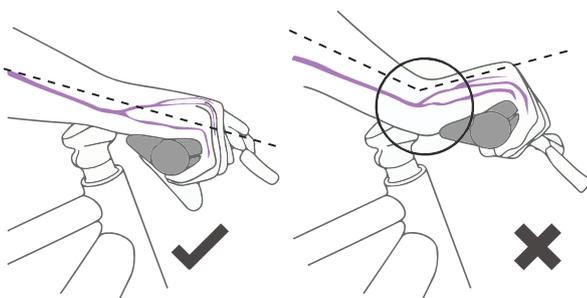
Posición correcta de la muñeca

La mano descansa mejor en el manillar cuando el antebrazo y la muñeca están en línea recta, es decir, la muñeca no está en ángulo respecto al antebrazo. En esta posición el nervio cubital y el radial corren derechos y libres de estrés.

Médicos deportivos abogan por manillares curvos porque la muñeca se tuerce menos y el túnel carpiano no es oprimido. Cuanto más estrecho están los hombros, mayor será la curvatura del manillar.

Los manillares planos son más adecuados para bicicletas deportivas y de montaña. Proveen un control de dirección más directo, pero también picos de presión y mayor tensión en los músculos de los hombros y brazos.

Cuanto más amplio es el manillar, mejor es el control que ofrece, pero requiere más esfuerzo. Los manillares amplios son una buena opción por razones de seguridad; sin embargo, son menos aerodinámicos, ya que oponen una mayor resistencia a altas velocidades.

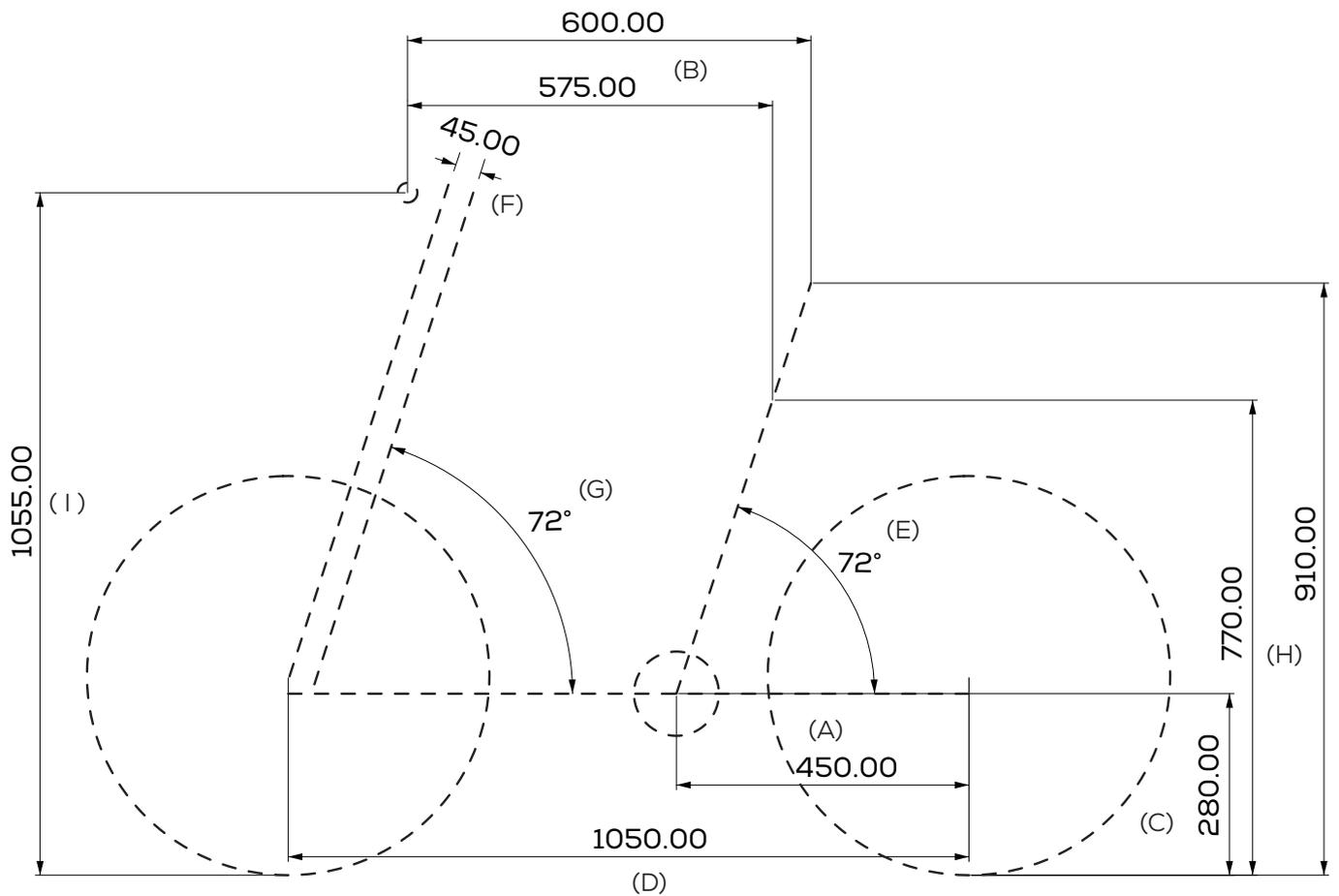




Se realizaron pruebas ergonómicas con los diferentes manubrios para comprobar la comodidad y el tipo de manejo en cada caso. Estas pruebas permitieron determinar que tipo de manubrio es el más indicado para las condiciones de la ciudad y el tipo de bicicleta que se diseña.

GEOMETRÍA FINAL

La información recabada en este estudio determinó que la geometría de la bicicleta eléctrica debe tener las siguientes medidas ergonómicas, con el fin de poder satisfacer las necesidades de usuarios con diferentes tallas y medidas.



- | | | | | | |
|-----|-----------------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|
| (A) | Longitud de las vainas | (D) | Distancia entre ejes | (G) | Ángulo de la dirección |
| (B) | Longitudes del manubrio al sillín | (E) | Ángulo del sillín | (H) | Alturas del sillín |
| (C) | Altura del eje del pedalier | (F) | Avance de la horquilla | (I) | Altura del manillar |

01
UNA LONGITUD DE 450 MM. EN LA VAINAS PROPORCIONA UN PEDALEO POTENTE Y BUENA TRACCIÓN, AL MISMO TIEMPO PERMITE UBICAR EL MOTOR EN LA POSICIÓN IDEAL.

02
LA LONGITUD DEL MANUBRIO AL SILLÍN ESTA DETERMINADA POR LA ALTURA MÁXIMA Y MÍNIMA DEL SILLÍN CON RESPECTO A LA ALTURA ÚNICA DEL MANUBRIO.

03
LA ALTURA DEL PEDALIER PROPORCIONA UN CENTRO DE GRAVEDAD BAJO, AL MISMO TIEMPO MANTIENE LOS PEDALES A UNA DISTANCIA ADECUADA DEL SUELO CUANDO LA BICICLETA SE INCLINA EN LAS CURVAS.

04
1050MM DE DISTANCIA ENTRE EJES PROPORCIONA UN MANEJO ÁGIL.

05
UN ÁNGULO DE 72° EN EL SILLÍN PROPORCIONA BALANCE PARA UNA TRACCIÓN POTENTE.

06
UN AVANCE DE 45MM EN LA HORQUILLA PERMITE ABSORBER LAS IRREGULARIDADES DEL TERRENO.

07
UN ÁNGULO DE 72° EN LA DIRECCIÓN PERMITE MANTENER UNA DISTANCIA, ENTRE EL ASIENTO Y EL MANILLAR, QUE PERMITA A LOS TRES PERCENTILES USAR LA BICICLETA CÓMODAMENTE.

08
UNA ALTURA MÁXIMA DE 91 CM Y MÍNIMA DE 77 CM PARA EL SILLÍN, PERMITE A LOS TRES PERCENTILES SUBIR LA BICICLETA DE MANERA CÓMODA Y SEGURA.

09
UNA ALTURA DE 1055 MM EN EL MANUBRIO PERMITE A LOS TRES PERCENTILES MANEJAR LA BICICLETA CON EL ESTILO URBANO DE MANERA CÓMODA.



03 >

DISEÑO Y DESARROLLO



Bicicleta prototipo

La bicicleta prototipo es el resultado de los estudios y análisis previos. Los datos obtenidos determinaron en gran medida las características básicas y los requerimientos generales.

Dichos estudios también ayudaron a establecer una línea de diseño y hacer una selección clara y adecuada de los componentes necesarios, para que la bicicleta cumpla sus funciones específicas.

Se comenzó el proceso de diseño y fue más fácil conceptualizar varias opciones hasta desarrollar la bicicleta final y proceder con la fabricación de un prototipo completamente funcional.



REQUERIMIENTOS GENERALES



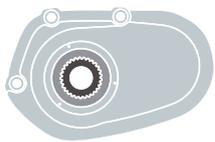
Cuadro bajo



Rodada 24' pulgadas



Estilo urbana



Motor mid-drive



Batería integrada



Aplicación móvil



Bicicleta ligera



Materiales resistentes



Resistencia a la intemperie



Apariencia tecnológica







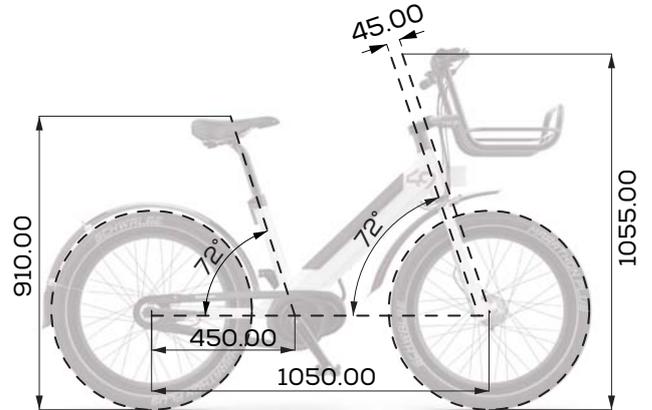








ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



BICICLETA PROTOTIPO

Cotas en mm



Bafang MM G330.250
Mid drive motor
250 Watts
80 Nm



Power Pack 280
Li-Ion Battery
280 Wh
37 V @ 7.8 Ah



Sensor de velocidad
Sensor de cadencia
Sensor de torque



Peso	23.13 kg	Dirección	Neco 1 1/8" Integrada
Cuadro	36.6cm de acero al carbono	Telescopio	Tipo Overdrive
Tijera	Acero al carbono, sin suspensión	Manubrio	Acero con canastilla
Rines	Aluminio, Sunringle MTX MZ14, 24"	Potencia	Zoom no ajustable
Llantas	Schwalbe Marathon Plus 24" x 1.75"	Asiento	Selle Royal Classic Free de tipo cicloturismo
Cambios	Internos Sturmey Archer S30 X-RD3 de 3 velocidades con freno de tambor	Luz delantera	Spanninga Axendo 80
Frenos	De tambor Sturmey Archer X-FD	Luz trasera	Spanninga O Guard
		Transmisión	Cadena KMC X1EPT 1/2"x 3/32"



Bafang
Plato simple
38 dientes
Aluminio



Sturmey Archer
Cassette
23 dientes
Acero

1.6:1

Relación plato-piñón

3.15_m

Desarrollo

25 ^{km}/_h

Velocidad Max.



Sistema estructural

Un sistema estructural, fuerte y resistente, es esencial para garantizar la durabilidad y confiabilidad de una bicicleta.

Este sistema se compone del cuadro, el asiento y los elementos que los unen entre sí.

El cuadro es la parte principal de la bicicleta y la estructura que da soporte al resto de los componentes, por ello, debe ser muy rígido y resistente.

El asiento es la parte de mayor contacto con el usuario y por ello, los componentes deben ser de muy buena calidad y ofrecer el mayor confort.





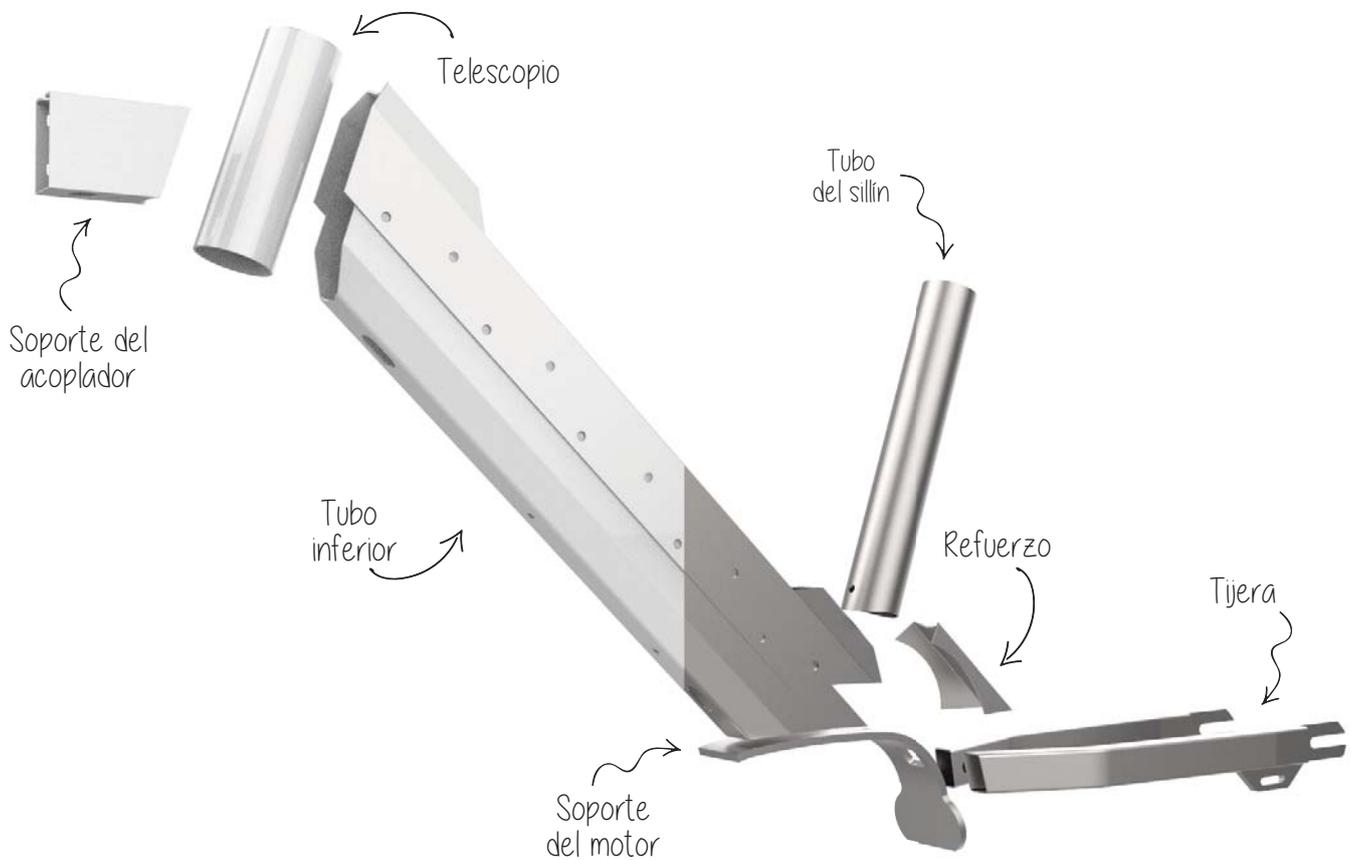
De acuerdo con los requerimientos generales y lineamientos de diseño, se diseñó un cuadro cuyas características contempla varios factores.

En primer lugar es ligero para optimizar el rendimiento del motor. Mientras menos peso tenga que mover el motor, mayor será su eficiencia y aumentara la autonomía.

Segundo; el cuadro contiene la batería en su interior para lograr una mejor distribución del peso y mantener un centro de gravedad bajo. Un centro de gravedad bajo optimiza la estabilidad de la bicicleta y mejora el manejo.

Tercero; provee una estructura fuerte y a la medida para montar el motor, ya que se ha diseñado especialmente para el tipo y modelo de motor especificado.

Por último y no por ello menos importante, es durable y resistente, fabricado con perfiles de acero y recubrimientos resistentes a la intemperie, en especial a los ambientes salinos pues será probado en playa.



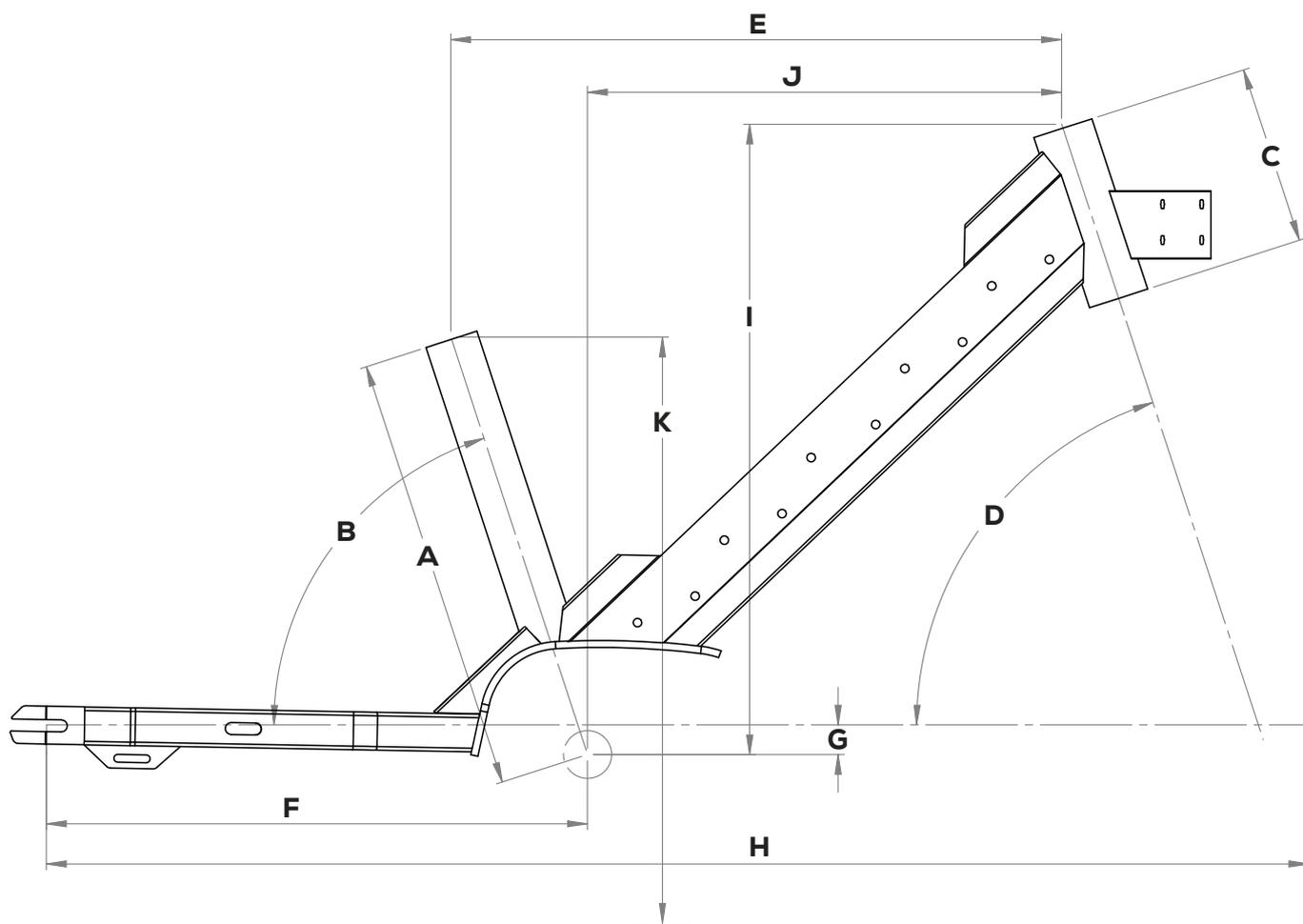
Los materiales que se emplean en la fabricación del cuadro son lámina, placa y perfiles tubulares de acero al carbono.

Se compone de 4 piezas de lámina calibre #16, 4 de placa de 1/4", 1 pieza de perfil redondo de 2" calibre #16, 1 pieza de perfil redondo de 1 3/4" calibre #16 y 2 de perfil rectangular R-125 calibre #18.

Las piezas son trabajadas bajo distintos procesos mecánicos que incluyen corte, doblado y maquinado. Posteriormente las piezas son colocadas sobre un escantillón para lograr un ajuste perfecto y comenzar el trabajo de soldado.

Una vez soldadas todas las piezas y formado el cuadro, este se somete a un proceso electroquímico conocido como galvanizado, el cual proporciona al metal una capa protectora contra la corrosión.

Por último al cuadro se le añaden recubrimientos electrostáticos, una capa de imprimación y otra de pintura. El propósito es aumentar el nivel de protección, prolongar la vida del cuadro y darle un tratamiento estético.



La geometría del cuadro esta determina por los ángulos y medidas que se establecieron en el estudio ergonómico.

El ángulo del telescopio que proporciona una montura dócil y propicia que la dirección tienda a auto corregir su trayectoria.

El ángulo del tubo para el sillín que ubica al ciclista en una posición que beneficia la tracción.

Y la longitud de las vainas, que proporciona un pedaleo potente, buena tracción y estabilidad.

Se diseñó un cuadro bajo que permite una fácil montura, que se adecúa a las diferentes tallas de la población mexicana y que puede ser usado con cualquier tipo de vestimenta.

Adicionalmente se combinación las siguientes medidas, para asegurar que el ciclista asuma una posición de manejo de estilo urbano.

A	ALTURA DEL CUADRO	36.6cm
B	ÁNGULO DEL TUBO DEL SILLÍN	72°
C	LONGITUD DEL TELESCOPIO	150mm
D	ÁNGULO DEL TELESCOPIO	72°
E	LONGITUD HORIZONTAL DEL TUBO SUPERIOR	508mm
F	LONGITUD DE LA VAINA	450mm
G	CAÍDA DEL PEDALIER	-25mm
H	DISTANCIA ENTRE EJES	1050mm
I	ALTURA ENTRE EL PEDALIER Y EL TELESCOPIO	528mm
J	EXTENSIÓN	394mm
K	ALTURA AL SUELO	630mm



Lo figura del cuadro asemeja a una tendencia de diseño conocida como *"stealth design"*, que basa sus formas en la tecnología sigilosa de los años 70's.

Este estilo de diseño se caracteriza por el uso de triángulos, vértices y aristas afiladas; así como superficies sinuosas en lugar de lisas.

El principio de diseño en este estilo es simple, un cuerpo curvado se disuelve en una serie de triángulos para crear una forma de transición entre un cuerpo cuadrado y amorfo.

El tubo inferior, el refuerzo, el soporte para el acoplador y la tijera poseen vértices y aristas afiladas que le dan al cuadro un aspecto facetado y ortogonal, que asemeja y hace alusión a este estilo de diseño.

Estas piezas aplican algunos elementos estéticos de este estilo, para darle al cuadro una apariencia moderna y tecnológica.

El color blanco metálico tiene como propósito añadir al cuadro un aspecto limpio y moderno.

La tipografía que indica el número de la bicicleta se escogió para reforzar la apariencia tecnológica de la bicicleta.

Para asegurar la integridad de los componentes, el cuadro posee varios elementos de seguridad:



Soporte para el acoplador

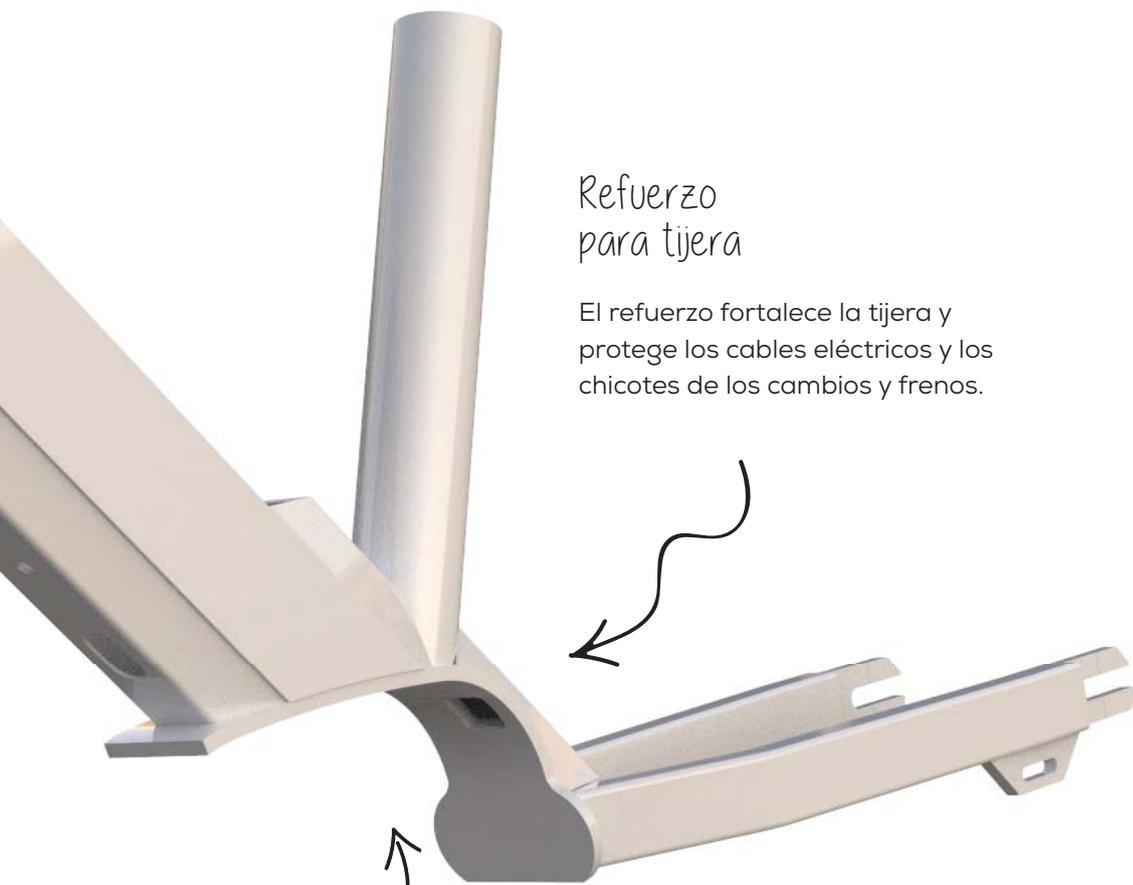
El soporte para el acoplador se encuentra soldado al cuadro para ofrecer mayor seguridad y evitar el robo de las bicicletas.

Ojales para cables

Los ojales para los cables protegen y permiten ocultar los cables eléctricos y chicotes para evitar su vandalismo.

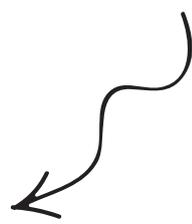
Barrenos de sujeción

Para evitar el robo de la batería, el cuadro tiene dos barrenos para asegurar la batería al cuadro por medio de tornillos de seguridad especiales.



Refuerzo para tijera

El refuerzo fortalece la tijera y protege los cables eléctricos y los chicotes de los cambios y frenos.



Soporte para el motor

El soporte asegura el motor al cuadro y permite pasar los cables eléctricos del motor por espacios ocultos y seguros.



ASIENTO



El componente principal del asiento es un sillín de tipo ciclo turismo, que concentra el peso en la parte posterior debido a que posee varias capas de gel y amortiguadores para contrarrestar las irregularidades del suelo.

Este tipo de asientos están diseñados anatómicamente para mejorar la presión y ofrecer el máximo confort y una comodidad superior.

Son recomendables para trayectos largos, generan que el cuerpo tome una postura más erguida, apoyando el peso en el asiento y menos en las manos y los pies.

También son los asientos que mejor se adecuan a la fisionomía femenina.



El componente secundario del asiento, es un poste de aluminio anodizado en negro y con ángulo ajustable. Se escogió este elemento por ser ligero y por contribuir a las características estéticas de la bicicleta.

El poste tiene un diámetro de 31.6mm que visualmente se ve robusto y proporcionado con el resto de los componentes del cuadro.

Su longitud es de 355mm para garantizar que el sillín se ajuste en la posición máxima y mínima del estudio ergonómico.

Para evitar que el poste del asiento salga completamente del tubo, se instaló un precinto de acero sujeto a un pin metálico en la base del tubo. El otro extremo pasa por un barreno y se asegura.



La parte que asegura el asiento al cuadro y ajusta la altura del sillín, se compone de una abrazadera, un perno de ajuste y una palanca.

Su diseño cumple propósitos funcionales y estéticos, las piezas se maquinan en aluminio para no añadir mucho peso a la bicicleta y al mismo tiempo eliminar los riesgos de corrosión por exposición al ambiente.

El perno tiene una arandela de seguridad que evita sacar por completo la pieza, y la palanca tiene un moleteado para mejorar el agarre y la manipulación de la pieza.

El acabado de las piezas es anodizado en color negro para contribuir a la apariencia moderna y tecnológica de toda la bicicleta.



Para evitar el contacto entre el cuadro de acero y la abrazadera de aluminio se diseñó un buje de nylamid muy resistente.

La circunferencia externa del buje entra a presión dentro del tubo del asiento y queda fijo. Posteriormente se introduce la abrazadera en la circunferencia interior del buje, la abrazadera entra a presión y también queda fija.

De esta manera se evita que la abrazadera pueda ser extraída y permita el robo de los componentes.



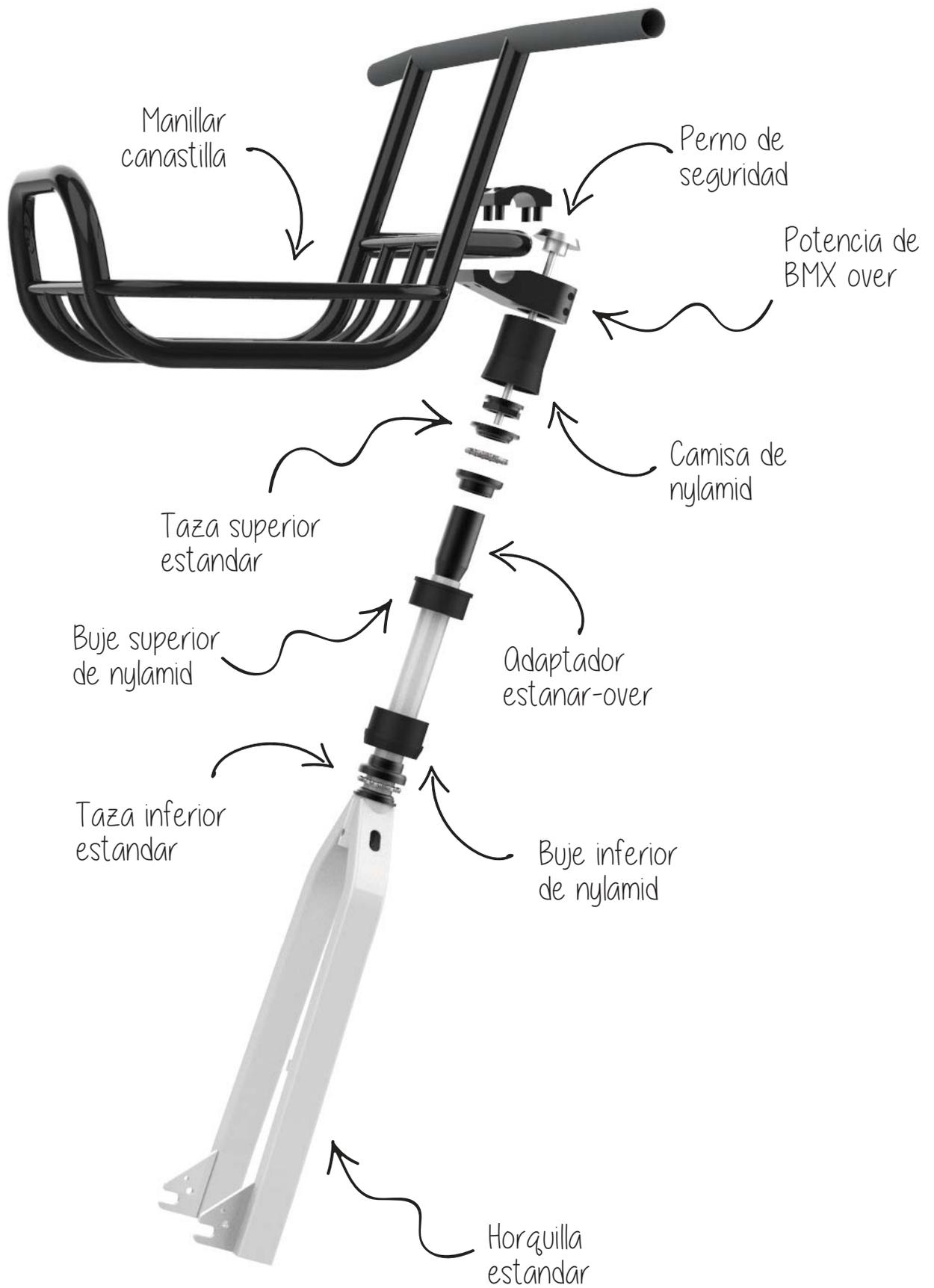
Sistema de dirección

Una dirección suave, ágil y que absorba las irregularidades del terreno aumenta la eficiencia y mejora el confort de manejo de la bicicleta.

El sistema de dirección está compuesto por el manillar-canastilla, la horquilla y los elementos que los conectan entre sí.

El manillar-canastilla se diseñó con base en los requerimientos y medidas establecidas en el estudio ergonómico.

La horquilla y los demás componentes se diseñaron y escogieron de acuerdo al diseño del cuadro y los requerimientos de la bicicleta eléctrica.





El diseño de la canastilla integrada al manillar cumple varios propósitos.

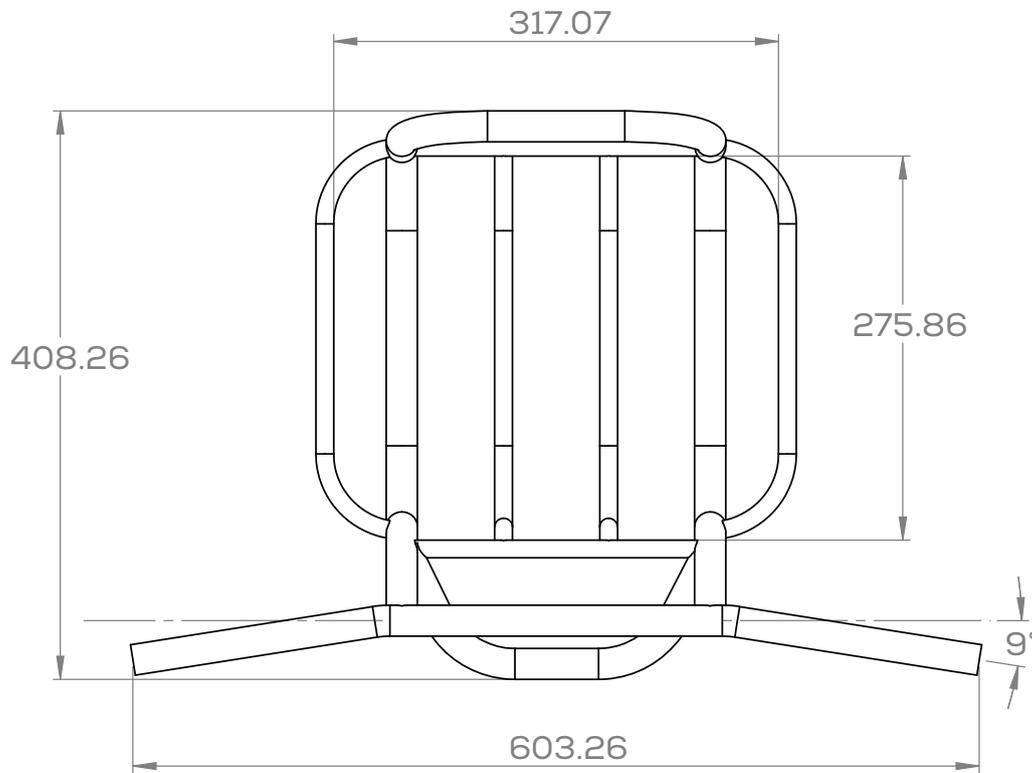
Ubicar la canastilla al frente permite al ciclista mantener sus pertenencias dentro de su campo visual en todo momento.

Integrar la canastilla con el manubrio se evita el uso de uniones mecánicas que pudieran ser removidas o vandalizadas, evitando así el robo de los componentes.

Los perfiles tubulares de acero, empleados en su fabricación, garantizan la integridad de la canastilla y de las pertenencias que resguarda en su interior.

El área interior de la canastilla tiene espacio para almacenar en su interior una mochila, de tamaño suficiente para transportar una computadora portátil, o un portafolio de trabajo.

Visualmente luce robusta y resistente, pero es ligera, luce moderna y minimalista para combinar con el estilo visual tecnológico de toda la bicicleta.



La fabricación de este componente es sencilla, se utilizan perfiles tubulares de medidas comerciales, 22.23mm para el perfil principal y el manillar, y 12.7mm para los perfiles secundarios. Estos perfiles se cortan, se doblan y posteriormente se sueldan entre sí.

Posteriormente la canastilla y el manillar también se galvanizan y recubren con pintura electrostática para aumentar la vida útil y protegerla de la intemperie y de los ambientes salinos.

El diseño del manillar y de la canastilla también obedece las medidas establecidas en el estudio ergonómico.

La longitud del manillar es de 60cm para permitir a todos los percentiles sujetar el manillar de manera cómoda de acuerdo a sus necesidades.

El manillar tiene una curvatura de 9° que ayuda a mantener los nervios cubital y radial derechos y libres de estrés. Proporciona una posición de manejo cómoda y evita lesiones en la muñeca mientras se conduce la bicicleta.

Cuenta con un área de 31.7cm x 27.5cm para colocar mochilas y portafolios.

HORQUILLA



El diseño de la horquilla también cumple varios propósitos, es una estructura muy resistente, pues transmite el peso directamente a las ruedas. Se compone de piezas de acero al carbono que le proporcionan fuerza, resistencia y ligereza.

Su fabricación es sencilla, las piezas son maquinadas, cortadas y soldadas entre sí para formar una sola estructura rígida.

Posteriormente se somete al mismo proceso electroquímico del cuadro y se recubre con pintura electrostática para proteger el galvanizado y prolongar la vida útil de este componente.

La pintura cumple un segundo propósito, mejora la apariencia estética e integra visualmente la horquilla con el resto de los componentes de la bicicleta creando armonía entre ellos.

Visualmente se ve robusta, fuerte y minimalista, cualidades que le dan un carácter tecnológico.

Para ocultar y proteger los chicotes, la horquilla tiene dos ojales por los que se introducen los chicotes y se evita el vandalismo de los mismos.



Se diseñaron dos bujes para que las tazas estándar puedan ajustar entre el tubo de la horquilla y el telescopio.

Los bujes inferior y superior entran a presión dentro del telescopio y quedan fijos. Después se introducen a presión las tazas y quedan fijas dentro de los bujes.



La camisa protege que la taza superior pueda ser manipulada y que la dirección se afloje desde el exterior.

También añade una transición suave entre el telescopio y la potencia. Permite un mejor ajuste entre ambos componentes y delimita la altura a la que debe ir colocada la potencia.

Está fabricada en nylamid negro para mantener el aspecto tecnológico de la bici y combinar con el resto de los componentes. Se fabrica mediante el proceso de torneado.



El perno de seguridad se diseñó para evitar que la dirección pueda ser vandalizada o desarmada por alguien ajeno al personal de mantenimiento.

La cabeza del tornillo es especial y sólo se puede aflojar con una llave diseñada especialmente para dicha cabeza.

La cuerda del perno atornilla dentro una arandela de seguridad roscada de tipo araña que se encuentra atorada dentro del tubo de la horquilla.



La potencia de BMX resultó ser el tipo de potencia que mejor se ajustó al diseño del manillar-canastilla y al tipo de cuadro diseñado.

Es de aluminio por lo que es libre de corrosión en ambientes salinos y su acabado anodizado en negro combina excelente con el resto de los componentes.

Se reemplazaron los tornillos que vienen de fábrica con la potencia por unos tornillos torx de seguridad de misma longitud y diámetro.

También se reemplazó el perno de fábrica que aprieta en el tubo de la horquilla por el perno de seguridad diseñado para la bicicleta.



Sistema de rodamientos

Un buen sistema de rodamientos es crucial para la eficiencia y el buen desempeño de una bicicleta. Se compone de los neumáticos, los rines, el sistema de frenado, las masas, los niples y los rayos.

Los componentes de este primer prototipo, se seleccionaron cuidadosamente de acuerdo a los requerimientos generales y lineamientos de diseño, así como de los resultados que deseamos obtener de una bicicleta eléctrica de préstamo.





El modelo y marca de neumáticos se seleccionó por tratarse de un neumático diseñado específicamente para bicicletas eléctricas.

Posee un cinturón de punción, iluminado en azul en la imagen de arriba, de 5mm de espesor y garantiza la máxima protección contra pinchazos.

Los neumáticos pueden soportar y han sido probados en velocidades de hasta 50km/h, tiene baja resistencia al rodamiento y un buen agarre.

Son llantas de excelente calidad para uso intensivo y de alto desempeño.



Se seleccionó un tipo de rinde diseñado específicamente para ser durable y resistente.

Posee una doble pared que lo hace muy resistente a golpes y caídas. El material del que esta fabricado es una aleación liviana de aluminio.

Los rines de BMX están diseñados para soportar la alta demanda que el deporte exige, los rines soportan los brinco y acrobacias que los ciclistas realizan con ellos.

Son rines de excelente calidad para uso rudo, intensivo y de alto desempeño.



Los rayos son de acero inoxidable para garantizar la estructura de la rueda y mantener los componentes libres de óxido, corrosión o cualquier otro agente externo que pudiera comprometer la durabilidad de la rueda.

Estos rayos y niples están diseñados especialmente para bicicletas de tipo eléctrico, ya que pueden soportar más peso y fatiga que unos rayos para bicicleta mecánica.



Se eligió una masa que integra un freno de tambor. De esta manera se elimina un componente adicional y se aprovecha el espacio.

El freno de tambor es ideal para una bicicleta de préstamo, pues es libre de mantenimiento, muy durable y resistente a la intemperie debido a su carcasa.

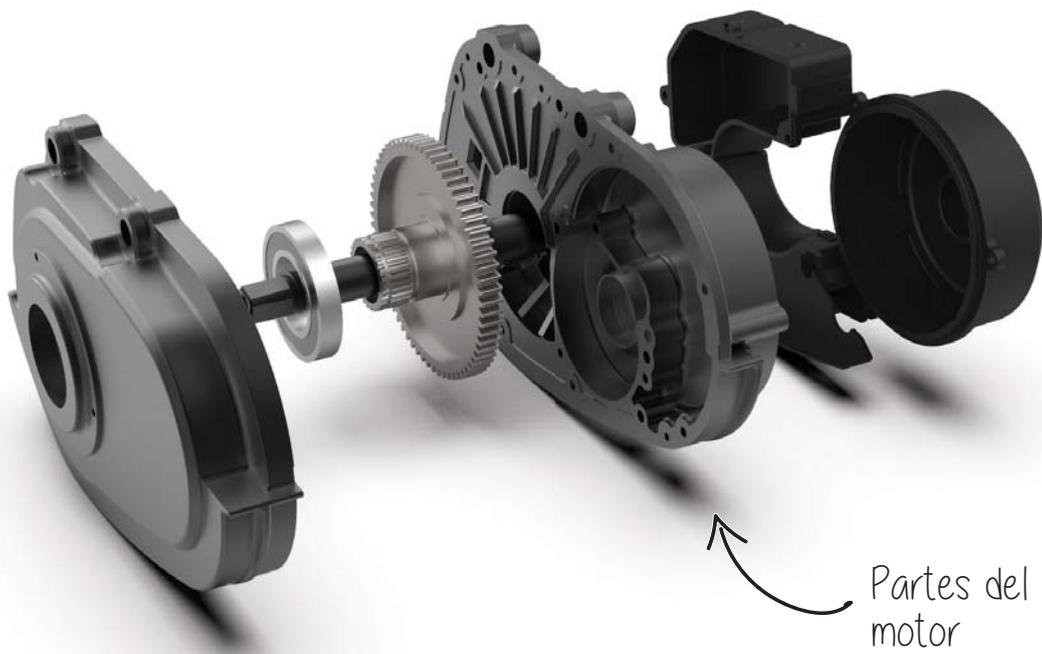
Está fabricado de aleación de aluminio A356 y cartuchos de rodamientos cerrados para resistir a la intemperie.



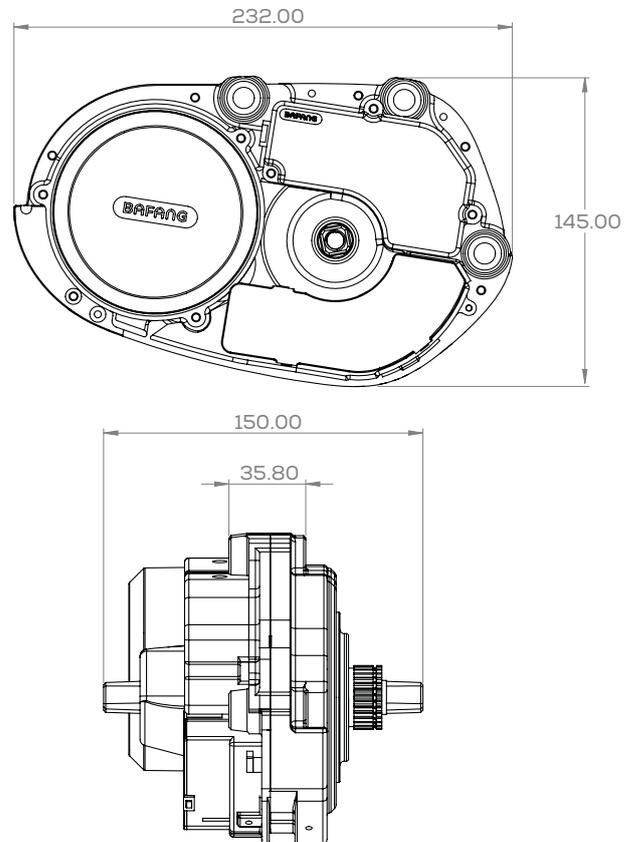
Sistema eléctrico

El sistema de asistencia eléctrica es el corazón de la bicicleta, la correcta relación y armonía entre sus componentes brinda la mejor eficiencia y asistencia al ciclista.

El sistema está compuesto por el motor, la batería, y las unidades de control.



MOTOR



El motor se seleccionó con base en los resultados del estudio eléctrico y en los requerimientos generales.

Se trata de un motor ubicado en el eje de los pedales que constantemente manda información relevante con una frecuencia de hasta 80kHz a través de un sensor de torque y de dos sensores de velocidad altamente sensibles.

El torque, la velocidad del vehículo y la velocidad de rotación de los pedales se envía al controlador para garantizar un control preciso de la bicicleta y al mismo tiempo lograr la mayor eficiencia posible.

Está hecho de aluminio, pesa 3.9 kilogramos y cuenta con una protección al exterior grado IP65.

Este grado brinda una fuerte protección contra el polvo, este no entra bajo ninguna circunstancia, y protege el motor de chorros de agua hasta con una presión de 30kN/m².

El motor opera a 36 voltios, tiene una generosa potencia de salida de 250 watts y ofrece 80Nm de torque.



El motor utiliza una unidad electrónica para desplegar toda la información importante del sistema de un solo vistazo.

Su pantalla LCD de alto contraste permite una lectura fácil incluso con luz directa del Sol y el diseño de la interfaz de usuario es claramente legible y permite usarse de manera intuitiva.

Esta unidad también cuenta con protección al exterior de grado IP65.



El motor también utiliza una unidad electrónica de control, robusta y fácil de usar, que se ubica en el manillar.

Permite encender y apagar el sistema eléctrico, controlar los diferentes niveles de asistencia que brinda el motor, cambiar la información que se despliega en la pantalla e incluso permite encender y apagar las luces de la bicicleta.



Se diseñó una carcasa plástica para proteger y contener las celdas de energía.

La carcasa se compone de dos partes, una base y una tapa, ambas piezas son un plástico conocido como poliamida 66.

Este material posee alta resistencia y rigidez, muy buena resistencia al impacto, buenas propiedades elásticas, excelente resistencia a los productos químicos y propiedades excelentes a la fricción.

Es importante que la carcasa tenga esas propiedades, pues se encuentra expuesta al exterior y debe soportar impactos y agentes externos en el ambiente.

De esta manera se garantiza la estabilidad de las celdas y de los demás componentes electrónicos que se encuentran en su interior.

Para evitar que la batería sea robada o vandalizada, se asegura con tornillos torx de seguridad las dos piezas de la carcasa y toda la batería se asegura al cuadro por medio de tornillos del mismo tipo.



La celda de energía se compone en su interior de 30 pilas de ion de litio, 10 bloques conectados en serie y 3 baterías conectados en paralelo.

Estas celdas se conectan a un sistema electrónico conocido como sistema de gestión de batería. Este sistema se encarga de monitorear cada una de las celdas.

Vigila que todo el sistema de energía funcione de manera correcta, en óptimas condiciones, y se asegura de que todas las celdas se descarguen igual.



Cada bloque de ion de litio tiene un voltaje de 3.7V @2600mAh.

Las conexiones en serie y paralelo están diseñadas para potencializar estos valores y así conseguir la capacidad, energía y voltaje necesarios para mover el sistema eléctrico.

Así la batería consigue un voltaje de 37 voltios, una capacidad de 7800mAh equivalentes a 7.8Ah y almacena 288.6Wh de energía.



Sistema mecánico

El sistema mecánico de la bicicleta complementa el sistema eléctrico y determina en gran medida la eficiencia de la bicicleta eléctrica.

Con base en el estudio mecánico se armó un sistema de transmisión en armonía con el motor y que garantiza la mayor eficiencia posible.

Este sistema se compone del plato, el piñón, el sistema de cambios internos, la cadena, los pedales y las bielas.





Se seleccionaron pedales de aluminio por su ligereza y resistencia al medio ambiente.

Cuentan con una superficie de caucho antiderrapante que brinda un mejor agarre al calzado, y reflectores de luz en tono ámbar como elementos de seguridad.

Son libres de mantenimiento, pues utiliza baleros sellados.



El plato y las bielas son suministrados en el mismo kit que contiene el motor y sus unidades de control.

Tanto el plato como las bielas son de aluminio y están diseñadas específicamente para funcionar en sincronía con el motor.

El plato es de 38 dientes para una cadena de paso 3/32". El tamaño del plato es determinado por el tipo de relación que existe entre los elementos mecánicos en el interior del motor.

Las bielas tienen una longitud de centro a centro de 16 cm Esta medida beneficia una cadencia eficiente para este sistema de asistencia.



Se seleccionó una cadena de acero con cualidades y características ideales para bicicletas de sistemas de préstamo.

Esta cadena cuenta con protección anti oxidación, anti corrosión y anti manchas, es capaz de soportar hasta 650 horas de agua salada pulverizada sin oxidarse.

Es de bajo mantenimiento y ofrece la máxima protección, pues es a prueba de agua y resistente incluso a climas nevados.



Por sus características y con base en los resultados del estudio mecánico, se eligió un sistema de cambios internos de 3 velocidades con freno de tambor integrado.

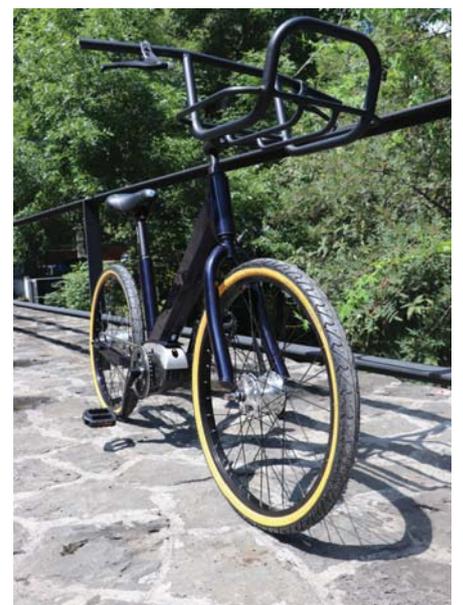
Los sistemas de cambios internos son ideales, pues son libres de mantenimiento, no hay que ajustar las partes móviles y se pueden cambiar las velocidades sin tener que pedalear.

Al ser un sistema cerrado es más durable y está protegido de agentes externos.

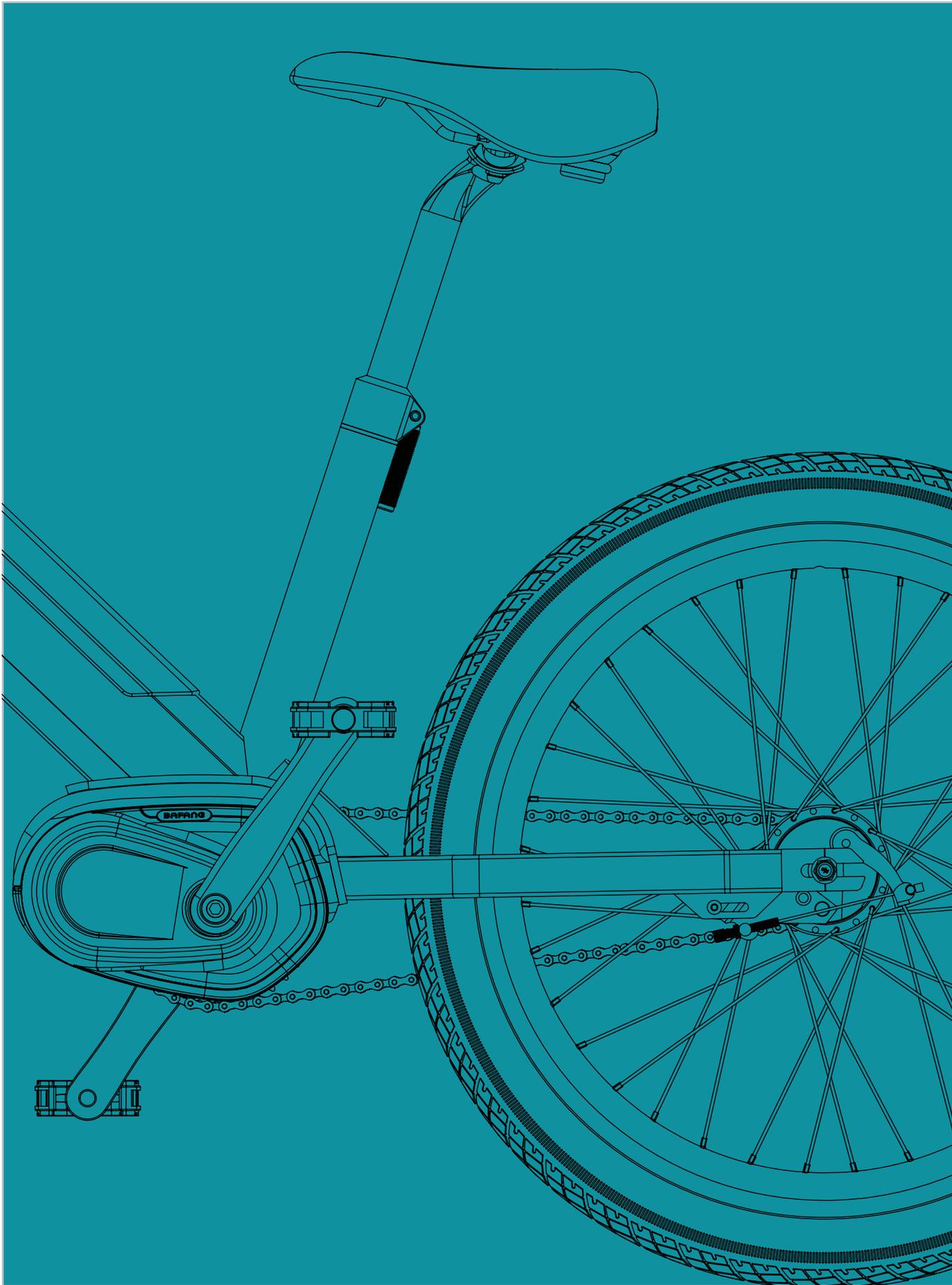
RELACIÓN DE MARCHAS	COMBINADO	DESARROLLO
1 - 0.75	- 1.2	- 2.29m
2 - 1.00	- 1.6	- 1.91m
3 - 1.33	- 2.1	- 4.01m

DESARROLLO DEL PROTOTIPO

Con este diseño conceptual, el instituto de ingeniería de la UNAM se dispuso a desarrollar un primer prototipo para realizar pruebas y validar el diseño.







04 >

CIERRE Y CONCLUSIONES

01
LOS SISTEMAS DE BICICLETAS DE PRÉSTAMO SEGUIRÁN CRECIENDO Y EVOLUCIONANDO DE ACUERDO AL DESARROLLO TECNOLÓGICO Y A LAS NECESIDADES DE LAS DIFERENTES CIUDADES.

02
NO EXISTE UN MODELO DE BICICLETA COMPARTIDA QUE SEA SUPERIOR EN TODO SENTIDO, CADA SISTEMA POSEE SUS VIRTUDES Y EL DISEÑO DE CADA SISTEMA DEPENDERÁ DEL LUGAR DESTINADO PARA SU USO.

03
LA BICICLETA ELÉCTRICA POSEE UN GRAN POTENCIAL DE EVOLUCIÓN, EXISTEN ELEMENTOS EN SU DISEÑO E INGENIERÍA QUE SON OBJETO DE ESTUDIO Y AUN PUEDEN MEJORAR, DESDE LOS MATERIALES HASTA LA ELECTRÓNICA.

04
ESTOS SISTEMAS DE BICICLETAS PÚBLICAS GENERAN OPORTUNIDADES DE NEGOCIO PUES REQUIEREN DE MANTENIMIENTO Y SERVICIOS ESPECIALES QUE OTROS PUEDEN SOLVENTAR.

05
EN UN FUTURO ES POSIBLE QUE ESTOS SISTEMAS SE BASEN EN EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y NO EN EL DE VEHÍCULOS, EN LA ACTUALIDAD EXISTEN SISTEMAS CUYO MODELO SE BASA EN LA RENTA DE BATERÍAS.

01

LA PLANIFICACIÓN ES UNA PARTE FUNDAMENTAL EN UN PROYECTO DE DISEÑO, TENER CLARO LOS ALCANCES Y REQUERIMIENTOS DE UN PRODUCTO Y/O SISTEMA FACILITAN EL PROCESO DE DISEÑO EN GRAN MEDIDA.

02

ESTE PROYECTO ME DEJA MUCHA EXPERIENCIA Y CONOCIMIENTO DE LOS COMPONENTES Y SISTEMAS QUE TIENE UNA BICICLETA, MECÁNICA Y ELÉCTRICA. AHORA ENTIENDO MEJOR COMO FUNCIONA EN GRAN MEDIDA UNA BICICLETA.

03

FORMAR PARTE DE UN PROYECTO MULTIDISCIPLINARIO ME ENSEÑÓ A VER LOS PROYECTOS DE DISEÑO DESDE VARIOS ÁNGULOS Y PUNTOS DE VISTA, AHORA TENGO UNA VISIÓN MÁS AMPLIA DEL DISEÑO.

04

EN LOS PROYECTOS PUEDE HABER IMPREVISTOS QUE MODIFICAN LOS TIEMPOS Y/O EL DISEÑO, ESTOS PROYECTOS ME HAN ENSEÑADO A LIDIAR Y MEDIAR CUANDO SE PRESENTAN ESOS CONTRATIEMPOS.

05

ESTE PROYECTO ME HA PERMITIDO UNA APROXIMACIÓN MÁS REAL DE LO QUE SIGNIFICA DISEÑAR UN PRODUCTO PARA EL MUNDO REAL Y FUERA DEL ÁMBITO ACADÉMICO.

BIBLIOGRAFÍA



- Ávila Chaurand, Prado León, González Muñoz. (2007). *Dimensiones antropométricas de población latinoamericana*. Jalisco, México: Universidad de Guadalajara



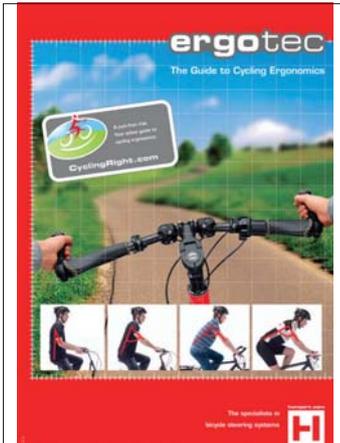
- Bosch, Robert. (2017). *Ride your eWorld Bosch eBike Systems Magazine 2018*. Reutlingen, Alemania:



- Bosch, Robert. (2017). *Productos Bosch eBike Systems 2018*. Reutlingen, Alemania:



- Bosch, Robert. (2017). *Guía de baterías para eBike*. Reutlingen, Alemania:



- Humpert, Wilhelm. (2012). *Ergotec The Guide to Cycling Ergonomics*. Alemania. Recuperado de <https://www.ergotec.de/de/>



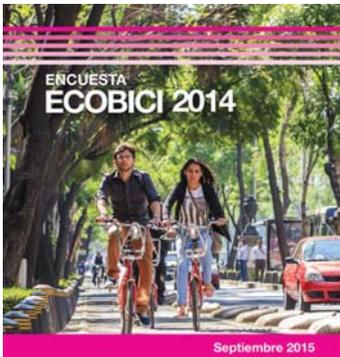
- ITDP. (2013). *The Bike-Share Planning Guide*. Nueva York, 2013. Recuperado de <https://www.itdp.org/who-we-are/for-the-press/the-bike-share-planning-guide/>



- ITDP. (2018). *The Bikeshare Planning Guide 2018 Edition*. Nueva York. Recuperado de <http://mexico.itdp.org/documentos/guia-de-planeacion-de-sistemas-de-bicicleta-compartida/>



- NACTO. (2016). *Bike-Share Station Siting Guide*. U.S.A, Recuperado de <https://nacto.org/publications/design-guides/>



- Pérez López ,Ruth. (2015). *Encuesta Ecobici 2014*. CDMX. Recuperado de https://www.ecobici.cdmx.gob.mx/sites/default/files/pdf/ecobici_2014_encuesta.pdf



- Ramírez Álvarez Román. (2014). *Bicicleta de circuito urbano*. (Tesis de licenciatura). UNAM, CDMX



The New Wheel
"Electric bike basics"
www.newwheel.net



Ciclismo a fondo
"Informe: Geometría de una bicicleta"
www.ciclismoafondo.es



VAIC La vida en bici
"Qué es una bicicleta eléctrica"
www.vaic.com/es



Cyclescheme
"How to understand hub gears"
www.cyclescheme.co.uk



Groschopp
"Gear reduction"
www.groschopp.com



Geometrygeeks "Understanding
Bike Geometry Measurements"
www.groschopp.com



Eltis
"La Rochelle"
www.eltis.org

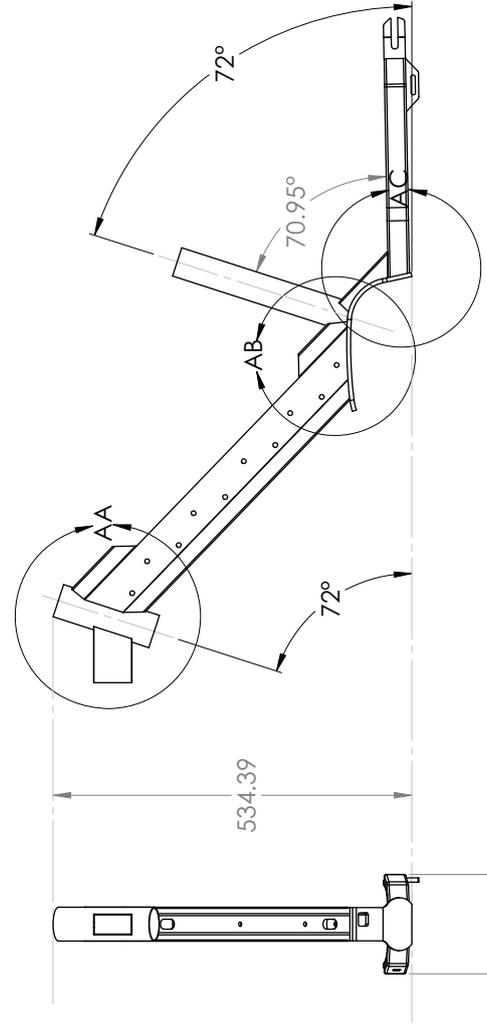
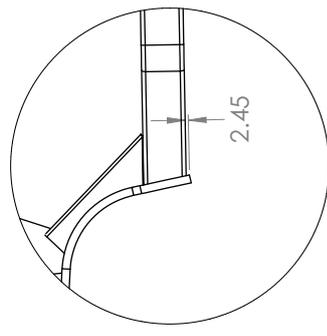
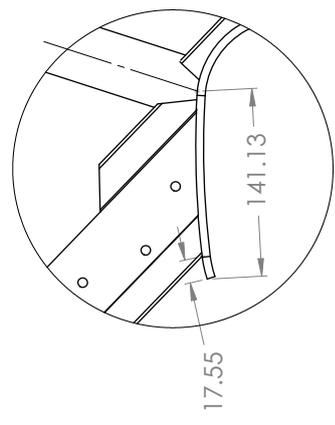
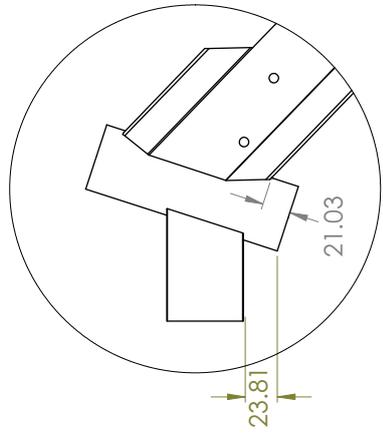
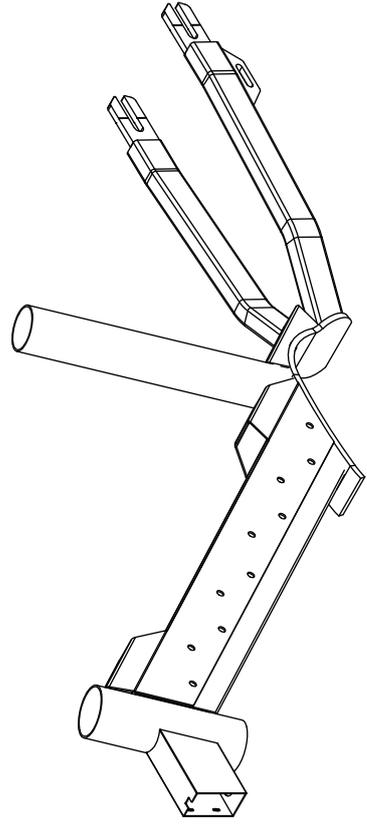
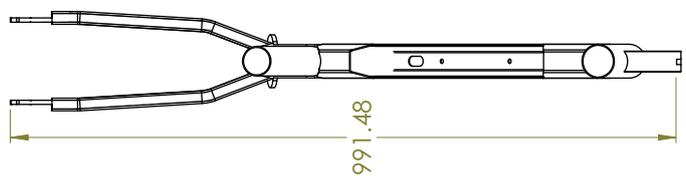


Eltis
"Velo à la Carte"
www.eltis.org



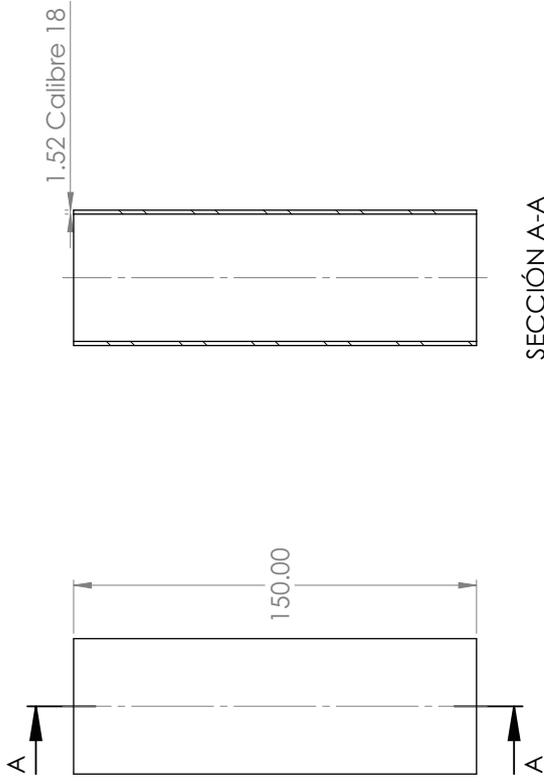
La Bicikleta
"Tipos de bicicletas"
www.labicikleta.com

No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	

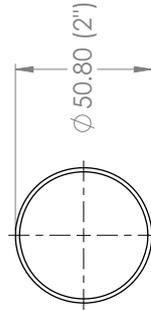


AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:8
PROYECTO:	A3		
Bicileta eléctrica	mm		
PLANO:	2 DE 27		
Cuadro	mm		

No.		COORD.	MODIFICACIÓN		FECHA	AUTORIZÓ

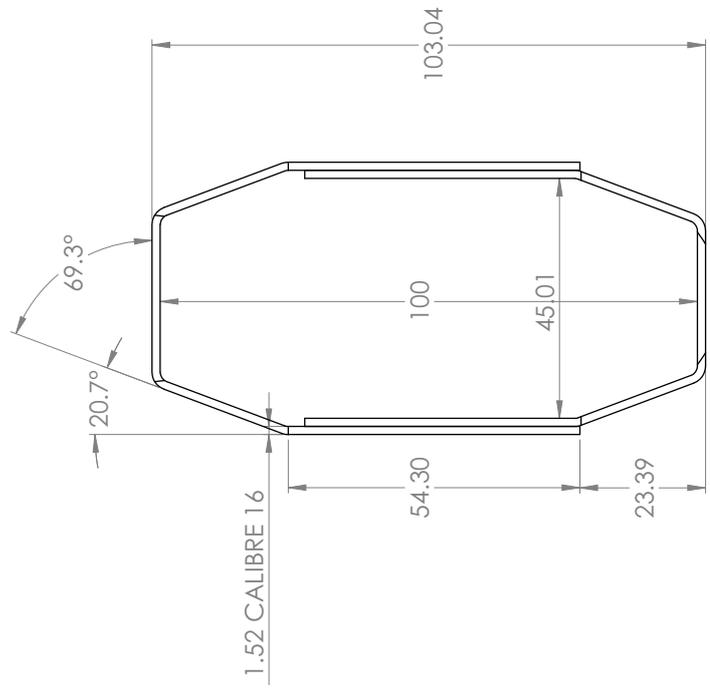
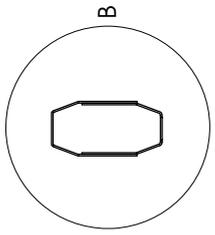
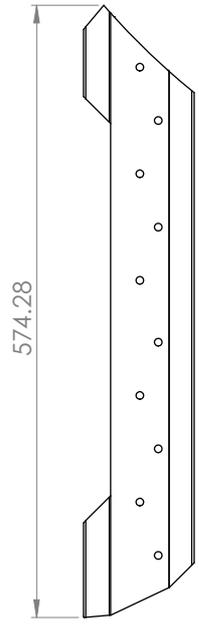


SECCIÓN A-A

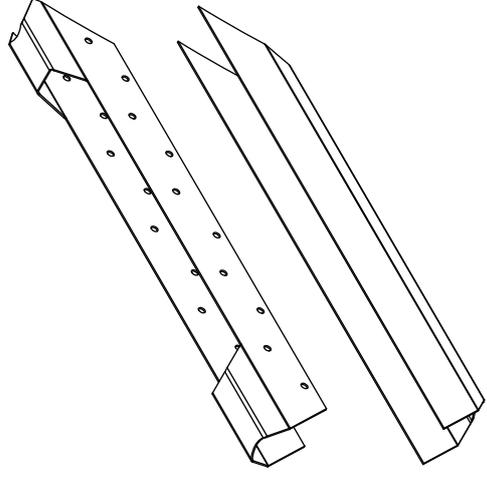


AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:2
PROYECTO:	A3		
Bicicleta eléctrica			
PLANO:	COTAS:	Hojas:	
Telescopio	mm	3 DE 27	

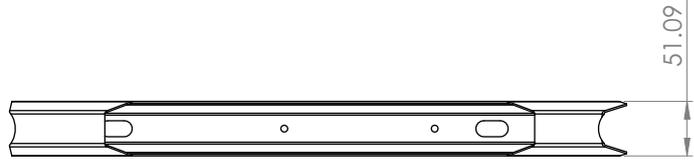
No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	



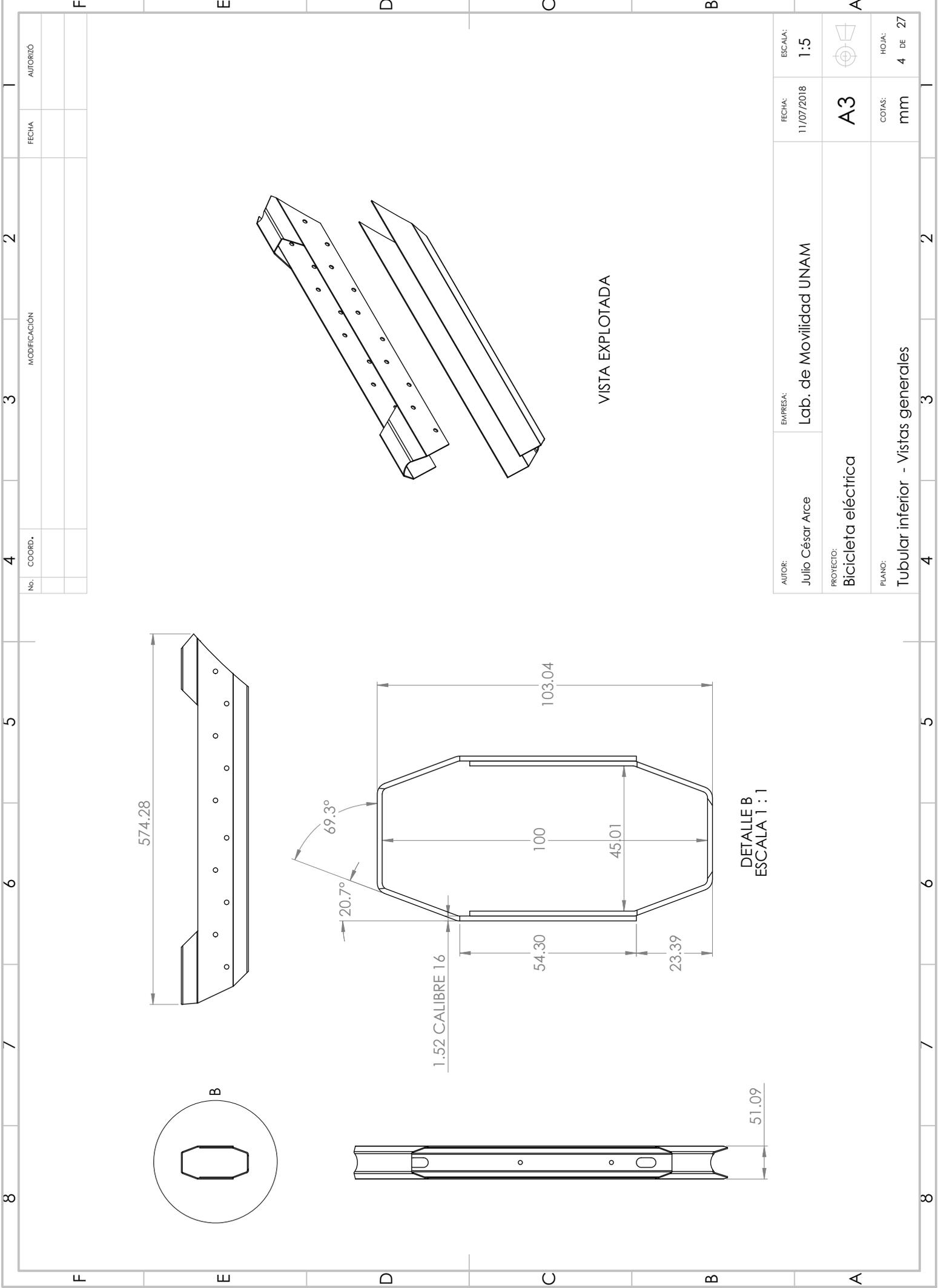
DETALLE B
ESCALA 1 : 1



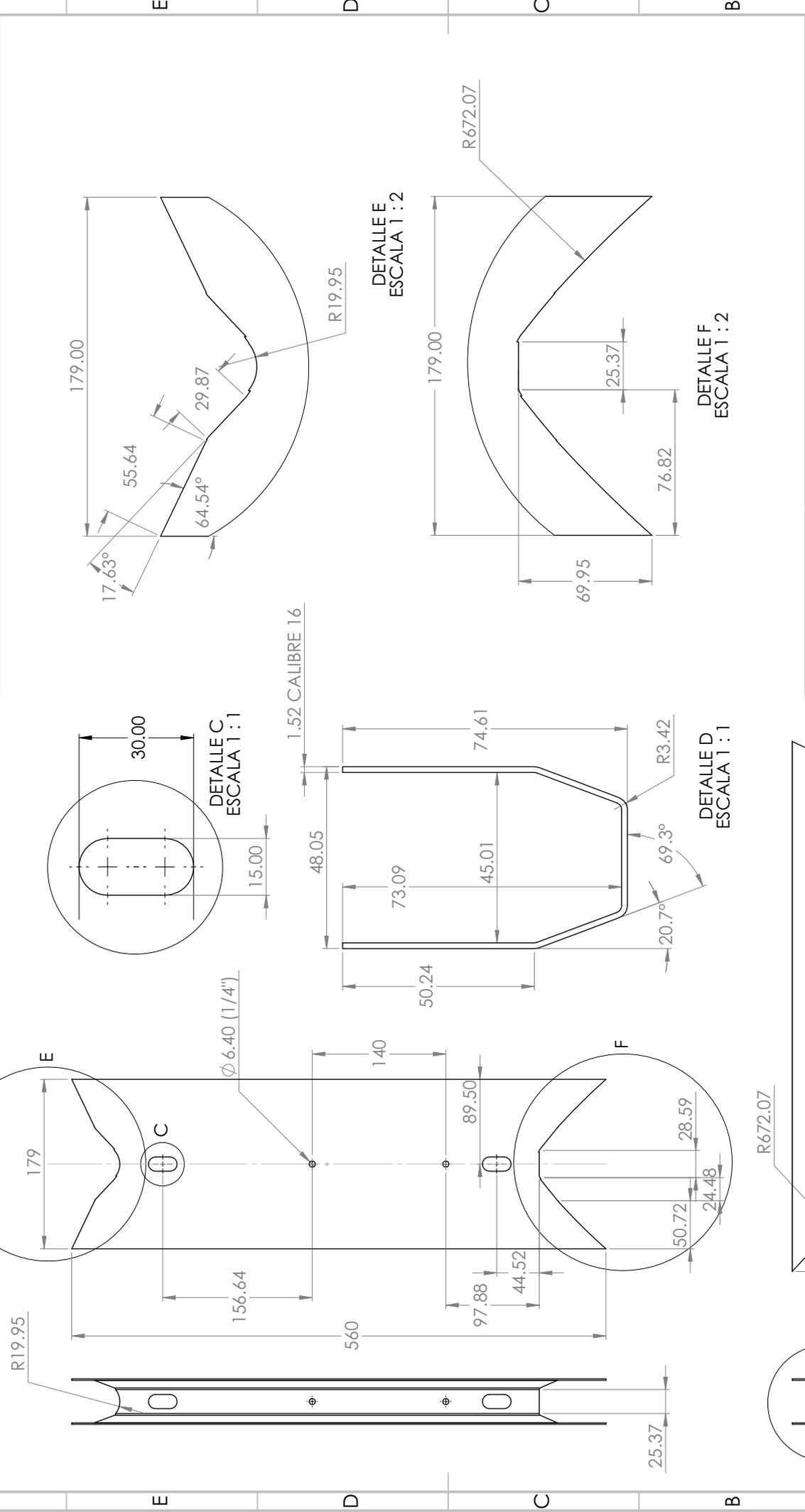
VISTA EXPLOTADA



AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio César Arce	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:5
PROYECTO:	COTAS:		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	HOJA:		
Tubular inferior - Vistas generales	4 DE 27		

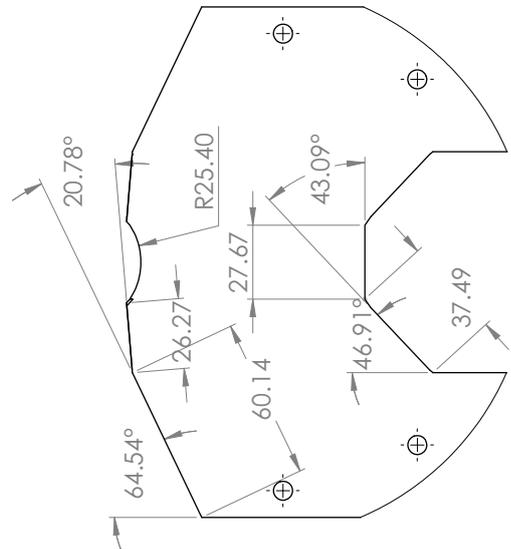


No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	

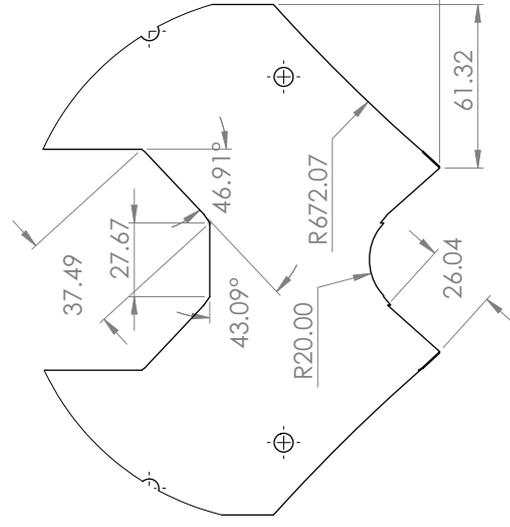


AUTOR:	Julio Arce González	EMPRESA:	Lab. de Movilidad UNAM	FECHA:	11/07/2018	ESCALA:	1:4
PROYECTO:	Bicicleta eléctrica			HOJA:	5 DE 27		
PLANO:	Tubular inferior - Pieza inferior			COTAS:	mm		

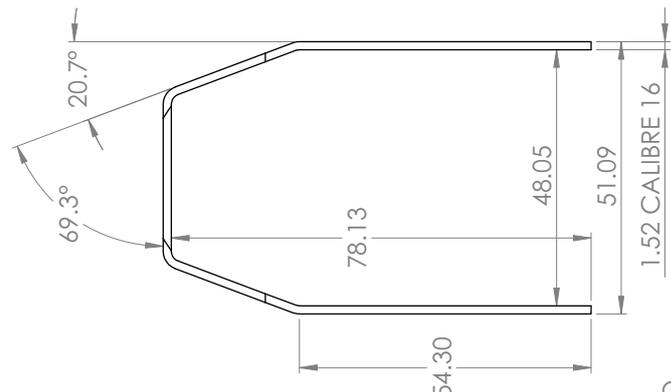
No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	



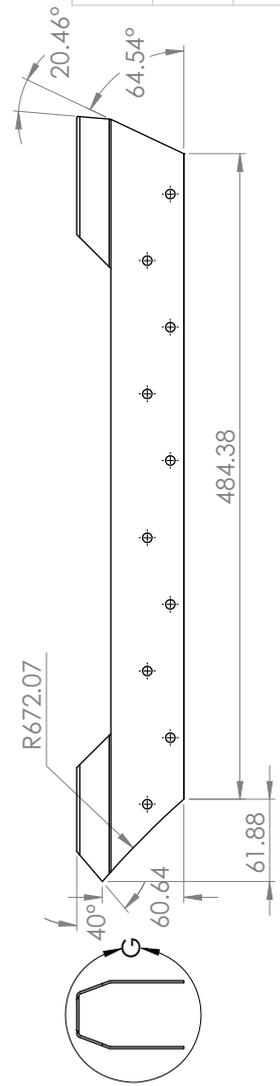
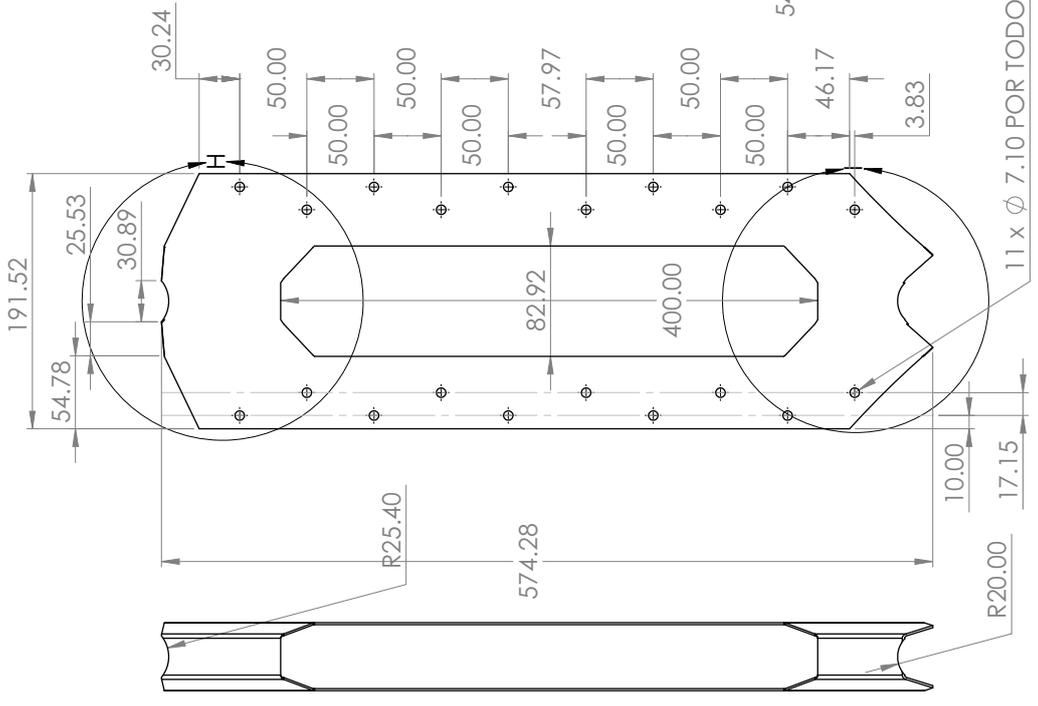
DETALLE H
ESCALA 1 : 2



DETALLE I
ESCALA 1 : 2

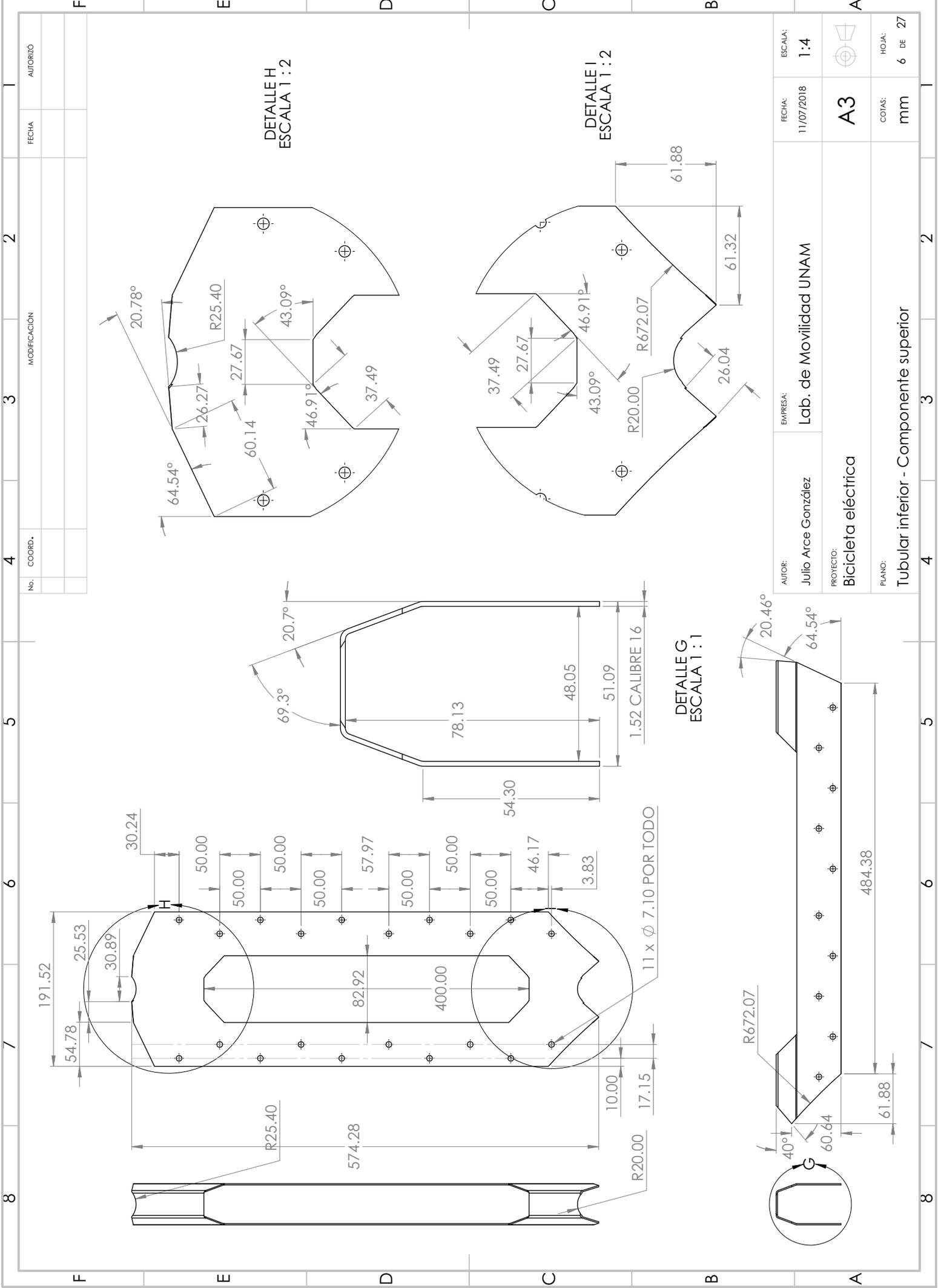


DETALLE G
ESCALA 1 : 1

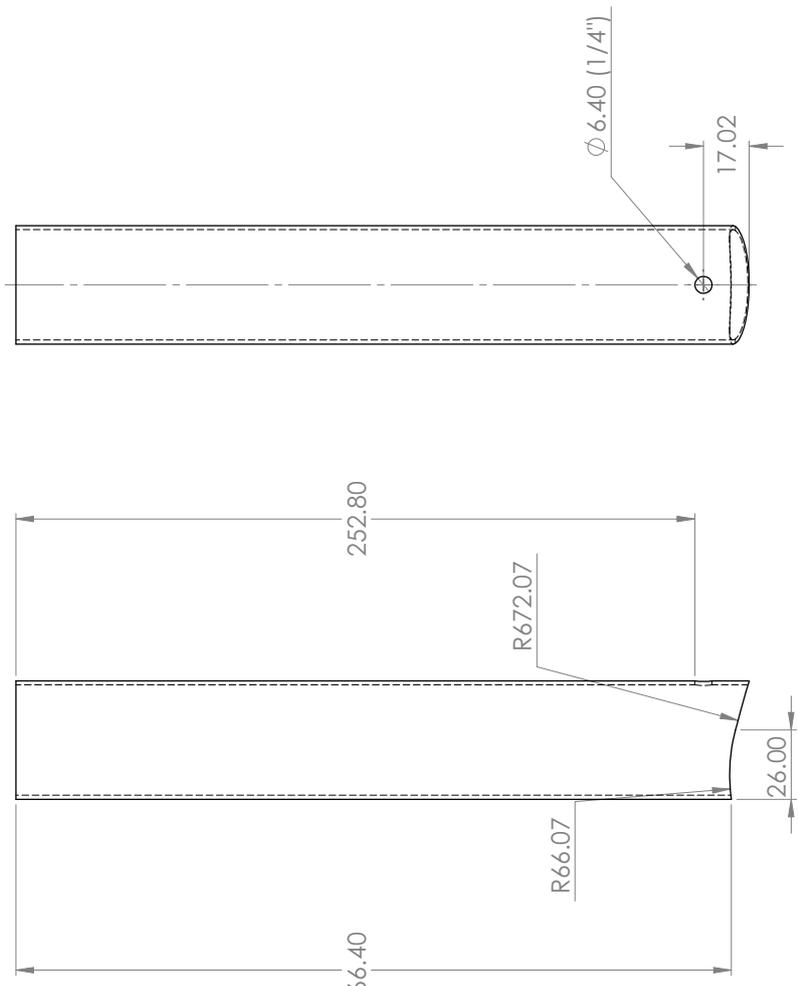
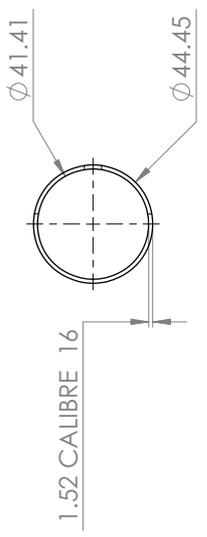


DETALLE G
ESCALA 1 : 1

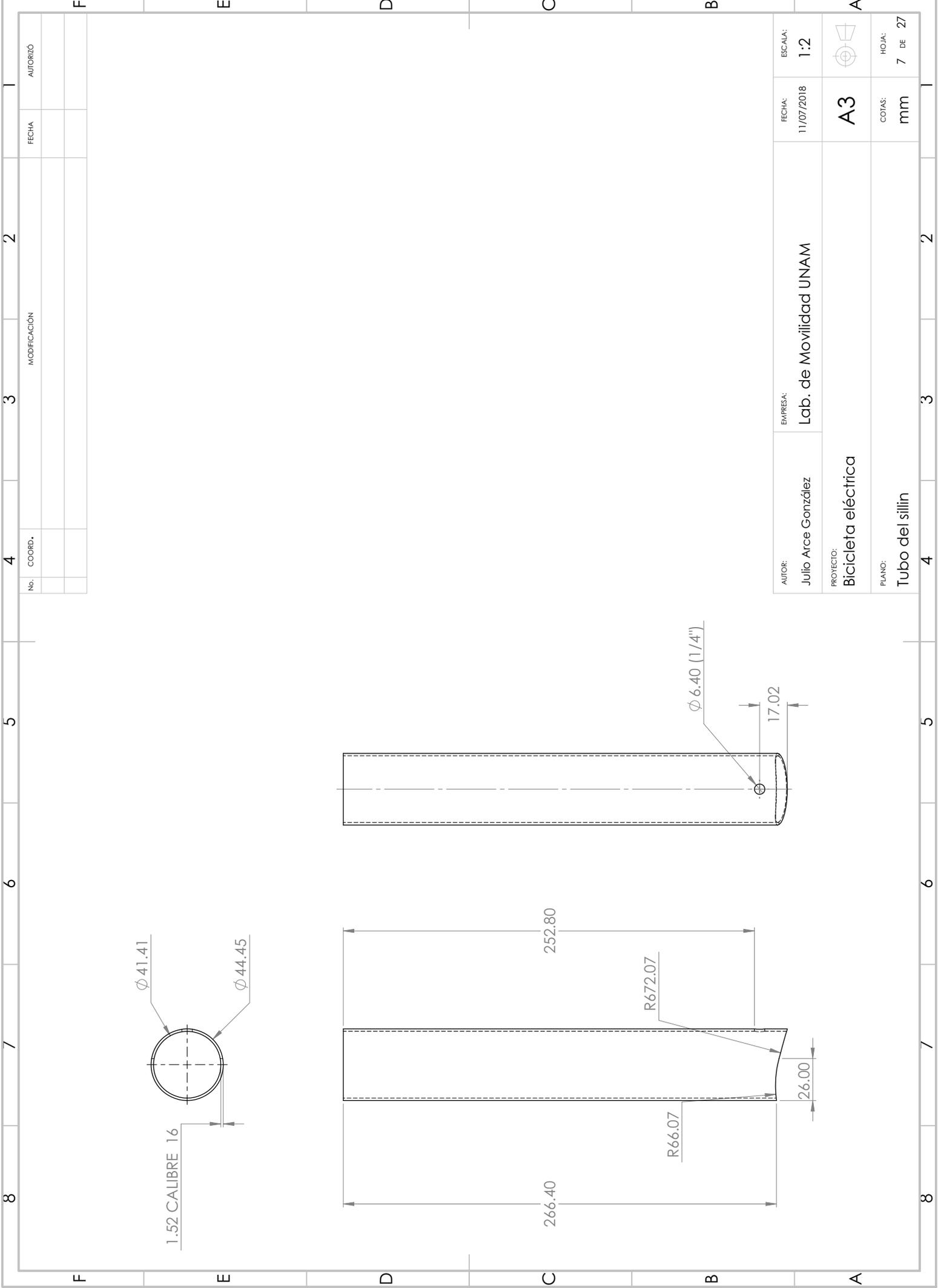
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:4
PROYECTO:	COTAS:	Hojas:	
Bicicleta eléctrica	mm	6 DE 27	
PLANO:	Tubular inferior - Componente superior		



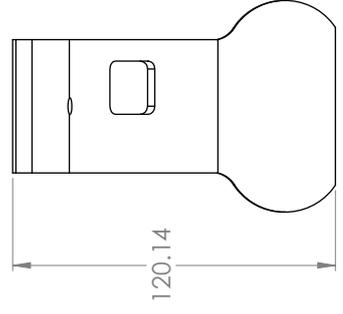
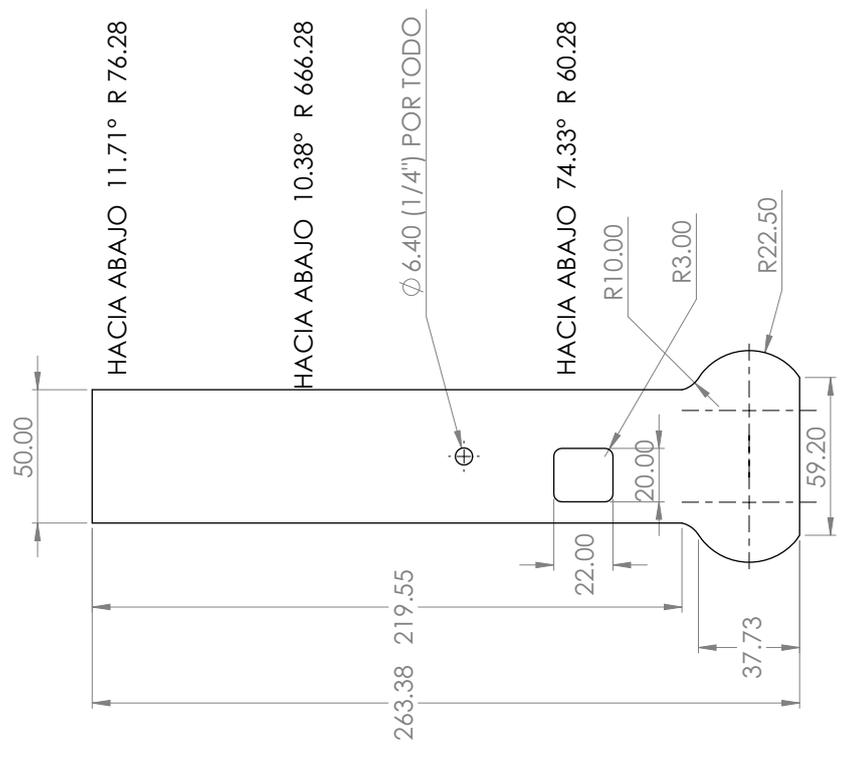
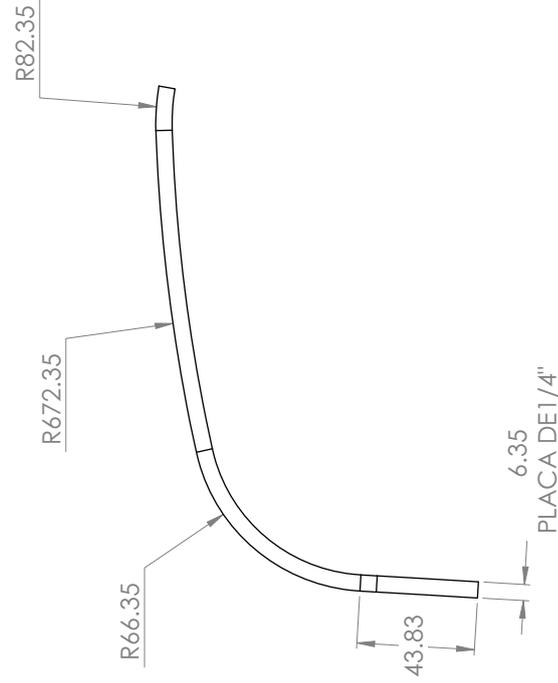
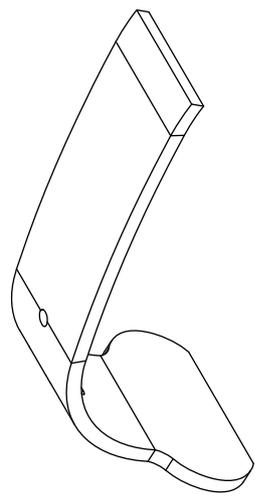
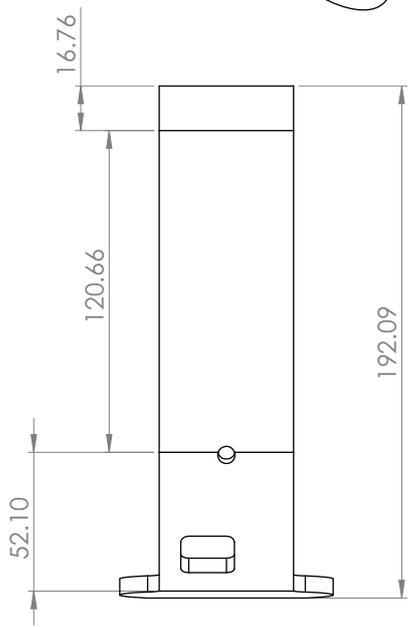
No.		COORD.	MODIFICACION		FECHA	AUTORIZO



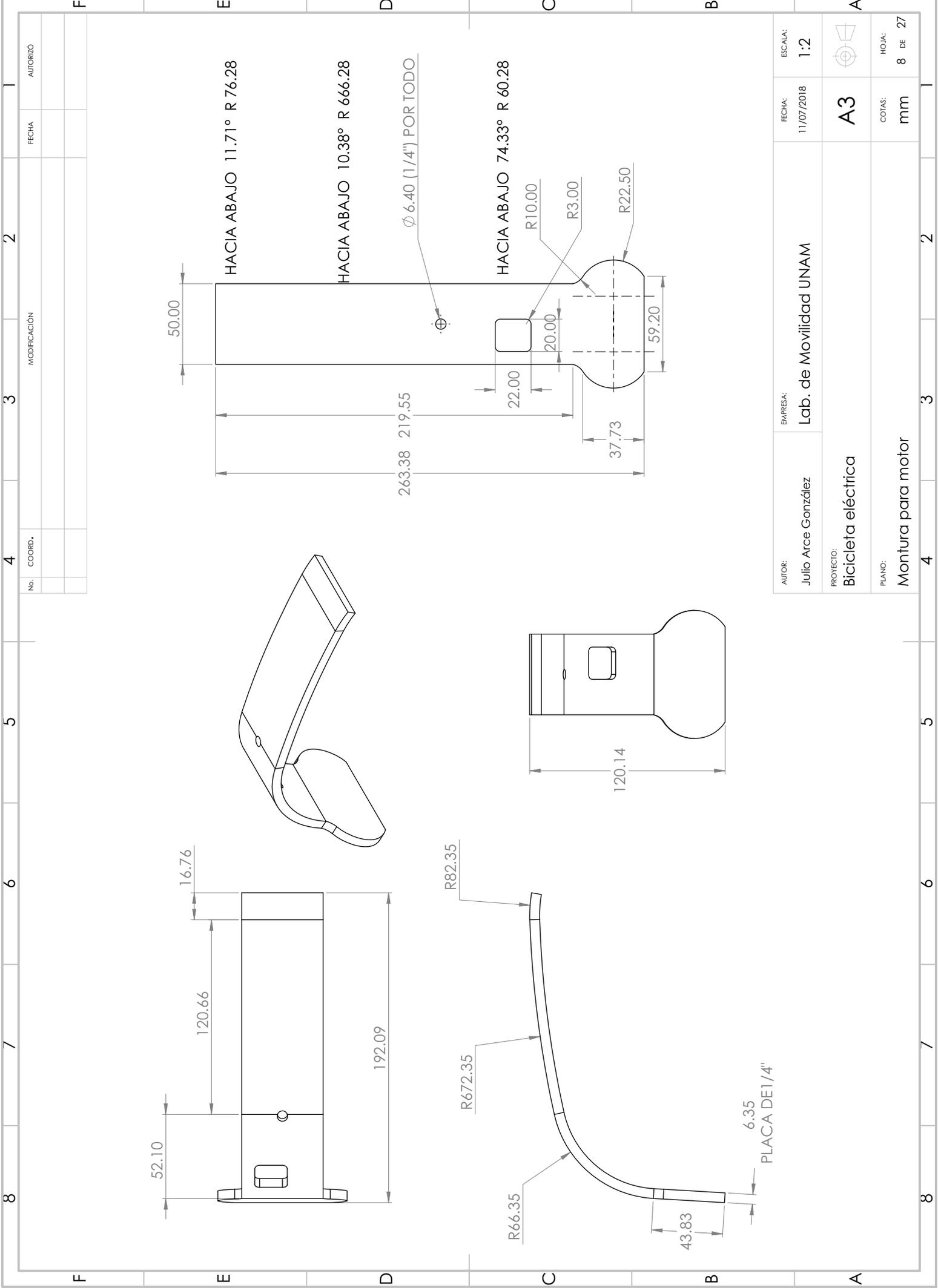
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:2
PROYECTO:	COTAS:		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	HOJA:		
Tubo del sillín	7 DE 27		



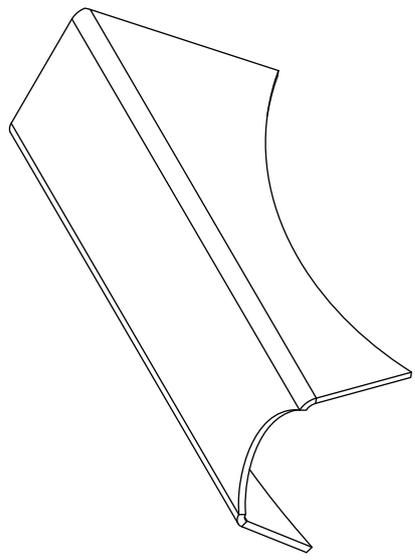
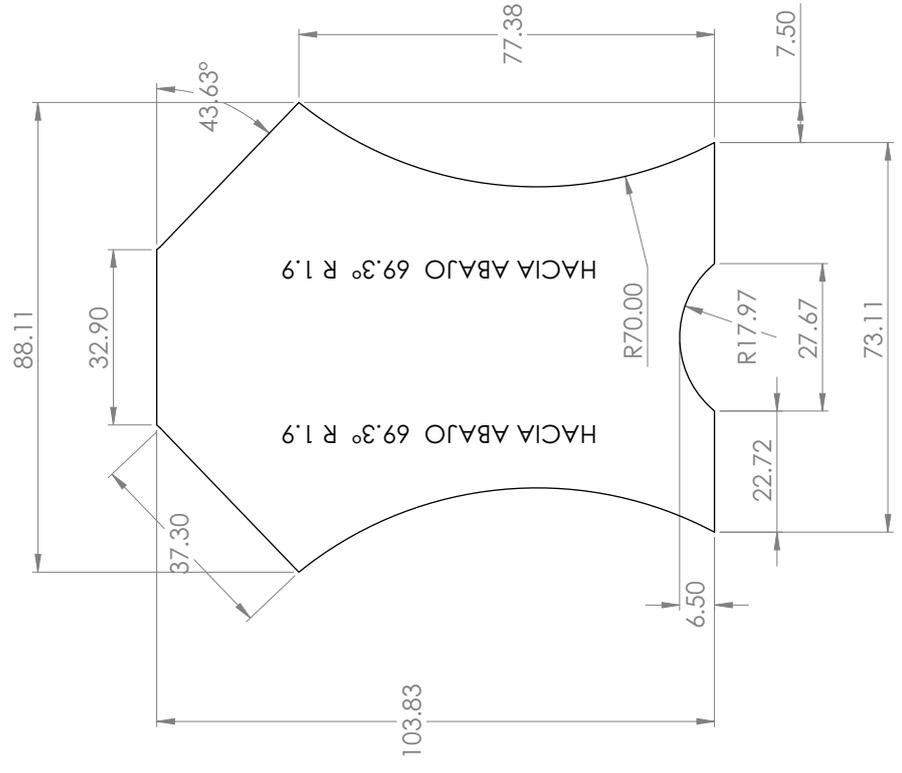
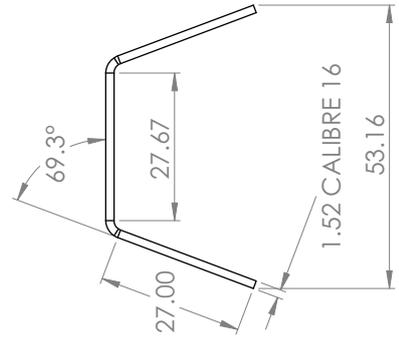
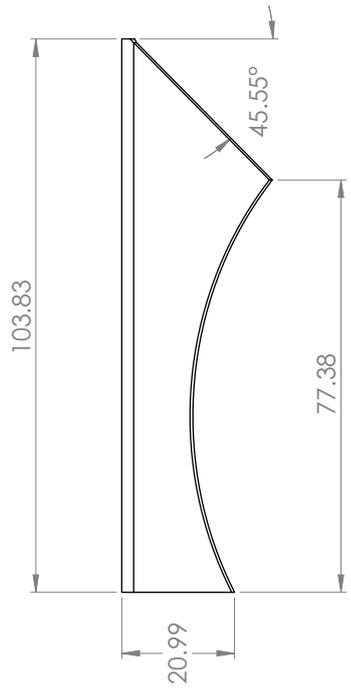
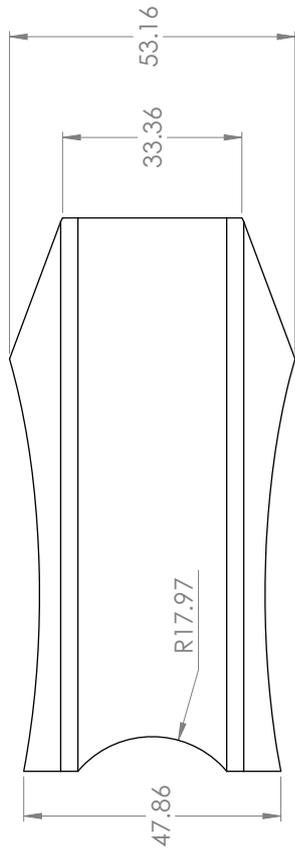
No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	



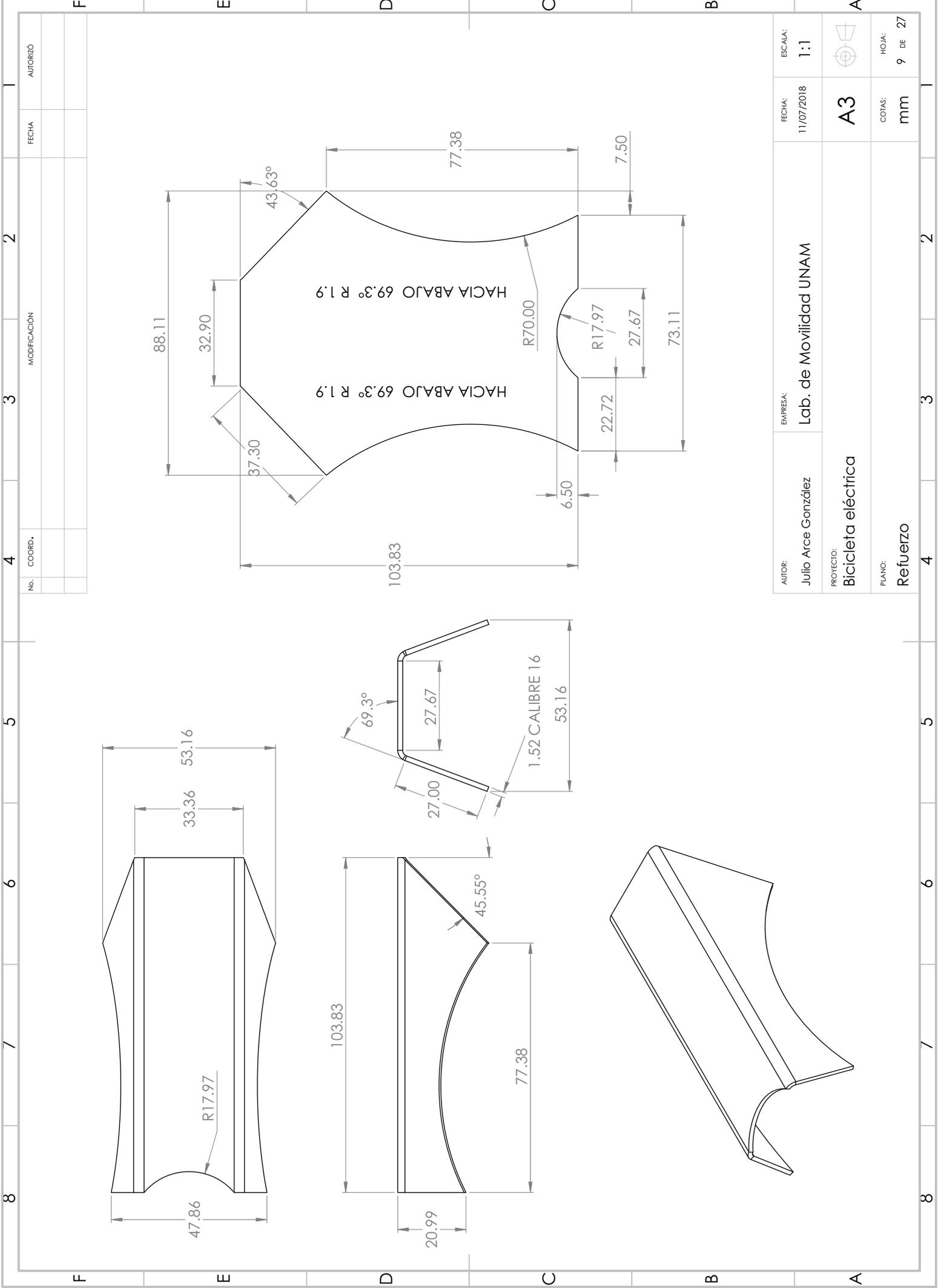
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:2
PROYECTO:	COTAS:		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	Hojas:		
Montura para motor	8 DE 27		



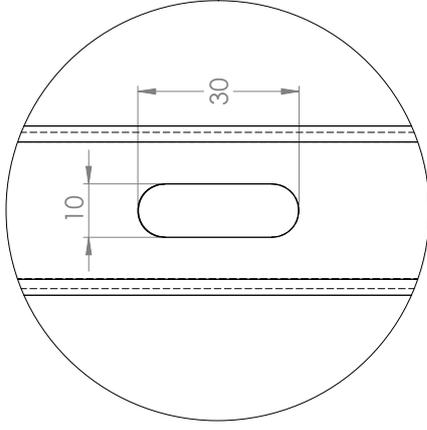
No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	



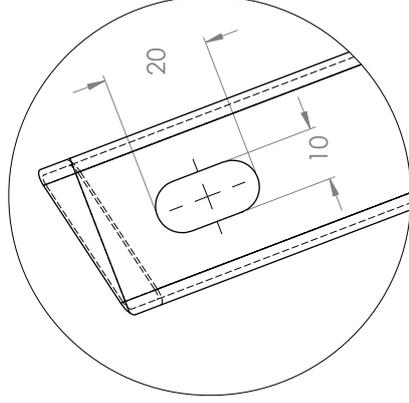
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:1
PROYECTO:	Hojas:		
Bicicleta eléctrica	A3		
PLANO:	COTAS:		
Refuerzo	mm		
			9 DE 27



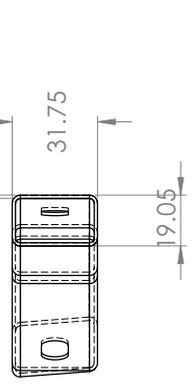
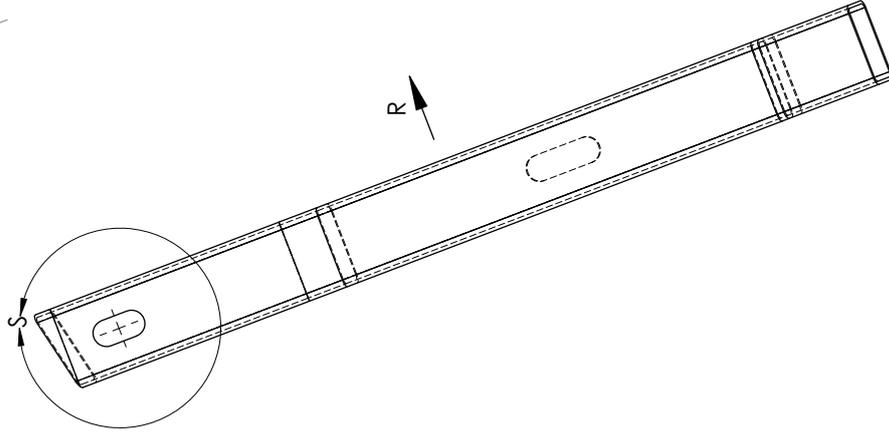
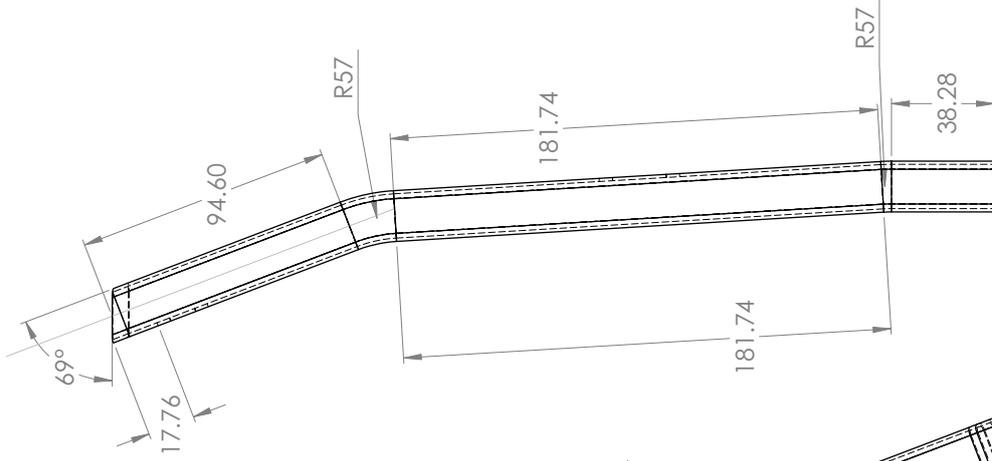
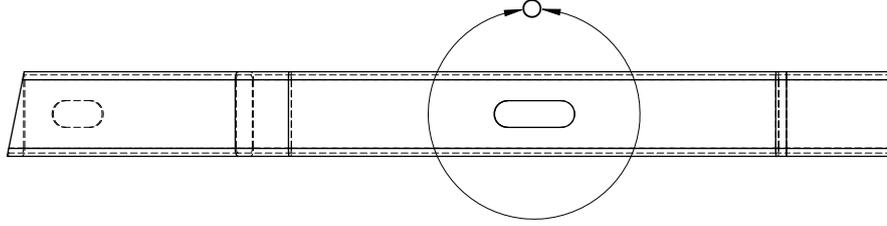
No. MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	



DETALLE O
ESCALA 1 : 1

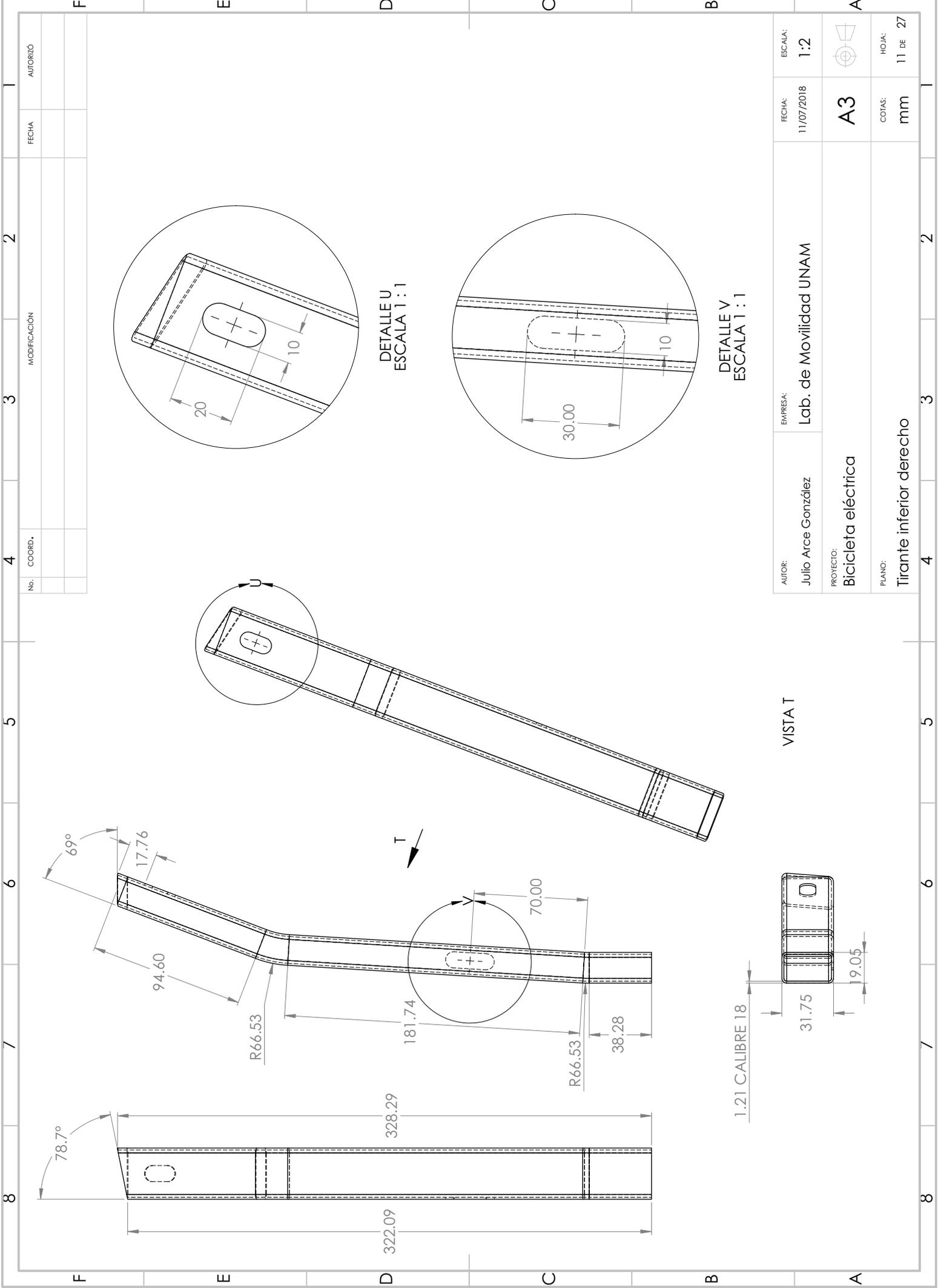


DETALLE S
ESCALA 1 : 1



VISTA R

AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:2
PROYECTO:	COTAS:		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	HOJA:		
Tirante inferior izquierdo	10 DE 27		



DETALLE U
ESCALA 1:1

DETALLE V
ESCALA 1:1

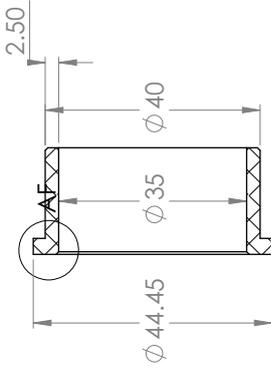
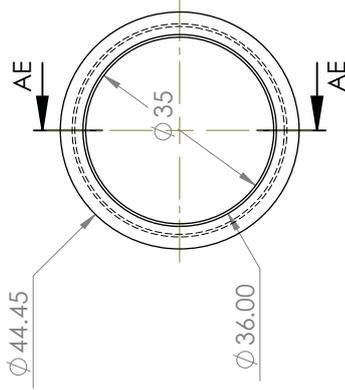
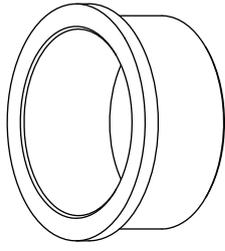
VISTA T

1.21 CALIBRE 18

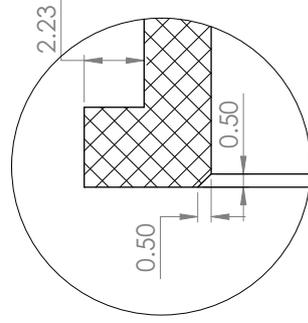
No.	COORD.	MODIFICACION	FECHA	AUTORIZO

AUTOR:	Julio Arce González	EMPRESA:	Lab. de Movilidad UNAM	FECHA:	11/07/2018	ESCALA:	1:2
PROYECTO:	Bicicleta eléctrica						A3
PLANO:	Tirante inferior derecho						mm
							11 DE 27

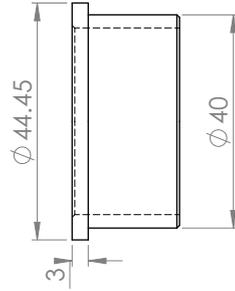
No.	COORD.	MODIFICACION	FECHA	AUTORIZO



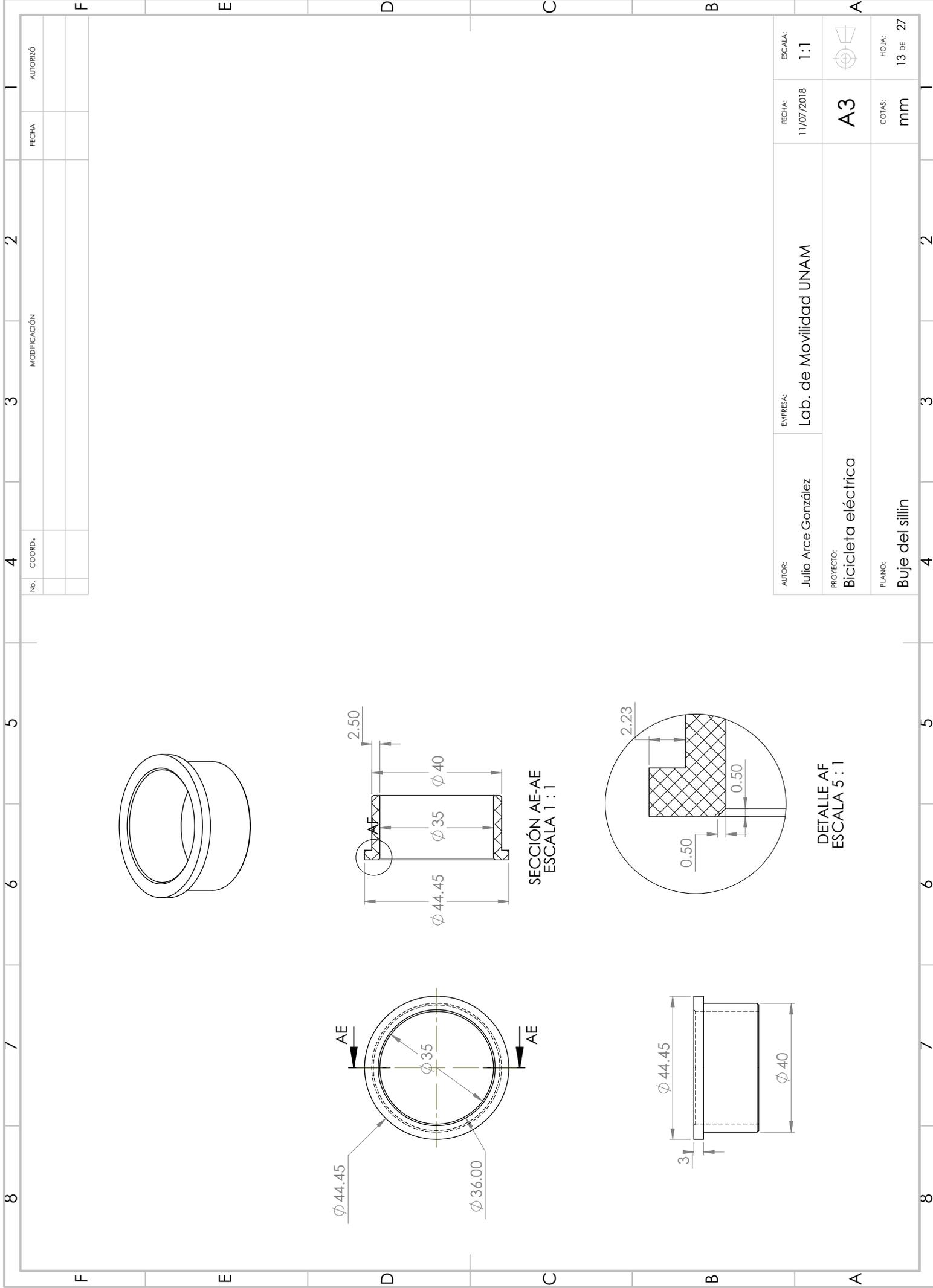
SECCIÓN AE-AE
ESCALA 1 : 1



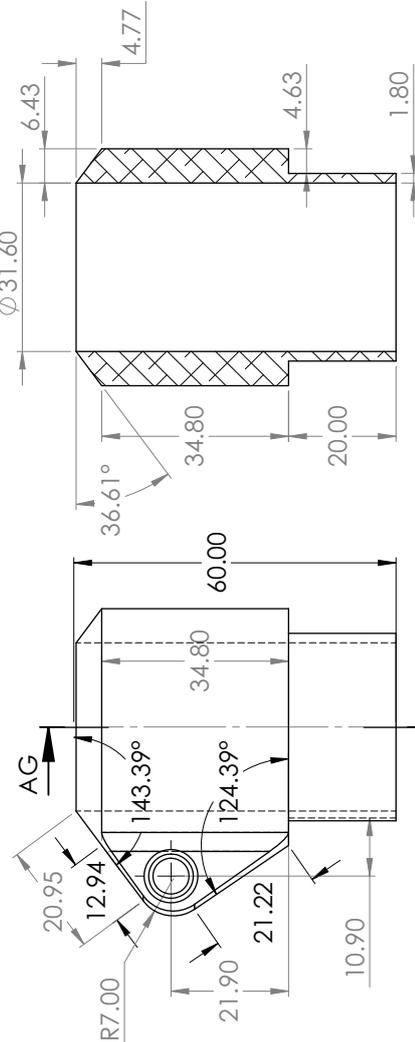
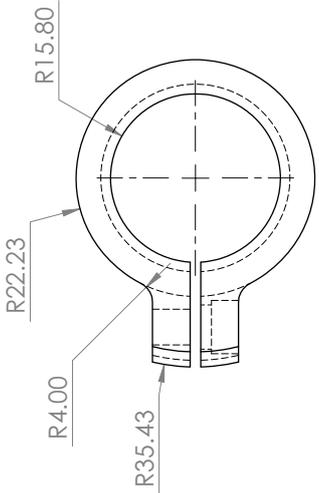
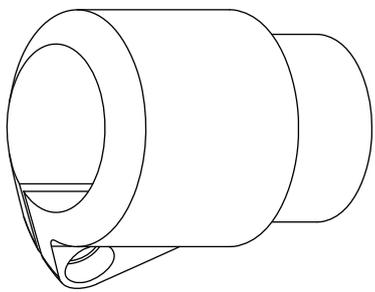
DETALLE AF
ESCALA 5 : 1



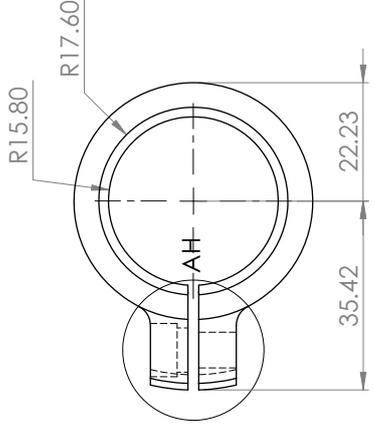
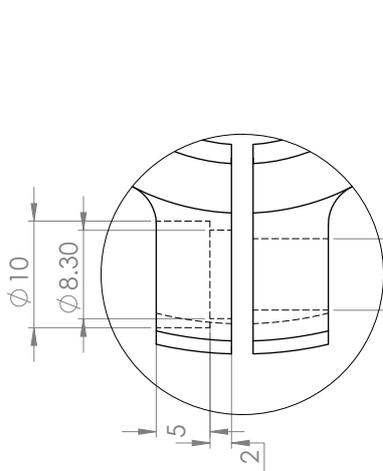
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:1
PROYECTO:	A3		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	13 DE 27		
Buje del sillín	mm		



No.	COORD.	MODIFICACION	FECHA	AUTORIZO



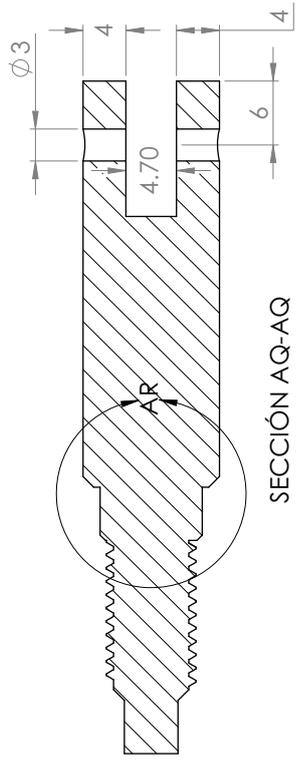
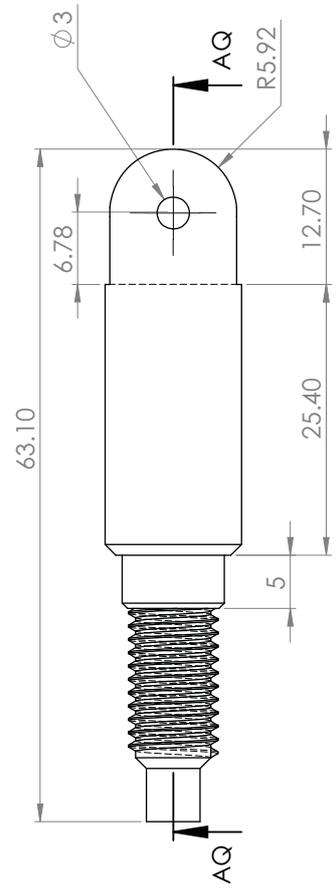
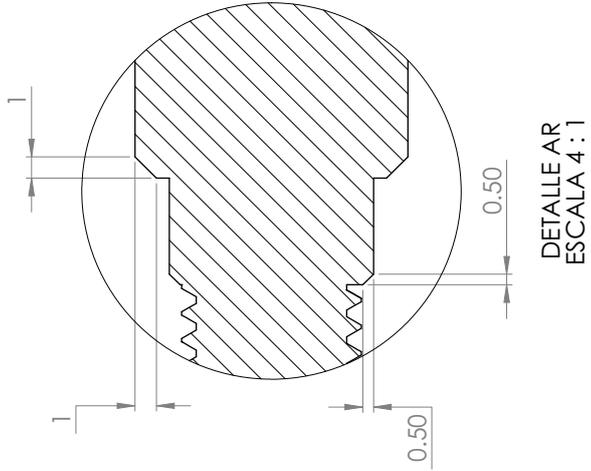
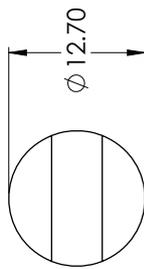
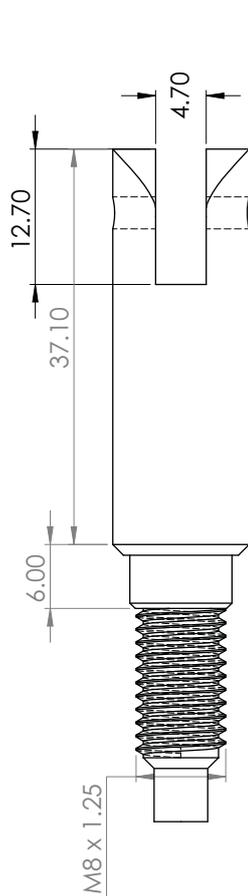
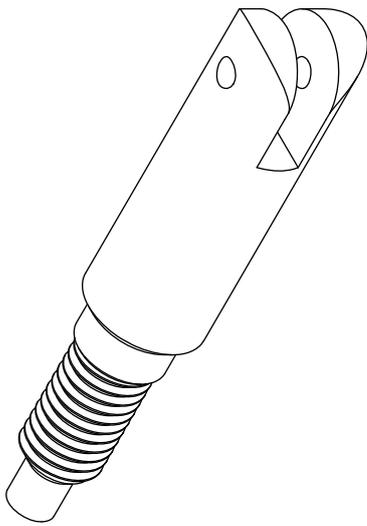
SECCIÓN AG-AG



DETALLE AH
ESCALA 2:1

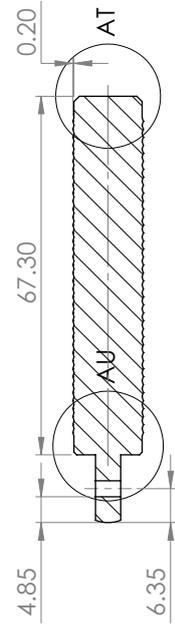
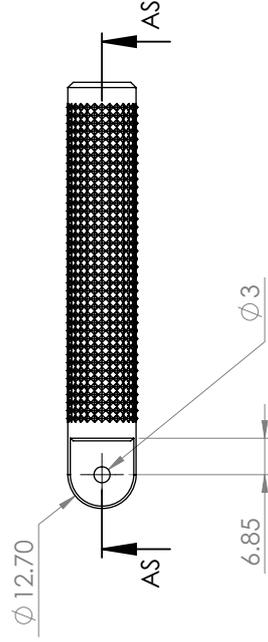
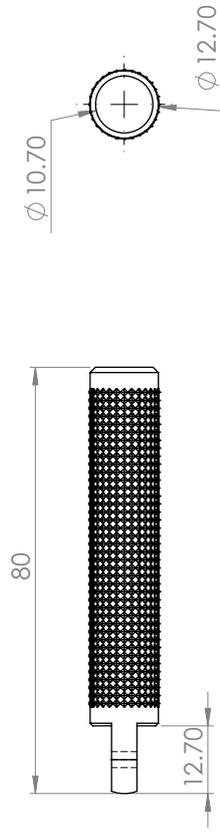
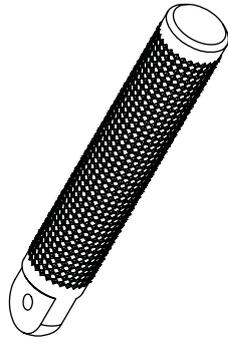
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:1
PROYECTO:	COTAS:		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	HOJA:		
Abrazadera de asiento	14 DE 27		

No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	

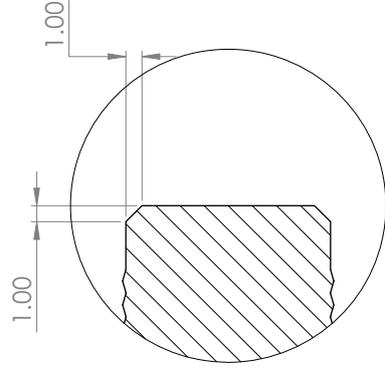


SECCION AQ-AQ

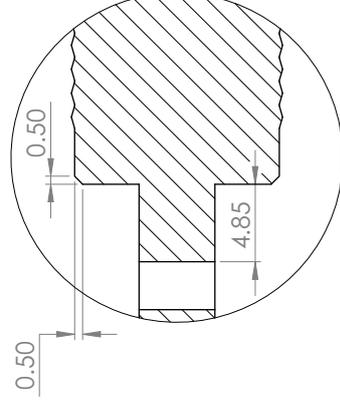
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	2:1
PROYECTO:	Hojas:		
Bicicleta eléctrica	A3		
PLANO:	COTAS:		
Perno de ajuste	mm		
			15 DE 27



SECCIÓN AS-AS



DETALLE AT
ESCALA 3 : 1



DETALLE AU
ESCALA 3 : 1

No.	COORD.

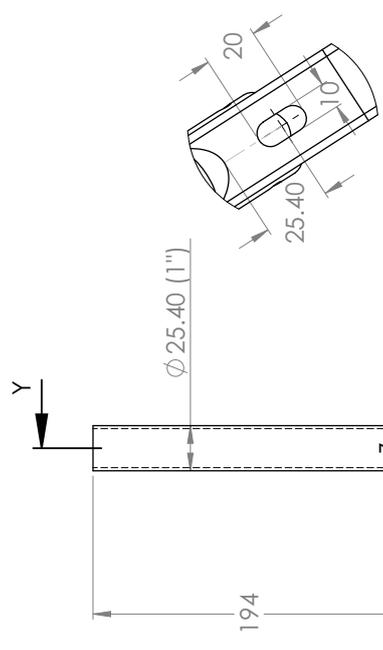
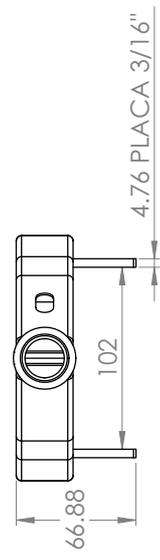
MODIFICACIÓN

FECHA

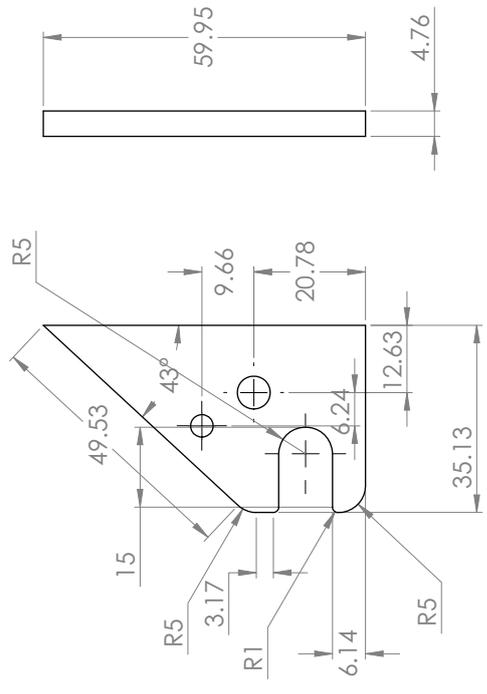
AUTORIZÓ

AUTOR:	Julio Arce González	EMPRESA:	Lab. de Movilidad UNAM	FECHA:	11/07/2018	ESCALA:	1:1
PROYECTO:	Bicicleta eléctrica						A3
PLANO:	Palanca						mm
							16 DE 27

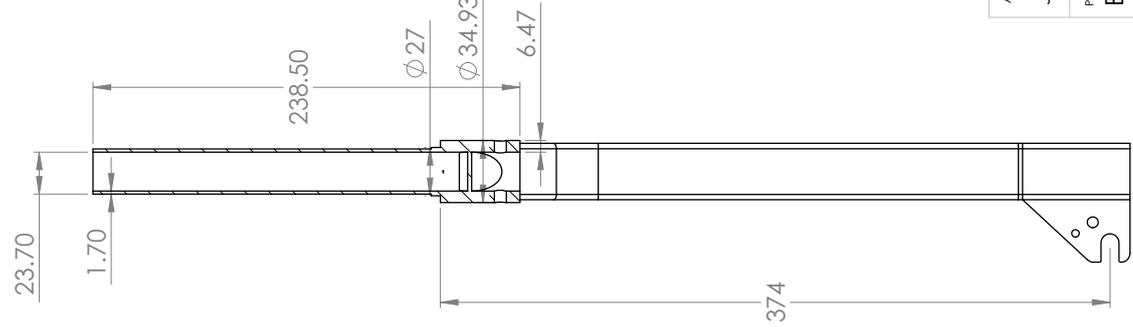
No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	



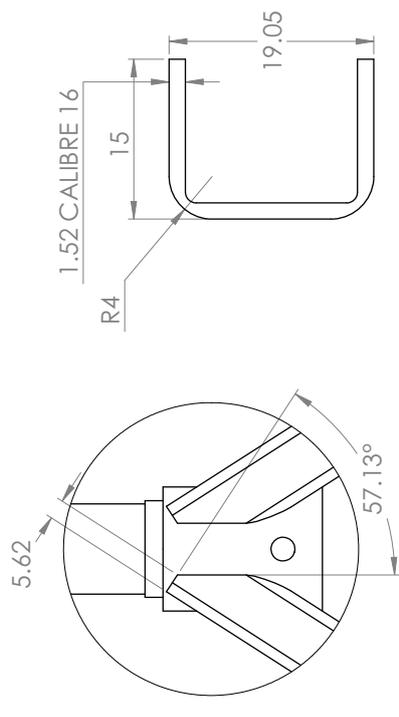
VISTA AY
ESCALA 1 : 2



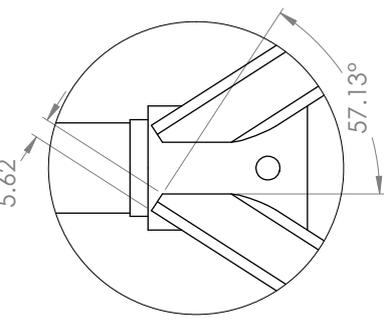
DETALLE DROPOUT
ESCALA 1:1



SECCION Y-Y

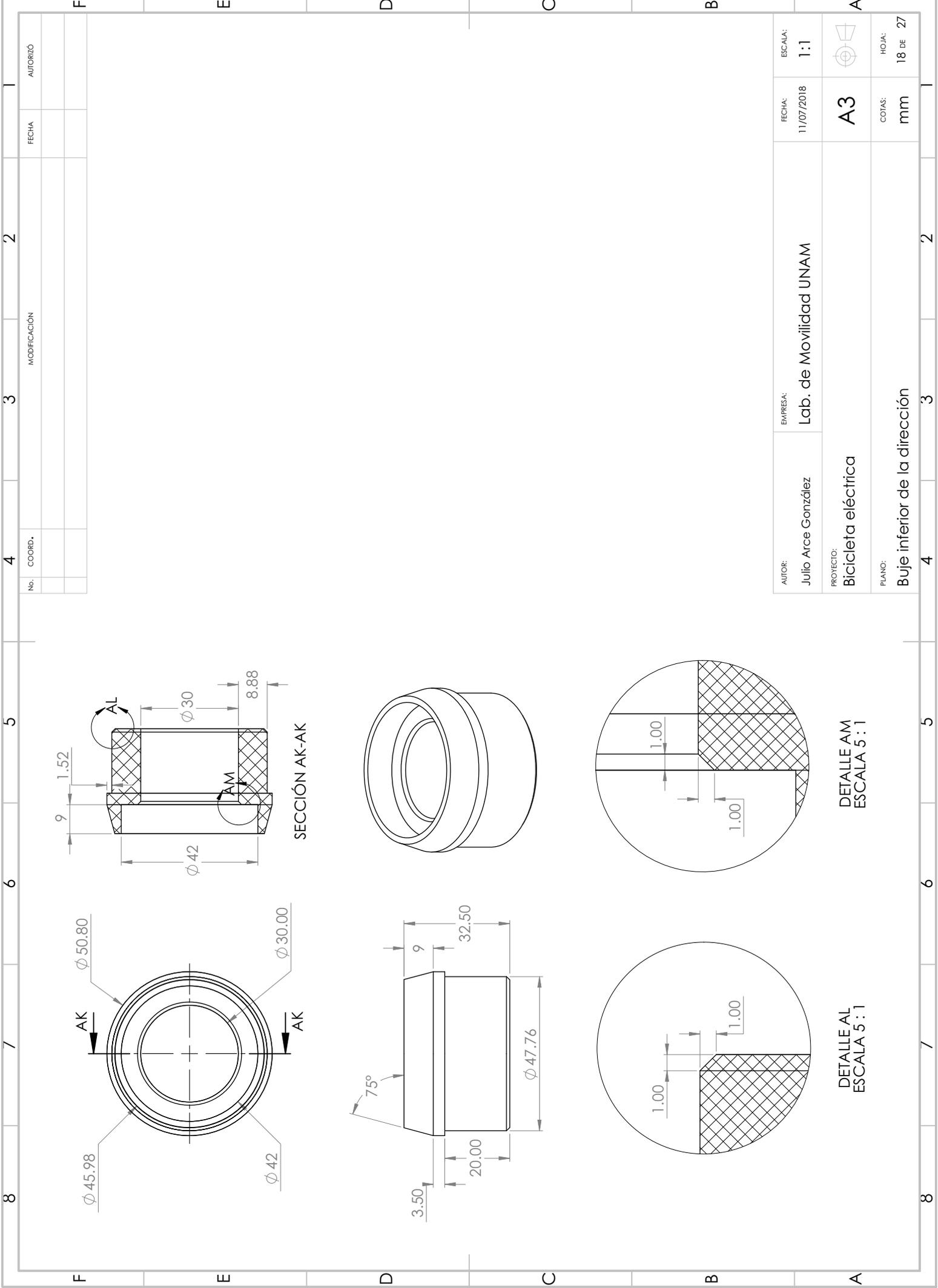


DETALLE SUJETADOR
ESCALA 2:1



DETALLE Z
ESCALA 2 : 3

AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:3
PROYECTO:	PLANO:	HOJA:	
Bicicleta eléctrica	Horquilla 24" Over	17 DE 27	



SECCIÓN AK-AK

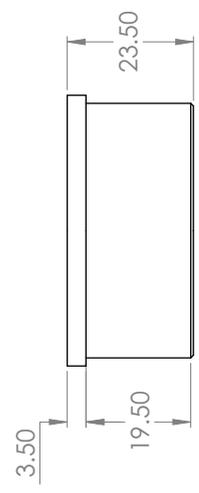
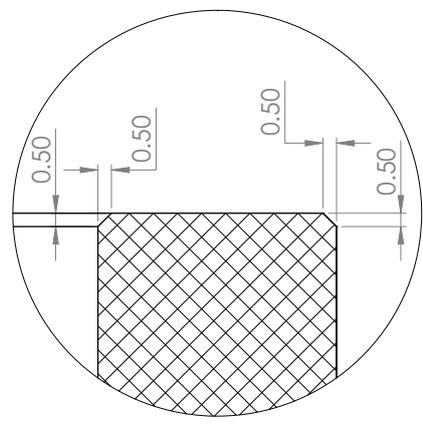
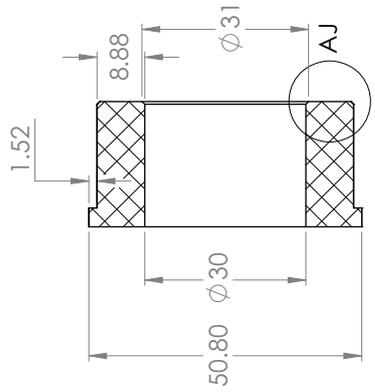
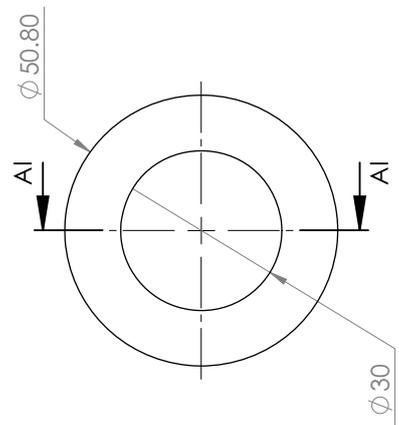
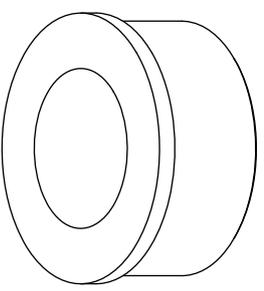
DETALLE AM
ESCALA 5:1

DETALLE AL
ESCALA 5:1

No.	COORD.	MODIFICACIÓN	FECHA	AUTORIZÓ

AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:1
PROYECTO:	A3		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	18 DE 27		
Buje inferior de la dirección			

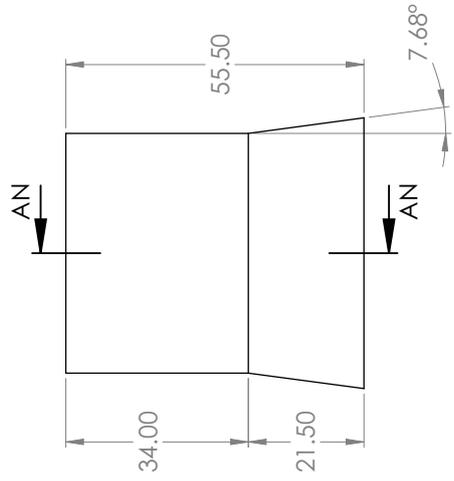
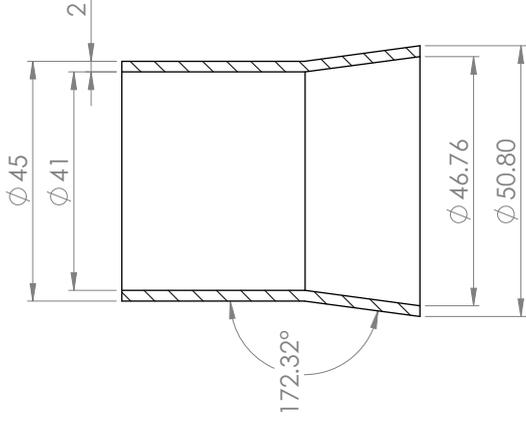
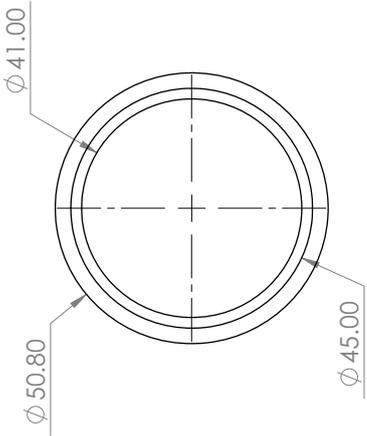
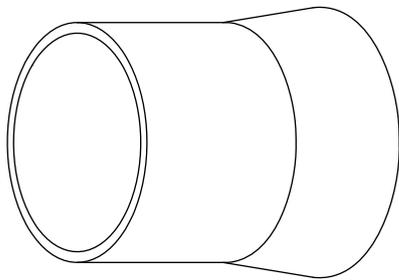
No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	



DETALLE AJ
ESCALA 5:1

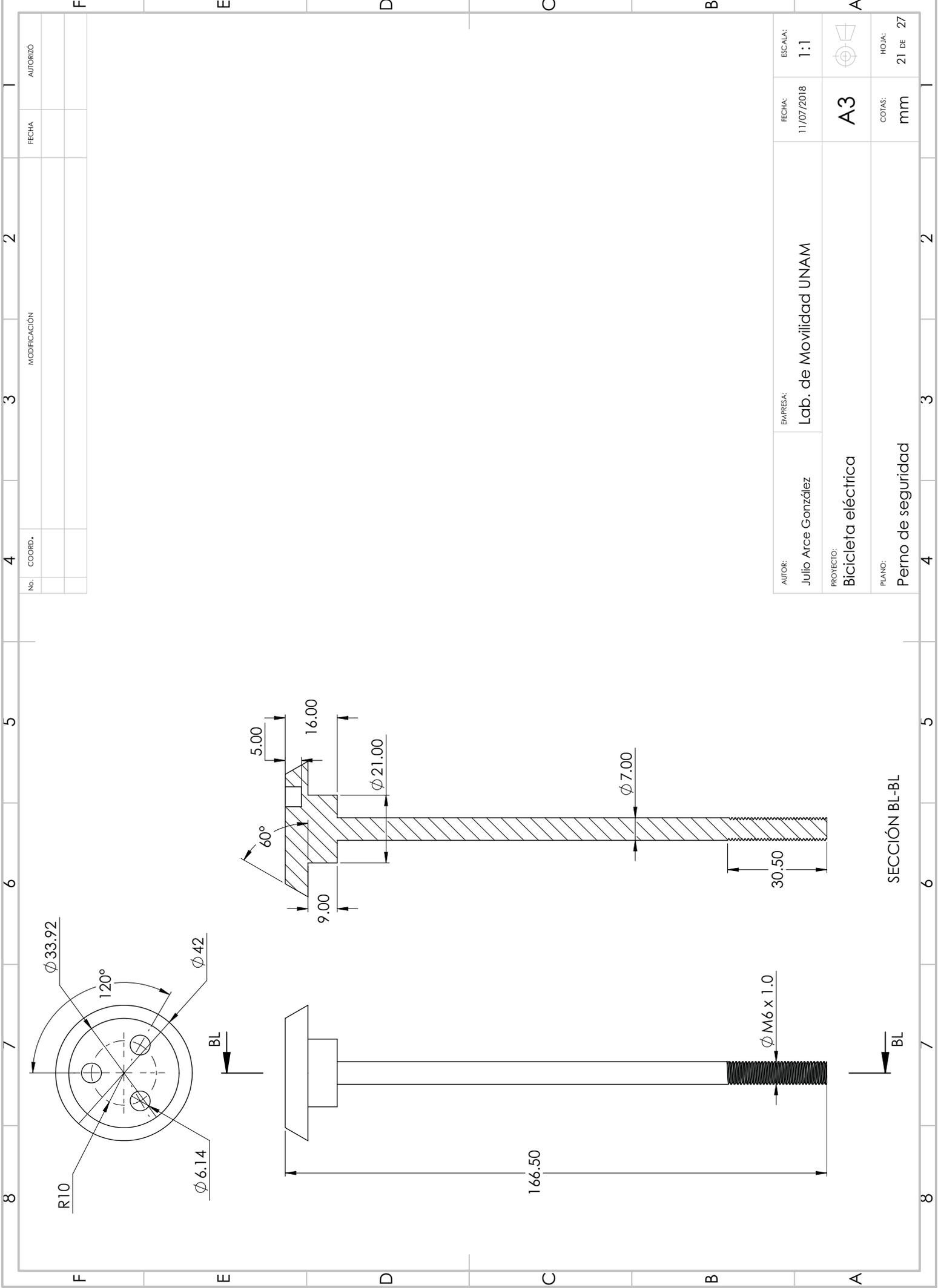
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:1
PROYECTO:	A3		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	19 DE 27		
Buje superior de la dirección	mm		

No.		COORD.	MODIFICACIÓN		FECHA	AUTORIZÓ



SECCIÓN AN-AN

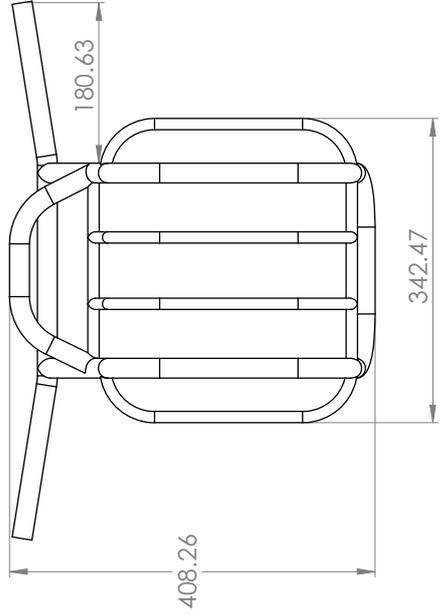
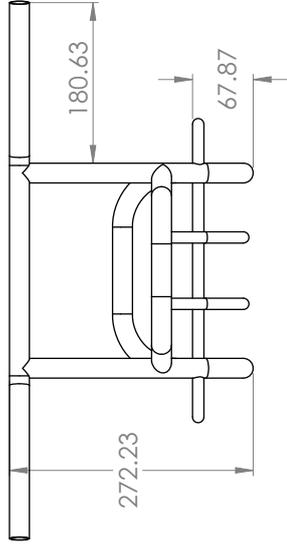
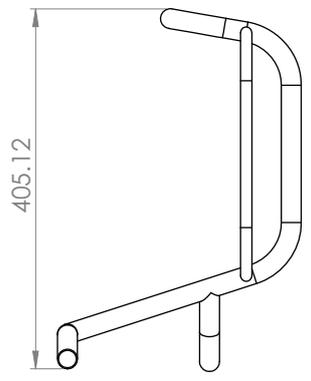
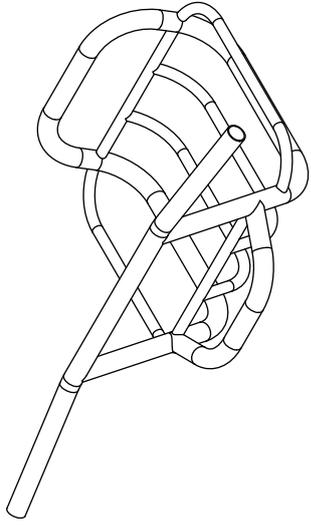
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:1
PROYECTO:	A3		
Bicicleta eléctrica			
PLANO:	COTAS:	HOJA:	HDI:
Camisa de dirección	mm	20 DE	27



No.	COORD.	MODIFICACIÓN	FECHA	AUTORIZÓ

AUTOR:	Julio Arce González	EMPRESA:	Lab. de Movilidad UNAM	FECHA:	11/07/2018	ESCALA:	1:1
PROYECTO:	Bicicleta eléctrica						A3
PLANO:	Perno de seguridad						mm
							21 DE 27

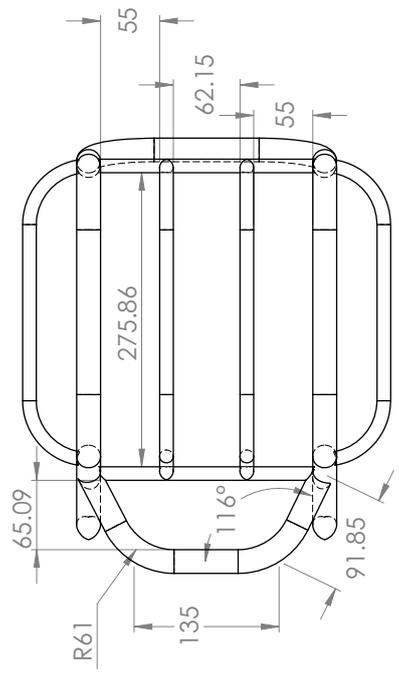
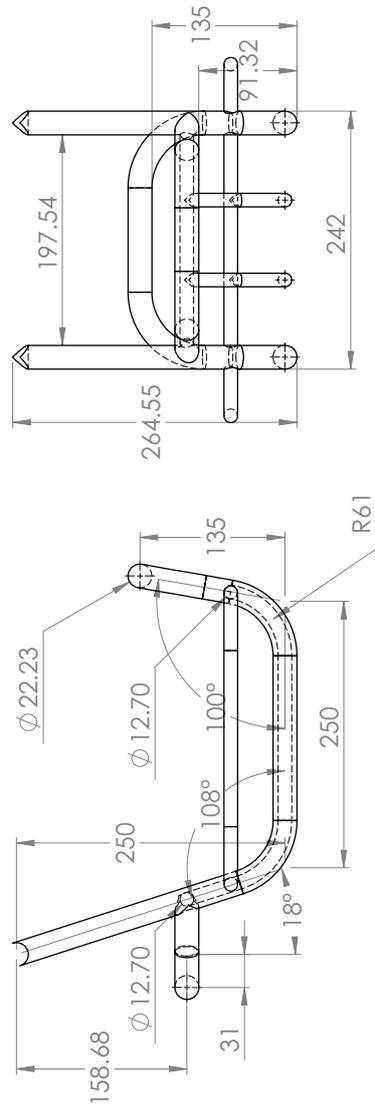
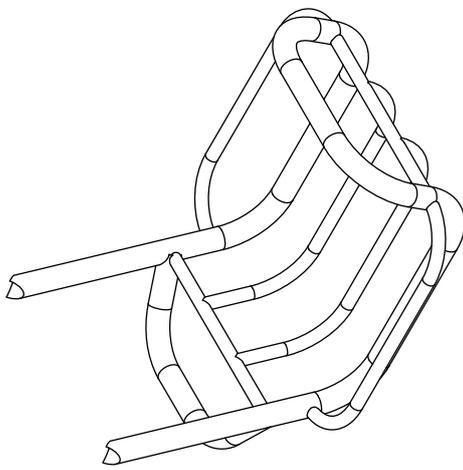
SECCIÓN BL-BL



No.	COORD.	MODIFICACION	FECHA	AUTORIZO

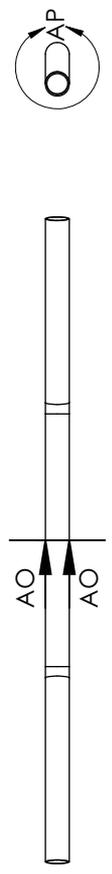
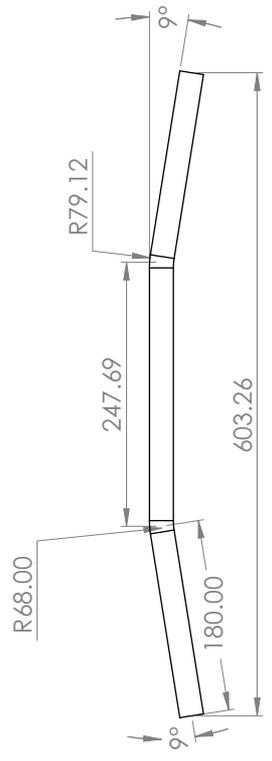
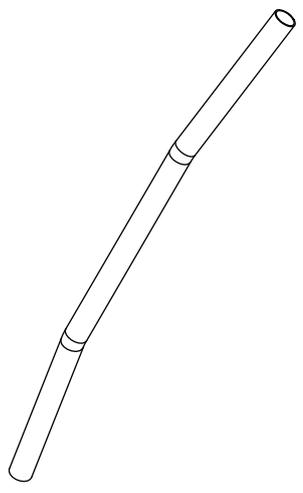
AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:6
PROYECTO:	A3		
Bicicleta eléctrica			
PLANO:	COTAS:	HOJA:	
Manubrio canastilla	mm	22 DE	27

No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	

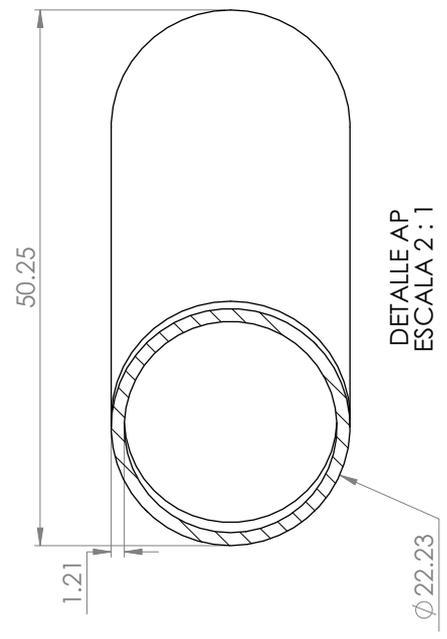


AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce Gonzalez	Lab. de Movilida UNAM	11/07/2018	1:5
PROYECTO:	A3		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	23 DE 27		
Canastila	mm		

No.	COORD.	MODIFICACIÓN	FECHA	AUTORIZÓ



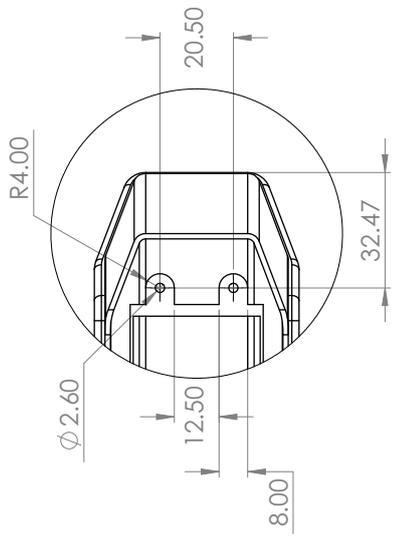
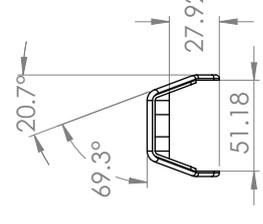
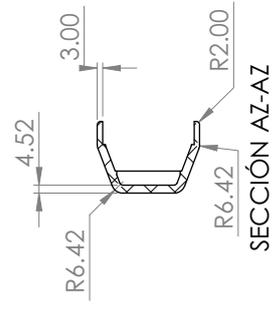
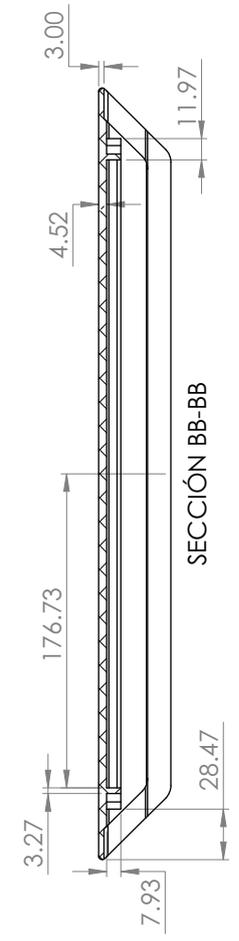
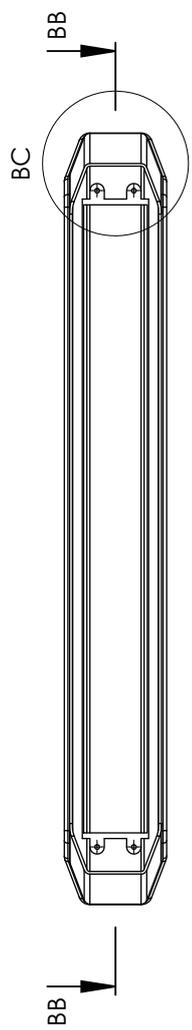
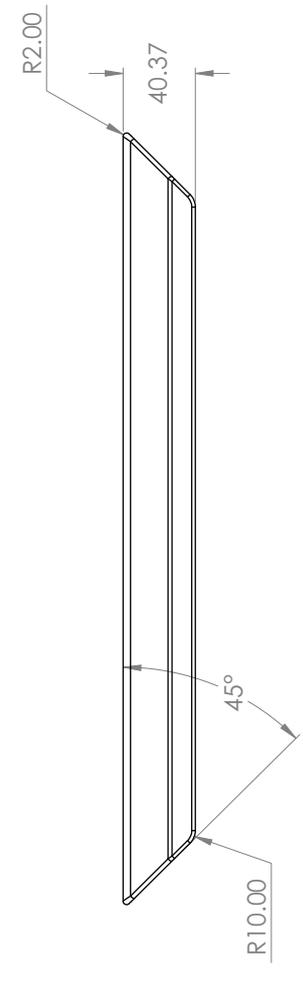
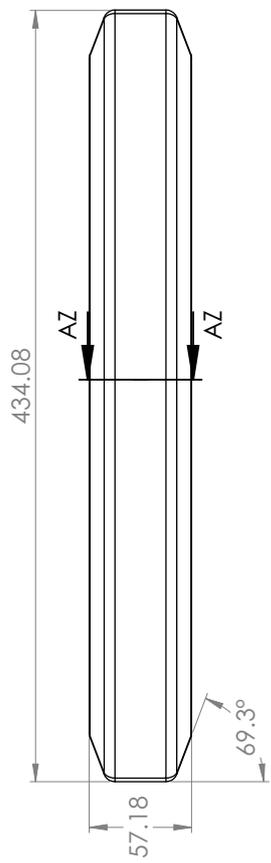
SECCIÓN AO-AO



DETALLE AP
ESCALA 2 : 1

AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:5
PROYECTO:	A3		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	24 DE 27		
Manubrio	mm		

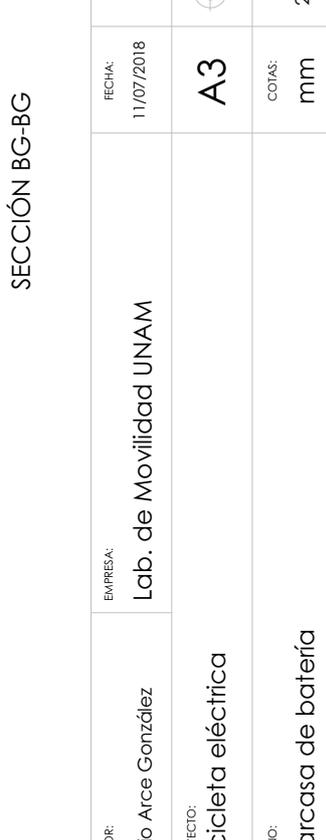
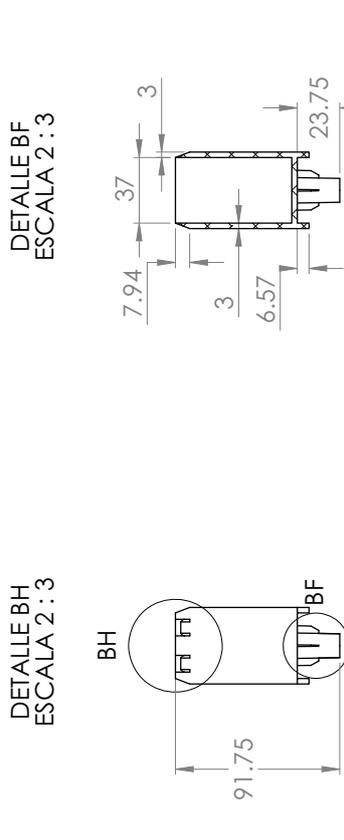
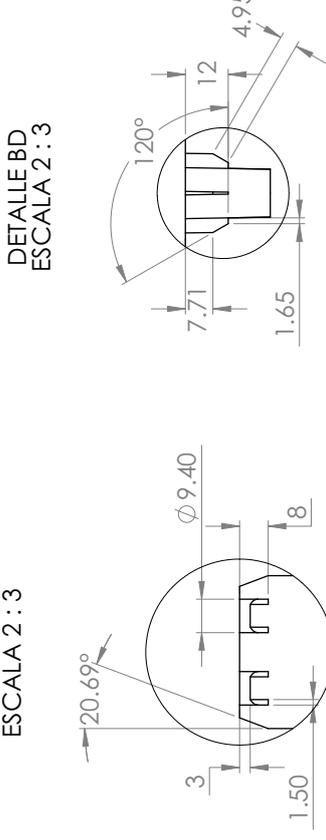
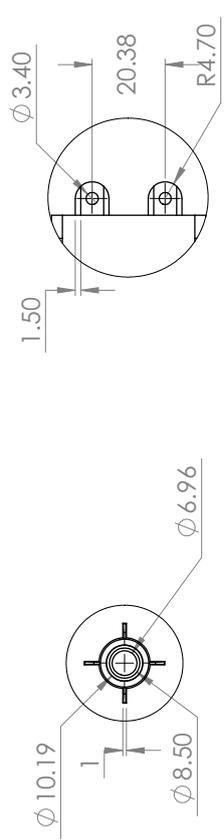
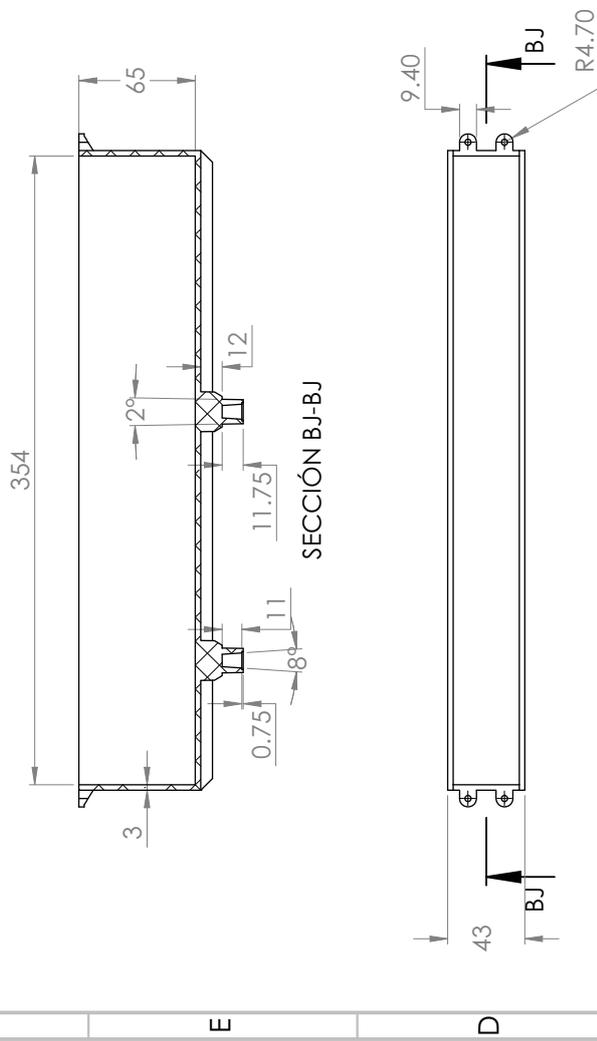
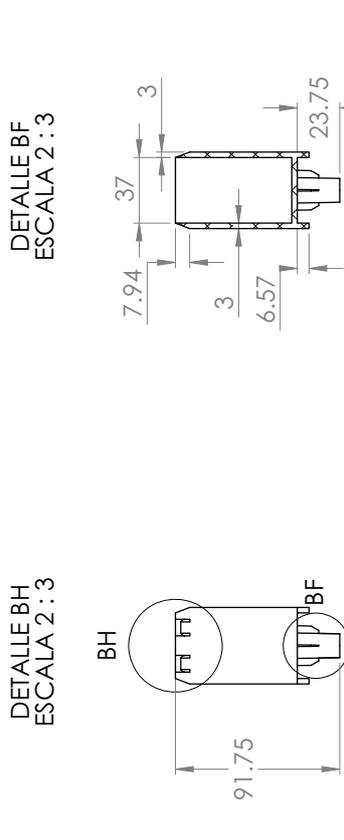
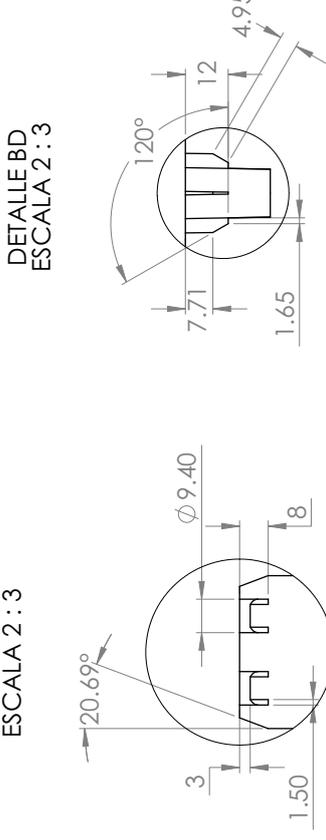
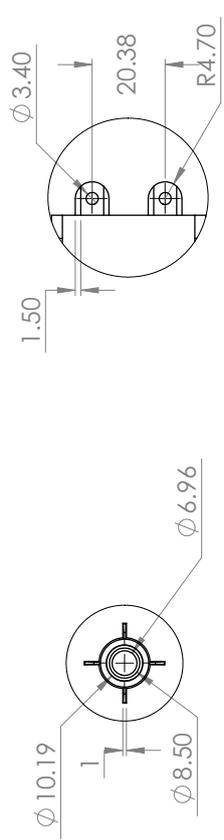
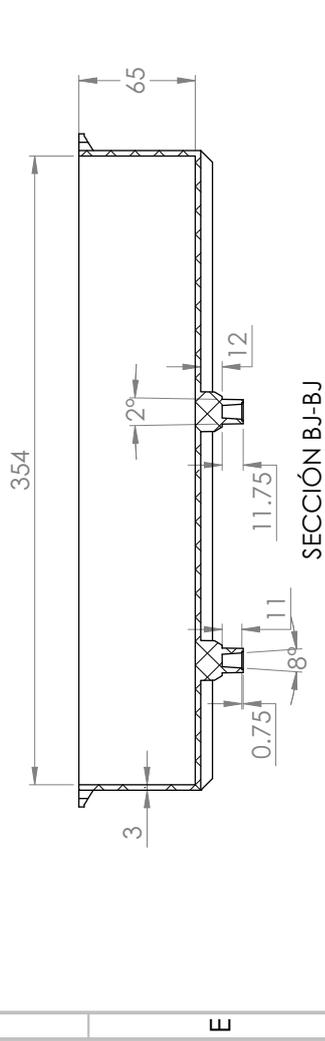
No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	



DETALLE BC
ESCALA 2:3

AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:3
PROYECTO:	A3		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	26 DE 27		
Tapa de batería	mm		

No. COORD.		MODIFICACION		FECHA		AUTORIZO	



AUTOR:	EMPRESA:	FECHA:	ESCALA:
Julio Arce González	Lab. de Movilidad UNAM	11/07/2018	1:3
PROYECTO:	COTAS:		
Bicicleta eléctrica	mm		
PLANO:	HOJA:		
Carcasa de batería	27 DE 27		



"FASHION DATES, BUT LOGIC IS TIMELESS"

SIR ALEC ISSIGONIS