



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE DISEÑO INDUSTRIAL 

Facultad de Arquitectura Universidad Nacional Autónoma de México

Cuadro para bicicleta de montaña

Tesis Profesional que para obtener el Título de Diseñador Industrial presenta: Armando Cornejo Chávez.

Con la dirección de Dr. Carlos Daniel Soto Curiel y la asesoría de Ing. Ulrich Scharer Sauberli, D.I. Roberto González Torres, D.I. Ariel Méndez Brindis y Mtro. Fidel Monroy Bautista

Declaro que este proyecto de tesis es totalmente de mi autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra Institución Educativa. Y autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de México para que publique este documento por los medios que juzgue pertinentes



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.



**CENTRO DE INVESTIGACIONES
DE DISEÑO INDUSTRIAL** 
Facultad de Arquitectura UNAM

**Coordinador 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

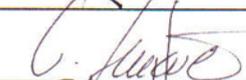
NOMBRE **CORNEJO CHÁVEZ ARMANDO** No. DE CUENTA **9710259-3**

NOMBRE DE LA TESIS **CUADRO PARA BICICLETA DE MONTAÑA**

Consideran que el nivel de complejidad y de calidad de la tesis en cuestión, 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 _____ de _____ de _____ a las _____ hrs.

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE DR. CARLOS DANIEL SOTO CURIEL	
VOCAL D.I. ROBERTO GONZALEZ TORRES	
SECRETARIO ING. ULRICH SCHARER SAUBERLI	
PRIMER SUPLENTE D.I. ARIEL MENDEZ BRINDIS	
SEGUNDO SUPLENTE MTRO. FIDEL MONROY BAUTISTA	

ARQ. JORGE TAMÉS Y BATTA
Vo. Bo. del Director de la Facultad

Esta tesis fue realizada con la dirección del Dr. Carlos Daniel Soto Curiel, quien asesoró sobre el planteamiento, la metodología de diseño y alcances necesarios. Con la asesoría del Ing. Ulrich Scharer Sauberli, sobre los métodos y procesos de manufactura, y la ingeniería necesaria para el producto diseñado. Con la asesoría del D.I. Roberto González Torres, sobre la organización de la tesis, y de la investigación necesaria para la definición del perfil de diseño de producto. Y los sinodales suplentes el Prof. Fidel Monroy Bautista y el D.I. Ariel Mendes Brindis que validaron el alcance necesario al final de esta tesis.

El planteamiento inicial fue el de realizar una bicicleta de montaña, incluyendo en su planteamiento de producción partes fabricadas por estampación y troquelación, la investigación sobre los similares definió en gran parte el perfil de diseño de producto, pues encontré muchas similitudes en la configuración para cada categoría, también definió la geometría de la bicicleta, que es la responsable del comportamiento dinámico, de igual manera analicé los procesos más utilizados para fabricar cada parte o piezas para los distintos modelos, así como características de calidad y acabado de los similares. Fue de gran ayuda la consulta de medios impresos, revistas especializadas en ciclismo, y páginas en Internet, pues fue la principal fuente de información sobre geometría, peso y características sobre cada cuadro y bicicleta comparada, y artículos relacionados sobre los desarrollos de cada marca de bicicletas, pues normalmente están relacionados con ciclistas profesionales durante el desarrollo de nuevos cuadros, bicicletas o modelos, además de que tienen la capacidad de adelantarse a las nuevas tendencias del mercado.

Gran parte de la experimentación consistió en definir de manera satisfactoria, la cinemática y características deseables de la suspensión, y encontrar los puntos de giro para el comportamiento adecuado del cuadro. Al finalizar la investigación de mercado, decidí por diseñar dos cuadros, de características si-

milares en cuanto a geometría, ergonomía y producción; el primer cuadro sería para una bicicleta que utiliza los sistemas estandarizados de transmisión actual, el sistema de amortiguación es por dos bieletas que actúan en sentido contrario y hacen que la rueda trasera gire sobre un punto virtual que coincide con el centro del pedalier, el segundo cuadro es el estudio de introducción de un sistema de transmisión integrado, que por el elevado costo, hace difícil la comercialización actual de un modelo que lo utilice. De esta forma el resultado de esta tesis es el planteamiento de dos modelos de bicicletas enfocadas a la misma categoría, definida como conducción libre (más comúnmente por el anglicismo "freeride") diferenciadas entre sí por utilizar diferentes sistemas de transmisión. Por el alcance que planteo esta tesis, la definición de los parámetros de mercado es muy básica, pues la fabricación y comercialización necesitan un desarrollo más profundo que supera el alcance planteado, ya que depende aun de múltiples pruebas y ajustes. Este perfil de mercado las ubica dentro de una categoría de bicicletas de gama media-alta, para comercializarse en tiendas especializadas en ciclismo, quizá con distribuidores autorizados, pues necesitan de un buen entrenamiento técnico para ajustar y asesorar al usuario final, se pueden vender como cuadros sueltos, o en modelos de bicicletas completas, el precio para los cuadros pv01 y gb01, es respectivamente \$13,500 y \$19,500 m.n. y para las bicicletas completas es de \$31,550 y \$36,180 m.n. Precios que son ligeramente inferiores a sus similares en el mercado.

El material elegido para la fabricación de los cuadros es el aluminio de la serie 6061 y tiene un tratamiento térmico para obtener las características de resistencia. Elegí el aluminio 6061 pues es el que ofrece una facilidad de producción mayor, mayor facilidad para soldarse comparado con otras series de aluminio, y tiene una adecuada relación resistencia/peso. Los métodos de producción

utilizados en la fabricación de los cuadros son varios, principalmente el hidroformado de chapa metálica, hidroformado de secciones de tubo e inyección de aluminio, los procesos posteriores a la obtención de estas piezas son el mecanizado en CNC y el método de soldadura TIG, posterior a esto se logra la obtención en bruto de las piezas, deben pasar por un tratamiento térmico para obtener la rigidez y resistencia finales, los métodos de acabado son anodizado y aplicación e pintura por aspersión de aire. Cada proceso utilizado y cada material tienen un lenguaje, características y limitantes, y es necesario como tarea del diseñador que pueda entenderlas y aprovecharlas para obtener un producto innovador y coherente a las necesidades del usuario y del mercado, los procesos planteados para la producción de estos dos modelos de bicicletas consideraron todos los factores que pudieran afectar la calidad final del producto el resultado de esto es que las partes embutidas, fueron pensadas para que la profundidad del embutido no superara los 3 cm, y por lo mismo que las fuerzas residuales de tensión por la deformación de la pieza fueran menores, y que fuera factible reducirlas o reorganizarlas mediante el templado. Las piezas obtenidas mediante inyección, se pueden maquinar fácilmente, pues no

requieren de mordazas especiales, y cada arista sobre la que se soldara, tiene un adecuado acceso para que el soldador o la maquina, se considera que son necesarios escantillones para montar las piezas y soldarlas, y otro escantillón para rectificar la geometría de las piezas antes de templarlas.

Según las características estéticas del perfil de diseño de producto, las piezas se diseñaron como un conjunto en que se busco relacionarlas en varios aspectos: como continuidad de líneas, secciones parecidas y aristas principales con radios pequeños y bien definidos, además las partes fabricadas en inyección de aluminio, a pesar de tener un tratamiento formal diferente a las superficies formadas a partir de lamina o tubo se integran con suavidad al conjunto remarcando pequeñas aristas o secciones sobre las cuáles se soldan. La semiótica del diseño de estas bicicletas busca darles una imagen de movilidad y resistencia, por esto el perfil bajo del tubo, el diseño compacto de su estructura y el centro de masa y visual bajo.



A mis padres Mario y Mar´a, Gerardo y Cuauht´emoc mis hermanos, y a Danae.

Quiero agradecer a todos aquellos que me apoyaron durante la realización de esta tesis, pues sus consejos y observaciones enriquecieron notablemente el resultado y a m´ persona. Al director de tesis Dr. Carlos Daniel Soto Curiel, a mis asesores Ing Ulrich Scharer Sauberli y D.I. Roberto González Torres y a los sinodales suplentes D.I. Ariel Méndez Brindis y Mtro. Fidel Monroy Bautista.

A la UNAM.

Al CIDI y sus profesores.

A Emma del Carmen, Charlie y Tono, Sergio Chagas y Sergio Pabello, Arturo Trevino, Martha Ruiz

Quiero agradecer especialmente a familiares y amigos pues fueron, son y serán de importancia en mi formación como profesionista y como persona.

A mis padres, les dedique la tesis pero los agradecimientos no se acaban, por su carino y ejemplo, por facilitarnos el camino, a mi y mis hermanos, los quiero muchísimo.

A mis hermanos.

A mi t´a Lucia, por su incondicional apoyo, ejemplo y consejo en tan importantes años.

A mi t´os Julia y Parménides, por su carino y confianza, a sus hijos Juliana y Parménides, por los momentos compartidos ¿y por que no? También son buen ejemplo.

A mis t´os Alicia y Arnulfo, por su apoyo y a mis primos Sweetia y Jorge.

A mis t´os Judith y Daniel.

A mis abuelas Juana y † Guadalupe.

A mi abuelo † Galo.

A Danae por su amor, apoyo, opiniones y consejos.

A Braulio y a Carlos, por su amistad, compañ´a y ayuda en tantas aventuras y trabajos

A la familia Galindo Calderas, al señor Marcelino y su esposa Yolanda, y sus hijos Marco Aurelio y Carlos Rodrigo, y a Olivia

A Galo, Nayeli y Liliana.

A Ariadna Alonso, Manuel Serran´a, Cindy Cadena, Adriana Nájera, Diego Madero, Marco Antonio Zaragoza, Paula Cillero, Roc´o Bernal, José Bello, Iván Zúniga, Francisco Amador, Witger Sepulveda.

Indice

Antecedentes	11
	12 Perfil de usuario
	12 Ventajas competitivas
	12 Factores condicionantes
	14 Elementos de una bicicleta
	15 Modalidades del ciclismo de montaña
Similares	18
	21 Sistemas de suspensión
	23 Características de los similares
	26 Características de producción de los similares
Características de producción	28
	28 Características y aplicaciones de la serie 6000
	29 Aleaciones templeables con endurecimiento estructural
	29 Solubilización
	29 Temple
	30 Revenido o maduración
	30 Soldadura TIG
	30 Soldadura MIG
	30 Atmósfera controlada
	31 El arco
	31 Características de las soldaduras
	33 Limpieza antes de soldar
	33 Ambiente
	34 Conclusiones
	34 Rodamientos
	34 Clasificación
	35 Características
	36 Sistema de nomenclatura
	36 Estándares internacionales
Antecedentes de las transmisiones integradas	38

Perfil de diseño de producto	41	
	41	Factor de producción
	41	Factor de función
	42	Sistemas y subsistemas
	42	Factor de ergonomía
	42	Factor estético
Funcion	43	
Propuesta de Pivote Virtual	49	
Propuesta de Transmision Integrada	56	
Ergonomía	67	
	67	Factores antropométricos
	69	Distribución de peso en el cuerpo humano
	71	Geometría final de los cuadros
Estetica	73	
	75	Gama de acabados
	77	Logotipos
	79	Aplicaciones gráficas
Produccion	81	
	81	Embutido y troquelado (estampación)
	81	Hidroformado
	82	Inyección de aluminio
	82	Mecanizado
	83	Método de soldadura
	83	Anodizado
	84	Aspersión por aire
	84	Comparativo entre materiales
	86	Mapas de producción
	94	Propiedades físicas
	112	Costos por pieza del modelo PV 01
	118	Costos por pieza del modelo GB 01
	125	Costos del proyecto
Memoria descriptiva	128	
Planos	129	
Apendices	223	



Antecedentes

El campo de diseño de productos deportivos ofrece muchas y nuevas capacidades de innovación y creatividad, la constante introducción de nuevos materiales y tecnologías, para tener productos ultraligeros que permitan desarrollar una actividad por más tiempo, lleva a la búsqueda constante por modos más adecuados para conseguir estructuras más ligeras capaces y viables económicamente para construir productos que sin embargo ofrezcan mayor seguridad y comodidad.

El ciclismo de montaña se desarrolló en California a principios de los años 80, la primera bicicleta de fabricación en serie específica para montaña, la comercializó "specialized" bajo el nombre de "stumpjumper", con los años y la introducción de nuevas tecnologías y sistemas de amortiguación, primero para la rueda delantera y un poco después para la rueda trasera, las bicicletas de montaña se diversificaron y especializaron, adaptándose a los nuevos usos que se les daría a los productos.

Cuando otras marcas que ya fabricaban bicicletas de carretera crearon nuevos modelos para este nuevo mercado, y por las necesidades de resistencia que necesitaba este deporte, se introdujeron nuevas tecnologías como los hidroformados y embutidos, piezas en CNC, y otros procesos para fibra de carbón.

Actualmente existen dos lugares donde se han concentrado las empresas que diseñan bicicletas, California, y la costa occidental de Canadá, tienen la ventaja de encontrarse en lugares donde la orografía ha desarrollado mucho el ciclismo, así tienen cerca las pistas y terrenos de prueba, además de patrocinar a ciclistas que trabajan como pilotos de pruebas, y dan publicidad a sus productos en competencias de todo nivel, además la cercanía de estos sitios, les permite anticiparse a las nuevas tendencias de ciclismo como las competencias tipo "slopestyle", y que es lo que puede tener más auge en el mercado en un lapso de tiempo muy corto.

Mientras los fabricantes de cuadros se concentran en China, específicamente en Taiwán, las nuevas condiciones del mercado globalizado ha hecho que

muchas marcas para no desaparecer trasladen su producción a este país, aun las marcas que ponen mucho del valor de su producto en la fabricación artesanal de sus cuadros. Así muchas marcas se han convertido en armadoras, y obtienen un porcentaje importante de sus ganancias por la distribución y comercialización de bicicletas con piezas que usualmente fabrican otros productores, por esta razón es común que existan marcas especializadas en fabricar algún componente específico, como horquillas, frenos, manubrios, asientos y grupos completos de transmisión. Siendo así los fabricantes de bicicletas compran lotes de componentes para armar los cuadros que fabrican, o que diseñan y mandan a producir.

En México existen pocas empresas que fabriquen y comercialicen bicicletas, benotto y alubike, solo tienen diseños para cicloturismo y cross country, dejan un nicho grande que ocupan marcas extranjeras, tienen sus plantas de producción en San Luis Potosí, su mercado es el de bicicletas de gama media, y sus precios varían entre los \$ 3 500 y los \$ 10 000. Las marcas extranjeras presentes en el mercado mexicano son: giant, Specialized, Cannondale, Santa Cruz, Duncom, Haro, Orbea, GT, Ironhorse, Kona, DK, Gary Fischer, Trek y Scott, comercializan bicicletas de gama media y gama alta, los precios para la gama media varían entre los \$ 4 500 y los \$ 9 000 y para la gama alta desde \$ 14 000 hasta los \$ 60 000 según la disciplina.

El interés de desarrollar un cuadro de bicicleta como proyecto de tesis, surge de la inquietud de acercarme a una área del diseño que me interesa, e identificar cuáles son las fases de diseño de un cuadro desde las primeras ideas hasta la producción y venta, además de aprender a identificar formas de uso y proponer soluciones que se adapten a estas nuevas formas de practicar un deporte que está en pleno crecimiento y tiene cada vez más practicantes. También está el interés de desarrollar dos cuadros para la misma disciplina, pero con dos enfoques diferentes respecto a la transmisión, estudiando la fiabilidad de diseñar y desarrollar un cuadro con un nuevo sistema de transmisión pero que comparta elementos con un cuadro con un sistema convencional con la

idea de reducir costos y tener dos modelos de cuadro con la posibilidad de poder armarse con componentes de diferentes calidades, cubriendo distintos nichos de mercado.

El alcance de esta tesis es proponer un proceso diferente para fabricar cuadros y las características formales que este proceso tendrá, los aspectos de mercado están poco desarrollados pues el desarrollo del producto requiere de una amplia etapa de pruebas y ajustes.

Perfil de usuario:

El producto está dirigido a personas que practican el ciclismo de montaña, en un rango de edades de 15 a 40 años, con un nivel socio-económico medio alto. El ciclismo de montaña es un deporte que ha crecido mucho en los últimos años, las marcas de bicicletas siempre están presentando nuevos cuadros, introducen nuevas aleaciones, nuevos procesos, o sistemas de suspensión, cada año venden nuevos modelos, pero también se han diversificado y han creado nuevas categorías, pues unos años atrás, existía un hueco entre las bicicletas ligeras (cross country) usadas en trayectos largos, con un buen porcentaje de subidas, y bajadas poco técnicas; y las de descenso, que se usan en recorridos muy cortos y técnicos, estas bicicletas son mucho más pesadas pero también más resistentes, el mercado ha cambiado mucho, y cada vez más ciclistas demandan bicicletas capaces de enfrentarse a los descensos más exigentes, pero con un peso razonable.

Ventajas competitivas:

Con el desarrollo del cuadro se pretende reducir costos en la fabricación de bicicletas. Ya que se busca reducir el número de piezas soldadas para formar el cuadro y el basculante, también se plantea flexibilidad en la línea de producción, para poder obtener una mayor gama de cuadros de diferentes tallas a base de los mismos elementos troquelados, que se adapten mejor a las necesidades de cada ciclista, esto evita la inversión en un mayor número de matrices para el embutido de las diferentes tallas. Esta flexibilidad de producción permite el estudio de un concepto con una transmisión integrada al cuadro, que supone muchas ventajas sobre todo en los ámbitos de poco mantenimiento, y mejor rendimiento de la energía aplicada, y que por el momento por el poco desarrollo y elevado costo que tienen este tipo de transmisiones hacen poco posible la creación de un cuadro con estas características. Ade-

más la imagen novedosa resultante del proceso elegido poco usual en la fabricación de bicicletas, busca distinguirla entre los modelos en el mercado.

Factores condicionantes:

El cuadro es el componente base de una bicicleta, sobre el se arman las demás piezas, completando en su conjunto la bicicleta, la orden de trabajo específica que se desarrollará el cuadro con suspensión trasera. Todos los demás elementos incluyendo los amortiguadores serán de fabricación actual, por lo cual los ensambles serán estándar. Y permitirán adaptarse a cambios en los modelos a corto plazo.

En el ciclismo de montaña, los practicantes con el tiempo han generado cada vez más especializados segmentos o categorías, pues los distintos gustos y estilos de manejo, han creado bicicletas muy especializadas, las categorías comunes son: cicloturismo, cross country, dual o four cross, dirt jump, enduro, freeride y descenso. De estos segmentos, el denominado por el anglicismo freeride, junto con el enduro, son los segmentos con mayores ventas en los



últimos años, pues ofrece bicicletas mas versátiles, que soporten los esfuerzos y tensiones producidas por las bajadas mas técnicas y los numerosos saltos de los recorridos, pero que por el bajo peso, permitan pedalear con facilidad en terreno plano o subidas,

Se partirá como base de una talla común, comercialmente media o 17", esto puede servir como referencia para fabricarla en otras tallas. La geometría del cuadro estará basada en la de los cuadros existentes destinados a un uso freeride, para que el usuario este en la mejor posición para la actividad que realizara. Debe combinar el mínimo peso con la mayor resistencia posible, y mejorar en lo posible la transmisión de la energía aplicada en movimiento, esto siempre mejorara la relación de las calorías que consume, resultando en menos cansancio.

El proceso de fabricación elegido para el cuadro es embutido y troquelado, ya que la bicicleta esta destinada prácticamente a un uso recreativo muy rudo, debe soportar grandes esfuerzos y tensiones, existe la posibilidad de combinar el troquel con estructuras tubulares, y forja buscando que el peso del conjunto sea el mínimo, y ofrezca la mayor rigidez y calidad de acabados. De lo resultante del proceso; los bordes del elemento troquelado, de no estar soldados entre si, tendrán el filo hacia adentro o estarán romos para evitar lesiones en caso de caídas. Las dimensiones de las partes en las que el ciclista esta en contacto o en relación directa con la bicicleta (pedales, asiento, manubrio y las medidas entre ellos) ya están definidas por las piezas existentes, el diseño del cuadro integrara estas y nunca las sobrepasara.

Se busca experimentar con una estética distinta, inherente a un proceso inusual en la fabricación de cuadros. Debe dar la imagen de resistencia, durabilidad, y también debe integrar todos las partes que lo componen.

El desarrollo de este segmento ha generado una numerosa cantidad de nue-



vos modelos que cada día se introducen en el mercado con múltiples opciones de equipamiento para que el precio no sea tan elevado como en una bicicleta de competición. También ha generado nuevas tecnologías y materiales, o la aplicación de tecnologías que ya existían en el ciclismo, creando bicicletas cada vez más complejas y mas caras, otro punto en el que los productores buscan innovar es en sus sistemas de suspensión, buscando otorgar nuevas o mas eficientes capacidades al ciclista.

Elementos de una bicicleta

Horquillas: se consideraron varios tipos de horquilla, de pletina simple y de pletina doble, es importante por esto el telescopio, el tubo de la horquilla es de un diámetro de 1 1/8", o de 1 1/2" se considero solo la segunda pues así se pueden adaptar horquillas de menor diámetro con la ayuda de casquillos reductores.

Potencia: no estaba en contacto directo con la bicicleta, pero es un elemento que influye mucho en la ergonomía de la bicicleta, se considero sus tamanos principales para el deporte, existen desde 30mm a 120mm con un ángulo que va desde 0° hasta 15°, pero para freeride, descenso y dirt jump usualmente son de 30mm a 50mm con un ángulo entre 0° y 5°.

Amortiguador: existen de diferentes tamanos, las medidas mas usuales se ponen en la siguiente tabla

eje a eje (milímetros)	desplazamiento (milímetros)
240	76
230	70
222	70
215	63
200	63
200	50
190	50
184	45
165	38
152	32

El diámetro del amortiguador es en su mayor caso de 60mm

Eje pedalier: las medidas mas comunes son 68mm y 73 mm la caja o ancho del cuerpo, para descenso a veces se usa uno de 100mm otra medida a considerar es el largo del eje en si, existen en 113 mm y 118 mm según el tipo de bielas, la marca FSA maneja uno de 165 mm algunas bielas llevan un eje específico, pero respetan el ancho común en la caja de pedalier

Estrellas y bielas: las estrellas mas comunes están dentadas en 22, 32, 42 y 22, 32, 46 con el plato mayor con un diámetro aproximado de 180mm, la reco-



- a cuadro
- b horquilla
- c rueda delantera
- d amortiguador
- e poste del asiento y asiento
- f frenos y caliper
- g desviador y sistema de transmisión
- h pedalier, bielas y platos
- i poste de manubrio y manubrio
- j rueda trasera
- k cubiertas

mendación para instalarse en una bicicleta es que la línea de cadena, que se mide del centro del tubo del sillín al centro del plato pequeño, y desde el plato mediano hasta el extremo de la pedalier (cazoleta). Dependiendo del fabricante y de algunas especificaciones en particular la distancia recomendada está entre los 47 y 68 mm, y los 50 y 73 mm dependiendo del modelo, una variación mayor puede causar incompatibilidades con el desviador

Frenos: se eligieron frenos de disco para la bicicleta pues son los que más se usan en este deporte las medidas usuales en los rotores son de 160, 165, 170, 180, 200 mm

Tija de sillín: se encuentra en varias medidas según su diámetro, las más comunes son 27.2 y 27 mm, fue un factor condicionante solo en el hecho de darle la suficiente superficie de agarre con el cuadro.

Bujes: todos son de la misma medida, solo varían en el tipo de eje que es de 12 mm y de 20 mm.

Aros: solo se considero ruedas de 26”.

Cubiertas: solo se consideraron cubiertas de 26”, pero se venden en varios anchos, los más comunes son 1.90”, 1.95”, 2.00”, 2.10”, 2.35”, 2.5” y 2.7” solo la última no se puede instalar.

Los amortiguadores fueron un eje de diseño, pues aunque existen en diferentes medidas, existen algunas estándar en las que siempre se fabrican, para evitar que estos también se diseñaran, se recurrió a sus características, para que los elementos diseñados pudieran moverse lo necesario de acuerdo a los desplazamientos que ofrecen los amortiguadores, y a los ajustes manuales que se les puede hacer, pues se dejó espacio libre para acceder a ello sin desmontarlo, los rodamientos y puntos de giro también se estudiaron.

Modalidades del ciclismo de montaña

La modalidad denominada conducción libre (freeride) es una modalidad del ciclismo de montaña que consiste en hacer trucos en los saltos y obstáculos artificiales como muros o pasarelas de madera (northsores). Normalmente es cuesta abajo y las competiciones de esta modalidad son puntuadas por jueces. Existen dos estilos en esta modalidad, la primera es el Slopestyle en la que los ciclistas hacen trucos que vienen del Dirt Jump en saltos artificiales y también drops. Otra modalidad freeride es la de practicar el ciclismo de montaña en lugares "salvajes" donde nadie ha montado antes como por ejemplo terrenos del sur de América, África. Dentro del ciclismo de montaña de competición, se distinguen las siguientes especialidades principales:

- Rally o Cross Country (XC): Competiciones por terreno ascendente y descendente. Suelen disputarse en circuitos de 7-10 km de longitud a los que se efectúan varias vueltas. Todos los corredores parten al mismo tiempo.
- Descenso o Downhill (DH): Recorrido cuesta abajo de dificultad técnica media o alta en el que los corredores luchan contra el cronómetro de manera individual, efectuándose el remonte por medios mecánicos (telesillas o camiones).

Con el tiempo, han surgido estas otras especialidades complementarias:

- Maratón: Prueba de rally de longitud elevada, generalmente mayor de 80 km.
- Megavalanche o Downhill Maratón : Descenso de larga duración, generalmente más de 10 km. Se suelen emplear bicicletas de doble suspensión pero más ligeras debido a la importancia que cobra el pedaleo.
- Conducción libre (Freeride) Esta modalidad (recreativa) se caracteriza por bicicletas con menos énfasis en el peso y mayor en el recorrido de las suspensiones, sin llegar a ser tan robustas, pesadas o con recorridos como las bicicletas de Descenso (competitivas). Estas bicicletas permiten el pedaleo en ascenso, pero no están construidas para recorridos largos.
- Dual slalom: Dos corredores bajan por descensos paralelos de corta longitud. El primero en llegar a la meta pasa a la siguiente ronda.

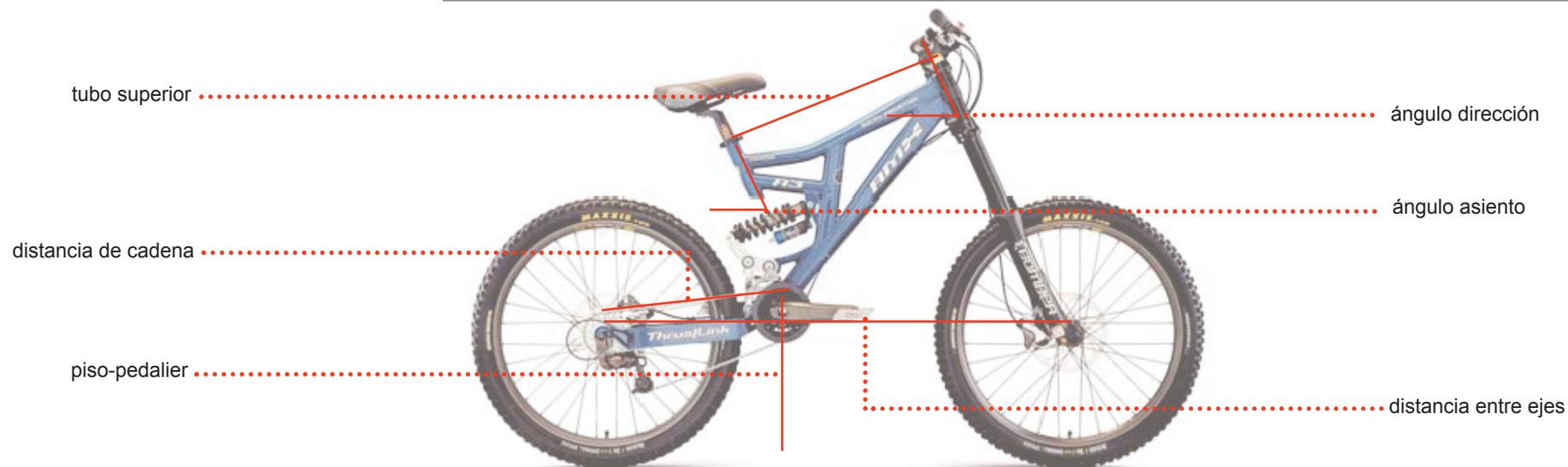
- Four Cross, 4X o eliminator: Un circuito de descenso, corto y con saltos y peraltes, similar a un circuito de BMX, en el que 4 corredores bajan a la vez.
- Saltos (Dirt Jump) Esta modalidad (competitiva y recreativa) se caracteriza por bicicletas pequeñas, livianas y muy resistentes, construidas para parques de salto, en donde el conductor debe ser muy experimentado y ágil. En la misma, los ciclistas se miden realizando saltos y piruetas en rampas de tierra.
- Street o urban: Consistente en realizar maniobras aprovechando el mobiliario urbano (escaleras, rampas, etc.)
- Trial o Trialsin: Los competidores deben sortear todo tipo de obstáculos sobre su bicicleta sin tocar el suelo con ninguna parte del cuerpo. Los recorridos se denominan zonas y se hace de manera individual con límite de tiempo.

Cada una de estas especialidades ha dado lugar a distintas tipologías de bicicleta. Así, en rally se utilizan bicicletas habitualmente sin suspensión trasera, con suspensión delantera de poco recorrida y muy ligera (en muchos casos por debajo de 10 kg). En el otro extremo, las bicicletas de descenso usan cuadros muy reforzados y pesados, sistemas de suspensión trasera y delantera de largo recorrido, ruedas gruesas y pesadas, etc., lo que da lugar a bicicletas que rondan los 20 kg.

También es importante destacar que el ciclismo de montaña ha sufrido un gran auge en los últimos años, ya no sólo se piensa en la competición, ahora existen gran cantidad de clubes de mtb en la mayoría de ciudades en los que se preparan rutas con más gente y se pueden compartir experiencias y hacer nuevas amistades en torno a este deporte.

Analice bicicletas de montaña de distintas marcas para encontrar una geometría común en las destinadas al freeride, lo casi invariable fue el ángulo de la dirección, pues se mantuvo entre los 67° y 67.5°, y la distancia entre ejes alrededor de 110 cm –a mayor distancia mayor estabilidad de la bicicleta, otro factor que se midió en los cuadros fue el desplazamiento de la rueda trasera, el mínimo fue de 150 mm y el máximo de 220 mm. El de la rueda delantera variaba mas, pues depende del modelo de horquilla que se montara, además de que algunas horquillas son ajustables en su recorrido, las horquillas mas cortas ofrecen un recorrido de 135 a 170 mm se tiene que colocar un adaptador en el cuadro para conservar el ángulo de la dirección; las mayores oscilaban entre 150 y 200 mm.

	Ángulo dirección	Ángulo asiento	Distancia entre ejes	Tubo superior	Distancia de cadena	Distancia piso-pedalier
Dual y Dirt Jump						
MSC Lunatika	69	69.4	1075	550	420	325
Orange Msisle	69.5	71	1080	563	420	335
Cross Country						
Conor WRC3 Disc	70	71	1030	520	430	284
Felt FR100	71	73	1050	580	425	300
GT I-Drive XC 1.0	71	70	1078	579	425	334
Progress Team SL	71	73	1054	580	420	300
Enduro						
Mondraker Foxy R	68	72.5	1100	540	425	370
Trek Liquid 55	67.5	72	1080	525	442	360
Kona Dawg Dee-Lux	68.5	72	1100	560	430	353
K2 Lithium 5.0	69.5	72.5	1070	555	443	350
Freeride						
Orange Patriot 66FR	67	70	1155	551	432	387
Orange Patriot 7	68	70	1111	563	431	397
Scott High Octane	66	70	1150	540	435	380
Descenso						
Orange 223	65	70.5	1173	565	453	410
Demo 9 DH	66	69	1175	530	433	457
Santa Cruz V-10	67	71	1131	590	444	465



Similares

El análisis de similares, tuvo por objetivo reconocer las propiedades deseables de los diferentes modelos de bicicletas, se tomaron en cuenta varias características, como material utilizado, procesos de fabricación, sistemas de suspensión, peso y precio. Las bicicletas elegidas fueron aquellas que resultan más representativas, o que han recibido buenas críticas por la prensa especializada, se busco que la muestra fuera variada en todas las características mencionadas.

Santa Cruz V-10

Lo interesante de esta bicicleta es el trabajo sobre el cuadro, pues incorpora un monocasco de aluminio 6061 T6, diseñada sin una cara plana, para ofrecer mayor rigidez, además de aligerar el cuadro casi un kg, quedando en 4.5 kg (amortiguador incluido) respecto al anterior modelo, el VP Free. Es uno de los modelos mas utilizados para competencias.



Santa Cruz VP Free

Otra innovación es la suspensión trasera, con sistema VPP (virtual pivot point) patentado por Santa Cruz, que ofrece 250 mm de recorrido, sin contaminación a los pedales, resultando en una bicicleta muy ágil a pesar de ser destinada al descenso y tener un peso que ronda los 20 kg.



FOES

Esta marca ha usado constantemente aplicaciones de partes troqueladas sobre todo en la mitad delantera de sus cuadros, pues les ha resultado en cuadros más rígidos, los aplica en casi todas sus gamas y para diferentes tipos de ciclismo, pero lo usa en mayor proporción en las bicicletas para descenso y free-ride, en unos de sus modelos para freeride ha llegado al extremo figurativo de hacer un relieve que representa llamas, todas sus partes troqueladas están compuestas por dos hojas conformadas unidas por largos cordones de soldadura entre ellas y a los tubos que conforman el resto del cuadro.

Para la mitad trasera, son más convencionales y usan tubos de sección cuadrangular que conforman un doble triángulo, casi siempre son de un solo punto de pivote.



SPECIALIZED Demo 9 DH

El cuadro esta fabricado en aluminio A1 (aleación de la familia 6000 desarrollado por la marca); emplea estructuras cuadrangulares en su mayor a tubos, para obtener la mayor rigidez, como en la unión con la pipa de dirección reforzada con el tubo diagonal, la tubería posee una tecnología denominada ORE (óptima radius engineering) la mitad trasera continua con el sistema FSR aunque lo rediseñaron para obtener un centro de gravedad muy bajo

El complicado sistema de suspensión trasera que posee la Demo 9 DH sitúa al ciclista en una posición muy retasada con un centro de gravedad muy bajo, esto logra mucha estabilidad y buena capacidad para tomar curvas, aun así tiene la desventaja de que el las posiciones bajas del pedalier, las bielas o corona llegan a golpear.



CORRATEC Bump Machine

Los cuadros de la serie bump machine y bump force de la marca corrateg utilizan un triangulo delantero de aluminio hidroformado lo que le otorga mayor rigidez en los puntos de unión, para las vainas y triángulos traseros utilizan una combinación de fibra y aluminio forjado y mecanizado



ROCKY MOUNTAIN RMX

El cuadro de la RMX esta fabricado con tubos hidroformados de aluminio 6061 T6, la escogió como similar por el sistema para suspensión trasera que posee, consta de un basculante articulado en un solo punto, en un lugar muy bajo de la bicicleta, lo peculiar de este basculante es que no es una estructura de doble triangulo mas común, en su lugar solo se tiene un elemento fabricado en tubo cuadrangular se unen por soldado a una pieza de fundición.



ROCKY MOUNTAIN Switch

De esta factoría canadiense fabricada en aluminio 6061 T6 llega esta bicicleta destinada a un uso enduro o freeride ligero, tiene un sistema de suspensión horst link, los tubos del triángulo principal están hidroformados, y al centro tiene una pieza de aluminio mecanizado por CNC. El triángulo trasero es también de aluminio.



pipa de dirección de forma decreciente hasta la caja de pedalier, los otros dos tubos que completan el triángulo conservan la misma sección circular



ORANGE 224 y Patriot 66

Orange es una marca con poco tiempo en el mercado, pero que ha obtenido buenos resultados con sus corredores.

Los cuadros de la marca fueron generados con el mismo concepto que incluye: bicicletas de descenso, dual, freeride y rígidas; parte del éxito de la marca es la rigidez lograda con su monocasco.

Tanto triángulo principal como basculante están fabricados con aluminio 6061 T6 el monocasco está conformado por dos planchas unidas por un largo cordón de soldadura, que viene a ser la columna vertebral de la 66r va desde la



Sistemas de suspension

Existen diversos sistemas de suspensión en el mercado, y casi todos han sido adaptados para bicicletas de distintos tipos, desde el rally, hasta bicicletas de enduro o de descenso, cada sistema tiene sus ventajas, se comparan los sistemas, mas conocidos, algunos de ellos con patente en los Estados Unidos de América, pero permite que marcas que no van a venderse en el mercado norteamericano puedan utilizarlo sin problemas legales.

Los sistemas de paralelogramo deformable, presenta dos variantes, con cuatro puntos de giro, se diferencian según donde se ubique el punto de giro mas cercano a las punteras.

En el primer caso la articulación se encuentra en la unión de las punteras y las vainas y se denomina Horst Link, patente de Horst Leither, que después adquirió Specialized, la utilizan otras marcas como BH, Fuji, Mondraker y Univega. En cuanto a funcionamiento, las ventajas de este diseño son una mayor independencia del freno trasero durante el movimiento del basculante y una mayor sensibilidad del movimiento de la suspensión trasera.



Por otra parte, el sistema llamado tipo Kona, o Mac Pherson Strut, se caracteriza por tener el punto de giro en la unión con los tirantes traseros. La utilizan marcas como Kona, K2 y Trek. Esta configuración consigue una mayor rigidez estructural, ya que las vainas se mantienen en una sola pieza, las diferencias de sensibilidad entre este sistema y las bicicletas que usan el Horst Link son



difícilmente apreciables, aunque existen, pero también hace bicicletas más versátiles.

Los sistemas de bieletas son mas complejos, pero según su diseño y geometría suelen ser mas rígidos, y mas sensibles, y ganan muchos enteros en cuanto a progresividad, y calidad de pedaleo, con diferencias sutiles sobre la posición del amortiguador, y muchas veces adaptado al tipo de bicicleta que monte, se pueden diferenciar en dos tipos, muy parecidos, el Virtual Pivot Point (cuya patente la tiene Santa Cruz y Intense) y el DW Link.

El Virtual Pivot Point consiste en un sistema de bieletas o eslabones articulados, que se mueven en sentido opuestos de forma solidaria. Esto permite una flotación del punto de pivote del basculante trasero, de tal modo que este se mantiene en una posición que minimiza las palancas de fuerzas y elimina la

contaminación de la amortiguación por el pedaleo, sin embargo la suspensión se mantiene plenamente activa.



El DW link, y el sistema Maestro de Giant, tienen una configuración muy parecida, pero en estos la bieleta superior trabaja directamente sobre el amortiguador, son menos sensibles, en su parte inicial, y se frenan un poco con los golpes, pero son un poco más rígidos, además de que en terrenos un poco más parejos pedalean con mayor efectividad.



Otro sistema muy utilizado es el monopivote, que simplifica la acción del basculante a un solo punto de giro, lo utilizan marcas como orange, o cannondale, pero con unas bielas que hacen más progresivo el funcionamiento del amortiguador, tiene como principales ventajas que es más barato de fabricar, la mecánica, el mantenimiento y la puesta a punto del amortiguador es mucho más sencilla.



Características de los similares

En las siguientes tablas se muestran algunas características de los modelos de fabricación actual más cercanos al perfil de producto y que se considerarán competencia directa, se analizaron las características del cuadro, como su recorrido, peso, material, precio, sistema de suspensión, peso y precio completo de la bicicleta, que varía mucho dependiendo de las piezas con que se arme la bicicleta, por esta razón se dividieron en tres grupos, las que tienen un precio menor a \$ 40 000 (aproximadamente € 2 500) las que sobrepasaban este pre-

cio, el tercer grupo está conformado por las bicicletas que actualmente poseen un sistema integrado de transmisión. Todos los modelos fueron elegidos por considerarlos con características deseables dentro del perfil de diseño de producto, pocos tienen excéntrica, a pesar de ser una característica deseable por los ciclistas, de igual forma la mayoría tiene punteras desmontables, pero se limitan al anclaje para el desviador, aún siendo de las piezas que más continuamente se arruinan.

Modelo	Peso cuadro / kg	Peso bicicleta /kg	Material cuadro	Sistema de suspensión	Recorrido horquilla (mm)	Recorrido cuadro (mm)	Excéntrica	Punteras desmontables	Sistema de transmisión interno	Tallas disponibles	Precio (m.n.)	Precio cuadro (m.n.)
Giant Faith 1		19,8	aluminio 6061 t6 conificado fluid form TM	sistema maestro	170	200		x		16.5, 18, 20	32186	
Iron Horse Yakuza Ojiki		18,12	aluminio 6061 t6	monopivote	150	165		x			26586	
Mondraker Curve R		15,36	aluminio 6061 t6	4 bar linkage	150	100/110/145		x			25900	
Mondraker Plunder R	4,26	18	aluminio 6061 t6	paralelogramo deformable con Horst Link	170	180		x		16", 18", 20"	41860	15260

Norco Six One		17	aluminio 7005	4 bar linkage	150	145/165		x		XS, S, M, L, XL	41300	
MSC Nosko R	3,4	15,6	aluminio 6061 t6	paralelogramo de- formable	150	140/170		x		16", 18"	31822	13300
Specialized Bight 1		18,8	aluminio 6061 A1	FSR	150	182		x			21700	
Kona Stinky		19,25	aluminio 7005	4 bar linkage	170	177,8		x		15, 15.5, 16, 16.5, 17	30030	
KTM Caliber 38		19	aluminio 7005	paralelogramo de- formable	170	170		x		16,5", 18.5"	27896	
Transition dirt bag		18,9	aluminio 7005	4 bar linkage	180	160/178		x			35000	
MSC F 2.0 Team		18,7	aluminio 7005	monopivote	200	200		x		única	82838	31290
Corratec Bump machine		19,5	aluminio 6061 t6		180	230		x			69986	39200
GT DH-i		17,9	aluminio 6061 t6	i_drive	203	210		x			82600	
Trek session 77	4,4	18	aluminio 6061 t6	paralelogramo de- formable	175	175		x			63000	
Scott High oc- tane		18,9	aluminio 7005, 6061 y fibra de carbono	monopivote	200	200	x	x		única	56000	
Orange 224	3,7	18,3	aluminio 6061 t6	monopivote	200	200		x		15", 17"	57750	
Nicolai M-pire ST	6,2	21	aluminio easton FS/7005	monopivote y bieletas desmultiplicado- ras Swingarm 4Bar	200	210		x			81200	
Banshee scream V2		22,15	aluminio tuber'a easton	4 bar linkage	203	177.8/20 3.2		x		15, 16, 17.5, 19	65660	

Commencal supreme 6.10		17	aluminio 6061 t6	monopivote con bieletas desmultiplicadoras	160	160	x	x		46 cm 49 cm	51786	
Santa Cruz VP-Free		19	aluminio 7005	virtual pivot point	200	215		x			55930	
Santa Cruz V-10	4,5	19,15	aluminio 6061 T6	virtual pivot point	203	215		x		S, M, L	79800	44100
Specialized Demo 9 DH	6,48	19,74	aluminio 6061 A1	FSR	180	225		x			77000	33600
Intense UZZI VPX	4,3	19	aluminio 6061 EA6	virtual pivot point	180/200	190		x		S, M, L		
Intense Socom PRO	4	18,2	aluminio 6061 EA6	virtual pivot point	180/200	200		x		S, M, L		
Intense M3	4,9	19,8	aluminio 6061 EA6	virtual pivot point	180/200	240		x		S, M, L		
cannondale PERP 1		21	aluminio 6061 t6	monopivote	190	180/200 0		x		S, M, L, XL	63000	
Iron Horse Sunday World Cup		18,3	aluminio 6061 t6	DW Link	203	215		x		M		32060
Rocky Mountain Switch 3.0		18,94	easton 7005 FS rad taperwall aluminium	FSR	170	177,8		x		16.5", 18", 19.5"	59640	
Rocky Mountain RMX		21,9	easton 7005 FS rad taperwall aluminium	monopivote con bieletas desmultiplicadoras	200	200		x		s, m, l	53130	
GT IT-1		20,2	aluminio 6061 t6	paralelogramo deformable con bieletas reductoras	203	175/225		x	x	16", 18"	82460	
MSC X evo RR	4.25	19,5	aluminio 6060 t6	monopivote con bieletas reductoras	180	200		x	x	única	96978	61026
Nicolai Nucleon TST	6.9	21	aluminio 7005	monopivote con bieletas reductoras	170/200	185/206		x	x	16", 18", 20"	86730	55000

Características de producción de los similares

El análisis de similares mostró también las características deseables en cuanto a calidad de acabados y medios de producción, si bien estos dependen mucho de las consideraciones de diseño, y la capacidad de producción de cada fabricante, se encontraron características comunes que las distinguen de bicicletas

para otras modalidades, como el uso moderado en materiales distintos como la fibra de carbono, algunos modelos carecen de conificados, pues se busca que otorguen mayor rigidez a pesar de aumentar el peso, el aumento de piezas fabricadas o rectificadas mediante procesos en CNC, o la elección por algún aluminio más duro de la serie 7005

	aluminio 6061 T6	aluminio 7005	otros aluminios	elementos embutidos	tubería hidrofornada	tubería sin modificaciones	tubos conificados	inyección en aluminio	elementos forjados	rectificación en CNC	fabricación en CNC	fibra de carbono
Giant Faith 1			x	x	x		x	x		x		x
Iron Horse Yakuza Ojiki	x				x	x		x		x		
Mondraker Curve R	x					x	x	x		x	x	
Mondraker Plunder R	x			x	x		x	x		x		
Norco Six One		x			x	x		x		x		
MSC Nosko R	x			x	x			x		x	x	
Specialized Bight 1			x	x	x	x		x	x	x		
Kona Stinky		x			x	x	x	x		x	x	
KTM Caliber 38		x			x	x			x	x	x	
Transition dirt bag		x			x	x				x	x	
MSC F 2.0 Team		x		x		x		x		x	x	
Corratec Bump machine	x				x	x	x	x	x	x		
GT DH-i	x				x	x	x	x		x	x	x
Trek session 77	x				x	x	x	x		x		x
Scott High octane	x				x	x	x	x		x		x
Orange 224	x			x	x	x	x	x		x	x	

	aluminio 6061 T6	aluminio 7005	otros aluminios	elementos embutidos	tuber'a hidroformada	tuber'a sin modificaciones	tubos conifcados	inyección en aluminio	elementos forjados	rectificación en CNC	fabricación en CNC	fibra de carbono
Nicolai M-pire ST			x			x		x		x	x	
Banshee scream V2			x		x	x			x	x	x	
Commencal supreme 6.10	x			x		x		x		x		
Santa Cruz VP-Free		x		x		x	x	x		x		x
Santa Cruz V-10	x			x		x	x	x		x		x
Specialized Demo 9 DH	x				x	x	x	x		x	x	
Intense UZZI VPX	x			x	x	x	x	x		x	x	
Intense Socom PRO	x			x	x	x	x	x		x	x	
Intense M3	x			x	x		x	x		x	x	
cannondale PERP 1	x				x		x	x		x	x	
Iron Horse Sunday World Cup	x				x	x	x	x		x	x	
Rocky Mountain Switch 3.0			x		x	x	x	x		x	x	
Rocky Mountain RMX			x		x	x	x	x		x	x	
GT IT-1	x				x	x	x	x		x		x
MSC X evo RR	x			x	x	x		x		x	x	
Nicolai Nucleon TST		x				x		x		x	x	

Características de producción

Este capítulo trata de las principales características de las series de aluminio, el objetivo es tener una idea clara de la elección de la serie 6061, de las formas en que se puede endurecer por tratamiento térmico, y de los tipos de soldadura aplicables, las ventajas y problemas de cada modo, así como los requerimientos mínimos para una buena soldadura.

Más adelante también la elección de los rodamientos para los puntos de giro de la suspensión, sus características técnicas y la estandarización de las medidas, importante a la hora de diseñar, y dimensionar los basculantes.

Características, manejo y aplicaciones de la serie de aluminio 6000

Las aleaciones de endurecimiento estructural son las que sus características mecánicas dependen de tratamientos térmicos tales como puesta en solución (o solubilización), temple y maduración (natural o artificial). A este grupo pertenecen las familias 2000 (Aluminio-Cobre), 6.000 (Aluminio-Magnesio-Silicio) y 7000 (Aluminio-Zinc). Estas aleaciones con endurecimiento estructural se obtienen según la secuencia de los tratamientos térmicos siguientes:

- Puesta en solución.
- Temple.
- Maduración (natural o artificial).

En ciertos casos pueden ser completados con estirado en frío en determinada fase del tratamiento. Para las aleaciones de la familia 6000 (Simagaltok/Al-Mg-Si), a puesta en solución se hace a temperatura elevada del orden de 530° C. Esta temperatura es más elevada cuando la aleación está cargada de los ele-

mentos aleantes; magnesio y silicio. La duración de mantenimiento a temperatura depende del espesor de los productos.

Durante el mantenimiento prolongado a temperaturas elevadas, los compuestos intermetálicos del tipo Mg₂Si para las aleaciones de la serie 6000, de tipo Al₂Cu para los de la familia 2000, se redisuelven y la aleación forma entonces una solución sólida homogénea.

La temperatura de puesta en solución de las aleaciones de aluminio de endurecimiento estructural deben ser reguladas con precisión para no alcanzar la de las eutécticas. Para las temperaturas eutécticas se produce una fusión local de los compuestos intermetálicos y de los eutécticos (aleaciones con punto de fusión bajo). El metal es entonces inutilizable. Según su composición, esta temperatura se sitúa entre 555° y 620°C para las aleaciones de la familia 6000.

	Peso específico (g/cm ³)	Resistencia a la cizalladura (N/mm ²)
2024 T4	2.73	290
5083	2.67	180
6061-0	2.70	80
6061-T6	2.70	200
7020-T5	2.78	250
7075_T6	2.80	330

Las aleaciones de la familia 6000, tales como la 6005 A, 6060, 6061, 6063, 6082, 6101, 6351, pueden ser templadas inmediatamente a la salida de la

prensa por enfriamiento al aire soplado o por una ducha de agua. A la salida de la prensa (alrededor de 530°C aprox.) los perfiles están a una temperatura superior a la de la precipitación. Los productos así templados pueden ser utilizados en el estado designado como T1 o sufrir un revenido después del temple sobre la prensa.

Esta forma de proceder presenta diversas ventajas:

- suprime el calentamiento para la puesta en solución.
- reduce el riesgo de formación de tamaño de grano en la zona cortical, muy corroída por la extrusión.
- conserva una textura no recristalizable, por lo tanto se consiguen mejores características mecánicas.
- evita las deformaciones geométricas

Las condiciones de temple en la prensa deben ser adaptadas a las temperaturas críticas de temple de las aleaciones, al espesor y a la geometría del producto. El espesor límite depende de la aleación.

Aleaciones templables con endurecimiento estructural

Las aleaciones de endurecimiento estructural son las que sus características mecánicas dependen de tratamientos térmicos tales como puesta en solución (o solubilización), temple y maduración (natural o artificial). A este grupo pertenecen las familias 2000 (Aluminio-Cobre), 6.000 (Aluminio-Magnesio-Silicio) y 7000 (Aluminio-Zinc). Estas aleaciones con endurecimiento estructural se obtienen según la secuencia de los tratamientos térmicos siguientes:

- Puesta en solución.
- Temple.
- Maduración (natural o artificial).

En ciertos casos pueden ser completados con estirado en frío en determinada fase del tratamiento.

Puesta en solubilización

Se hace a temperatura elevada del orden de 530° C para las aleaciones de la familia 6000 (Simagaltok/Al-Mg-Si). Esta temperatura es más elevada cuando la aleación está cargada de los elementos aleantes; magnesio y silicio. La duración de mantenimiento a temperatura depende del espesor de los productos.

Durante el mantenimiento prolongado a temperaturas elevadas, los compuestos intermetálicos del tipo Mg₂Si para las aleaciones de la serie 6000, de tipo Al₂Cu para los de la familia 2000, se redisuelven y la aleación forma entonces una solución sólida homogénea.

La temperatura de puesta en solución de las aleaciones de aluminio de endurecimiento estructural deben ser reguladas con precisión para no alcanzar la de las eutécticas. Para las temperaturas eutécticas se produce una fusión local de los compuestos intermetálicos y de los eutécticos (aleaciones con punto de fusión bajo). El metal es entonces inutilizable. Según su composición, esta temperatura se sitúa entre 555° y 620°C para las aleaciones de la familia 6000.

Temple

Se trata de un enfriamiento muy rápido del metal que se hace normalmente por inmersión o ducha en agua fría a la salida del horno en la laminación o en la prensa de extrusión, cuando el temple se hace a la salida de la hilera. El enfriamiento brutal del metal tiene por efecto impedir la precipitación de los compuestos intermetálicos.

Es inmediatamente después del temple cuando las aleaciones de endurecimiento estructural (AlCu-AlMgSi-AlZn) son fácilmente deformables. La velocidad de temple es un parámetro muy importante del que dependen ciertas propiedades, como son las características mecánicas de tracción, la tenacidad, el comportamiento a la corrosión...., existe para cada aleación una velocidad crítica de temple bajo cuyo umbral no se debe bajar.

Para obtener la tenacidad máxima la velocidad de temple debe ser tres veces más rápida que la velocidad crítica de temple. Observación: el temple es susceptible de producir tensiones internas sobre todo en las piezas de formas complejas o de grandes secciones.

Se puede disminuir las tensiones con una deformación plástica controlada, por ejemplo, una tracción con el 2% de alargamiento después del temple y antes de la maduración bien natural (T451) o artificial (T651).

Revenido o maduración

Después del temple la solución sólida sobresaturada está en un estado metaestable. La vuelta al equilibrio, es decir la precipitación de los compuestos intermetálicos que provocan el endurecimiento estructural, se puede hacer de dos maneras:

- Por maduración a temperatura ambiente (maduración natural). Después de un reposo de varias horas, que depende de las aleaciones, la dureza y las características mecánicas no aumentan. La precipitación y el endurecimiento estructural han terminado. Es el estado T4.

-Por revenido, es decir un calentamiento de varias horas entre 160 y 180° para la serie 6000. El revenido (maduración artificial) acelera la precipitación. Se realiza inmediatamente después del temple. Las condiciones del revenido dependen de las aleaciones. Este estado es conocido como T6

Las aleaciones de aluminio se sueldan al arco, bajo atmósfera inerte (argón, helio o una mezcla de los dos) y hay dos técnicas:

Soldadura al arco bajo atmosfera inerte con electrodo refractario o procedimiento TIG (Tungstene Inert Gas).

En este procedimiento se hace saltar un arco eléctrico entre un electrodo refractario de tungsteno y la pieza a soldar, mientras que un chorro de gas inerte, generalmente argón, rodeando el electrodo, protege el bano de fusión contra la oxidación. Una varilla de aportación sujeta con la mano alimenta el bano de fusión. Este procedimiento utiliza una fuente alimentada por corriente alterna estabilizada por HF específicamente concebida para la soldadura de las aleaciones de aluminio. Se utiliza en espesores comprendidos entre 1 y 6 mm y se puede robotizar.

Soldadura al arco bajo atmosfera inerte con electrodo consumible o procedimiento MIG (Metal Inert Gas).

En este procedimiento de soldadura, el aluminio o la aleación de aluminio sirve a la vez de electrodo y de metal de aportación. Se suministra en hilo previamente enrollado en una bobina, el cual se desenrolla automáticamente hasta la herramienta de soldadura, pistola, a medida que se consume. La energía para la soldadura se suministra por una fuente de corriente continua. La conexión se efectúa con polaridad inversa (-) en la pieza para asegurar a la vez el decapado y la fusión del hilo del electrodo. Este procedimiento, utilizable para los productos con espesor superior a 2,5 mm., es igualmente automatizable. La versión manual de MIG se llama comúnmente soldadura semi-automática.

Desde hace algunos años, los constructores de material de soldadura proponen fuentes de corriente pulsante. Este equipo permite soldar espesores delgados de 1,5 a 4 mm. con mucha facilidad. Para los espesores medios y gruesos, su ventaja con relación a las fuentes clásicas no está demostrada.

En la soldadura MIG se utilizan siempre materiales de aportación, mientras que en la soldadura TIG se puede o no utilizar. Las mejores propiedades de la junta soldada en lo que se refiere a la resistencia, corrosión y ausencia de fisuras, se obtiene cuando se usan materiales de aportación

Atmosfera controlada

Como gases de protección para la soldadura MIG y TIG, se usan siempre los gases inertes Argón y Helio. Durante la soldadura el gas inerte enfría la boquilla de soldadura y protege, al mismo tiempo, al electrodo y al bano de fusión. El gas también participa en el proceso eléctrico en el arco. Los gases comerciales que generalmente se usan son los siguientes:

- Argón, pureza 99,95 %.

- Argón + Helio (30/70, 50/50) para soldadura MIG, da un bano de fusión más amplio y caliente.

- Helio para corriente continua. En la soldadura TIG proporciona una fusión más caliente y velocidad de soldadura mayor, pero es más caro y requiere mayor consumo.

El Argón puro es el gas que con mayor frecuencia se usa y se debe emplear en la soldadura normal de taller, puesto que es mucho más económico y requiere menor flujo de gas. El Helio se usa sólo cuando se exige mayor penetración, por ejemplo, en soldadura en ángulo o cuando se suelda un material muy grueso.

El arco

El proceso eléctrico en el arco es de gran importancia para comprender lo que pasa en la soldadura de aluminio. En principio se puede soldar con corriente continua (CC) o con corriente alterna (CA). Si observamos primero la CC, podemos elegir entre dos casos de polaridades diferentes, polaridad negativa y polaridad positiva.

La polaridad negativa cede la mayor parte de su energía a la pieza de trabajo, 70 %, de modo que obtenemos un bano de fusión profundo, con buena penetración. La carga sobre el electrodo es reducida, lo cual es una ventaja en la soldadura TIG. Una gran desventaja, al emplear esta polaridad es que el arco rompe la película de óxido, de modo que se impone un tratamiento previo de material, como la preparación cuidadosa de los bordes, limpieza muy cuidadosa y bordes biselados.

En combinación con arco pulsado se puede soldar chapa fina desde 0,06 mm. La soldadura con corriente continua y polaridad positiva (polaridad invertida) se usa para la soldadura MIG. Es típico que en la distribución de calor, el 70 % corresponda al electrodo. El bano de fusión es relativamente ancho y de escasa profundidad resultando en poca penetración.

La ventaja determinante para el uso de polaridad positiva consiste en el efecto rompedor de la película de óxido del arco, con tal eficacia, que dicha película ya no sea obstáculo para conseguir una buena calidad en la soldadura. El mecanismo para este efecto rompedor de la película de óxido no es completamente conocido, pero una explicación, es que se debe al bombardeo de la superficie de iones metálicos positivos análogo a la limpieza de superficies por chorreo.

Aunque el arco tiene esta propiedad no se debe prescindir de la eliminación del óxido antes de empezar la soldadura. El arco no es capaz de romper las películas de óxido gruesas formadas durante la laminación de chapas en caliente, sino sólo las capas finas que se forman después de la limpieza. La soldadura con corriente alterna (CA) implica que la polaridad se cambia aproximadamente 100 veces por segundo y, por lo tanto, se pueden considerar las propiedades de la soldadura con CA como el promedio entre los dos casos en la soldadura con corriente continua. La distribución del calor es casi la misma entre el electrodo y la pieza de trabajo; la penetración y ancho del bano de fusión cae entre los valores que rigen para los dos casos anteriores. El arco tiene todavía un efecto rompedor de la película de óxido. La corriente alterna se usa en la soldadura TIG normal con argón como gas protector. La corriente absorbida por el equipo se altera debido a la acción rectificadora del arco; por esta razón se ha diseñado una máquina para soldadura TIG que compensa este efecto.

Soldadura MIG

Para la soldadura MIG de aluminio se puede usar el mismo equipo que en la soldadura de aceros con CO₂. La capacidad de la fuente de energía se elige según la producción prevista. Para la soldadura de espesores de hasta 10 mm. es generalmente de 250-300 A. El sistema de alimentación debe ser con preferencia del tipo «push-pull», es decir, una combinación de efecto empuje-tiro, pero se pueden usar también tipos con efecto sólo de empuje para guías de hilo corto y diámetro de hilo de 1,6 mm. Debido a su menor resistencia, el aluminio permite el empuje en longitudes cortas. Sin embargo, aleaciones como las del grupo AlMg5 (EN AW 5356-5556) son mucho más duras que las del grupo AlSi5 (EN AW 4043) y la de aluminio puro Al 99,5 (EN AW 1050) permiten el empuje en longitudes mayores. En todo caso la longitud del conducto del hilo ha de ser siempre lo más corta posible, y en su trayecto, los radios de curvatura habrán de ser amplios evitando bucles y contornos pronunciados.

Deberá vigilarse periódicamente el estado de boquillas y conductos limpiándolos de viruta y restos de material en ellos depositados.

La soldadura MIG se lleva a cabo siempre con corriente continua (CC), con argón puro como gas de protección y es adecuada para todas las posiciones de soldadura, incluso sobre techo. La soldadura en posición vertical se hace

siempre en sentido ascendente. La calidad de la soldadura es generalmente alta pero el riesgo de porosidad es siempre mayor que en la soldadura TIG, pues debido a que el arco es autorregulado, temporalmente puede hacerse inestable, lo cual puede causar interferencias en la aportación de material. Este método es muy adecuado tanto para la soldadura tanto manual como mecanizada, en espesores de 3 mm. o más. Los soldadores expertos pueden soldar material todavía más delgado. En el caso de que los requerimientos de la calidad de soldadura sean bajos, se pueden soldar materiales todavía más delgados, pero en este caso el arco no trabaja en el área de «spray» puro, debido al bajo voltaje, que induce a una tendencia de arco corto. La velocidad de soldadura es para la soldadura manual de 0,3 a 0,75 mts./min. y para la soldadura robotizada de 2 a 3 mts./min. Esta velocidad relativamente alta hace que el método sea más productivo que el TIG y en combinación con la densidad de energía alta en el arco, se obtiene una zona afectada por el calor (HAZ) más estrecha que en el TIG. Ese es un factor favorable ya que la deformación debido a la soldadura decrece cuando disminuye la aportación de energía calorífica. Los campos de aplicación del método MIG son muchos, lo que ha conducido al desarrollo y refinamiento de la técnica de la soldadura.

Soldadura por puntos MIG

La manera corriente de unir dos placas en una unión solapada, es mediante la soldadura de puntos por resistencia. Este método sin embargo, requiere una inversión elevada en maquinaria y se limita a espesores de hasta 4 mm. Como método alternativo se puede usar el método MIG para soldadura por puntos que se puede llevar a cabo con algunos de los equipos MIG corrientes, completados con un relé de tiempo y una boquilla de gas. La soldadura se verifica presionando la pistola contra la chapa superior. El tiempo de soldadura se ajusta mediante un relé de tiempo, con lo cual se consigue una buena reproducibilidad. La penetración se puede controlar para conseguir que la parte fundida penetre entre las dos chapas. El método preferido depende del espesor de la chapa inferior. Las ventajas desde el punto de vista de construcción se basan en que se pueden aceptar grandes diferencias de espesor entre la chapa superior y la inferior. Cuando se trata de espesores grandes, en la chapa superior se puede facilitar la soldadura haciendo un taladro.

Soldadura de pulso corto con MIG

Sobreponiendo una corriente con la frecuencia de 16 - 100 Hz. sobre la corriente normal, es posible obtener una pulsación de corta duración, con unas propiedades tales que se puede soldar material con espesores inferiores a 3 mm. En cada máximo pulso, se desprende una gota de material de aportación. Las ventajas de este método son las siguientes:

- Se puede soldar metal más delgado, 1,5 mm.
- Diferentes espesores se pueden soldar con más facilidad.
- Un arco estable hace disminuir el riesgo de defectos de soldadura.
- Es más fácil soldar con aberturas variables.
- Se pueden utilizar materiales de aportación más gruesos.

Soldadura TIG

En la soldadura de aluminio con arco de tungsteno y gas de protección inerte (TIG) se usa una fuente de corriente alterna de 50 Hz., una corriente de alta frecuencia superpuesta (CA). El electrodo es no fusible de tungsteno puro o tungsteno aleado con circonio. Este método de soldadura se puede usar en todas las posiciones y utilizado correctamente permite la obtención de una soldadura de gran calidad. El peligro de porosidad es menor que en la soldadura MIG. El arco rompe la película de óxido y por lo tanto, para la automática se usa hilo en bobinas. Como regla, se usa la soldadura TIG para espesores de 0,7 a 10 mm. pero no hay realmente un límite máximo. La velocidad de soldadura es más baja que en la SOLIM.

Se deben preparar los bordes cuidadosamente para que no haya aberturas entre las placas, ya que es mucho más fácil de controlar el baño de fusión si la separación es mínima. En espesores superiores a 5 mm. se deben biselar las aristas de las uniones a soldar. Cuando se trata de soldadura de chapa

finalmente resulta más ventajoso el uso de plantilla para evitar las distorsiones debidas al calor de la soldadura y las separaciones entre bordes debidas a aquellas.

Soldadura de pulso largo

Muchas fuentes de energía para TIG tienen capacidad para soldadura de pulso. Para otras se puede fácilmente conectar una unidad adicional. El principio es similar al descrito en la soldadura MIG - pulso, con la sola diferencia de que la soldadura TIG se lleva a cabo con una frecuencia mucho más baja, aproximadamente 10 Hz. Esto implica que los pulsos son bien visibles lo cual, a la larga, puede ser una fuente de imitación para el soldador. La técnica se puede aplicar tanto a la soldadura con CA como con CC. Se trabaja con dos niveles de corriente. El más bajo se elige para que no se apague el arco. El nivel más alto es generalmente más elevado que en la soldadura normal TIG. Los periodos de los diferentes niveles pueden variar. La ventaja consiste en que se puede conseguir una soldadura perfecta con una intensidad de corriente media más baja que en la soldadura normal. La aportación de calor es más baja y se puede soldar material más delgado: 0,3 a 0,4 mm. Con las combinaciones de CC y pulso se pueden soldar espesores del orden de 0,05 mm.

Limpieza antes de soldar

La limpieza antes de la soldadura es esencial para conseguir buenos resultados. La suciedad, aceites, restos de grasas, humedad y óxidos deben ser eliminados previamente, bien sea por medios mecánicos o químicos.

Cuando hay demandas más exigentes respecto a la preparación, se puede realizar una limpieza química según el esquema siguiente:

- Eliminación de la suciedad.
- Desengrasado con percloroetileno a 121°C.
- Lavado con agua y secado inmediato.
- Eliminación del óxido de aluminio de la siguiente forma:

- Limpieza alcalina con p.e. NaOH.
- Limpieza ácida con p.e. HNO₃ + HCl + HF.
- Lavado con agua y secado inmediato.
- Neutralización con HNO₃ (después del tratamiento con NaOH).
- Bano en agua desionizada.
- Secado inmediato con aire caliente.

Los métodos químicos requieren equipos costosos para el tratamiento superficial y no se pueden usar siempre por esta razón. Sin embargo no se debe nunca prescindir de la eliminación del óxido o el desengrasado en el área de soldadura.

Ambiente

Cuando se suelda el aluminio, se producen diferentes tipos de humos y gases; lo mismo que en el caso de la soldadura de acero, con el fin de evitar la propagación de esta contaminación es aconsejable la instalación de extractores de humos y gases. La intensidad del arco es mucho mayor que en la soldadura de acero y bajo ningún concepto se debe mirar al arco sin una máscara de protección adecuada. La radiación ultravioleta (UV) intensa puede dañar los ojos y la piel, por lo cual el soldador de aluminio debe llevar ropa de protección que cubra todo el cuerpo. La cantidad de gas depende del método de soldadura, material de aportación y tipo de aleación. La soldadura TIG produce una cantidad de humo considerablemente menor que la soldadura MIG, debido al contenido menor de energía en el arco. En la soldadura MIG las cantidades mayores de humo se producen soldando aleaciones de AlZnMg con AlMg5 (EN AW 5356-5556) como material de aportación. Por esta razón es necesaria una buena ventilación general en combinación con medidas individuales como máscaras de aire fresco o dispositivos de aspiración de humos local (In situ).

Conclusiones

Las características del material que se va a soldar para la propuesta de diseño, definen el tipo de soldadura que se va a usar, los principales problemas que se encontrarán al soldar los elementos troquelados son: la deformación que se produce por el excesivo calor, el espesor del material y que la soldadura sea uniforme, para evitar poros que pudieran hacer frágil la pieza.

La configuración de las partes troqueladas y los problemas que presentarían al soldarse, fueron reduciendo las posibilidades de los tipos de soldadura, la primer limitante fue el espesor de 2 mm, y el aporte de energía calorífica tenía que ser el mínimo para evitar que la pieza se deforme. Otro factor importante fue la velocidad del proceso, pues al ser una pieza con mucha área para soldar, tenía que reducirse el tiempo que necesitaba para terminar este proceso.

Elegí un sistema de soldadura TIG (tungstene inert gas) con material de aportación, pues permite soldar placas delgadas, con poca transmisión de calor, lo que hace mas controlable la deformación de la pieza por calor excesivo

El sistema puede ser robotizado y permite soldar a una velocidad de 2 a 3 mts por minuto, lo que supone que la pieza este menos tiempo en este proceso, esto combinado con el denso arco de energía que genera, permite una zona afectada por el calor mas estrecha que en la soldadura MIG, por lo tal, menos vulnerable a las deformaciones por calor.

Se recomienda el uso de una plantilla para soldar las placas, pues de esta forma es mas controlable la deformación de las láminas, y se puede mantener una separación constante, con lo que se controla la profundidad del bano de fusión, y se obtienen soldaduras de mejor calidad

Rodamientos

Los rodamientos ó baleros son elementos de precisión que necesitan de un especial manejo. Los baleros surgen de la necesidad de que las partes en movimientos giren más rápido y a menor fricción. La mayoría de los baleros consisten de anillos (un anillo interior y un anillo exterior), elementos rodantes (bolas o rodillos), y un separador de elementos rodantes, comúnmente llamado jaula. La jaula separa los elementos rodantes a intervalos iguales, los mantienen en su lugar entre la pista interna y la externa, y les permite rodar libremente.

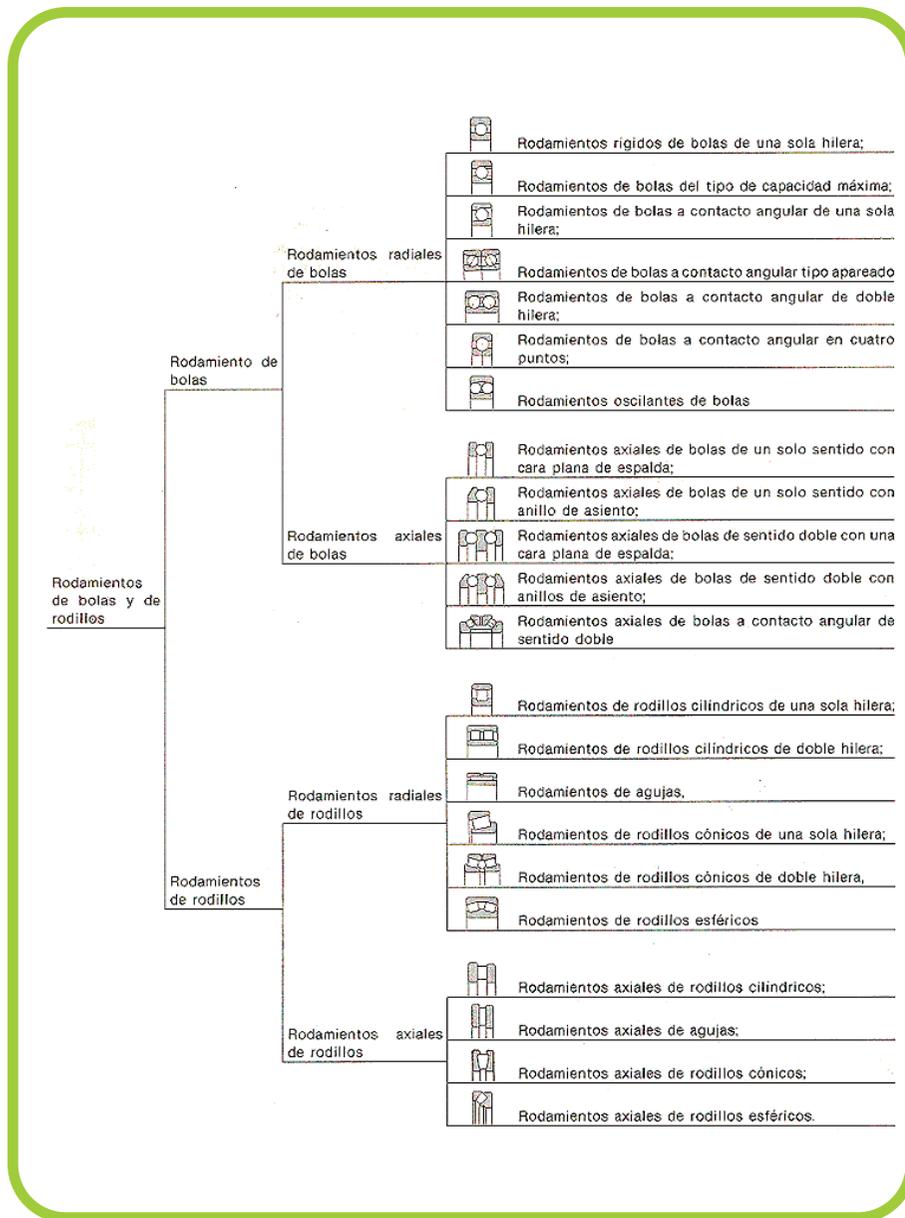
Los elementos rodantes son provistos en dos formas generalmente bolas o rodillos. Los rodillos se suministran en cuatro estilos básicos: cilíndricos, de agujas, cónicos y esféricos. El contacto geométrico de las bolas con la superficie de las pistas de rodadura de los anillos internos y externos es un punto; mientras que el contacto de los rodillos es una línea. Teóricamente, los rodamientos de bolas y de rodillos se construyen para permitir que los elementos rodantes giren orbitalmente, al mismo tiempo lo hacen sobre sus propios ejes.

Mientras que los elementos rodantes y los anillos soportan cualquier carga aplicada al rodamiento (en los puntos de contacto entre los elementos rodantes y las superficies de las pistas), la jaula, no soporta carga alguna en forma directa. Su objetivo básico es para mantener los elementos rodantes a distancias iguales entre si y, para lograr una buena distribución de las cargas sobre el rodamiento.

Clasificación

Los baleros se clasifican en dos categorías principales: rodamientos de bolas y rodamientos de rodillos. Los rodamientos de bolas se clasifican de acuerdo a la configuración de sus anillos: baleros rígidos, de contacto angular y de carga axial. En contraste, los rodamientos de rodillos se clasifican en función de la forma de los rodillos: cilíndricos, de agujas, cónicos y oscilantes ó esféricos.

Los baleros pueden clasificarse adicionalmente de acuerdo a la dirección en la que se aplica la carga: baleros, baleros para carga axial, para carga radial y para carga combinada radial - axial.



Otros aspectos de clasificación incluyen:

El número de hileras de elementos rodantes (una, dos ó 4 hileras). No separables ó separables, en el cual, el anillo interior ó el anillo exterior pueden ser separados o desmontados. Baleros de empuje, los cuáles pueden tomar cargas axiales en un sentido y, baleros de empuje de doble sentido, los cuáles pueden tomar carga axial en ambos sentidos de una misma dirección. También existen baleros diseñados para aplicaciones especiales, tales como: Una unidad de rodamiento de rodillo cónico para vagones de ferrocarril (rodamientos RCT), baleros tipo plato giratorio (tornamesa), así como baleros de movimiento rectilíneo (baleros lineales de bola, rotulas), etc.

Características

Los rodamientos de bolas y de rodillos presentan diferentes formas y variantes, cada una con sus rasgos distintivos. Sin embargo, cuando se comparan con soportes planos (cojinetes), los rodamientos de bolas y de rodillos tienen las siguientes ventajas:

El coeficiente de fricción es mucho menor

Son normalizados internacionalmente, son intercambiables y se obtienen con facilidad

Se lubrican con facilidad y el consumo de lubricante es bajo

Como una regla general, un rodamiento puede llevar tanto carga radial como axial, a la vez.

Puede ser utilizado en aplicaciones de alta o baja temperatura y alta o baja velocidad.

La rigidez del rodamiento puede mejorarse con la aplicación de una pre-carga.

Generalmente cuando se comparan los rodamientos de bolas y rodamientos de rodillos de las mismas dimensiones, los rodamientos de bolas exhiben una resistencia a la fricción menor y una menor variación, de rotación, que los rodamientos de rodillos.

Eso los hace más adecuados para las aplicaciones de alta velocidad, alta presión, bajo par torsión y baja vibración. En contraste, los rodamientos de rodillos

tienen una capacidad de carga mayor que los hace apropiados para aplicaciones de vida y de resistencia a la fatiga prolongada, con cargas elevadas y de aplicación repentina.

Casi todos los tipos de rodamientos de bolas y de rodillos pueden llevar tanto carga radial como carga axial, a la vez.

Generalmente, cuando los rodamientos que poseen un ángulo de contacto es menor a 45 grados, tienden a ser rodamientos radiales, mientras que los rodamientos que poseen un ángulo de contacto mayor que 45 grados tienden a ser rodamientos axiales. También hay rodamientos clasificados como combinados; estos reúnen las características de carga tanto de los rodamientos radiales como de los axiales.

Los rodamientos rígidos de bolas, se caracterizan por tener una ranura o surco profundo tanto en el anillo interior como en el exterior. Estos rodamientos, pueden absorber carga radial y axial en ambos sentidos, como también las fuerzas resultantes de estas cargas. Adicionalmente, son adecuadas para operar velocidades altas.

En la actualidad, existen varios tipos de estos rodamientos, tales como los rodamientos con tapa de protección (o de obturación) en ambos lados y pre-lubricación, rodamientos con anillos de fijación y rodamientos abiertos (tipo básico).

Los rodamientos de bolas con tapas de protección, son rodamientos rígidos de bolas que poseen las mismas dimensiones que las del tipo abierto. Las tapas protectoras de acero de estos rodamientos, ofrecen protección contra la penetración de material extraño y previene las fugas de grasa.

Existen dos tipos: uno es el tipo ZZ, (pre-lubricado), provisto con tapas protectoras a ambos lados y el otro es el de tipo Z, con tapa de protección de un lado. Como las tapas de protección son del tipo no-contacto, (es decir, no existe contacto entre la tapa y el anillo interior), el par de torsión es muy bajo.

Características generales:

Pueden soportar cargas axiales y radiales en ambas direcciones

Adecuados para operar a altas velocidades

Sistema de Nomenclatura

El número y código de identificación de rodamientos indica su diseño, dimensiones, precisión, construcción interna, entre otros conceptos.

Este número se deriva a su vez de una serie de números y códigos de letras, y es compuesto de tres grupos principales de códigos; por ejemplo, dos códigos suplementarios y un código numérico básico.

El número básico indica información general, tales como el diseño del rodamiento y dimensiones principales, y está compuesto por el código de serie del rodamiento, el número de diámetro interior, por el código del ángulo de contacto.

Estandares internacionales

Para facilitar la interoperabilidad internacional y permitir la producción económica de rodamientos, los principios básicos de dimensiones han sido internacionalmente normalizados por la ISO. De donde tenemos ISO - 15 (rodamientos radiales, excluyendo los rodamientos de rodillos cónicos), ISO - 355 (rodamientos de rodillos cónicos), e ISO - 104, (rodamientos axiales).

En Japón JIS, Estándares Industriales Japoneses regula los principios básicos de dimensiones de los rodamientos (JIS B1512), de conformidad con los estándares de la ISO.

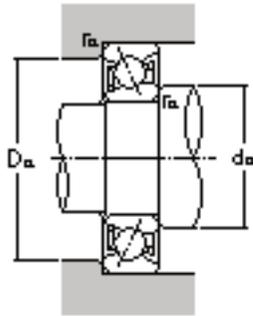
Los principios de dimensiones que han sido normalizados, por ejemplo: el diámetro exterior e interior, ancho ó altura y, las dimensiones.

Sin embargo, como regla general, las dimensiones de la construcción interna de los rodamientos no son cubiertos por estas normas.

Los 90 diferentes diámetros internos normalizados bajo el sistema métrico, van desde 0.6 mm hasta 2,500 mm.

Se ha establecido para todos los tipos de rodamientos estandarizados, una serie combinada denominada serie dimensional. Para todos los rodamientos de radiales (excepto los rodamientos de rodillos cónicos), hay ocho diámetros exteriores comunes para cada diámetro interno estandarizado. Esta serie se denomina serie de diámetro y se expresa por la secuencia numérica (7, 8, 9, 0, 1, 2, 3, 4) en orden ascendente de magnitud (7 siendo menor y 4 el mayor).

Los rodamientos en general se fabrican en dimensiones métricas y sus cotas más comunes son: diámetro interior, diámetro exterior, ancho y radios.



m	0,04 kg	Masa
Cr	6400 N	Rango básico de carga dinámica, radial
C0r	5600 N	Rango básico de carga estática, radial
nG	7500 1/min	Limite de velocidad
nB	0 1/min	Velocidad de referencia
Cur	285 N	Limite de fatiga de carga, radial

d	45 mm
D	58 mm
B	7 mm
D2	55,4 mm
Da max	56 mm
d1	49,1 mm
da min	47 mm
ra max	0,3 mm
rmin	0,3 mm

Antecedentes de las transmisiones integradas

Los sistemas de transmisión de fabricación actual, en condiciones severas de uso pierden su eficiencia, pero por la estandarización que han alcanzado, permiten muchas combinaciones, incluso con fabricantes diferentes, además de bajos costos de producción, el principal problema que tienen es que no están aislados de las vibraciones de la suspensión, trabajan en conjunto con esta.

La suspensión además de absorber los golpes fuertes, tiene como función, transmitir de la forma más eficiente la energía aplicada del ciclista al terreno, en el ciclismo de montaña, la irregularidad del terreno exige el constante trabajo de transmisión y suspensión, como trabajan juntas pero no es posible que compartan los mismos ejes de giro, la suspensión da constantes tirones en la cadena de la transmisión, que se traduce en pérdida de energía, de la misma forma cuando el ciclista pedalea, la suspensión actúa para vencer el momento de la rueda, esto implica un mayor y constante esfuerzo del ciclista por avanzar.

Algunas marcas de marcos de bicicletas han desarrollado sus propios sistemas de transmisión interna, resultan bicicletas más pesadas que las que utilizan el sistema común, y a pesar de esto tienen un muy buen comportamiento general, incluso afirman que sobre la marcha se sienten más ligeras, la mayoría tienen un precio muy elevado. Los sistemas más conocidos son el g-boxx de nicolai, basado en el buje rohloff, la dh de honda, con un sistema propio, y la gt-it de GT, con un buje trasero shimano nexus de 8 velocidades.

Los sistemas internos ya desarrollados son bujes para rueda trasera, existen tres marcas que venden desde aproximadamente 1990, bujes de transmisión interna y sus refacciones, estas tres marcas son cutawayhub, shimano y rohloff, la única que ofrece los límites de resistencia adecuados para el uso que se requiere es rohloff, además que ofrece una verdadera opción a un sistema de 27 velocidades. La transmisión integrada supone una evolución en el ciclismo de montaña, pues al tener independiente el funcionamiento de la suspensión del funcionamiento de la transmisión, no existe contaminación o



pérdida de energía, aprovechando mejor la energía que consume el ciclista, convirtiéndola en movimiento, resultando en menos cansancio, además de un mejor desempeño de la bicicleta.

A pesar de las múltiples ventajas que ofrece una transmisión sellada y aislada al funcionamiento de la suspensión, el poco desarrollo por parte de los fabricantes, y la elevada precisión mecánica que necesita, hacen de estos sistemas productos muy caros, y con poca aceptación en el mercado. Pero si bien con un futuro en el mercado muy próximo, solo en la medida que marcas especializadas en estos componentes como: shimano, suntour, sram, logren estandarizar este sistema, y los produzcan en mayores series con precios mas bajos, se emplearan en mas numerosos modelos de bicicletas.

A finales de la temporada del 2006 y como parte del catalogo para el año 2007 de la marca "Nicolai" aparece la evolución de su caja de velocidades conocida como "g boxx", en colaboración con "Universal Transmissions", han creado dos cajas de velocidades, de 16 velocidades con un rango de velocidades apto para el enduro y una de 9 velocidades para la practica del descenso, para la misma temporada suntour presenta una caja similar, de 8 velocidades, y con el mismo anclaje al cuadro, con un peso 500 gramos superior a un grupo completo XT de "Shimano", aunque con un precio mayor.

La siguiente tabla es la de datos básicos que otorga nicolai sobre su sistema "g boxx 2" la caja esta diseñada para que el basculante de la rueda trasera gire sobre el eje en que transmite la fuerza, las distancias por esta razón están desplazadas medio centímetro a la izquierda, el basculante por esto debe tener un diseño asimétrico, así como datos sobre el rodamiento que recomiendan para sujetar el basculante. Las estrellas para la cadena son de 22 dientes, y deben mantenerse en la misma línea que la que se encuentra en la caja, ya fija por las características del sistema, por esto el eje de la rueda, solo puede ser de 150 mm. Para dar espacio a la cadena. Las punteras tienen que ser ajustables en distancia, para poder ajustar la tensión de la cadena, y la pinza del freno al estar diseñadas para el lado izquierdo de la bicicleta debe cambiarse al lado derecho, debe conservar la misma distancia al eje.

Velocidades	9-speed
Palancas de mando	TS7-VB-FR9
Bielas	CW7-VB-FR-R&L
Material	Cuerpo y alojamiento: aleación de aluminio / Bielas: aleación forjada hueca (A7050)
Largo	170 / 175mm
Acabado	anodizado gris metalico con el logotipo V-Boxx maquinado en CNC
Q-factor	180mm
Balero	ID7-VB-FR9
Radio de acción	Total: 610% / 1) 0,63 / 2) 0,88 / 3) 1,29 / 4) 1,45 / 5) 1,67 / 6) 1,80 / 7) 2,33 / 8) 2,96 / 9) 3,
Modelo de cassette	CS7-VB-FR22
Número de dientes (ambas estrellas)	22T
Peso	3000g



Perfil de diseño de producto

Este perfil abarca los cuatro factores principales del diseño, función, producción, ergonomía y estética, buscando en equilibrio entre estos cuatro factores. La propuesta de diseñar un cuadro que se adaptase a todas las tallas de usuarios, genero también el estudio de introducción de un modelo que tuviese un sistema de transmisión conocido como G-boxx, por la reducción de moldes de embutido y troquelado y de estandarización de la línea de producción, a un solo producto.

Factor de producción

Las características de los procesos empleados para fabricar un cuadro, hacen que sea una industria que requiere de mucha inversión en maquinaria y moldes, pero que puede desarrollarse en México, el material elegido es el aluminio 6061 con tratamiento térmico, pues por sus características es el que más fácil puede trabajarse para darle la forma y menos problemas tiene para soldarse, además de tener una relación rigidez-peso necesaria para obtener un producto ligero. Los procesos elegidos para el conformado del aluminio en las piezas que formaran el cuadro son los siguientes:

Embutido y troquelado.

Hidroformado.

Inyección de Aluminio.

Maquinados y rectificados en CNC.

Soldadura tipo TIG con material de aporte.

Endurecimiento térmico por solubilización y temple.

Pintura por aspersión de alto flujo de aire y baja presión.

Anodizado

los materiales requeridos son según el proceso y sus características:

Lamina para embutir y troquelar

Varios perfiles de aluminio para hidroformado

Material para fundir e inyectar

El análisis de mercado y de análogos, definió el rango de precio para el modelo pv01 entre los \$12 000 y \$16 000 como el precio del cuadro con amortiguador incluido, y alrededor de los \$30 000 la bicicleta completa. Y para el modelo gb01 con transmisión integrada, definió el rango de precio entre los \$20 000 y \$25 000 como el precio del cuadro con amortiguador incluido, y alrededor de los \$45 000 la bicicleta completa.

Factor de función

La función, las características técnicas y relación de sistemas y subsistemas, se definió analizando la competencia de fabricación actual, las necesidades de uso y geometría definieron nuevas soluciones mencionadas en el capítulo de desarrollo del producto.

Las características de los sistemas y subsistemas definió el desplazamiento mínimo necesario para las suspensiones, además de las características de regulaciones requeridas en el modelo vp.01 la suspensión trasera debe poder regularse en tres posiciones 150 180 y 210 mm de recorrido, para poder nivelarse con las horquillas de fabricación actual, sin modificar la geometría de la bicicleta. El ángulo de dirección de la horquilla debe poder regularse en al menos 2 grados.

Para el modelo gb.01 La suspensión trasera debe poder regularse en tres posiciones 180 200 y 240 mm de recorrido, para poder nivelarse con las horquillas de fabricación actual, sin modificar la geometría de la bicicleta. El ángulo de dirección de la horquilla debe poder regularse en al menos 2 grados.

Debe ser adaptable en talla y podrá ser usada por ciclistas de 160 a 200 cm de estatura, manteniendo una posición adecuada

Sistemas y subsistemas

Los sistemas relacionados son todos aquellos que completan la bicicleta, y tienen ciertas características estandarizadas de fijación y uso.

Los sistemas considerados son:

Horquilla: amortigua los golpes de la rueda delantera, y da más estabilidad, las tensiones a que está sometida son frontales y laterales, y se pueden instalar horquillas de dos tipos, de pletina simple o doble, se instala sobre el cuadro con rodamientos, el tubo de la horquilla es de 1.5" o 1 1/8" este último necesita casquillos reductores.

Rodamientos de la dirección: (sistema ahead set) estos baleros que pueden ser de diferentes tipos, ya sea de bolas o de conos, se fabrican comercialmente en un mismo diámetro para fijar sobre cualquier horquilla y un mismo diámetro para fijar sobre cualquier cuadro, se instalan sobre el cuadro a presión, ya sea ejercida mediante un golpe o con un embotador, la instalación y calibración con la horquilla, se ejerce mediante una araña instalada en el interior del tubo de la horquilla que ejerce una presión pareja sobre los baleros.

Suspensión: el sistema de suspensión necesita de rodamientos y de un amortiguador para funcionar, la geometría de este sistema es parte del diseño del cuadro y se explica más adelante, los rodamientos requeridos son para el modelo pv de 1 1/8". y para el modelo gb de 58 mm, y de 25 los rodamientos de las bieletas reductoras. Los amortiguadores elegidos son de 200 mm entre ejes y de 50 de desplazamiento. e incluyen los casquillos para instalarse sobre el cuadro.

Transmisión: este sistema se compone de varios subsistemas. Para el modelo pv01, requiere: eje pedalier, multiplicación, bielas, rueda libre en el buje trasero cadena, desviador trasero, desviador delantero (opcional) deben considerarse los anclajes necesarios para todos estos elementos y subsistemas. Para el modelo gb01 requiere además diseñar el buje y las estrellas pues solo tiene el sistema de transmisión integrado G-boxx

Eje trasero: existen diferentes tipos de ejes traseros, de 3/8" y de 12 mm,

ambos con diferentes tipos de fijación al cuadro, mediante cierre rápido, eje sólido con tuercas, y eje pasante. además existen dos anchos comunes 135 y 150 mm, aunque se contemplan punteras reemplazables, con lo que existe la posibilidad de elegir uno u otro sistema, elegí que fuera un eje pasante de 12 mm y de 150 mm de ancho, pues es que otorga mayor rigidez a la rueda trasera.

Llantas y cubiertas: de igual forma este sistema se compone de otros subsistemas y se relaciona con los frenos, la transmisión y la horquilla. Los subsistemas son, bujes, ejes y rodamientos, aros y radios, pero de estos los que tiene una relación directa con el cuadro son las cubiertas, solo se consideraron las cubiertas de 26" para uso rudo, las cubiertas usadas en estas bicicletas y varían en ancho desde 2.25" hasta 2.7" y depende mucho del gusto del ciclista y de las condiciones del terreno sobre el que se rodara e incluso si tiene un sistema que no necesite cámara neumática que se escoja la adecuada, elegí una llanta de 2.25" de flanco rígido, pues es suficiente para casi cualquier terreno sin que empiecen a ser un lastre y dificulten la rodada, con cámara neumática, pues son baratas y los pinchazos son más fáciles de reparar.

Frenos: este sistema se relaciona directamente con el cuadro y con el buje, según normas del fabricante la separación entre ambos anclajes debe ser de 13 mm para una adecuada posición del disco, existen dos tipos de anclaje el estandarizado internacional, y el post mount, y están calibrados para discos de 165 mm pero también existen discos de 180 y 203 mm, por lo general el fabricante de los frenos incluye en cada juego los adaptadores para ambos sistemas de fijación. Se diseñó sobre la entrada estándar internacional, se prevé cierta holgura para poder alinear el disco con el caliper.

Guía para cadenas: anclaje ISDG, mantiene la cadena sobre el plato de la multiplicación, según el modelo ocupa un espacio sobre la multiplicación similar a un desviador, solo lo requieren los modelos pv.

Transmisión integrada, G boxx, esta caja requiere de un anclaje especial para trabajar con el cuadro, es por medio de ocho tornillos en dos planos diferentes que trabajan sujetándola contra el cuadro, este anclaje lo diseñó según las especificaciones del fabricante del sistema y sobre él se arma las bielas del pedalier, y el basculante de la suspensión.

Factor de ergonomía

Las condiciones de uso y el análisis de los análogos, definieron la geometría de la bicicleta que esta muy relacionada con el comportamiento dinámico y con las características de estabilidad y manejabilidad. Las actividades que realizara el usuario sobre la bicicleta son:

Pedalear, las rodillas no deben extenderse totalmente en ningún momento mientras se pedalea apoyado sobre el asiento, la posición de la espalda es mas relajada que en una bicicleta de cross country o carretera. Aunque la capacidad de las piernas para generar fuerza es menor pues están menos extendidas, es necesario que sea bajo el asiento y en general el perfil de la bicicleta pues el ciclista debe tener mas capacidad de movimiento y poder flexionar mas las piernas para ayudar a amortiguar los golpes y aterrizajes.

Estar de pie (tanto sobre los pedales como sobre el piso) se considero el percentil 5 para definir la altura de la bicicleta asi la altura de la entrepierna debe mayor a la altura en el centro del tubo superior, y de igual forma para el asiento,

Mantenimiento, visualmente debe ser fácilmente entendible, y los elementos de fijación deben estar libres de obstrucciones para poder acceder a ellos en todo momento.

Regulación de la suspensión: el mantenimiento y puesta a punto de la suspensión debe poder hacerse en todo momento, sin desarmar los elementos a que esta ligado, entonces debe tener libre acceso a los diales de regulación y válvula de aire que algunos modelos tienen.

Factor estetico

Para definir los factores estéticos, se estudiaron las tendencias de diseño de las bicicletas actuales y la prospectiva de cómo se diseñaran las bicicletas en los próximos años, las tendencias utilizadas serán:

La integración en un diseño coherente de diseño.

Líneas principales no paralelas al piso.

Radios y aristas marcados.

División entre volúmenes principales.

Colores grises y neutros

Aplicaciones gráficas que ayudan a identificar y diferenciar el producto.

Además los factores de uso definieron ciertas características visuales deseables en el concepto general, como rigidez, fluidez en la forma general.



Funcion

Los factores considerados dentro de la función de la bicicleta fueron sobre todo el accionamiento de la suspensión, y los mecanismos necesarios para adaptar la bicicleta tanto en talla como en gustos del usuario, además de esto se consideraron todos los elementos, para completar la bicicleta. El principal concepto para el diseño del cuadro fue el de la suspensión, y como era deseable que funcionara, esto como resultado del análisis de los análogos y similares. El proceso para el diseño del cuadro, fue:

Definición de la geometría general del cuadro: ángulo de dirección, distancia entre ruedas, entre el asiento y el manubrio, y la altura de pedalier y del asiento.

Definir el sistema de suspensión para cada caso.

Localización y análisis de los puntos de giro del sistema. En este paso se estudio la curva de progresión del sistema.

Localización de los elementos del cuadro y del resto de la bicicleta, así como sus requerimientos básicos de geometría y rango de movimiento.

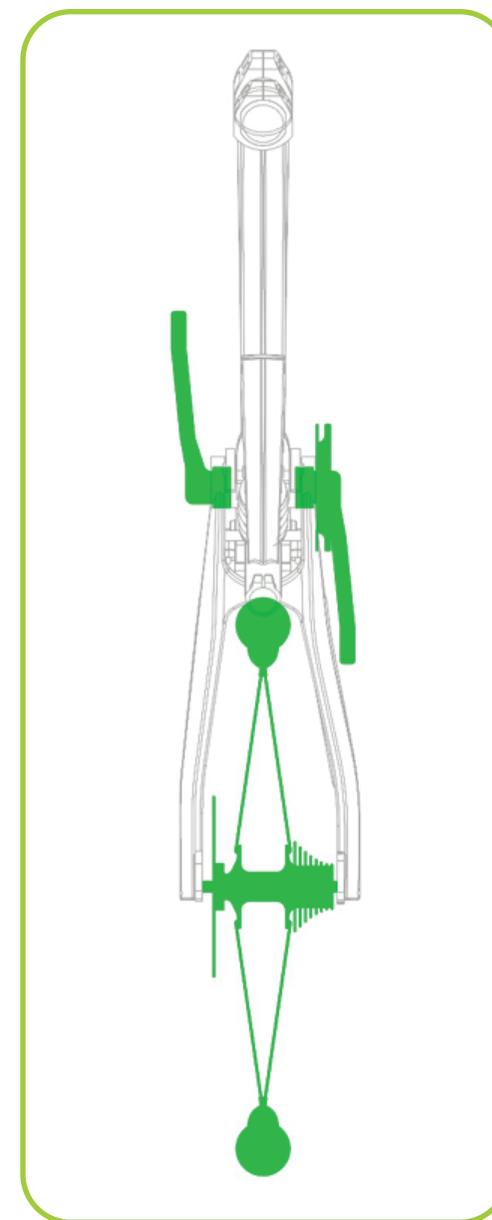
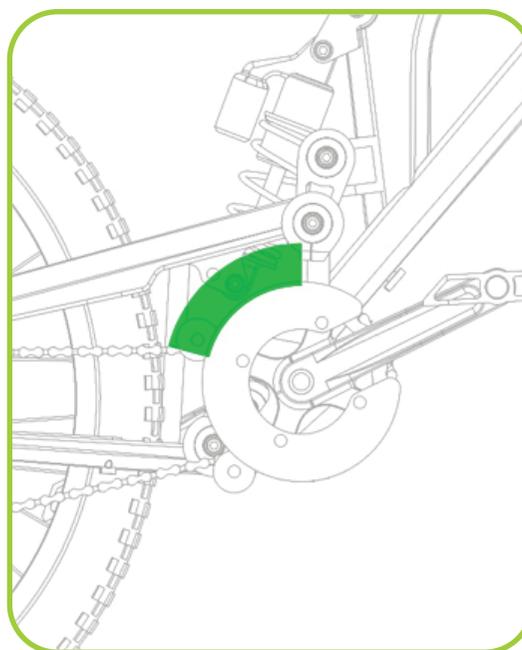
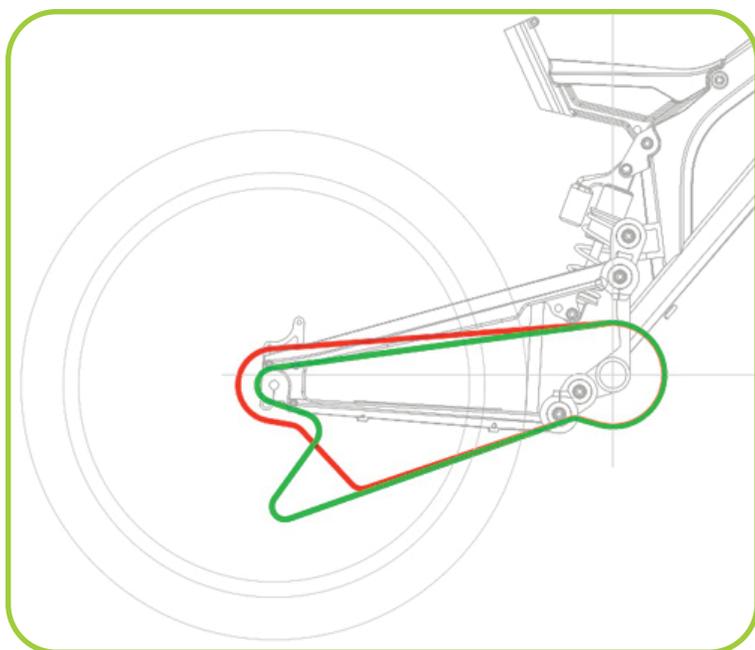
Generación de conceptos, estudio básico de los principales esfuerzos y en que dirección actuaban sobre el cuadro.

Análisis de los requerimientos y los pasos anteriores para generar las propuestas definitivas.

Definiremos la progresividad como la relación entre los milímetros que recorre el amortiguador al comprimir y los milímetros que recorre la rueda. Estos parámetros definen la curva de progresividad del sistema de suspensión. Un sistema lineal se produce cuando la esta relación es constante durante el funcionamiento.

En una bicicleta para freeride, se busca lograr una curva de progresividad positiva, lo que se traduce en un sistema que otorgue a la bicicleta gran sensibilidad en los primeros milímetros de recorrido para absorber las pequeñas vibraciones del terreno y un endurecimiento progresivo del amortiguador para

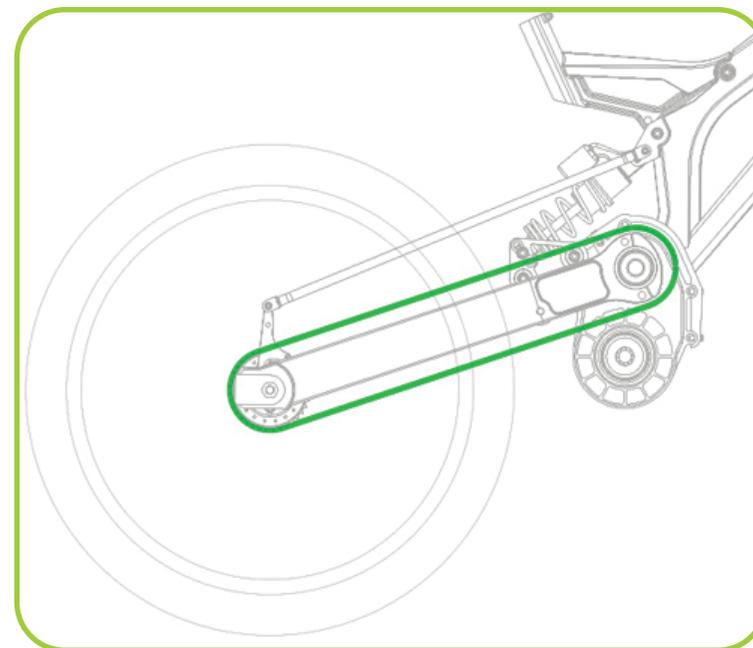
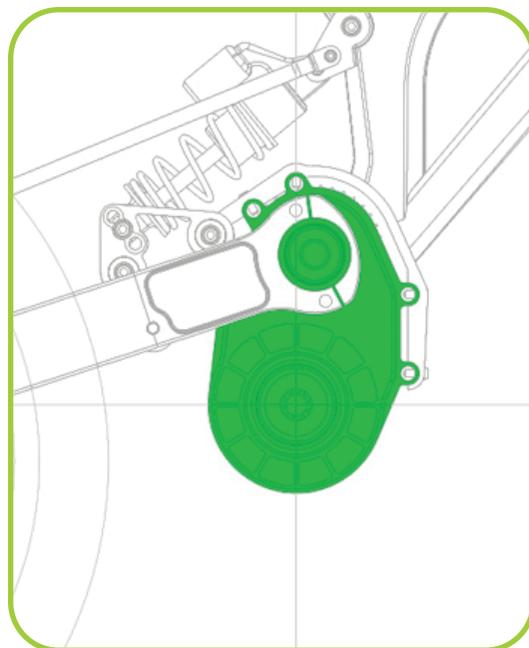
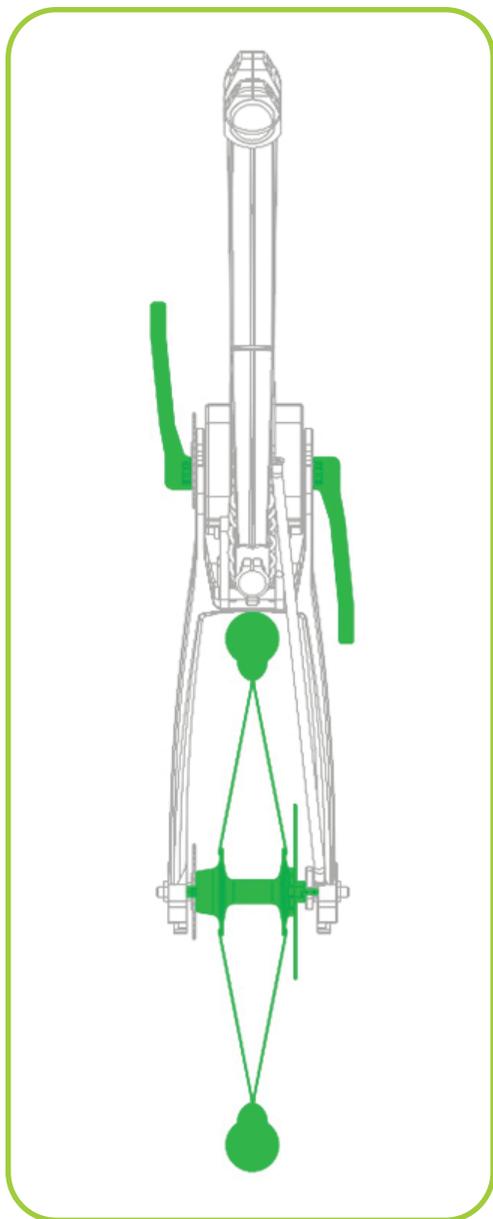
evitar hacer topes cuando hacemos grandes saltos. Es una forma de suavizar la fatiga y el estrés que sufren los materiales del cuadro, y también de dar mayor sensibilidad y control cuando se monta sobre la bicicleta, sobre todo en terrenos difíciles y a altas velocidades. Obviamente, un cuadro que utilice un sistema de bieletas desmultiplicadoras de recorrido tendrá una mejor progresividad que si el funcionamiento es directo, aunque es esencial que la posición de los puntos de giro del sistema sea la correcta para obtener un rendimiento adecuado. Actualmente los amortiguadores de gama media y alta de todas las casas del mercado que se fabrican, funcionan y responden de forma progresiva a los impactos, pero no por ello se puede descuidar la curva de progresividad en el sistema de suspensión, puesto que aporta mejores ventajas que la tecnología utilizada por los amortiguadores, para estudiar adecuadamente esta curva dibujaba el esqueleto del sistema de suspensión y marcaba los límites propios del sistema, y del amortiguador, después se hacía una relación directa entre los funcionamientos de ambos sistemas. Aunque el análisis fue un tanto empírico, busque que la curva fuera parecida a los datos obtenidos de algunos fabricantes.



El análisis de los elementos necesarios para el adecuado funcionamiento de los modelos pv, requirió de un estudio de mercado de los componentes de fabricación actual, y encontré una gama de productos especializados para esta categoría de ciclismo que compartían configuración, funcionamiento, geometría, y sistema de anclaje. Este análisis influyó directamente en la configuración general del cuadro, pues las necesidades de anclaje y espacio de estos elementos dictaron en gran medida la configuración del diseño. Tuve especial atención en el comportamiento dinámico de estas piezas, pues si bien no todas tienen una relación directa con el cuadro, su rango de operación podría obstruir o interferir con otros sistemas.

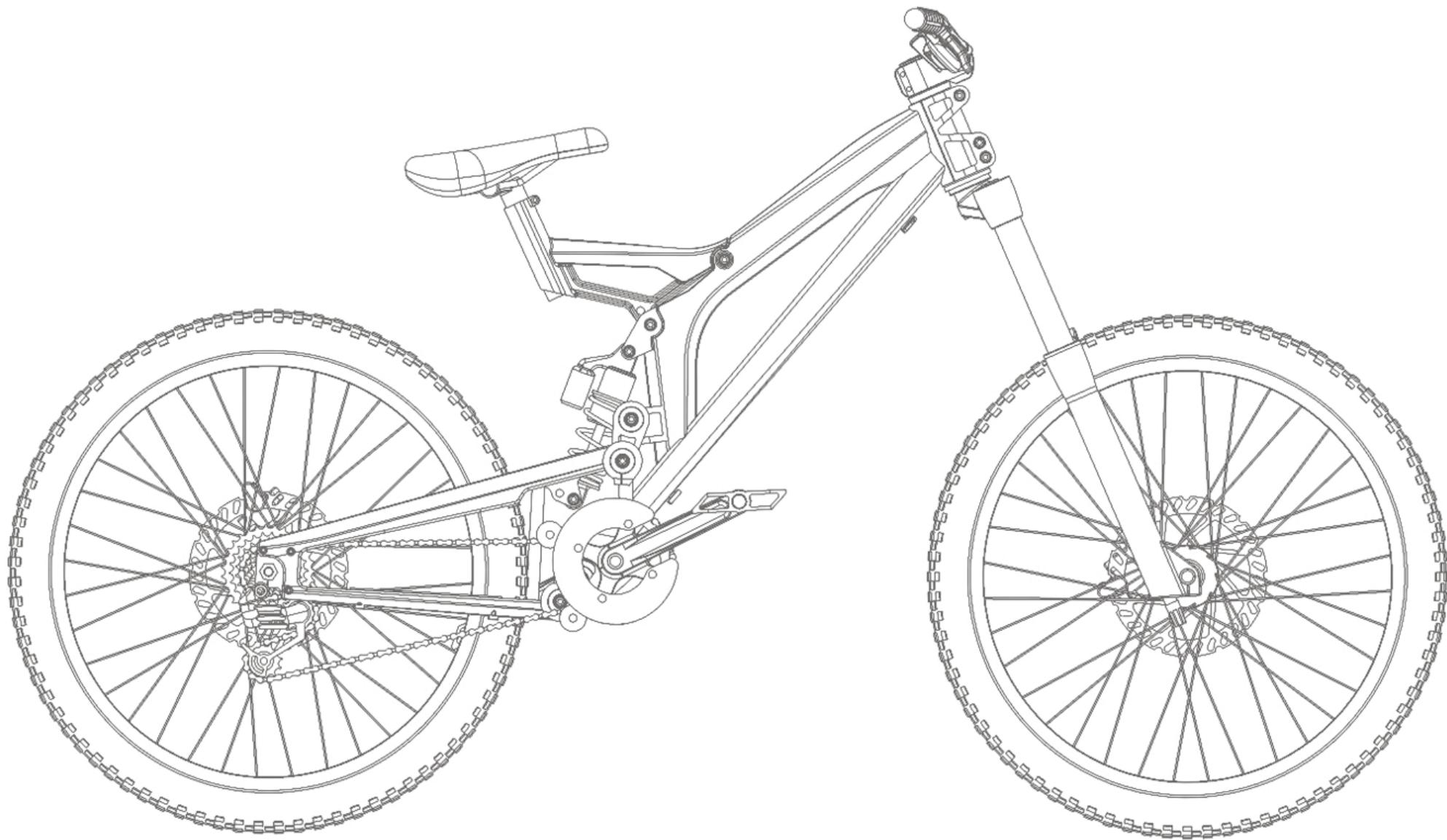
En las imágenes se puede observar de izquierda a derecha: el rango de movimiento de la cadena considerada a partir de un plato de 38 dientes y un pinón de ocho o nueve pasos de 32 / 12 dientes, la línea roja representa la cadena con el pinón mayor de 32 dientes y la verde la posición con el pinón de 12. El espacio y posición necesarios para instalar un desviador o una guía para cadenas, considere un amplio rango de modelos para que fuera compatible, pero

lo diseñe en base a los guías para cadena de la marca truvativ. El espacio para la rueda trasera, considerando una cubierta de 2.5" queda un margen de desplazamiento lateral de 16 mm antes de tocar el basculante, y el espacio requerido para la mayoría de las bielas y juegos de pedalier.



Para los modelos gb, estas consideraciones fueron mas sencillas pues el funcionamiento de la suspensión es mucho mas fácil de intuir, y las posibles interferencias mas fáciles de visualizar, además el sistema de transmisión integrado G-boxx, determino en gran medida la configuración central de la bicicleta, el anclaje a este sistema se diseño según las consideraciones de diseño del fabricante, y a partir de esto tomo su configuración el basculante, en las imágenes se puede observar de

izquierda a derecha: el espacio requerido por la rueda trasera, que si bien se consideró una cubierta de 2.5" puede instalarse una hasta de 2.8" y el espacio requerido por las bielas que no tienen coronas y se instalan directamente sobre la caja G-boxx. Los requerimientos de anclaje tanto al cuadro como al basculante del sistema de transmisión integrado. La relación de la cadena que al ser de un solo paso, no necesita de tensores dinámicos.



Propuesta de Pivote Virtual

La parte delantera de la bicicleta se cerro a una configuración triangular, para otorgar mayor rigidez, y que compartiera partes con la bicicleta de transmisión integrada, por esto la silleta, la pipa de dirección, y la excéntrica son las mismas, las planchas embutidas y el tubo diagonal hidroformado se tienen que recortar y maquinar para cada modelo, las dos planchas se unen por un cordón de soldadura, están diseñadas considerando mayores secciones en las zonas con mas tensión, como son la zona cercana a la pipa de dirección, la unión con el tubo y los puntos de giro de la suspensión, y los puntos de fijación con la silleta.

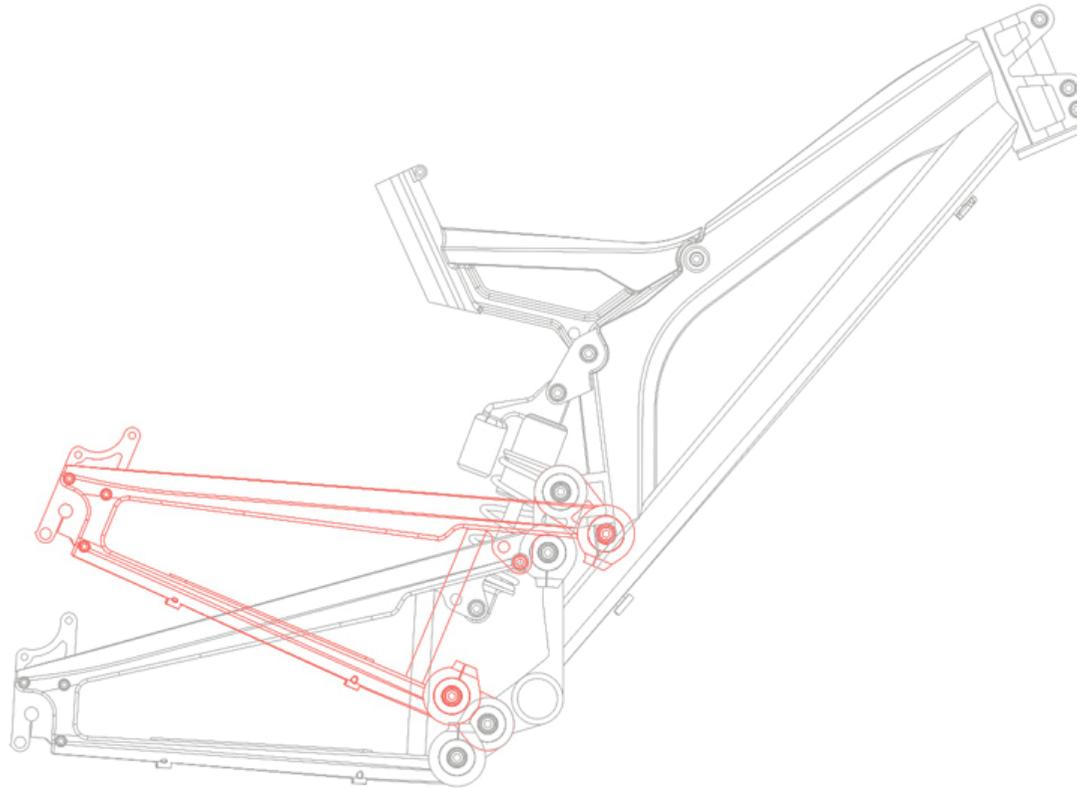
Por el sistema de la suspensión, parecido al vpp o al dw link, La curva que describe la rueda trasera, es casi circular y genera un punto de giro virtual cambiante que coincide con la línea de la cadena, cercano con el eje del pedalier, manteniendo casi invariable la distancia entre el eje del pedalier y el de la rueda, de esta forma cuando se pedalea, no se genera tensión de la cadena con la suspensión, esto evita que la rueda flote por causa de la suspensión, o que se pierda tracción, la progresividad de la suspensión se logra aprovechando la diferencia de compresión del amortiguador, que causa el ángulo en el que incide sobre el basculante, al final de su funcionamiento el ángulo entre el amortiguador y el basculante se ha cerrado cercano a los 90°.



Los ángulos de la dirección y del asiento son muy parecidos en ambas propuestas, pero por el sistema de bieletas utilizado tiene menos desplazamiento que el modelo g-boxx, esta bicicleta compite directamente con las bicicletas de freeride ligero tiene 180 mm de recorrido en la rueda trasera, y baja un poco la altura del pedalier, pero por las características y peso que puede tener esta bicicleta se puso una segunda opción de anclaje del amortiguador, que cambiaría el recorrido de la rueda trasera a 150 mm, y haría más notoria la progresividad de la suspensión, esta opción también lanzaría la bicicleta hacia delante junto con una horquilla de 150 mm, la haría adecuada para el enduro de largo recorrido. También tiene la opción de utilizar desviador delantero y una corona de dos o tres platos.

El diámetro interior del tubo de la silleta es de 32 mm, esto permite usar una tija común, o una tija telescópica, incorpora un cierre integrado en la parte interior del cuadro, para evitar que se acumule o escurra barro hacia la junta de la silleta con la tija.





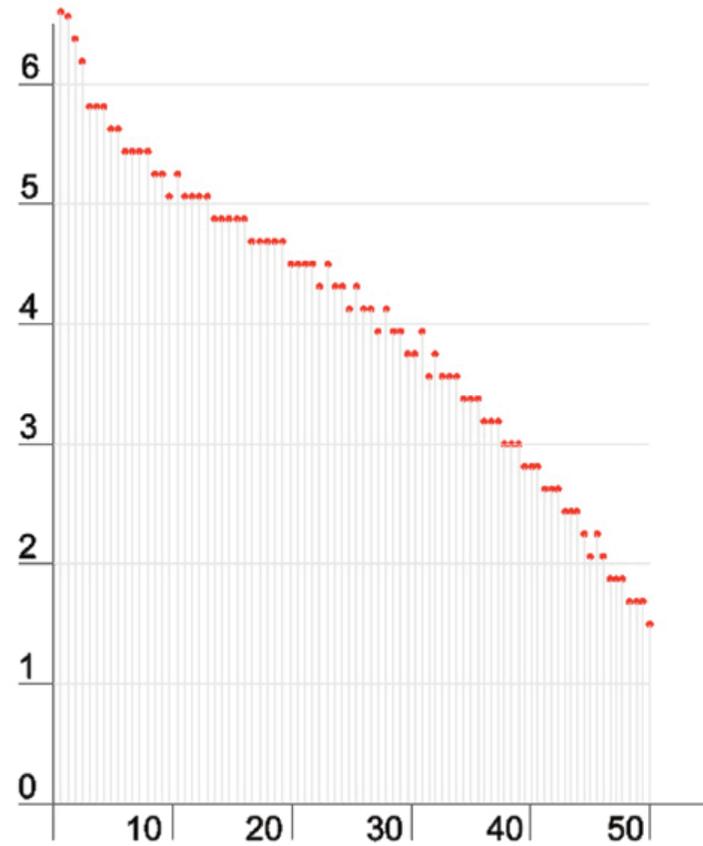
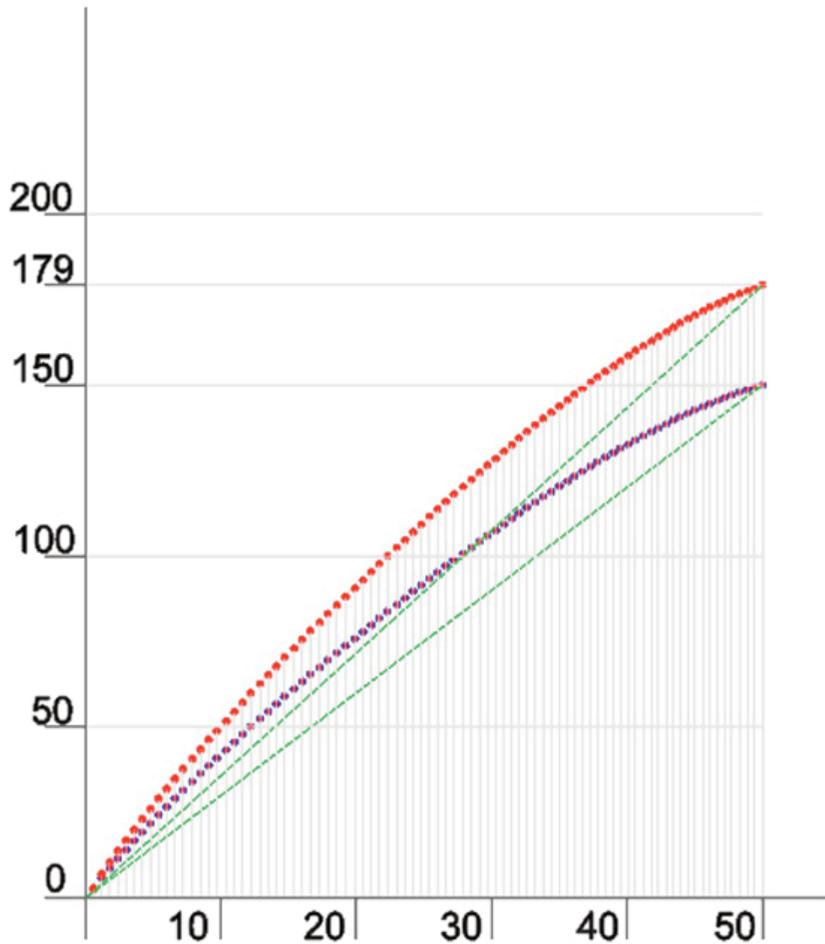
La geometría de la suspensión, y sus requerimientos de desplazamiento y progresividad fueron los parámetros que dieron su configuración al basculante, su diseño es un sistema de bieletas que giran en sentido contrario, para que en conjunto el basculante y el eje de la rueda trasera describa una curva casi circular con centro en el eje del pedaliar para que la distancia de la cadena no tenga variaciones importantes, el desplazamiento y la trayectoria ideal de la rueda limitaron el desplazamiento de la rueda a poco menos de 18 cm pues si fuera mayor, la rueda toparía con la silleta o el asiento en su posición más retrasada.

La forma del basculante también da espacio a todas las piezas que se alojan

en ella, pues a través de ella pasa la cadena, que en caso de montar una corona con dos o tres platos, cambia de posición en un rango aun mayor, también permite poner desviador delantero o una guía para cadenas.

El diseño asimétrico tiene como objetivo, que los radios de la rueda trasera trabajen optimizados, pues ubica al buje centrado a la línea de rodamiento de la bicicleta, de esta forma ambos lados de la rueda tienen la misma tensión, se incorporaron también sobre el basculante un protector plástico en la zona donde suele golpear la cadena, además de punteras removibles poder cambiarlas en caso de rotura

La nueva tecnología que se ha desarrollado para los amortiguadores, ofrece una amplia puesta a punto sobre como será su comportamiento con el sistema de la bicicleta, se pueden regular en precarga, progresividad, sensibilidad, velocidad en inicio y final del recorrido, pero en los modelos más básicos solo se puede regular, la precarga y el rebote. Estas múltiples regulaciones pueden hacer que los amortiguadores se adapten mejor al sistema de suspensión con el que trabajarán, el sistema utilizado por la bicicleta está pensado para que no necesite de un amortiguador de elevado precio, pues su geometría la hacen



sensible en la parte inicial, y gana progresividad en la parte final de su funcionamiento.

Para obtener una bicicleta que pueda armarse con componentes no muy caros se busca que la geometría de su suspensión fuera progresiva pero sensible al principio del desplazamiento, suponiendo que un amortiguador funcionara de forma lineal en todo su recorrido, la tabla muestra el recorrido que tiene la rueda contra mil metro que se hunda el amortiguador. Siendo esto constante independiente de la dureza y la precarga de los muelles, estos valores dependen

derían sobre todo del peso del ciclista. La línea roja representa los valores para la posición de 179 milímetros, y la azul segunda posición en la que el sistema se reduce a 150 milímetros de desplazamiento, las líneas verdes corresponden a los valores en caso de un sistema lineal.

Es importante utilizar una horquilla adecuada de 180 a 200 mm de desplazamiento, pues una mayor o menor modificaría la geometría de la bicicleta.

En la segunda gráfica, se observa el recorrido realizado por la rueda trasera contra milímetro realizado por el amortiguador, los valores no se ven continuos por la tolerancia con que fueron calculados, pero se ve un notable endurecimiento al final del funcionamiento.



pw.01

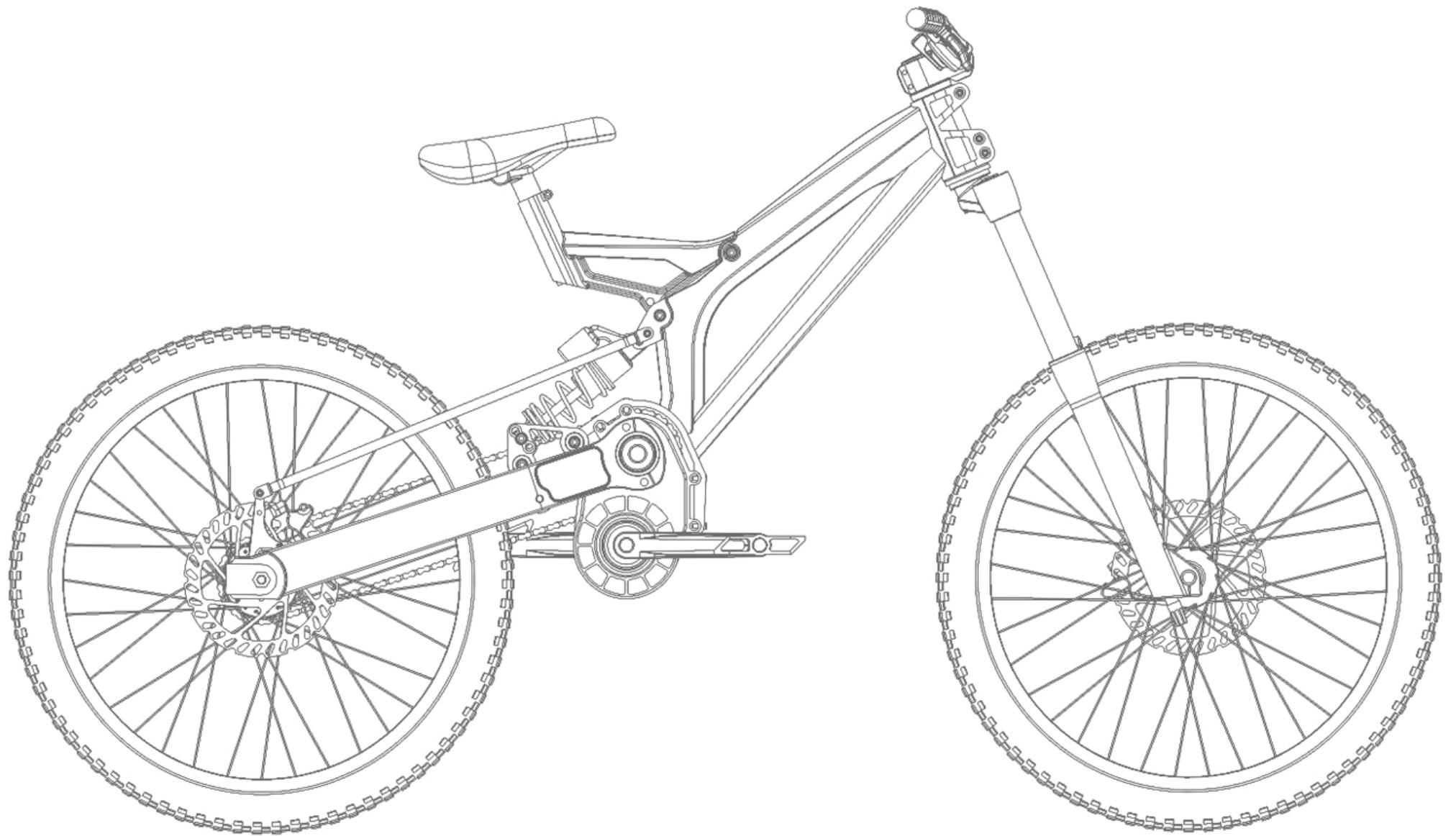


DISEÑADO EN

MÉXICO

aluminio
6061 T6



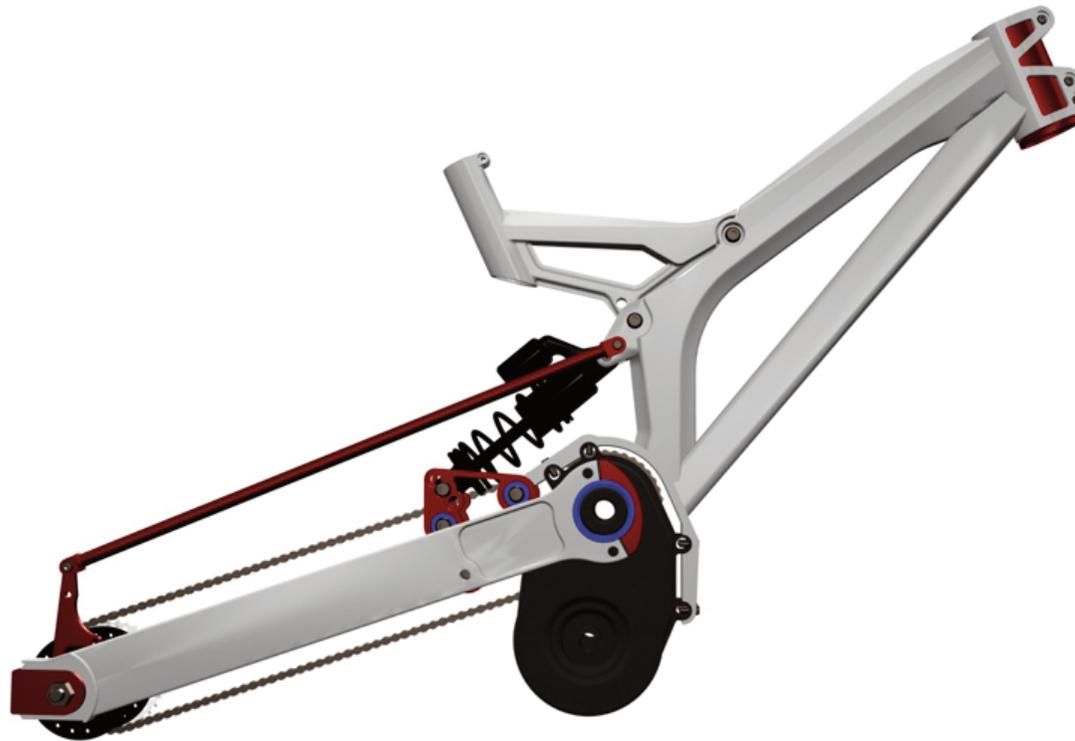


Propuesta de Transmisión Integrada

La unificación de anclajes que Nicolai, Gboxx, Universal Transmisión y Suntour, han acordado supone un gran avance para los sistemas integrados de transmisión, si bien aun los primeros productos fueron más caros, y mucho más pesados que un sistema de transmisión común, el interés por la empresa Suntour, con una capacidad para producirlo en series muy grandes, harán que bajen el precio de los productos, y la especialización para las distintas modalidades del ciclismo, por ahora; es en el down hill y el freeride, donde es más importante la fiabilidad y la resistencia, y el peso pasa a un se-

gundo plano, donde se verán los primeros modelos con transmisiones integradas.

La introducción al mercado para bicicletas con este sistema de transmisión, es una aventura para las empresas, pues aun no hay una buena aceptación por el público sobre todo por el problema que supone conseguir refacciones, pero para que la producción de cuadros sea mayor, y se pueda depreciar el costo de herramienta en un número mayor de cuadros, por esta razón, ubicado en un rango de competencia más caro, se ubica esta propuesta.





Siendo así, es parte de la tesis, generar una propuesta que incluya el sistema de transmisión integrado, Si bien el precio y el peso son las desventajas de una caja cerrada de velocidades, suponen muchas ventajas en cuanto a su configuración, el mantenimiento y desgaste es menor, el funcionamiento de la suspensión es independiente de la transmisión, y al frenado, y la posición muy baja en la que se puede poner baja el centro de gravedad de la bicicleta dando más estabilidad, además de que se pueden hacer un cambio de engranaje más rápido, y la cadena, no se puede salir de su sitio

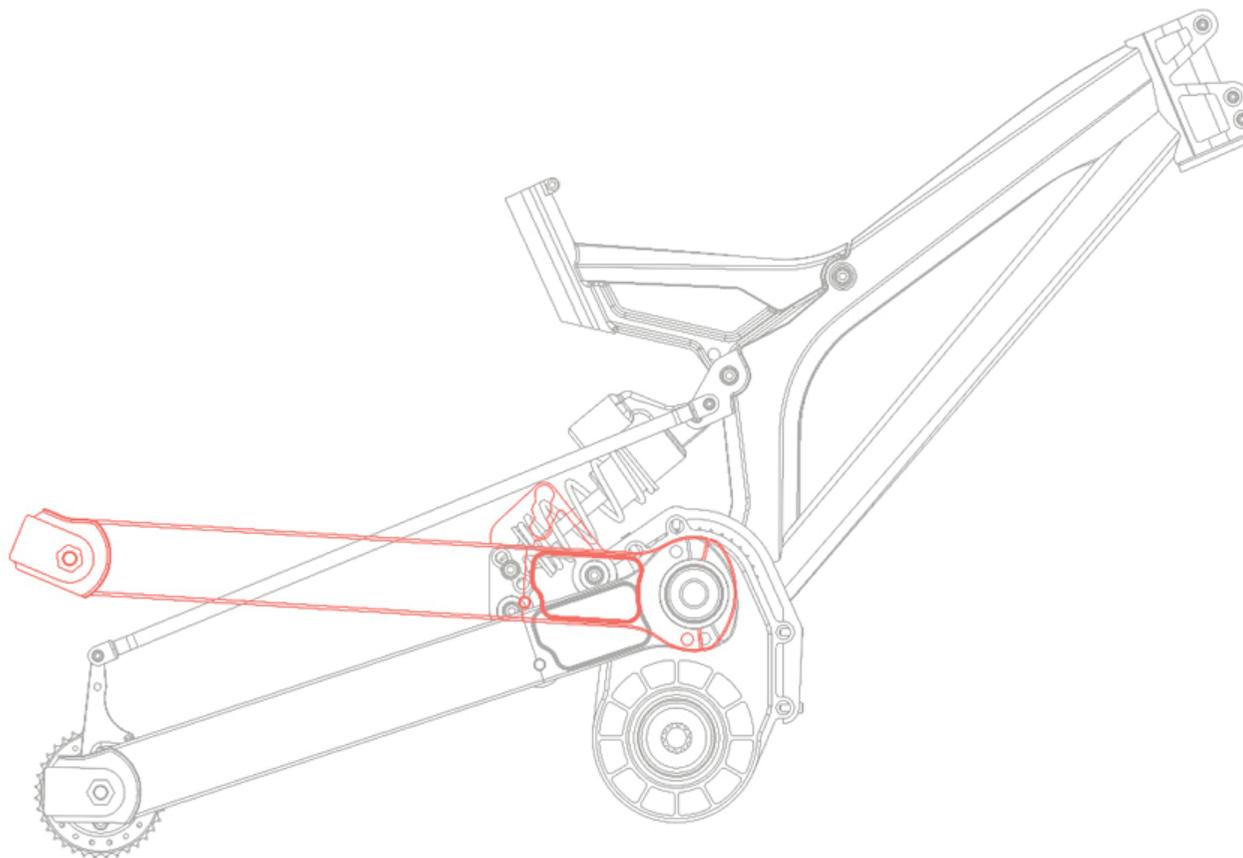
Las características de la caja cerrada de transmisión, permiten usar un sistema de amortiguación más sencillo, de un solo punto de giro, otorgándole más rigidez y de mantenimiento más fácil, utilizan un rodamiento sellado de 58 mm de diámetro, al coincidir el centro de giro del basculante con el de la transmisión, necesita de un tensor para ajustar la distancia entre este punto y el eje de la rueda, y tener la tensión justa en la cadena,

Al estar separado el funcionamiento de la transmisión del amortiguador, el pedalear no está contaminado por el movimiento de la suspensión, además la línea de fuerza de la transmisión está compensada por el mismo basculante, entonces no se crea el efecto de flotamiento, ni de jalón de cadena al recibir golpes fuertes,

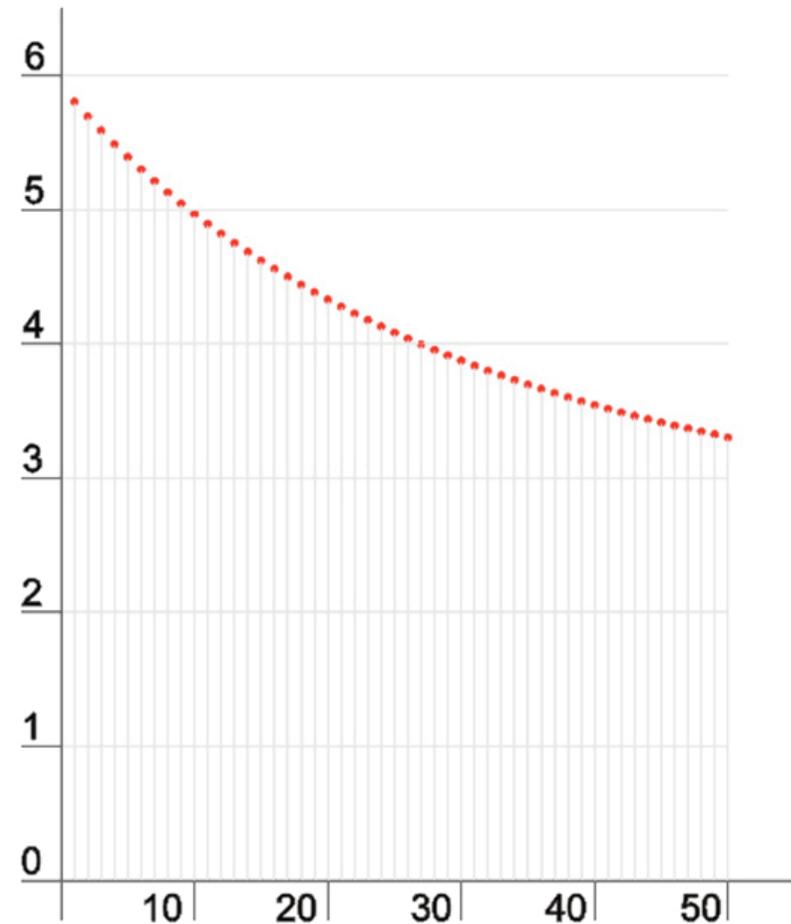
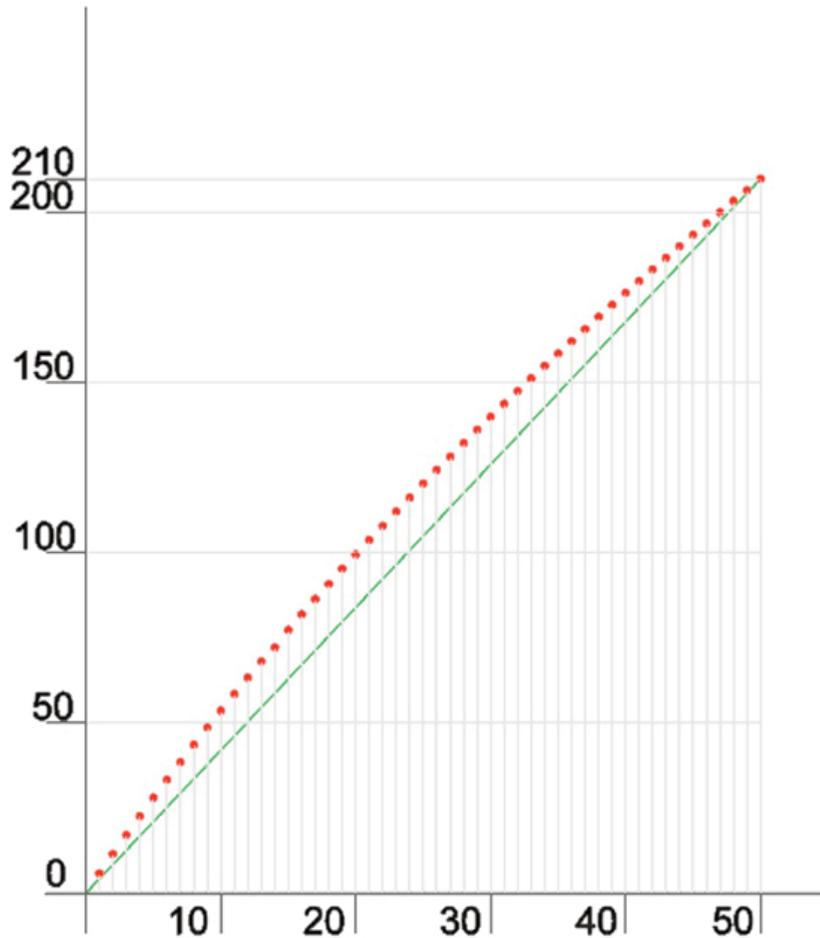
El sistema completo lo forman el basculante que sostiene la rueda, como el rango de movimiento de esta pieza no genera una variación de ángulo muy marcada, se optó por unir el basculante con dos bielas al amortiguador, una gira sobre el cuadro, al ser más pequeña la diferencia de ángulo, permite hacer notoriamente más progresiva la suspensión, endureciéndose para evitar hacer

topes, la otra biela transmite el movimiento del basculante, a la primer biela.

La compresión que ejerce la biela sobre el amortiguador, va disminuyendo, así al principio, se tienen 6 mm de desplazamiento de la rueda, por 1 mm del amortiguador, y se reduce a 3.3 mm por 1 mm. El recorrido total de la rueda es de 200 a 215 mm, dependiendo de la posición del eje.



En la primer gráfica se puede observar el desplazamiento que hace el eje de la rueda trasera por mil metro del amortiguador, se tomo como 0 la posición de la bicicleta en reposo, el punto de sag, es aproximado a 25 % (unos 5 centímetros) a partir de este punto el funcionamiento de la suspensión es mas duro conforme se acerca al final, en la segunda gráfica se expresan los valores que corresponden a cada mil metro de desplazamiento del amortiguador y su efecto en la rueda. Empieza en casi 6 mm por uno del amortiguador y se reduce a 3.3 por uno.



Esto se vería aumentado, por la progresividad propia del amortiguador, las gráficas fueron calculadas para un funcionamiento lineal del amortiguador La unidad de los valores son milímetros en todos los casos



Ya que la cadena esta del otro lado, se tiene que usar un buje especial, no necesita de rueda libre, pues esta función la tiene la caja misma, pero el freno tiene que cambiarse al lado derecho, ya que las pinzas de freno están diseñados para anclarse del lado izquierdo de la bicicleta, tuvo que adaptarse un rodamiento mayor sobre el eje, y utilizar una pieza para unirlo con el basculante, esta misma pieza, si se une al cuadro en vez del basculante, separar a el sistema de la suspensión del de frenado, pero tiene el inconveniente de que tiene que desmontarse para quitar la rueda.

Las punteras están fabricadas en forja con posterior rectificado cnc, tiene una ranura sobre la que se puede recorrer la rueda, el ángulo en el que se desplazan los tensores es el mismo horizontal al suelo (con el peso del ciclista sobre la bicicleta) de esta forma, al ajustar la cadena, varia la distancia entre el pedalier y el eje, pero no baja ni se modifica la geometría la altura de la bicicleta.

Esta propuesta no permite muchas regulaciones en cuanto a geometría o desplazamiento, pero por el peso tampoco podría enfocarse al ciclismo de turismo, los generosos desplazamientos de sus suspensiones, así como la progresión de su rueda trasera, hace difícil hacer topes mecánicos, además la fiabilidad de una caja cerrada de velocidades, y lo sobredimensionado de sus rodamientos hacen una bici muy rígida capaz de aguantar un trato muy pesado. En cuanto a los componentes quedan pocos por escoger, prácticamente ruedas, pedales, manubrio y asiento completan la bicicleta, lo cual logra una mecánica simple y poco mantenimiento, la transmisión interna asegura que toda la energía del pedaleo se transmita en movimiento, y que la suspensión mantenga la rueda trasera pegada al piso, esto lograra que a pesar del peso que rondara los 21 kg se pueda pedalear sin mucho esfuerzo.



DISEÑADO EN



MÉXICO

aluminio
6061 T6





La excéntrica de la dirección, permite variar en un grado el ángulo de la horquilla, permitiendo al usuario escoger el lanzamiento de su horquilla, según el terreno, sobre el que usara la bicicleta, o por gustos de conducción.

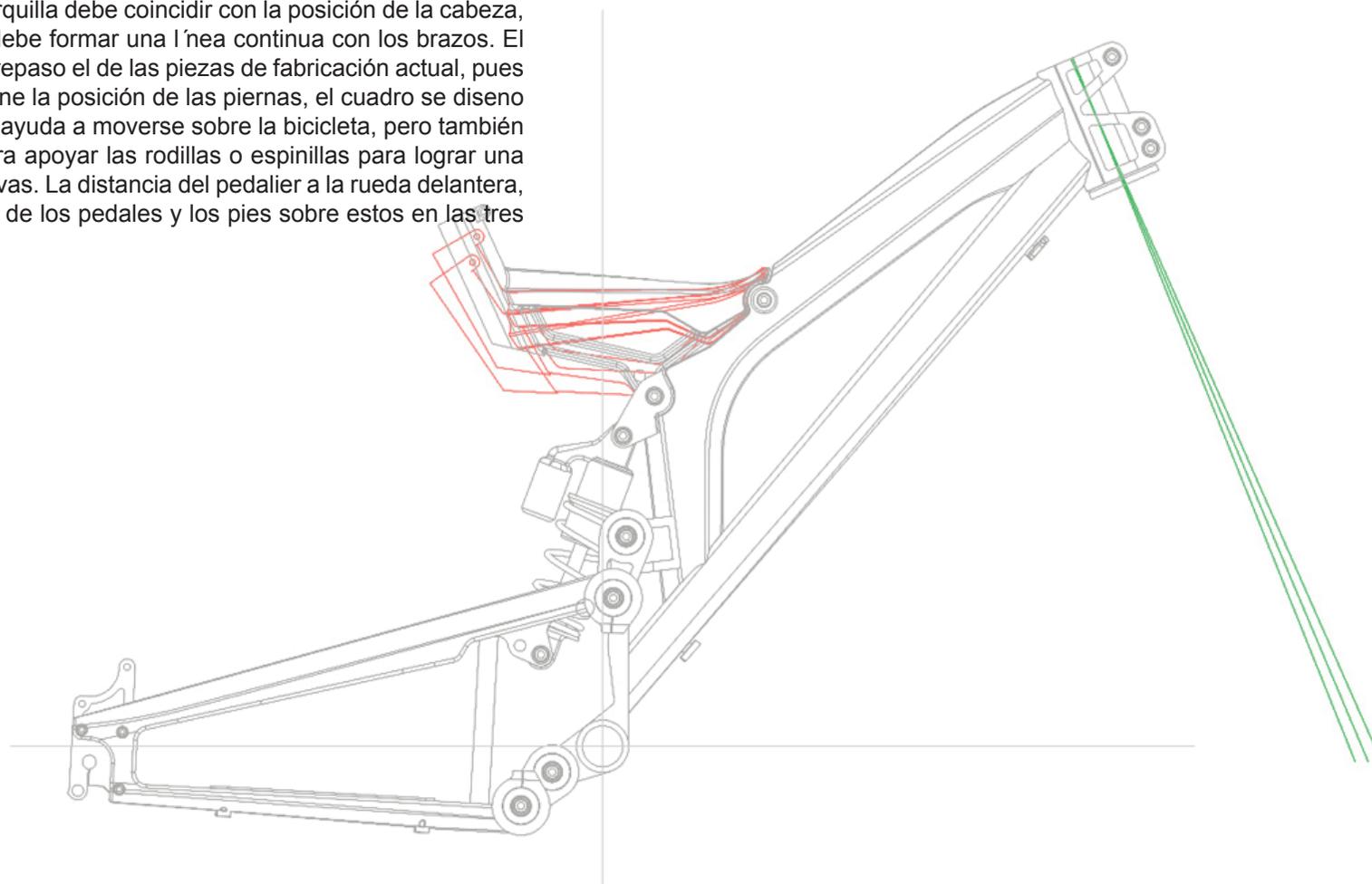
En los 66.5° la bicicleta es mas estable, además de que se gana unos centímetros en la distancia entre ejes, pero será mas lenta en las curvas, en la posición de 67.5° es mas rápida de reacciones, muy ágil para zonas con curvas, pero mas inestable a altas velocidades, Esta pieza facilitar a las posibles modificaciones que pudieran hacerse, como instalar una horquilla con tubo de $1\frac{1}{8}$ " o $1\frac{1}{2}$ ", o un sistema de dirección integrado, para hacer mas baja la posición de conducción.

Para cambiar el ángulo, solo se tienen que aflojar los tornillos, sacar la pieza para que el tope quede libre, girar la pieza 180 grados, haciendo coincidir con el otro lado, y apretar los tornillos. Incluso puede hacerse con la horquilla montada.

La silleta permite cambiar la talla del cuadro, en tres posiciones, variando la distancia entre la dirección y el poste del asiento, la distancia entre el asiento y el centro del pedalier, se varia con le mismo tubo del asiento, el bajo perfil del cuadro, permite moverse libremente sobre el incluso a personas pequenas, al disenar la pieza, se cuidó que en la posición mas atrasada, no hiciera topes con la rueda.



La bicicleta puede ser usada por usuarios entre 163 y 197, las tres posiciones definidas, dan la distancia adecuada de la cadera a las manos, dejando espacio libre para que las piernas se muevan sin que las rodillas se acerquen al manubrio, se logra que la posición de tronco y brazos sea la misma para las tres posiciones, la línea de la horquilla debe coincidir con la posición de la cabeza, y cuando se rueda de pie, debe formar una línea continua con los brazos. El ancho de la bicicleta no sobrepasa el de las piezas de fabricación actual, pues el ancho de los pedales define la posición de las piernas, el cuadro se diseño con un perfil muy bajo, esto ayuda a moverse sobre la bicicleta, pero también tiene la altura necesaria para apoyar las rodillas o espinillas para lograr una mayor estabilidad en las curvas. La distancia del pedalier a la rueda delantera, permite un libre movimiento de los pedales y los pies sobre estos en las tres tallas.





Ergonomía

Factores antropométricos

La talla de una bicicleta, suele expresarse en dos dimensiones: el largo y la altura. El largo esta definida por la distancia entre la pipa de dirección y el tubo del asiento, no se mide de centro a centro. La altura se mide del centro de la caja de pedalier al centro de la intersección entre el tubo superior y el del asiento, esta medida se denomina centro a centro, algunos fabricantes la expresan del centro de la caja de pedalier a el extremo del tubo del asiento, esta distancia se denomina centro a extremo.

El cuadro permite ajustar la distancia entre el tubo del asiento y la pipa de dirección, tiene tres posiciones que ubican a el asiento en tres grupos de tallas, se cuida especialmente que para cada talla la distancia entre el asiento y el

manubrio permitiese mover las piernas sin interferencia del manubrio en las rodillas, y que permitiera colocar el asiento a la altura adecuada sin retrasar o acercar demasiado la posición del ciclista respecto al centro de masa de la bicicleta.

A: altura de pie

B: largo de pierna (fémur)

C: largo de asiento

D: altura de la rodilla

E: ancho hombros

percentil	A (pulg)		B (pulg)		C (pulg)		D (pulg)		E (pulg)		Peso (lb)	
5	63,6	59	21,3	20,4	17,3	17	19,3	17,9	13,7	12,3	126	104
10	64,5	59,8	21,8	20,9	17,9	17,3	20	18,2	14,3	12,9	134	111
20	66	61,1	22,3	21,3	18,4	17,9	20,4	18,6	15	13,5	144	118
30	66,8	61,8	22,7	21,7	18,8	18,2	20,7	19,1	15,5	14,1	152	125
40	67,6	62,4	23	22,1	19,2	18,6	21,1	19,3	16	14,6	159	131
50	68,3	62,9	23,3	22,4	19,5	18,9	21,4	19,6	16,5	15,1	166	137
70	68,8	63,7	23,6	22,6	19,8	19,2	21,7	19,8	17	15,6	173	144
70	69,7	64,4	23,9	22,9	20,1	19,5	22	20,1	17,5	16,3	181	152
80	70,6	65,1	24,4	23,4	20,5	19,9	22,4	20,5	18,1	17,1	190	164
90	71,8	66,4	24,8	24	21	20,6	22,9	21	19	18,3	205	182
95	72,8	67,1	25,2	24,6	21,6	21	23,4	21,5	19,9	19,3	217	199

En la siguiente tabla se citan los valores para percentil 5, 50 y 95 y la relación con su posición sobre la bicicleta, al definir el rango de movimiento de la silleta se busco que se conservara una proporción entre la talla y medida de las partes del cuerpo y de la bicicleta involucradas, las columnas C, G e I, son la relación de proporción entre dichas medidas, por esos sus valores son parecidos.

Los valores relacionados son la distancia entre el fondo del asiento y el manubrio (B), contra el largo del fémur (A) su diferencia es C. La altura de la entrepierna y la distancia entre el pedalier y el asiento, su residuo es G. El largo del fémur (A) y la distancia tomada en horizontal entre el fondo del asiento y eje de pedalier (H)

A-Largo de fémur

B-Distancia entre la pipa de dirección y el asiento

C-Diferencia A-B

D-Altura entrepierna

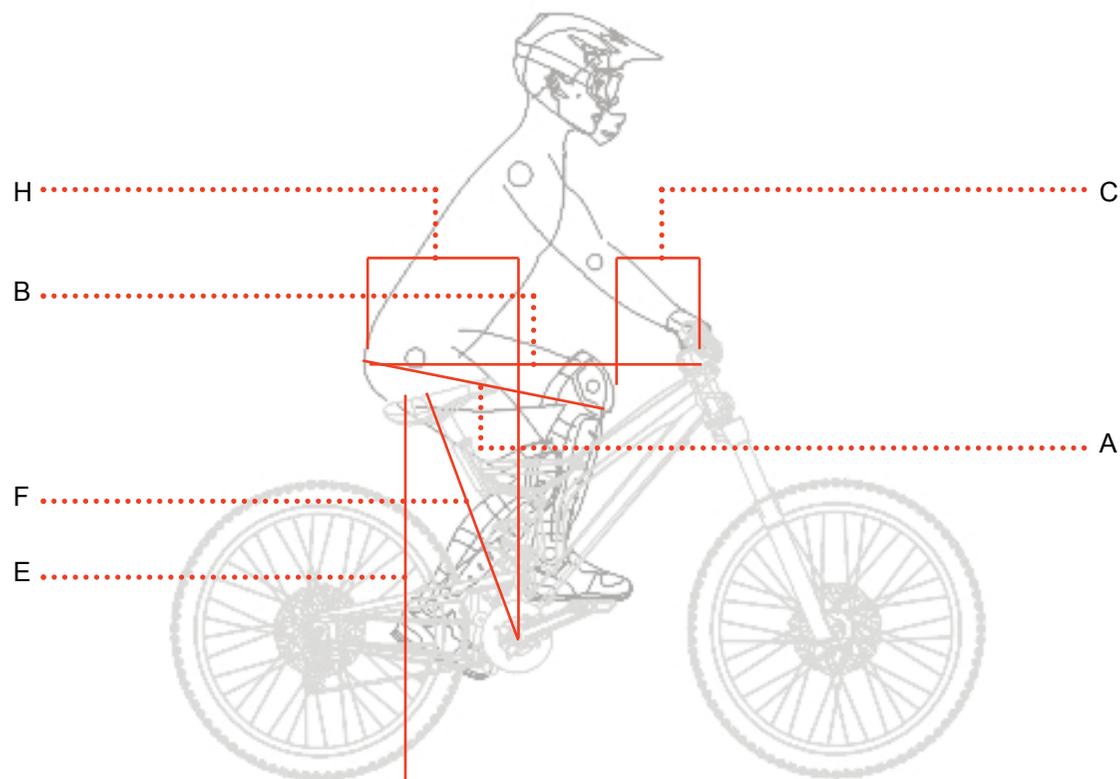
E-Altura asiento

F-Distancia pedalier asiento

G-Residuo F/D

H-Distancia pedalier cadera

I-Residuo A/H



percentil	A	B	C	D	E	F	G	H	I
5	54,1	66,9	12,8	80	87,19	51	0,6375	27	2,0037
50	59,18	71,93	12,75	87,5	93,69	57,5	0,6571	32	1,8687
95	64,01	75,94	11,93	95	98,69	62,5	0,6578	37	2,0524

La distancia real entre el asiento y el manubrio queda para la talla posición mas cerrada en 60.31 cm (23.7"), para la intermedia en 62.94 cm (24.8") y para la posición mas retrasada 65.94 (26"). El punto de giro de la cadera esta usualmente 5 cm por detrás de esta distancia, porque esta tomada horizontalmente desde la prolongación del tubo del asiento hasta la pipa de dirección. Además el manubrio por la distancia del poste esta adelantado a esta medida

desde 5cm hasta 10cm, (se recomienda que no sobrepase los 5 cm) quedan para cada grupo en sus limites superiores 10 centímetros libres de la rodilla al manubrio.

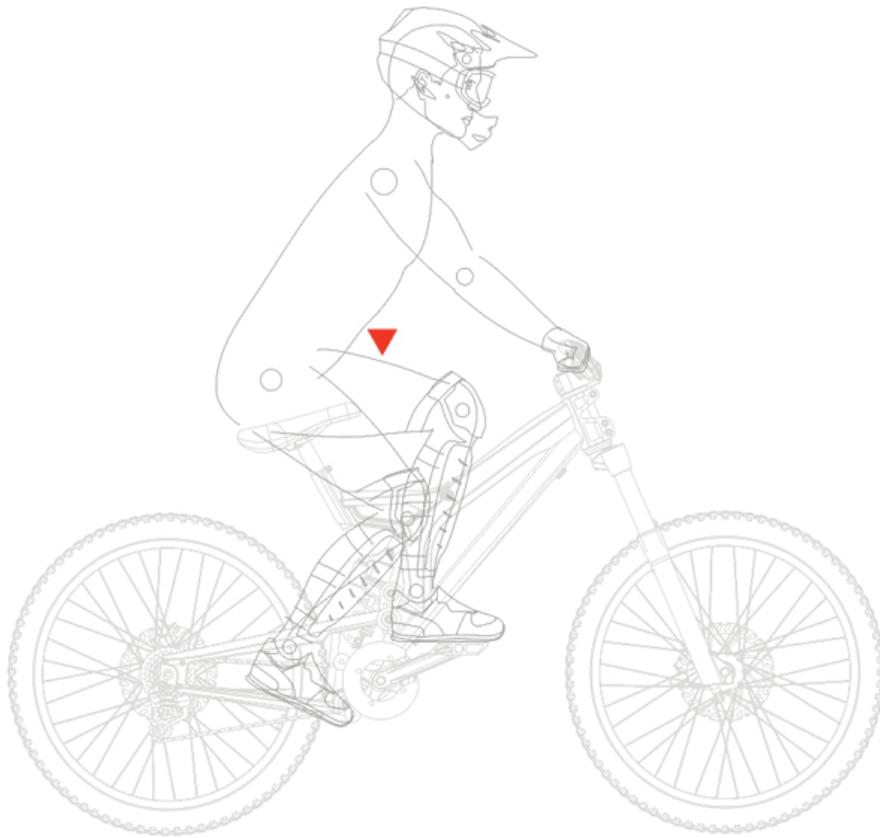
En la siguiente tabla se muestra al a distribución por estatura respecto a la elección (recomendada) de la posición de la silleta para cada grupo de tallas.

altura (u.s.)	5´	5´1"	5´2"	5´3"	5´4"	5´5"	5´6"	5´7"	5´8"	5´9"	5´10"	5´11"	6´	6´1"	6´2"	6´3"	6´4"	6´5"	6´6"	
altura (mé-	153	155	158	160	163	165	168	170	173	175	178	180	183	185	188	191	193	196	198	
Chica			hombres																	
		mujeres																		
Mediana							hombres													
							mujeres													
Larga													hombres							
												mujeres								

Distribución de peso en el cuerpo humano

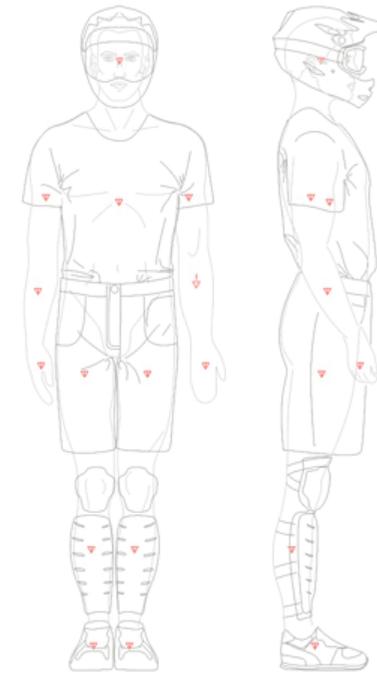
Las diferentes partes del cuerpo humano tienen una proporción de peso regu-

Percentil	5		50		95	
Hombres	124 lb	56.4 kg	168 lb	76.4 kg	224 lb	101.8 kg
Mujeres	104 lb	47.2 kg	134 lb	60.9 kg	208 lb	94.5 kg



lar en un adulto de compleción media, esta relación permite ubicar el centro de gravedad del ciclista sobre la bicicleta para la mayoría de los usuarios.

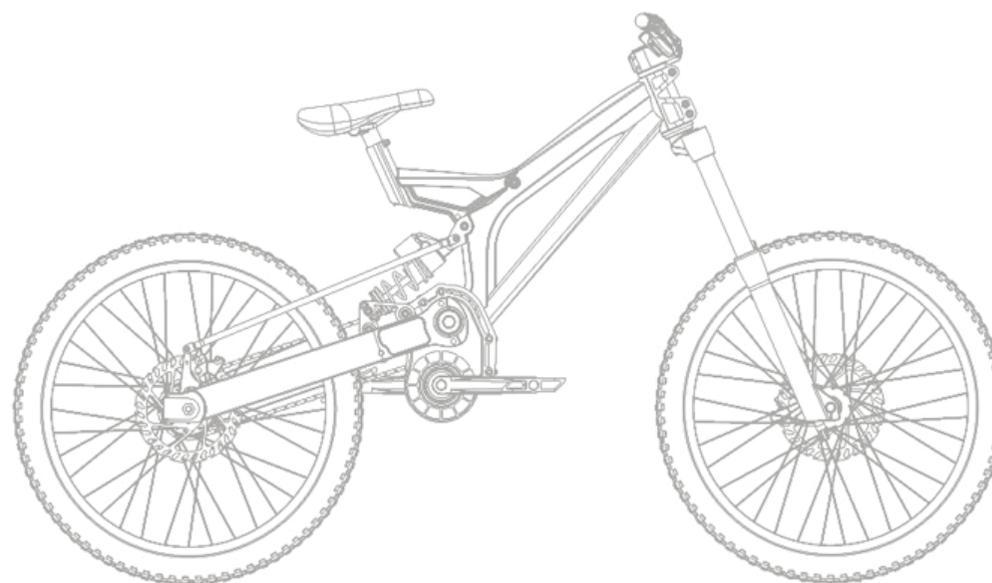
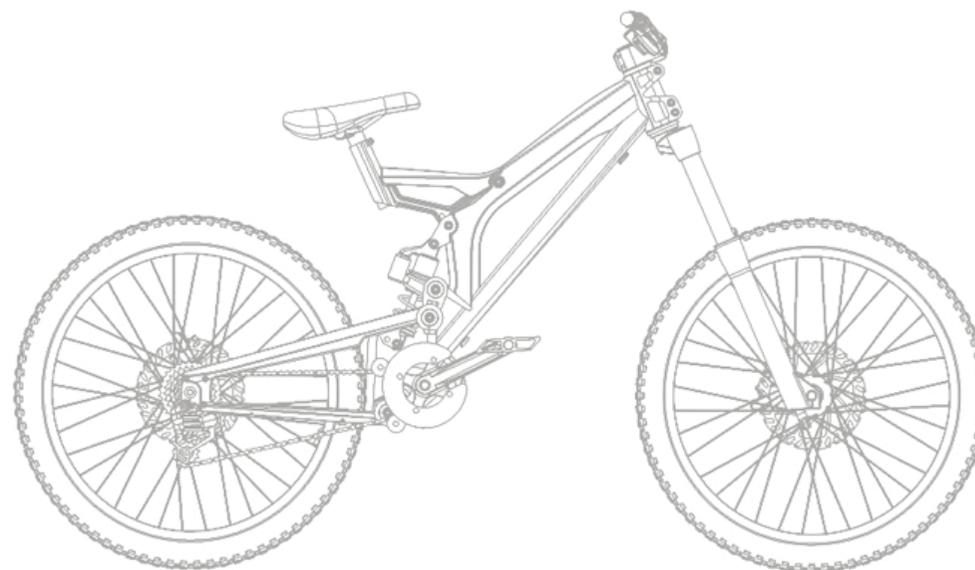
	Libras	Kilogramos	Porcentaje
Cabeza	10,7	4,86	6,9
Tronco y cuello	70,7	32,1	46,1
Brazos	10,7	4,59	6,6
Antebrazos	6,4	2,9	4,2
Manos	2,6	1,18	1,7
Muslos	33	14,48	21,5
Piernas	14,7	6,67	9,6
pies	5,2	2,36	3,4



Las medidas finales de la bicicleta fueron definidas por varios factores antropométricos y de función, pero siempre buscando un equilibrio entre las capacidades de estabilidad, manejabilidad y peso.

VP.01	Chica	Mediana	Grande
ángulo del tubo del asiento	71	69	67
ángulo del tubo de la dirección	67,66,65		
tubo superior horizontal	60,3	62,9	65,9
tubo superior real	57	58,7	60,5
distancia cadena-pedalier	47,42		
altura pedalier	37		
distancia entre ejes	118,7		
altura al centro del tubo superior	82,6		

GB.01			
ángulo del tubo del asiento	71	69	67
ángulo del tubo de la dirección	67,66,65		
tubo superior horizontal	60,3	62,9	65,9
tubo superior real	57	58,7	60,5
distancia cadena-pedalier	44,24		
altura pedalier	33,9		
distancia entre ejes	114,5		
altura al centro del tubo superior	80,4		





Estetica

En un mercado cada vez más competitivo, los productos deben trascender las consideraciones de forma y función si pretenden convertirse en objetos de deseo, para lo cual deben lograr conexiones emocionalmente placenteras, ya sea a través del disfrute de su uso o de la belleza de su forma, en este nuevo mercado, el diseño y sus aspectos psicológicos, reciben más importancia, pues fabricantes de diversos ramos de la industria han reconocido en el diseño un medio esencial para llegar a un público internacional y obtener beneficios competitivos. Es por esta razón que el papel del diseñador cobra esencial importancia en la generación de una cultura material que incidirá a futuro en la calidad de nuestro medio ambiente y nuestra vida diaria.

Si bien, las soluciones individualistas son una reacción contra la uniformidad de la producción en serie y contra la creciente homogeneización de la cultura global, ofrecen mejores vías para la expresión creativa y para atender la demanda de consumo de productos personalizados, las soluciones universales son por lo general menos nocivas con el ambiente, pues los residuos son menores, además el énfasis en una mayor durabilidad funcional y estética puede ofrecer una mejor relación calidad-precio.

Las soluciones universales exigen la simplificación como un objetivo clave del diseño, pues no solo proporciona la capacidad de obtener un resultado óptimo con un mínimo de materiales, sino que genera productos de fácil comprensión y uso intuitivo, contribuyendo con formas de una belleza emocional inherente, con mejor permanencia en el mercado y mayor vida útil.

El tratamiento formal se desarrollo a partir de varios parámetros:

Primero se ubicaron los distintos límites de la forma basado en los factores de función y ergonomía. En esta etapa se delimitaron la interacción de los distintos elementos como cadena, bielas, horquilla y el movimiento de la suspensión.

Análisis de los distintos ejes vectoriales de los principales esfuerzos, y ubica-

ción de los puntos críticos en las bicicletas consideradas análogos.

Después según la producción de las piezas y las limitantes formales de cada proceso se generaron los primeros conceptos. Formas continuas y anguladas con sección octogonal variante se sueldan con elementos de inyección de aluminio, de formas más rectas con caras exteriores planas para poder sujetarse sin herramientas especiales durante el proceso de maquinado.

Integración formal, para combinar estos dos lenguajes formales se combinaron distintas formas en dos diferentes zonas contrastadas separadas: las zonas de manipulación para armado y mantenimiento de la suspensión; de las superficies continuas y de formas visualmente más sencillas que conforman la estructura.

Las tendencias de diseño de bicicletas, marcan algunas modas y elementos formales como:

Integración en elementos con aristas más marcadas y radios similares en los distintos volúmenes que conforman el cuadro

Unidad en el concepto general de diseño.

Diseño integrado de envolvente

Aristas y límites marcados

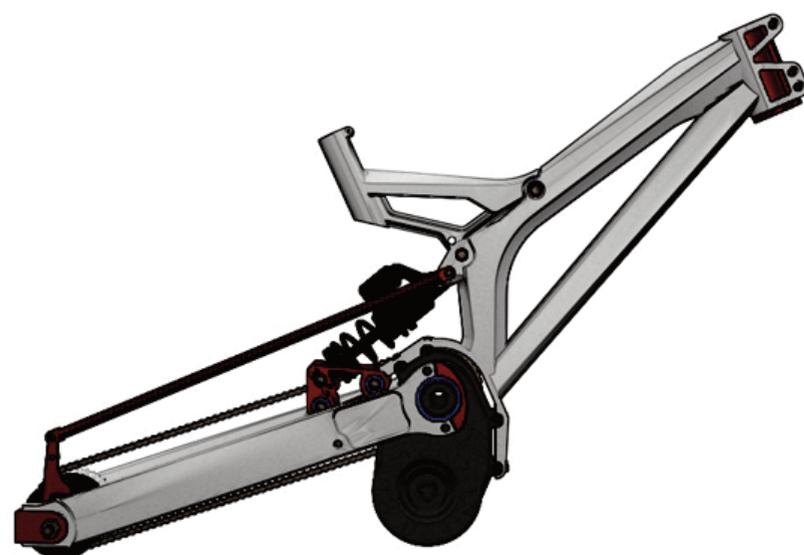
Radio reducidos en aristas principales

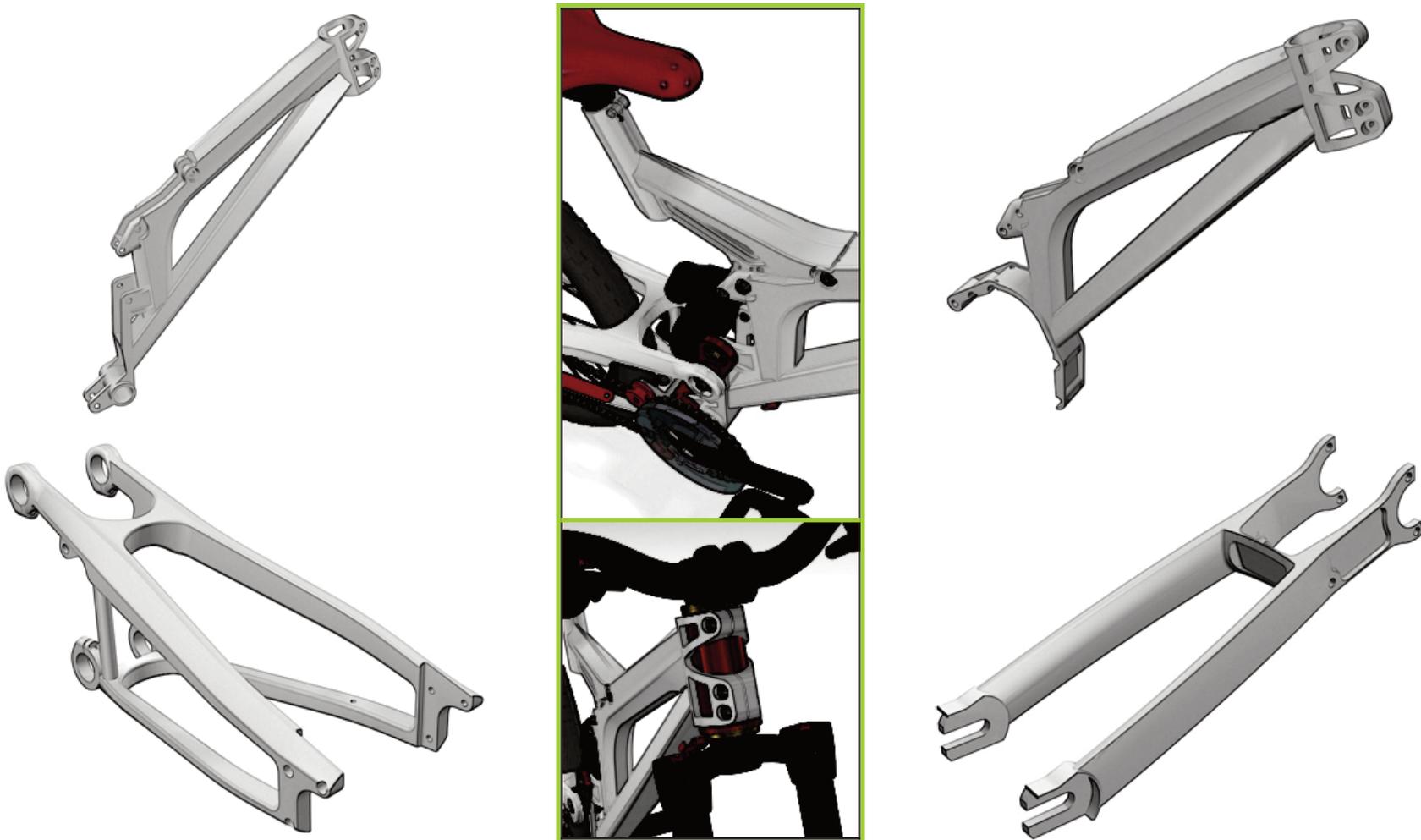
División entre volúmenes principales

Elementos con configuración diagonal, no paralelos al piso

Acabados de piezas inyectadas muy lisos y con los maquinados con muy alta calidad.

Cordones de soldadura largos y anchos, la separación entre lagrimas también es espaciada, definiendo puntos muy marcados en el cordón.





Según las características estéticas del perfil de diseño de producto, las piezas se diseñaron como un conjunto en que se busco relacionarlas en varios aspectos: como continuidad de líneas, secciones parecidas y aristas principales con radios pequeños y bien definidos, además las partes fabricadas en inyección de aluminio, a pesar de tener un tratamiento formal diferente a las grandes superficies creadas mediante troquelado e hidroformado, se in-

tegran con suavidad al conjunto remarcando pequeñas aristas o secciones sobre las cuáles se soldan las superficies de placa, las demás piezas que completan el cuadro buscan resaltar con color pues así relacionan el cuadro con otros componentes de la bicicleta de fabricación actual.

Los acabados propuestos para los cuadros y basculantes son pintura, anodizado y lijado laqueado. Para las articulaciones, punteras y excéntrica es anodizado. Elegir la gama de colores con predominantes grises y neutros por que es la que tiene mas permanencia en el mercado, y es aceptada por un amplio

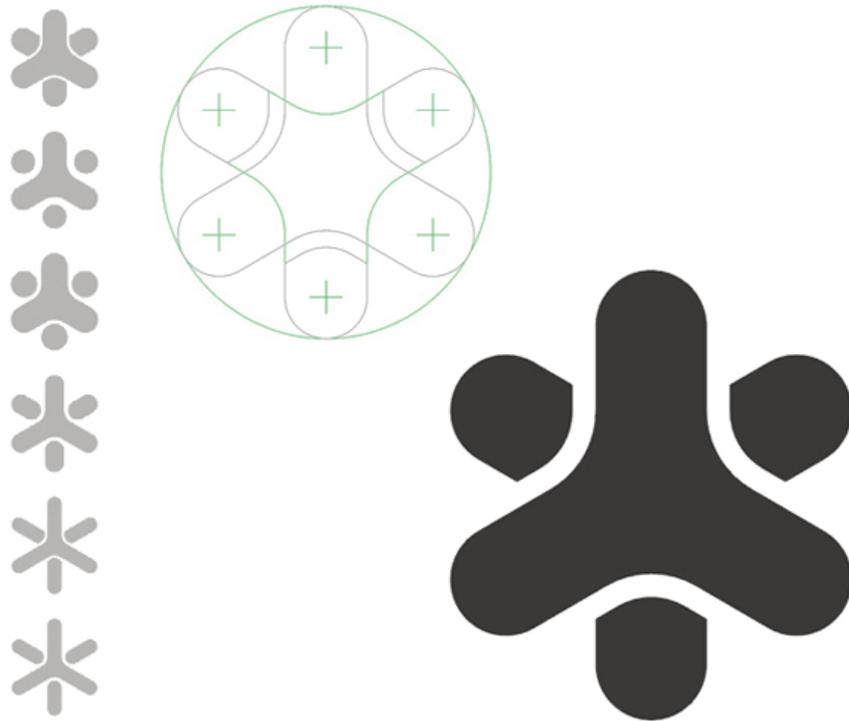
perfil de usuarios, además es menos susceptible a pasar de moda, y el control del color es mas fácil y envejece poco por la acción del sol. además de los anodizados grises y negro, elegir varios colores como opción en pintura, entre estos el rojo verde y azul, además de un cuadro con acabado cepillado.



Logotipos

Desarrolle una propuesta de logotipo para cada modelo, en ambos casos busque que el concepto de logotipo comunicara de manera clara alguna de las características del cuadro. Esto con el objetivo de que los usuarios y el mercado meta, tenga una relación visual directa con el producto y pueda recordar con facilidad la marca, y relacionarlos con posteriores modelos

Para los modelos de la serie PV, el tema refiere al sistema de suspensión, y la propuesta consta de dos elementos idénticos, contrapuestos en dirección, y en nivel, pues uno oculta parte del otro, de esta forma los dos elementos coincidentes en un centro, conforman una estrella inscrita en un círculo, la distancia conformada entre los dos elementos es para separarlos e identificar mejor cada uno de ellos. Aunque la propuesta tuvo diferentes variaciones, (fig. 1 a 6) escogí esta pues es la que recordaba con mayor facilidad.



La propuesta de logotipo para los modelos GB, se referencia en el sistema de transmisión integrado de estos modelos, la figura 1 (círculo) representa la rueda trasera y la figura 2, representa la línea de cadena que va del sistema de transmisión cerrado a la masa trasera, por esta razón un extremo de la figura 2 es concéntrico con la figura 1, el otro extremo de la figura 2 está alineado con las tangentes vertical y horizontal del la figura 1, el espacio entre las figuras es para relacionar con el logotipo de los modelos pv, aunque hice menos variaciones de este logotipo, elegí este por que de igual forma era el que recordaba mas fácil, y era mas clara su relación con las características del cuadro. Con el tiempo y ya relacionados los modelos con sus respectivos logotipos, se pueden modificar a formas menos relacionadas con las características de los cuadros, pero que reflejen que son una evolución de la serie.



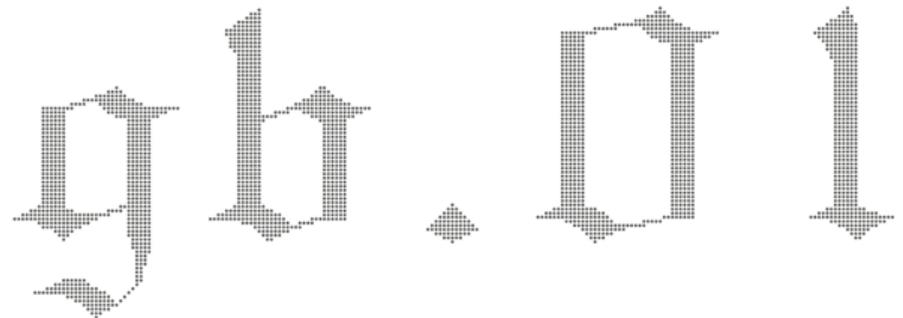
Aplicaciones graficas

Esta propuesta gráfica tiene la finalidad de ayudara a identificar la bicicleta de otras en el mercado y de diferenciar entre los modelos que se comercialicen, las siglas “vp” corresponden a pivote virtual, refiriéndose a sus sistema de suspensión, y el 01 para diferenciar entre los modelos que se vendan, a menor calidad de montaje, el numero aumentar á a 02, 03 etc.

De igual forma para e gráfico de “gb” corresponde al modelo con sistema de

transmisión interna G-boxx 2, y el 01 para diferenciar el modelo.

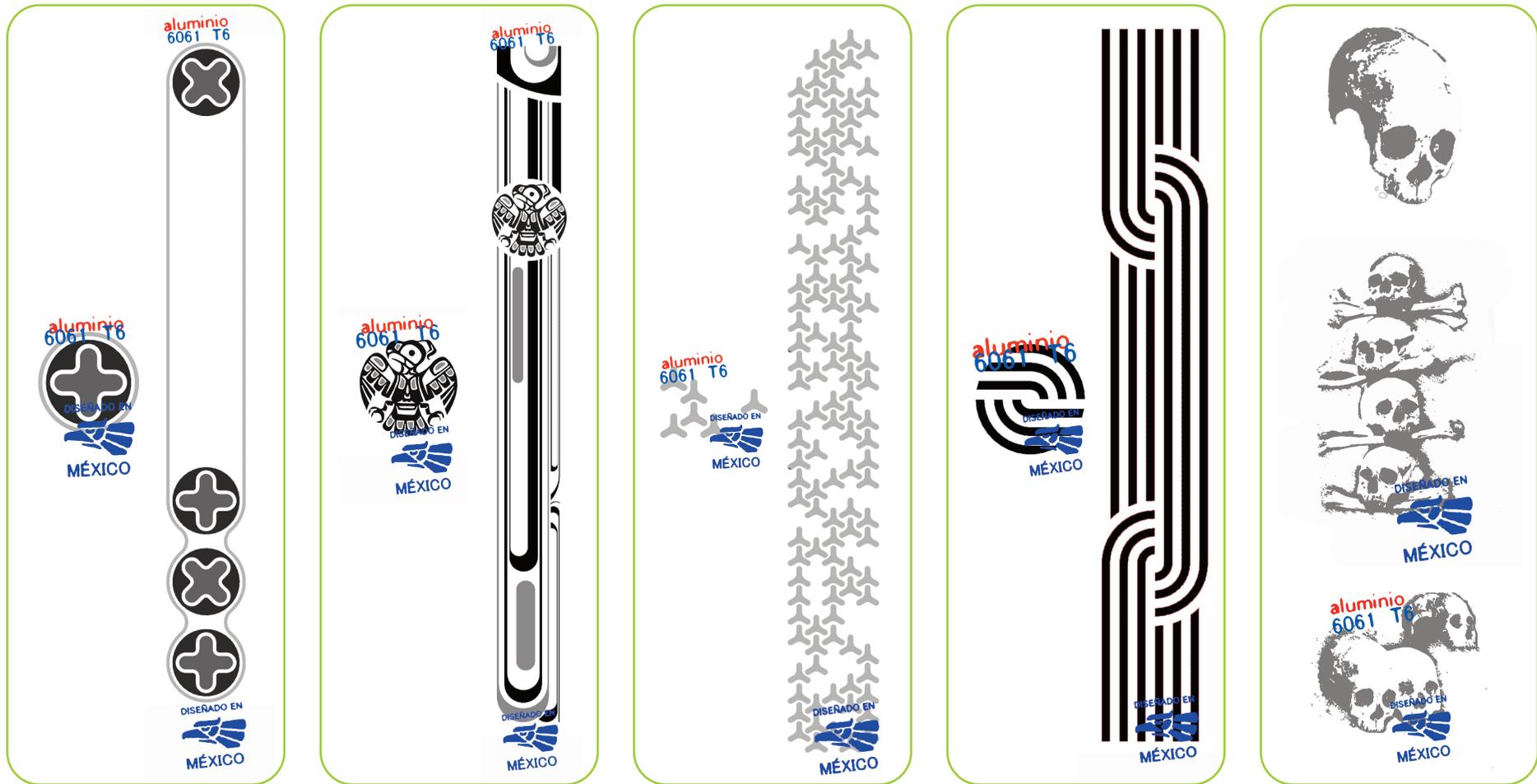
La segunda tipografía, es “Gothic E” y los puntos son de menor diámetro y mas saturados, la idea es generar una imagen legible pero con la idea de estar digitalizada, y dejar espacios para que el color base se filtre y de menos importancia visual a la imagen, además por el bajo contraste de este gris con el color base igual en gama de grises, no satura el cuadro. La escala de la tipografía es 1:1

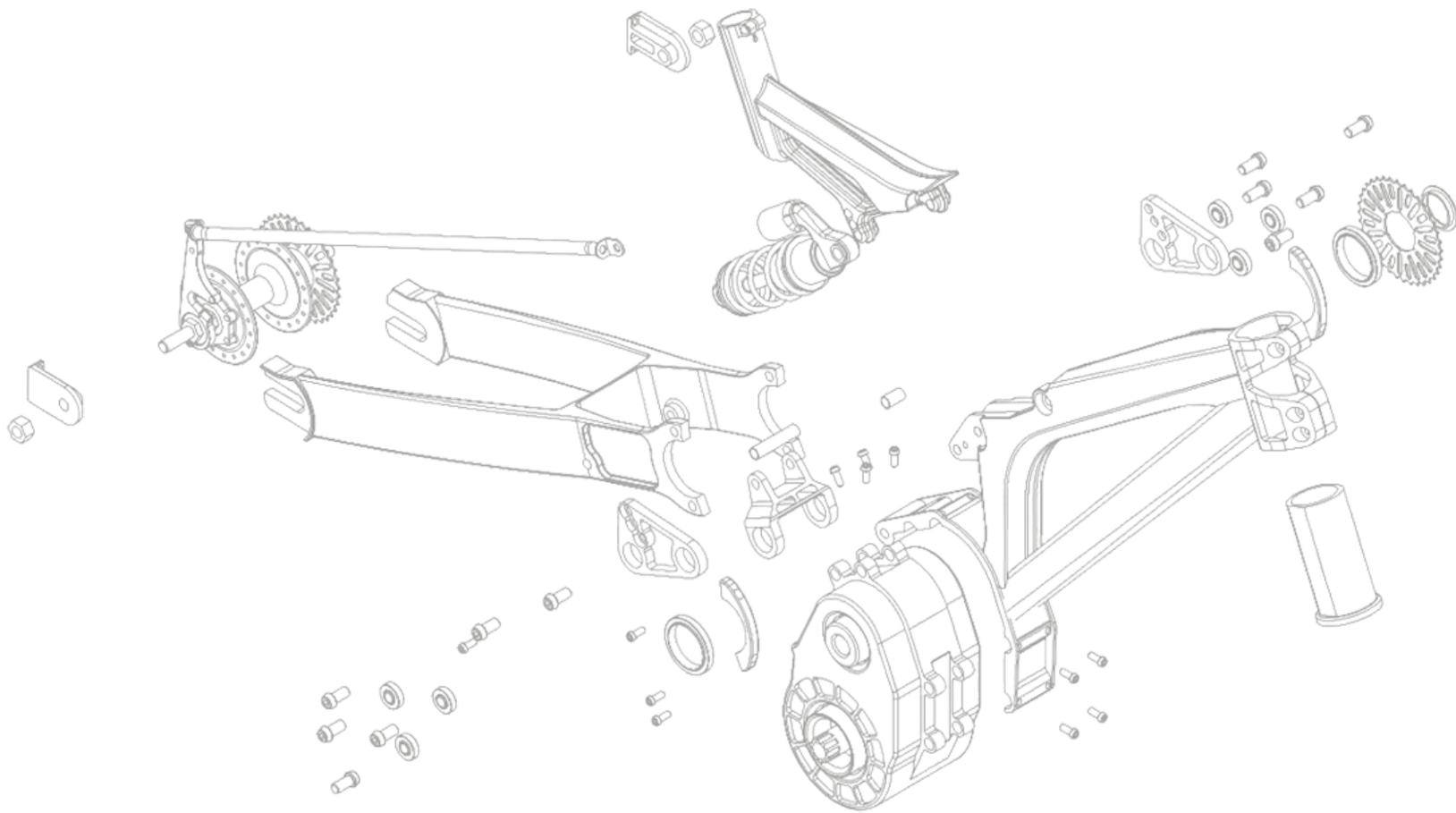


Se propone una serie de decoraciones que irán pegadas en la parte inferior del tubo diagonal y en la parte trasera del tubo de la silleta, su objetivo es además de la personalización ubicar a las bicicletas por modelos según las piezas con que estén armadas las bicicletas o si se venden como cuadro suelto, contienen la información básica del material utilizado, además de la frase “diseñado en México”. El lugar sobre el que irán los gráficos es de las partes menos expuestas de la bicicleta, pues se busca que distinguan el producto de un modo discreto,

Los temas fueron elegidos para diferenciar entre modelos, por ejemplo el cuadro suelto siempre vendrá decorado con el mismo gráfico y las bicicletas comercializadas completas según su gama tendrá otro tipo de decoración, los colores fueron elegidos para contrastar muy poco con la pintura del cuadro, en tonos grises y negro.

Los gráficos “diseñado en México” y “aluminio 6061 T6” sobresalen por los colores vivos sobre la imagen en gris y negro





Producción

Esta primer parte de capítulo, describe las características generales de los procesos utilizados, sus principales ventajas por las que fueron escogidos, las limitantes o consideraciones de diseño y como influyeron en el diseño de las piezas y partes de los cuadros para bicicleta, de igual medida están descritos según la importancia en la concepción de diseño.

Embutido y troquelado (estampación)

Bajo el nombre genérico de estampación se encuentran otras tareas parecidas que se realizan en las chapas de los metales que se llaman, embutición y troquelación. Los elementos claves de la estampación lo constituyen una prensa mecánica y una matriz o un molde, donde se da la forma de la estampación requerida. La estampación es una de las tareas de mecanizado más automatizadas que existen, y es apta de aplicar cuando se trata de realizar grandes cantidades de un producto. Por lo general las matrices de embutido y troquelado, son de trabajo progresivo, así el material almacenado en grandes rollos de chapa metálica es alimentado continuamente, y la pieza requerida se va conformando mediante golpes, para finalmente ser cortada por el proceso mismo.

Las partes embutidas, fueron pensadas para que la profundidad de embutido no superara los 3 cm, y por lo mismo que las fuerzas residuales de tensión por la deformación de la pieza fueran menores, y que fuera factible reducirlas o reorganizarlas mediante el templeado.

Actualmente existen en desarrollo técnicas de hidroformado para chapas metálicas, si bien ambos procesos son totalmente automatizados, el hidroformado de chapas y láminas, aparece como una opción más viable respecto a el embutido y troquelado por medios mecánicos. Pues el gasto de molde es menor y por la tanto es más factible para producciones medianas en las se necesita una menor depreciación de costo por unidad vendida.

Hidroformado

El conjunto de técnicas conocidas como hidro-conformado representan una alternativa a los métodos convencionales mecánicos por razones de flexibilidad ya que se simplifican los moldes y utillajes, mejora de condiciones de proceso por la reducción de fuerzas de fricción, que permiten mayores deformaciones, mejor precisión y mejoras en las tensiones residuales, y finalmente posibilitan la obtención por deformación de piezas imposibles de producir hasta hoy por los procedimientos convencionales particularmente donde es crítica la relación peso-resistencia.

La aplicación más común consiste en el conformado de un tubo contra las paredes de una matriz, mediante la introducción de un fluido a presión. Pudiendo emplearse además una compresión axial simultánea para evitar un excesivo adelgazamiento del espesor del tubo en las zonas sometidas a una fuerte expansión. El tubo altera su forma durante el proceso permitiendo diferentes cambios de sección a lo largo de su longitud, obteniéndose unas formas suaves lo que proporciona una mayor rigidez que en piezas estampadas facilita las posteriores operaciones de taladrado en cualquier parte de la pieza. Los pasos del proceso se llevan a cabo de esta manera:

- Se obtienen secciones de tubos rectos o pre-deformados y se introducen en la matriz
- Luego la matriz se cierra por un proceso hidráulico
- Los punzones de sellado cierran las extremidades del tubo y se inicia el llenado. Durante el conformado, el material se expande por el incremento de presión del líquido que se realiza conjuntamente con el avance simultaneo de los punzones de sellado. Es importante que los punzones de avance tengan la velocidad adecuada, por que si es más lento puede no conformarse adecuadamente la pieza, y si es más rápido, puede romperse la sección de tubo o arrugarse en los extremos.
- El material fluye hacia el interior de las zonas de conformado y da la confi-

guración final de la pieza.

El hidroformado permite obtener elementos de geometría compleja con altos grados de deformación o formabilidad a partir de paredes gruesas y elimina puntos de soldadura realizando en un sólo proceso componentes con alta precisión de formas y dimensiones, mejorando enormemente su funcionalidad y prestaciones, permitiendo:

- Alta flexibilidad en diseño y Mejora de Funcionalidad.
- Potencial de Reducción de peso.
- Reducción de Costos (Disminución ensamblado posterior y por eliminación de utillajes).

Inyección de aluminio

La fundición de piezas consiste fundamentalmente en llenar un molde con la cantidad de metal fundido requerido por las dimensiones de la pieza a fundir, para que después de la solidificación, obtener la pieza que tiene el tamaño y la forma del molde. Existen tres tipos de procesos de fundición diferenciados aplicados al aluminio: fundición en molde de arena, fundición en molde metálico y fundición por presión o inyección.

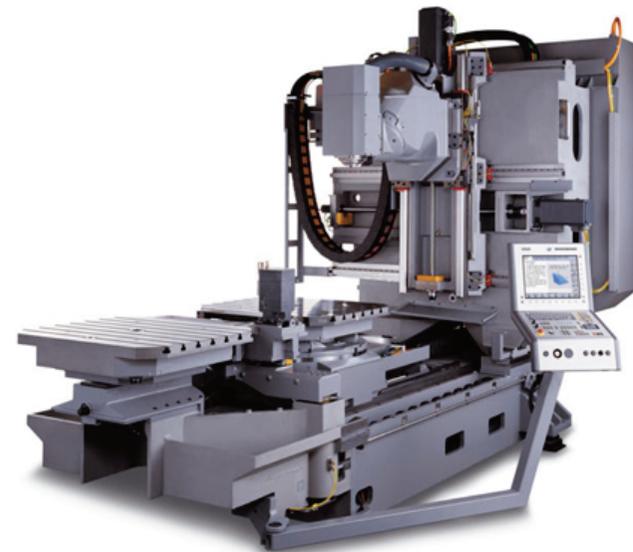
En el método de fundición por inyección a presión se funden piezas idénticas al máximo ritmo de producción forzando el metal fundido bajo grandes presiones en los moldes metálicos. Las dos partes de la matriz de metal son engastadas de forma segura para poder resistir la alta presión. El aluminio fundido es obligado a repartirse por las cavidades de la matriz. Cuando el metal se ha solidificado, las matrices son desbloqueadas y abiertas para extraer la pieza fundida caliente. Las ventajas de la fundición a presión son:

- Las piezas están casi acabadas y pueden producirse a un alto ritmo.
- Las tolerancias dimensionales de cada parte de la pieza fundida pueden ser mantenidas más sólidamente.
- Es posible la obtención de superficies suaves
- El proceso puede ser automatizado.

Mecanizado

El mecanizado del aluminio y sus aleaciones, en máquinas de arranque de virutas en general, es fácil y rápido. Durante el arranque de viruta, las fuerzas de corte que tienen lugar son considerablemente menores que las generadas con el acero (la fuerza necesaria para el mecanizado del aluminio es aproximadamente un 30% de la necesaria para mecanizar acero). Por consiguiente, los esfuerzos sobre los útiles y herramientas así como la energía consumida en el proceso es menor para el arranque de un volumen igual de viruta.

El aluminio tiene unas excelentes características de conductividad térmica, lo cual es una importante ventaja, dado que permite que el calor generado en el mecanizado se disipe con rapidez. Sin embargo el coeficiente de fricción entre el aluminio y los metales de corte es elevado, comparado con otros metales. Esto puede causar el embotamiento de los filos de corte, deteriorando la calidad de la superficie mecanizada a bajas velocidades de corte e incluso a elevadas velocidades con refrigeración insuficiente. Siempre que la refrigeración en el corte sea suficiente, hay una menor tendencia al embotamiento con aleaciones más duras, con velocidades de corte mayores y con ángulos de des-

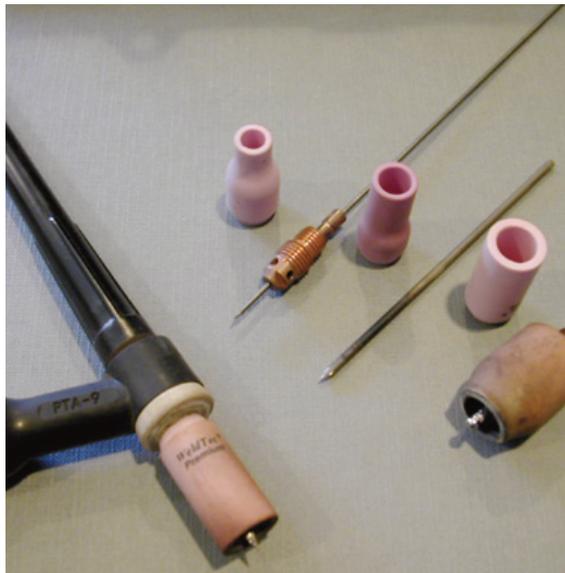


prendimiento mayores. El mecanizado rápido puede representar una reducción de Costos en torno al 60%. En este tipo de mecanizado rápido se torna crítico la selección de las herramientas y los parámetros de corte. La adopción del mecanizado de alta velocidad es un proceso difícil para el fabricante, ya que requiere cambios importantes en la planta, una costosa inversión en maquinaria y software, además de una formación cualificada del personal.

Método de soldadura

El procedimiento TIG puede ser utilizado en uniones que requieran alta calidad de soldadura y en soldaduras de metales altamente sensibles a la oxidación (tales como el titanio y el aluminio). Sin embargo, su uso más frecuente está dado en aceros resistentes al calor, aceros inoxidable y aluminio.

Las mayores ventajas del proceso TIG provienen de la estabilidad y la concentración del arco; además del hecho de que sea factible de utilizar en todas las posiciones y tipos de juntas y del buen aspecto del cordón. Este método de soldadura se caracteriza también por la ausencia de salpicaduras y escorias lo que evita trabajos posteriores de limpieza y por su aplicabilidad a espesores finos (desde 0,3 mm). Cabe destacar que la soldadura TIG puede ser utilizada con o sin material de aporte.



Anodizado

Se conoce como anodizado a la capa de protección artificial que se genera sobre el aluminio mediante el óxido protector del aluminio, conocido como alúmina. Esta capa se consigue por medio de procedimientos electroquímicos, de manera que se consigue una mayor resistencia y durabilidad del aluminio, la protección del aluminio dependerá en gran medida del espesor de esta capa (en micras).

La anodización es usada frecuentemente para proteger el aluminio y el titanio de la abrasión, la corrosión, y para poder ser tintado en una amplia variedad de colores.

La electrólisis se lleva a cabo entre un ánodo (perfiles de aluminio) y un cátodo en una solución electrolítica consistente en agua y ácido, haciendo pasar la corriente eléctrica directa controlando densidad de corriente, voltaje, temperatura, concentraciones y tiempo de permanencia para obtener un espesor de capa deseado. Diversos ácidos son usados, por ejemplo ácido sulfúrico para aplicaciones relativamente ligeras y ácidos orgánicos para aplicaciones de mayor resistencia.

Cuando la corriente eléctrica es pasada a través del electrolito las moléculas de agua en este se rompen y liberan oxígeno que reacciona con el ánodo (superficie de aluminio) formando una firme capa de óxido, y el ácido presente en la solución, ataca y disuelve parte de esta superficie de óxido, formando una capa de óxido porosa, cuando esta capa alcanzado el valor deseado, (alrededor de 25 micras) se retira la pieza de la solución, y se limpia de los ácidos que quedan atrapados entre los cristales de óxido, estos cristales tienen forma hexagonal, y tienen un hueco hexagonal en su centro, estas características permiten darle color al anodizado por distintos métodos.

Los distintos métodos de coloración de las capas de óxido formadas son: coloración por sales y coloración por tintes siendo la primera opción la más habitual y la que más calidad en acabado y durabilidad garantiza.

La coloración por tintes, consiste en introducir la pieza ya anodizada en una solución con pigmentos inorgánicos, que subsecuentemente se adhieren a los poros de los cristales de alúmina y la sellan, tiene como inconveniente que estos pigmentos no son resistentes a los rayos ultravioletas, y por lo tanto no son aptos para uso en exteriores. Además de que algunos pigmentos son muy

contaminantes o tienen elevados niveles de toxicidad.

La coloración por sales puede realizarse en algunos casos desde el anodizado inicial, controlando la temperatura, solución, intensidad eléctrica, a veces, se requiere de aluminos especiales. También puede realizarse, por electrólisis, en este método, partículas de metales u óxidos estables son depositados en los poros de la película anódica, y la sellan, obteniendo un acabado duradero.

Aspersión con aire

Es el método más utilizado por su versatilidad en la aplicación de un gran número de recubrimientos. con una adecuada combinación de presiones y boquillas, pueden ser aplicados productos de alto peso específico y de diferentes viscosidades. Entre las principales consideraciones al efectuar aplicaciones por este método, se encuentra la distancia entre la pistola y la superficie, la cual debe oscilar entre 15 y 20 centímetros. La pintura debe ser aplicada a la mínima presión capaz de atomizarla de una manera uniforme. La pérdida de material por aspersión con aire es de 25 a 35%.

La atomización HVLP (High Volume - Low Pressure - Alto volumen - Baja Presión) utiliza un gran volumen de aire CFM (pies cúbicos por minuto) que se libera a 10 PSI (Libras por Pulgada) o menos, para atomizar el material en forma suave y a baja velocidad. Esta presión, comparada con la producida en un sistema convencional, provoca un rociado más controlado, con menor aspersión perdida y rebote de pintura, así como un incremento en la eficacia en la transferencia de trabajo -cantidad de pintura depositada en la pieza- comparada

con la cantidad total consumida o utilizada.

Con el desarrollo de esta tecnología se logró que la aspersión de pinturas cumpliera con las normas internacionales de medio ambiente. En general, el sistema el HVLP puede utilizarse con la mayoría de los materiales sólidos, incluyendo pintura de dos componentes, uretanos, acrílicos, barnices, lacas, tintes, etc.

Selección de materiales

En la fabricación de cuadros para bicicleta los materiales usualmente más utilizados son el aluminio, el acero, el titanio y la fibra de carbono; en bicicletas de gama media y alta, el aluminio por su relativamente bajo costo, la facilidad para trabajarlo y la características de ligereza es el más utilizado, el titanio y la fibra de carbono por la escasez son utilizados en bicicletas de gama alta o de competición, pues ofrecen mejor relación resistencia peso, aunque en el caso de la fibra de carbono una resistencia baja ante los impactos.

Teniendo en cuenta estos valores, podemos comprobar que el aluminio es aproximadamente un 30 % más pesado que la fibra de carbono, pero por debajo de la mitad en relación al acero, en cuanto a costos la fibra de carbono y el titanio son muy superiores a los otros materiales.

El aluminio al ser fácilmente deformable ofrece mayor libertad formal que el titanio o el acero, además es fácil soldarlo respecto al titanio y su precio por pulgada lineal de soldadura varía entre los 10 y los 20 pesos, puede ser manual o robotizada, teniendo mayor calidad y valor extra en su forma manual, a los costos de fabricación se aumentan los costos de ensamblaje tanto para

	Carbono	Carbono	Aluminio	Aluminio	Titanio	Acero
	HR + epoxy	HM + epoxy	Series 7005	Series 6061	AL3/V2.5	Cromoly
Densidad (g/cm) ³	1.6	1.7	2.8	2.72	4.4	7.8
Rigidez	130	200	72	65	110	200
Resistencia	1000 a 1300	1000	500 a 800	500 a 800	1000	1850
Costo de fabricación (pesos /la media de un kilo)	840	2800	105	95	840	21

cuadro como para la bicicleta completa, pero se reducen costos en la compra de las piezas en grandes cantidades.

El aluminio elegido para el cuadro es de la serie 6061 con posterior endurecimiento estructural, y el 7005 para algunos elementos como el buje y estrellas, el aluminio 6061 es mas fácil de soldar, mas barato y mas ligero, pero mas débil estructuralmente. Según las características de cada proceso, se busco que las piezas producidas fueran coherentes con las limitantes inherentes y de pocos procesos posteriores antes de soldarse en conjunto.

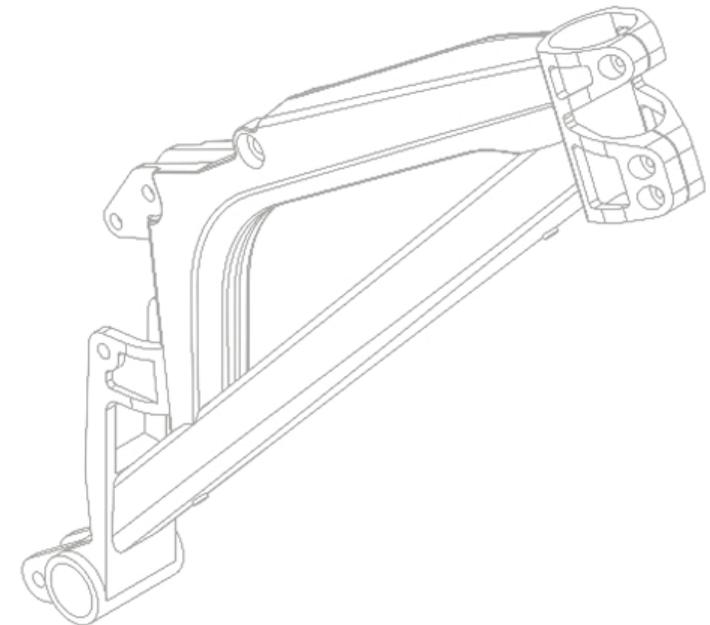
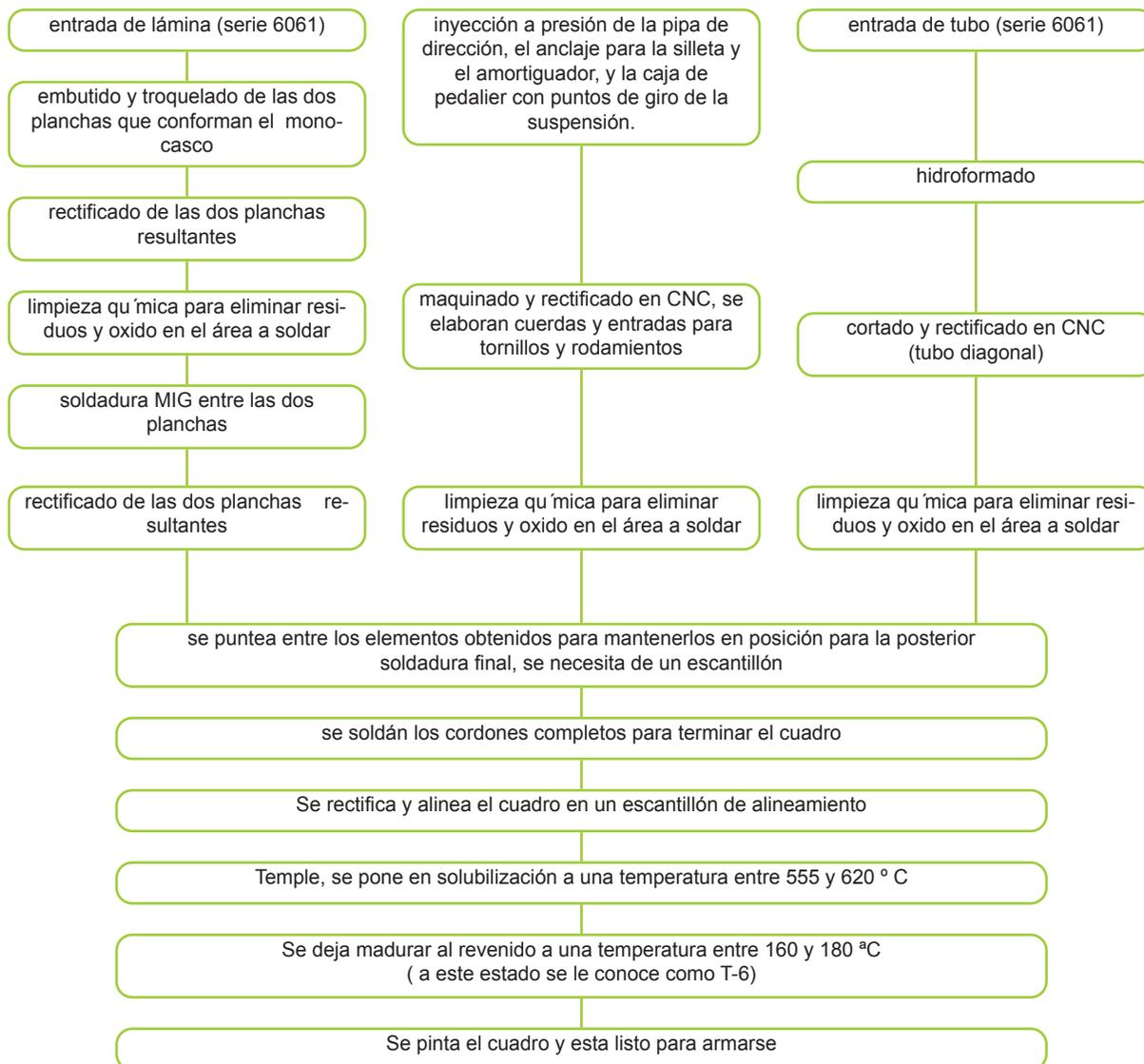
De este modo las partes troqueladas e hidroformadas; ya que no requieren maquinados posteriores, pues sus aristas se soldaran entre si, y salen del mismo proceso, tienen mayor libertad formal, sus formas son mas complejas. Y las piezas inyectadas en aluminio están diseñadas con caras planas para que los maquinados posteriores no requieran de mordazas especiales.

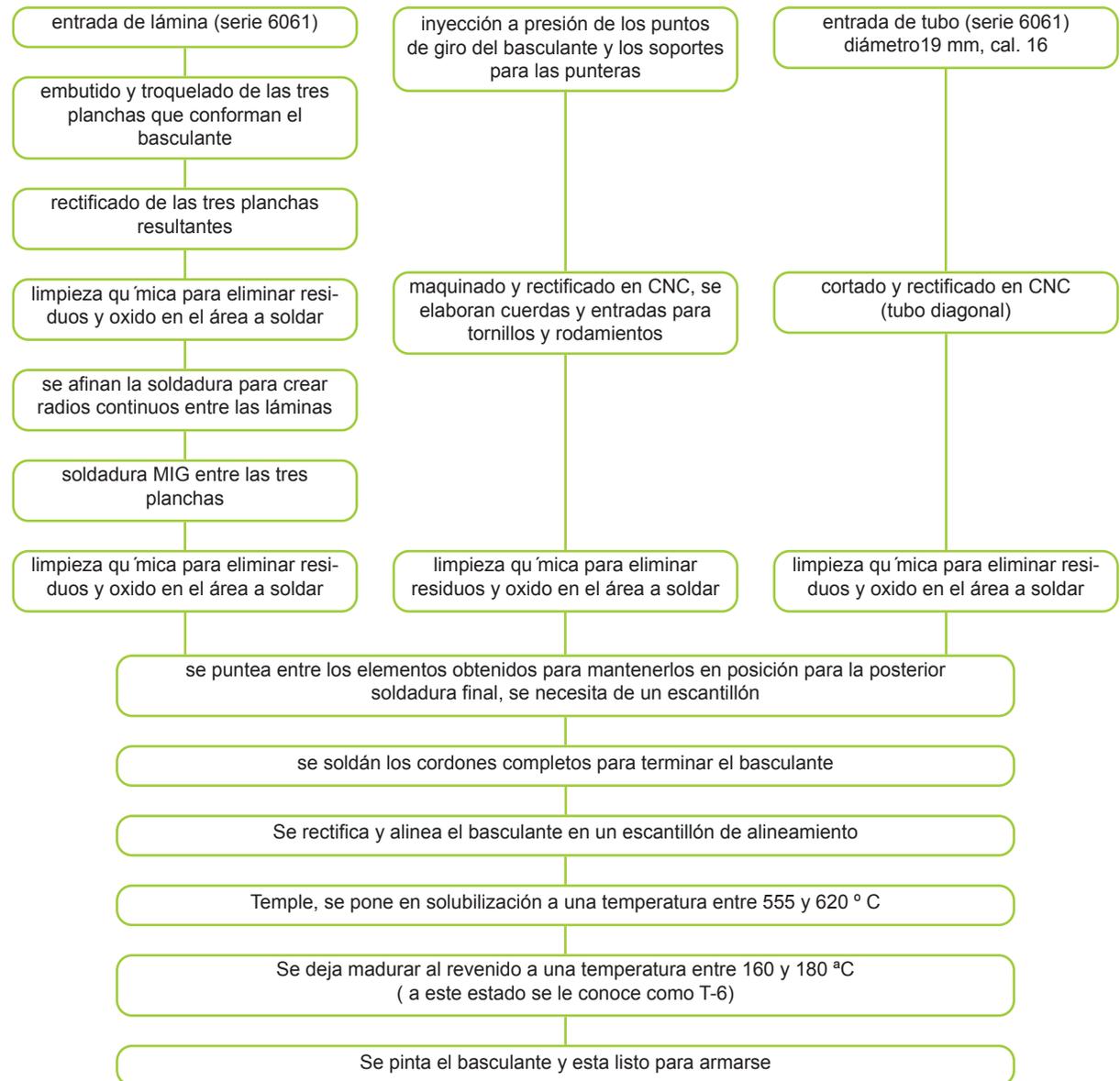
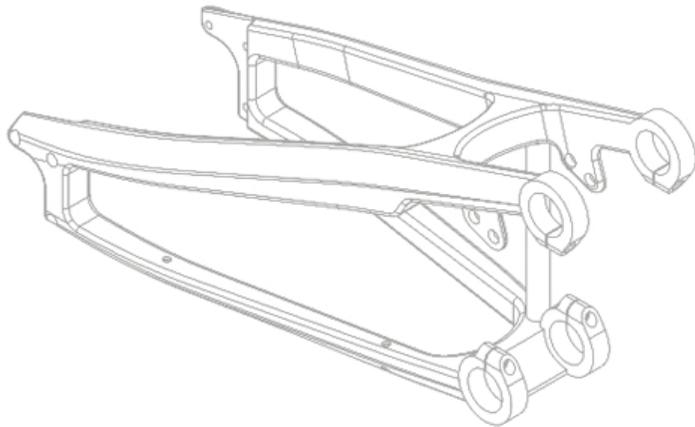
El proceso de soldado, requiere de ciertas consideraciones para evitar la deformación sobre todo de la placas metálicas, pues el calor generado por el proceso puede generar movimientos, deformaciones y tensiones internas, por esta razón el proceso de endurecimiento estructural del conjunto es posterior al de soldado, para solucionar estos problemas es necesario que el proceso de soldado se realice sobre un escantillón que sostenga las piezas mientras se soldán, puede soldarse parcialmente para fijar las diferentes partes entre si, y posteriormente retirarse del escantillón para poder soldar de una forma mas fácil los ríncónes difíciles o de difícil acceso, aun asi se considero este posible problema y casi todos los cordones van sobre superficies externas fácilmente manejables.

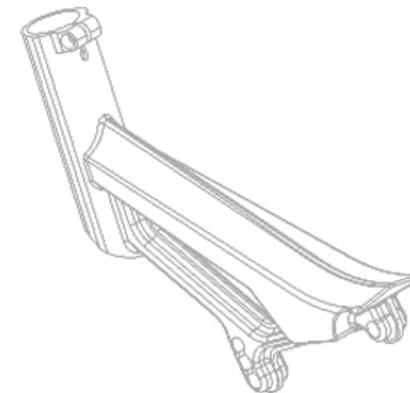
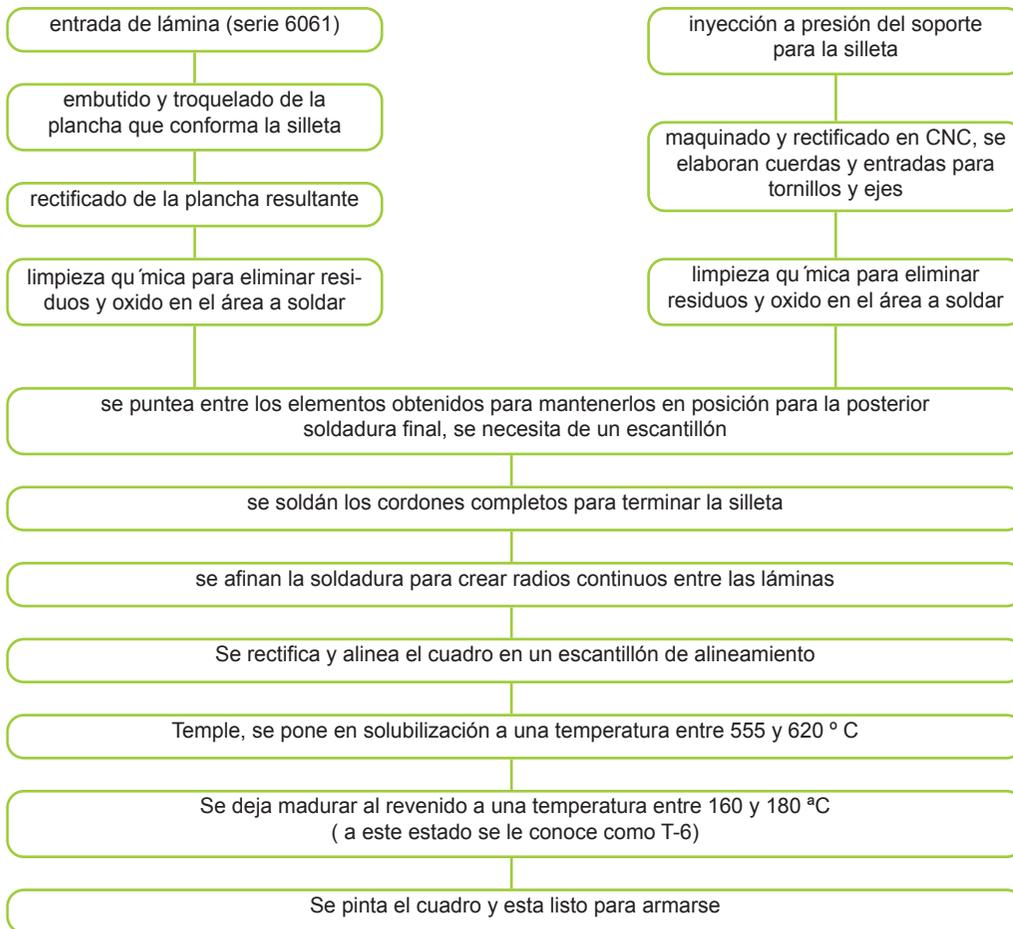
Posterior al proceso de soldado, las piezas deben pasar por un potro de alineamiento para verificar que las partes estén en la posición optima antes del proceso de endurecimiento estructural, en caso de que existan pequeñas variaciones del cuadro pueden corregirse mediante la aplicación de peso o presión en diferentes ángulo, de esta forma se garantiza la uniformidad entre todas las piezas producidas.

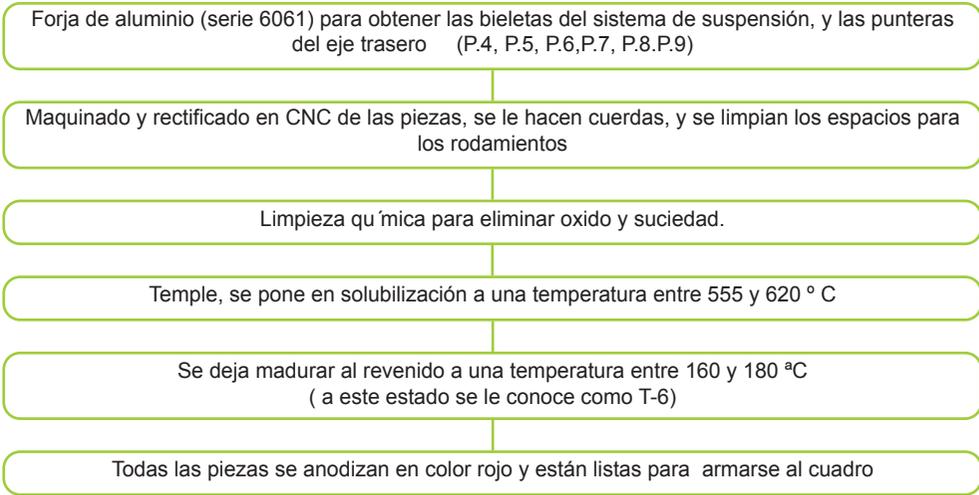
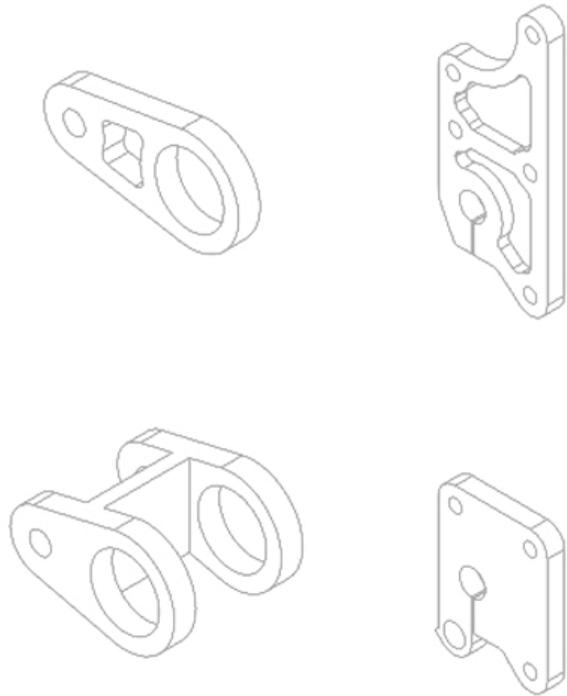
En las siguientes paginas se senala de forma mas concreta cual es el método para producir cada pieza, y en que orden se van realizando, ademas de que conjuntos se soldán antes y que procesos se requieren para cada sección, posterior a estas paginas se describen las características de volumen, peso área y momentos de inercia de cada pieza, información que complemento a varios aspectos de ergonomía y de función, pues con estos datos se encontro el peso de gravedad de la bicicleta, ademas retroalimetaron el diseno, pues hice variaciones sobre el diseno, para acercar el peso al valor deseado, ademas de variar el centro de gravedad, reforzando algunos puntos críticos cuando se permitía mayor peso, o aligerando y rediseñando las partes mas pesadas. ademas el valor de peso es necesario para calcular los costos de material y de procesos.

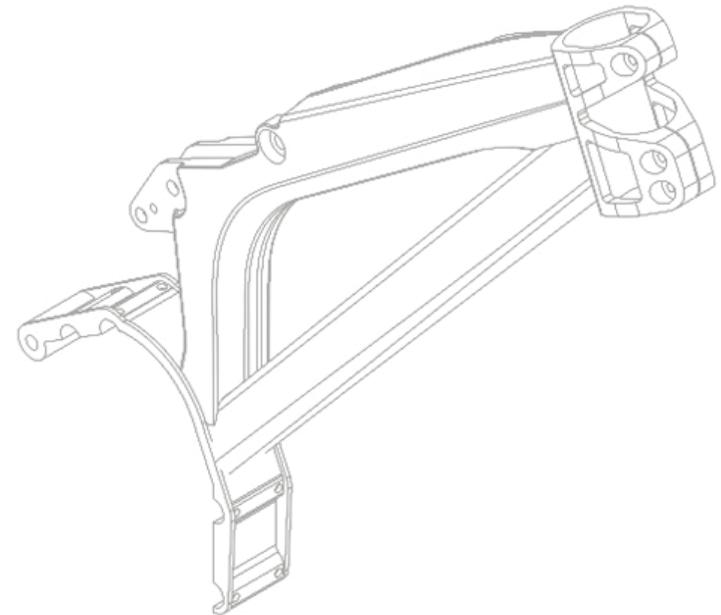
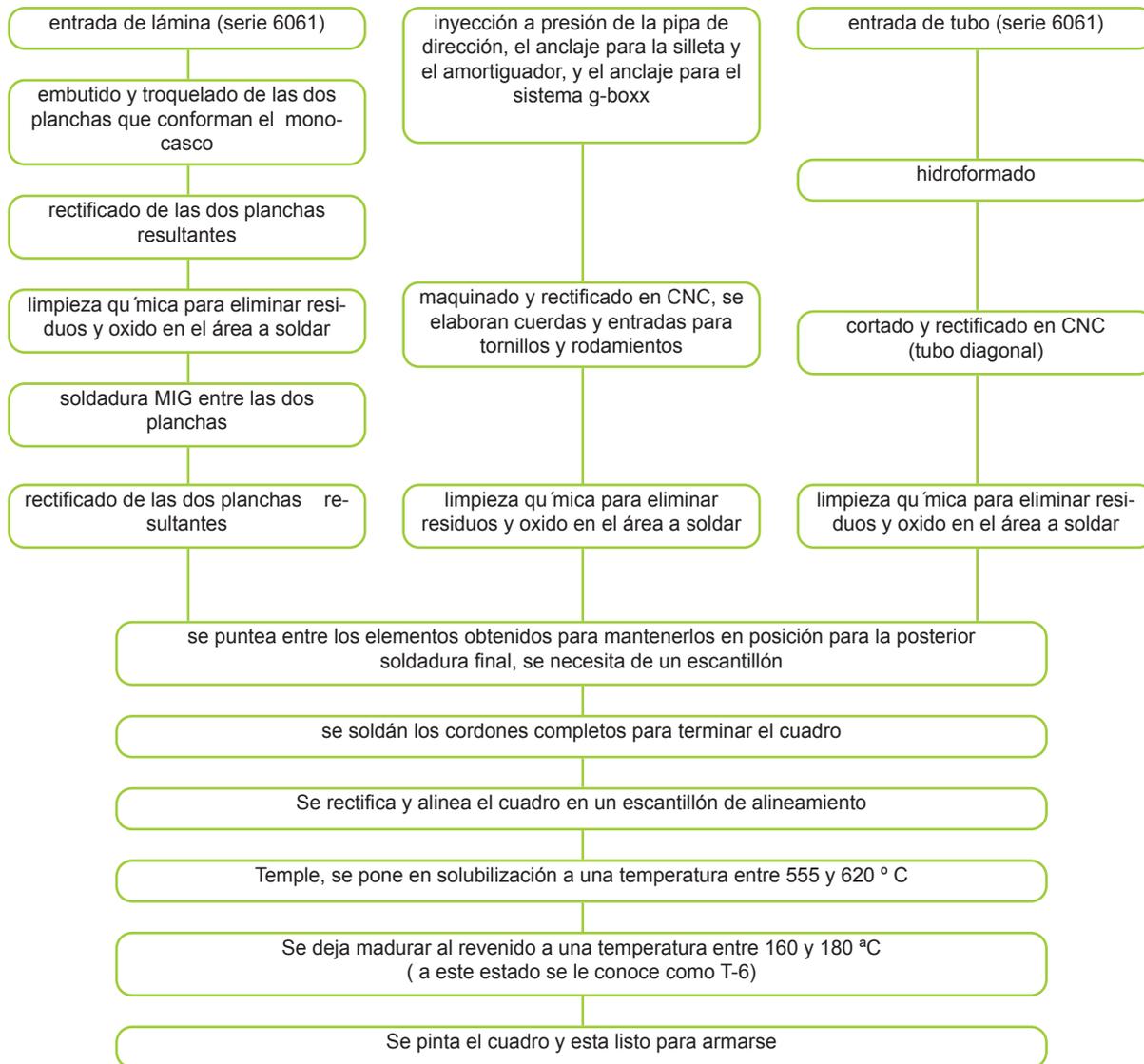
Finalmente en este capitulo se desglosan los costos por pieza, el numero de componentes para armar cada cuadro, y el numero de componentes para armar una bicicleta completa, al igual que su costo aproximado y el precio al que se puede vender.

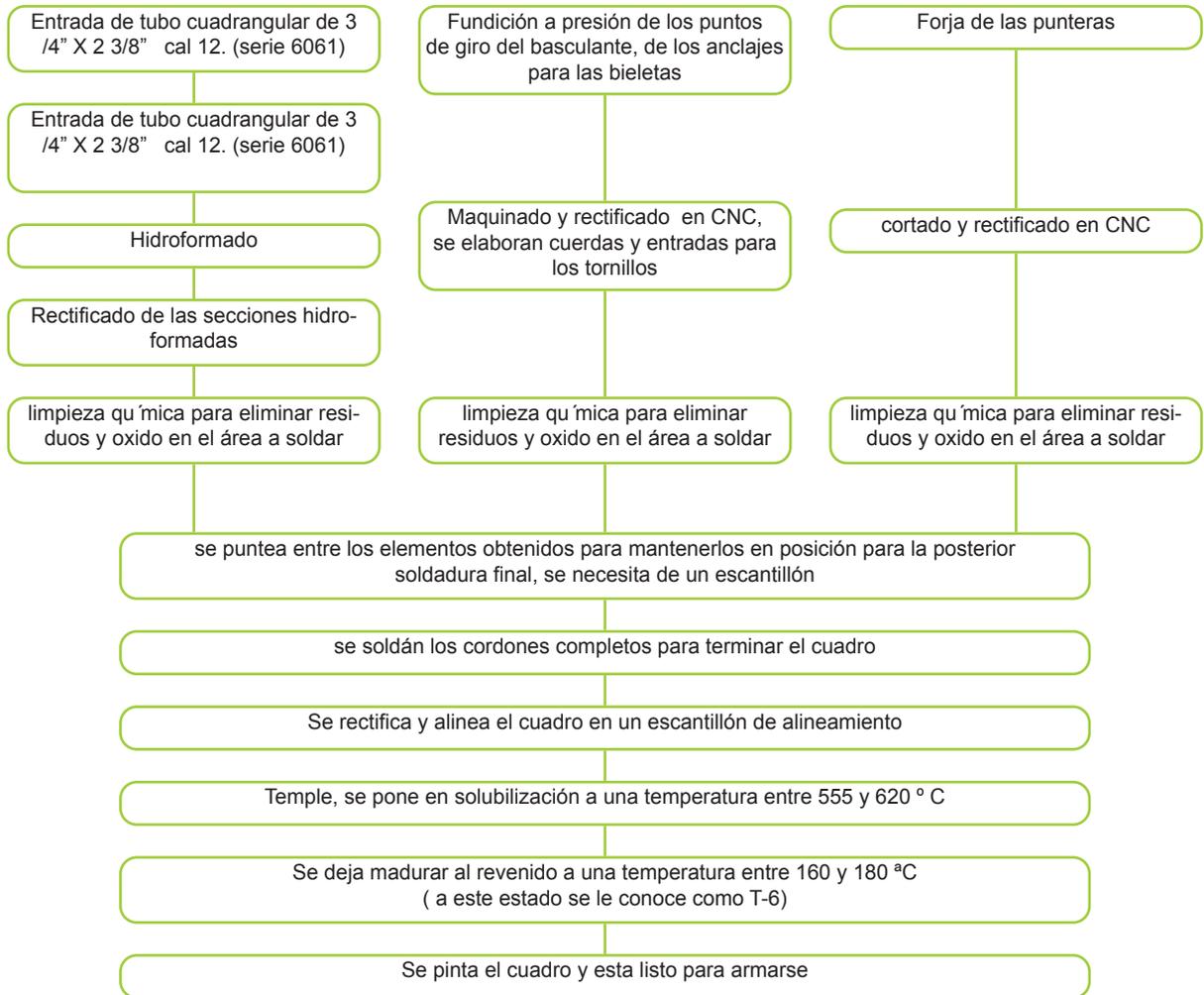
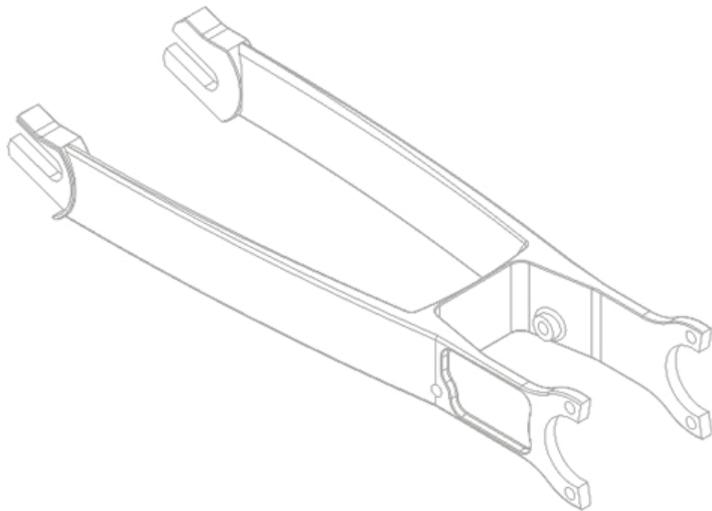












Forja de aluminio (serie 6061) para obtener las bieletas del sistema de suspensión, y las punteras del eje trasero (P.4, P.5, P.6,P.7, P.8.P.9)

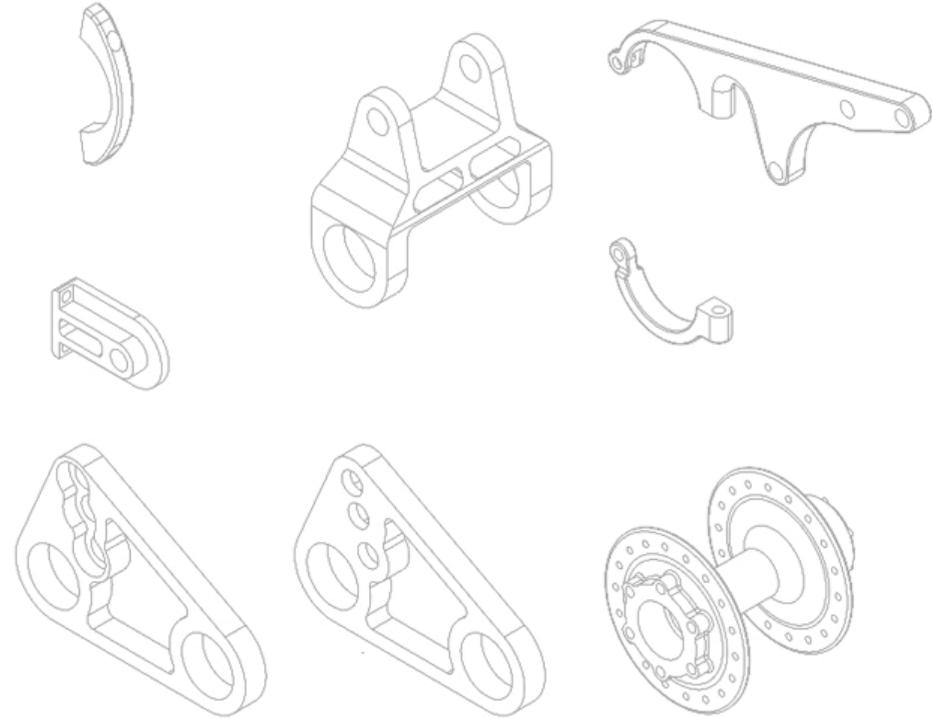
Maquinado y rectificado en CNC de las piezas, se le hacen cuerdas, y se limpian los espacios para los rodamientos

Limpieza química para eliminar óxido y suciedad.

Temple, se pone en solubilización a una temperatura entre 555 y 620 ° C

Se deja madurar al revenido a una temperatura entre 160 y 180 °C (a este estado se le conoce como T-6)

Todas las piezas se anodizan en color rojo y están listas para armarse al cuadro



Propiedades físicas de **cuadro pv01 con baleros tornillería y amortiguador** en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

Densidad aluminio = 2.72 gramos por mil metro cúbico

Peso del amortiguador = 1000 gramos

Masa = 5116.41 gramos

Volumen = 1589774.28 mil metros³

Área de superficie = 1165042.66 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = 33.31

Y = 216.08

Z = 0.28

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos / mil metros²)

Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.76, 0.65, -0.00)$ $P_x = 42705851.58$

$I_y = (-0.65, 0.76, 0.00)$ $P_y = 381251896.46$

$I_z = (0.00, -0.00, 1.00)$ $P_z = 411604902.16$

Momentos de inercia: (gramos* mil metros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

$L_{xx} = 185119525.60$ $L_{xy} = 167128563.00$ $L_{xz} = -303280.10$

$L_{yx} = 167128563.00$ $L_{yy} = 238838954.16$ $L_{yz} = -96923.34$

$L_{zx} = -303280.10$ $L_{zy} = -96923.34$ $L_{zz} = 411604170.45$

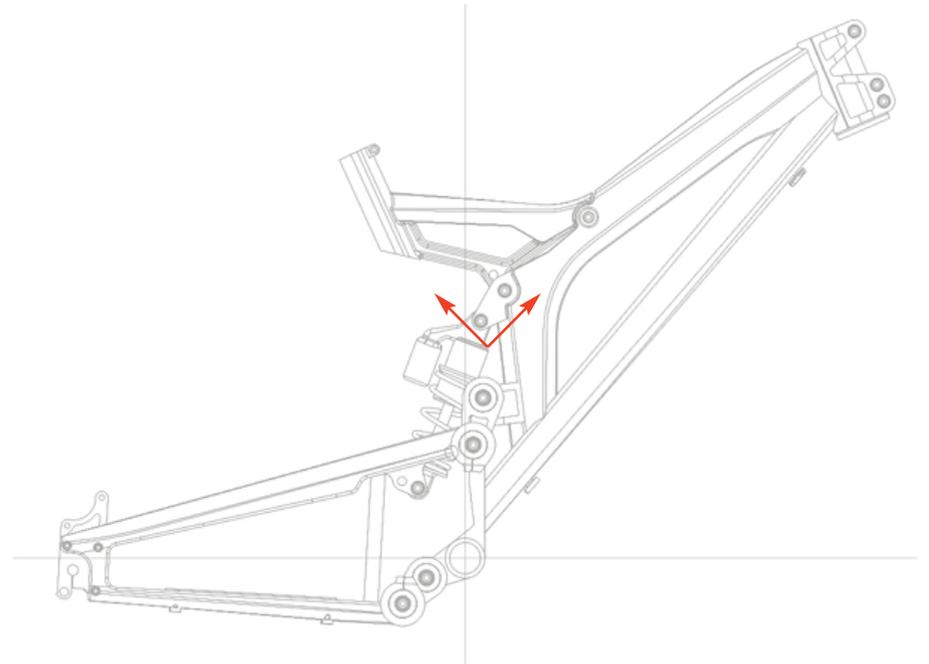
Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$I_{xx} = 424007973.39$ $I_{xy} = 203957438.97$ $I_{xz} = -254866.78$

$I_{yx} = 203957438.97$ $I_{yy} = 244517198.86$ $I_{yz} = 217106.39$

$I_{zx} = -254866.78$ $I_{zy} = 217106.39$ $I_{zz} = 656170037.34$



Propiedades físicas de **cuadro (pv01)** en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro pv01

Masa = 1709.70 gramos

Volumen = 633220.66 mil metros³

Área de superficie = 496511.86 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = 187.35

Y = 307.25

Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el centro de masa.

I_x = (0.65, 0.76, 0.00) P_x = 5587682.26

I_y = (-0.76, 0.65, 0.00) P_y = 95521307.19

I_z = (0.00, -0.00, 1.00) P_z = 99953467.08

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

L_{xx} = 57799437.21 L_{xy} = 44379331.13 L_{xz} = -62.97

L_{yx} = 44379331.13 L_{yy} = 43309552.24 L_{yz} = -0.77

L_{zx} = -62.97 L_{zy} = -0.77 L_{zz} = 99953467.07

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

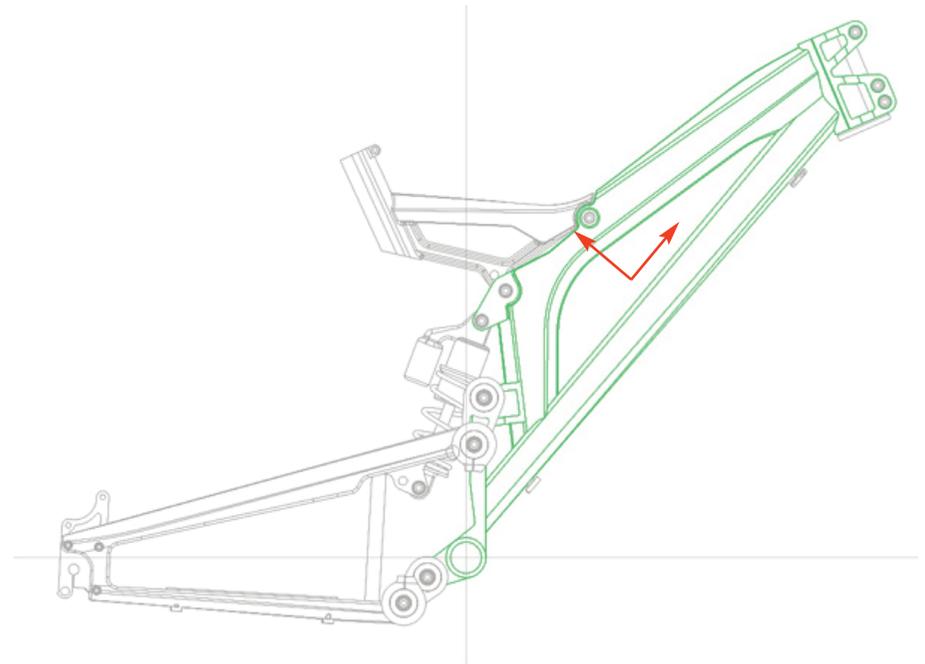
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

I_{xx} = 219194339.19 I_{xy} = 142795533.97 I_{xz} = 298.57

I_{yx} = 142795533.97 I_{yy} = 103322284.14 I_{yz} = 592.12

I_{zx} = 298.57 I_{zy} = 592.12 I_{zz} = 321361100.94

El costo por material de pv01 es de 73 pesos, y ya formadas y cortadas serian 173 pesos y esta compuesto de varias piezas soldadas, dos planchas que conforman el cuerpo principal, un tubo hidroformado que cierra la estructura, y tres piezas en inyección de aluminio, necesita de varios cordones de soldadura para formarlo y tienen una longitud aproximada de 64 pulgadas, las cuáles tendrían un costo aproximado de 1280 pesos dejando esta primer pieza en un costo sin pintura ni ensamble de 1710.36 pesos



Propiedades físicas de **basculante (vp02)** en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro pv01

Masa = 931.63 gramos

Volumen = 345047.08 mil metros³

Área de superficie = 342594.33 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = -184.74

Y = 28.50

Z = 0.75

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el centro de masa.

I_x = (0.97, 0.22, -0.03) P_x = 7512773.53

I_y = (0.13, -0.66, -0.74) P_y = 21399969.74

I_z = (-0.19, 0.72, -0.67) P_z = 21506600.27

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

L_{xx} = 8231813.69 L_{xy} = 3048864.58 L_{xz} = -475300.80

L_{yx} = 3048864.58 L_{yy} = 20755612.17 L_{yz} = -55069.57

L_{zx} = -475300.80 L_{zy} = -55069.57 L_{zz} = 21431917.67

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

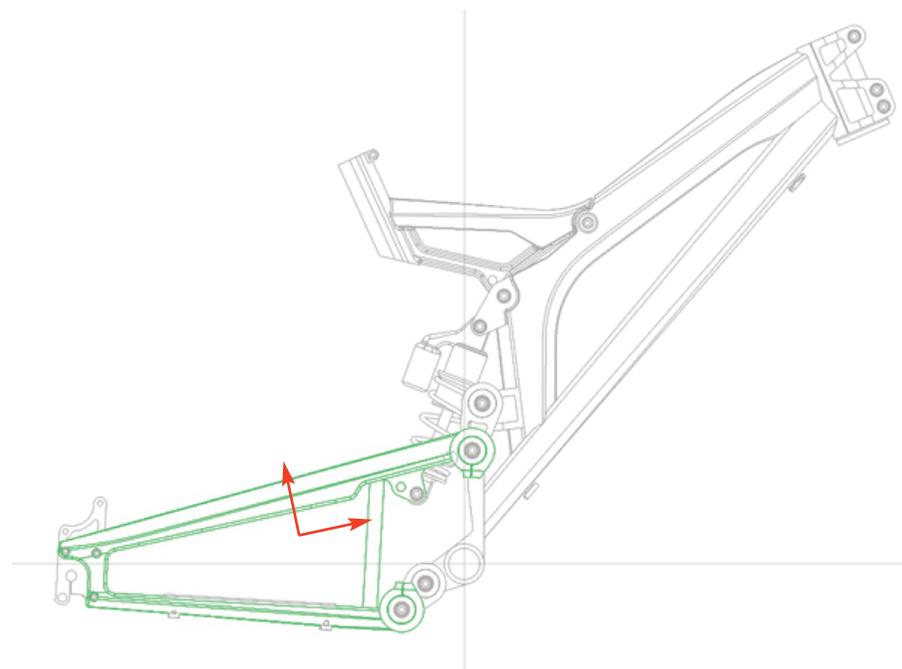
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

I_{xx} = 8989013.42 I_{xy} = -1856097.76 I_{xz} = -604663.95

I_{yx} = -1856097.76 I_{yy} = 52551435.61 I_{yz} = -35113.12

I_{zx} = -604663.95 I_{zy} = -35113.12 I_{zz} = 53983888.18

El costo por material de vp02 es de 40 pesos, ya embutidas y cortadas serian 93 pesos y esta compuesto de varias piezas soldadas, cuatro planchas que conforman el cuerpo principal, un tubo pequeño de 16 mil metros que cierra el triangulo, y varias piezas pequeñas de forja en aluminio, necesita de varios cordones de soldadura para formarlo y tienen una longitud aproximada de 80 pulgadas, las cuáles tendrían un costo aproximado de 1600 pesos, esta pieza debe limarse en sus uniones de las planchas, para conservar las aristas y los radios uniformes; en las uniones con las piezas forjadas y el tubo no necesitan afinarse, este gasto se estima en 100 pesos por pieza. el costo estimado por pieza es de 2021.32



Propiedades físicas de **silleta (vp03)** en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro vpp

Masa = 421.84 gramos

Volumen = 156236.61 mil metros³

Área de superficie = 102063.55 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = -4.98

Y = 373.62

Z = -0.01

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * mil metros²

)Medido desde el centro de masa.

I_x = (0.99, -0.17, 0.00) P_x = 479389.00

I_y = (0.17, 0.99, -0.00) P_y = 2945054.44

I_z = (-0.00, 0.00, 1.00) P_z = 3314950.44

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

L_{xx} = 552495.78 L_{xy} = -418224.81 L_{xz} = 527.94

L_{yx} = -418224.81 L_{yy} = 2871948.10 L_{yz} = -440.55

L_{zx} = 527.94 L_{zy} = -440.55 L_{zz} = 3314950.00

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

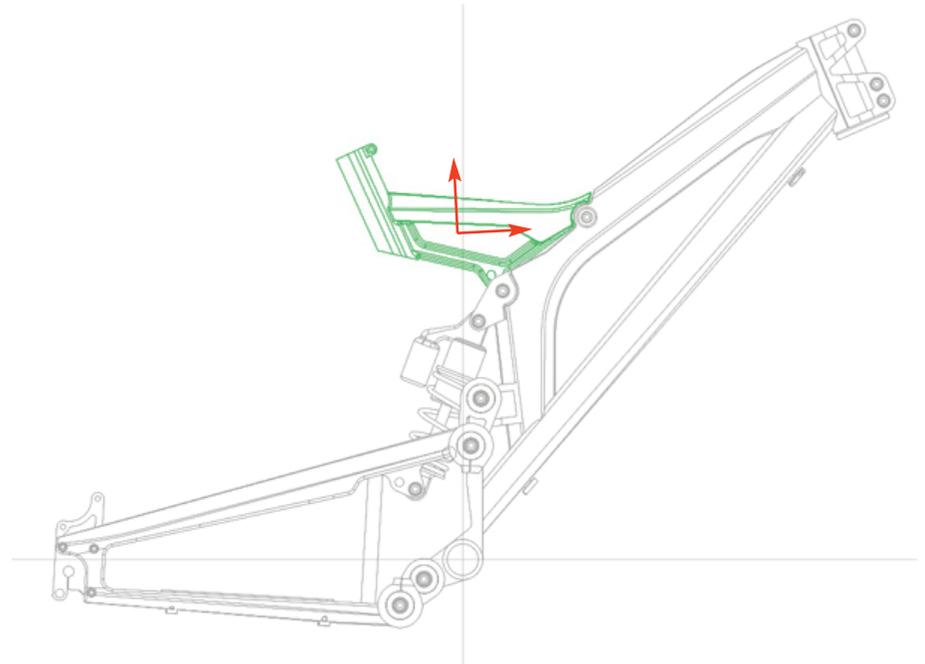
I_{xx} = 59436628.82 I_{xy} = -1203604.68 I_{xz} = 550.52

I_{yx} = -1203604.68 I_{yy} = 2882423.32 I_{yz} = -2134.09

I_{zx} = 550.52 I_{zy} = -2134.09 I_{zz} = 62209558.16

Esta pieza esta unida a el cuadro (pv01) mediante dos tornillos pasantes y permiten cambiar la talla de la bicicleta, esta conformada por una planchas embutidas, y una pieza en inyección que une el tubo del asiento, tiene el cierre del tubo incorporado en su parte alta.

El precio por le material es de 14 pesos y ya transformado el material costará 33 pesos, el per metro a soldar es aproximado a 14" generando un gasto de 280 pesos, de igual forma que en la pieza pv02, algunas aristas deben afinarse, lo cual costará 50 pesos por pieza, quedando en un total de costo e fabricación de 363 pesos.



Propiedades físicas de **articulación 01 (pv04d y pv04i)** en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro vpp

Masa = 51.97 gramos

Volumen = 19248.39 milímetros³

Área de superficie = 8155.51 milímetros²

Centro de masa: (milímetros)

X = 15.44

Y = 156.55

Z = 36.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros²)

Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.21, 0.98, 0.00)$ $P_x = 8854.72$

$I_y = (-0.98, 0.21, 0.00)$ $P_y = 33973.09$

$I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$ $P_z = 41961.64$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

$L_{xx} = 32894.99$ $L_{xy} = 5090.97$ $L_{xz} = 0.00$

$L_{yx} = 5090.97$ $L_{yy} = 9932.83$ $L_{yz} = 0.00$

$L_{zx} = 0.00$ $L_{zy} = 0.00$ $L_{zz} = 41961.64$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

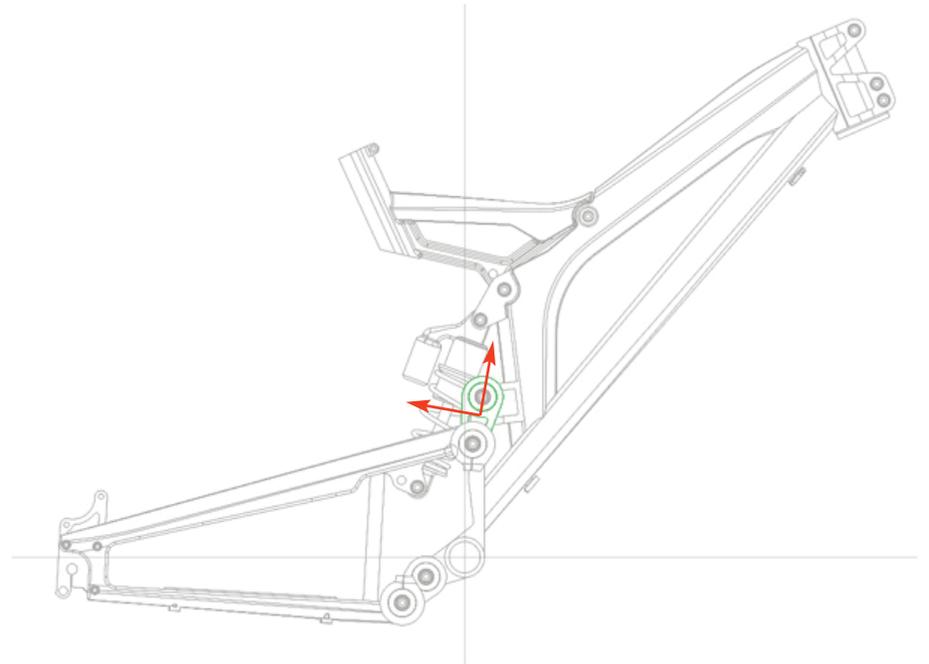
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$I_{xx} = 1373866.43$ $I_{xy} = 130698.69$ $I_{xz} = 28885.40$

$I_{yx} = 130698.69$ $I_{yy} = 89674.58$ $I_{yz} = 292887.68$

$I_{zx} = 28885.40$ $I_{zy} = 292887.68$ $I_{zz} = 1327966.90$

Estas articulaciones son parte del sistema de suspensión, y solo tienen dos procesos, la inyección de la pieza y el rectificado de los soportes de los rodamientos (dos por pieza), el costo por el material es de 2 pesos, y con el proceso terminado quedan en 5 pesos cada una



Propiedades físicas de **articulacion 02 (vp05)** en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro vpp

Masa = 126.13 gramos

Volumen = 46715.76 milímetros³

Área de superficie = 16589.16 milímetros²

Centro de masa: (milímetros)

X = -56.27

Y = -35.75

Z = 0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros²)

Medido desde el centro de masa.

I_x = (0.00, 0.00, 1.00) P_x = 59415.10

I_y = (-0.68, -0.74, 0.00) P_y = 81935.94

I_z = (0.74, -0.68, 0.00) P_z = 106113.80

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

L_{xx} = 95011.56 L_{xy} = 12048.59 L_{xz} = 0.00

L_{yx} = 12048.59 L_{yy} = 93038.18 L_{yz} = 0.00

L_{zx} = 0.00 L_{zy} = 0.00 L_{zz} = 59415.10

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

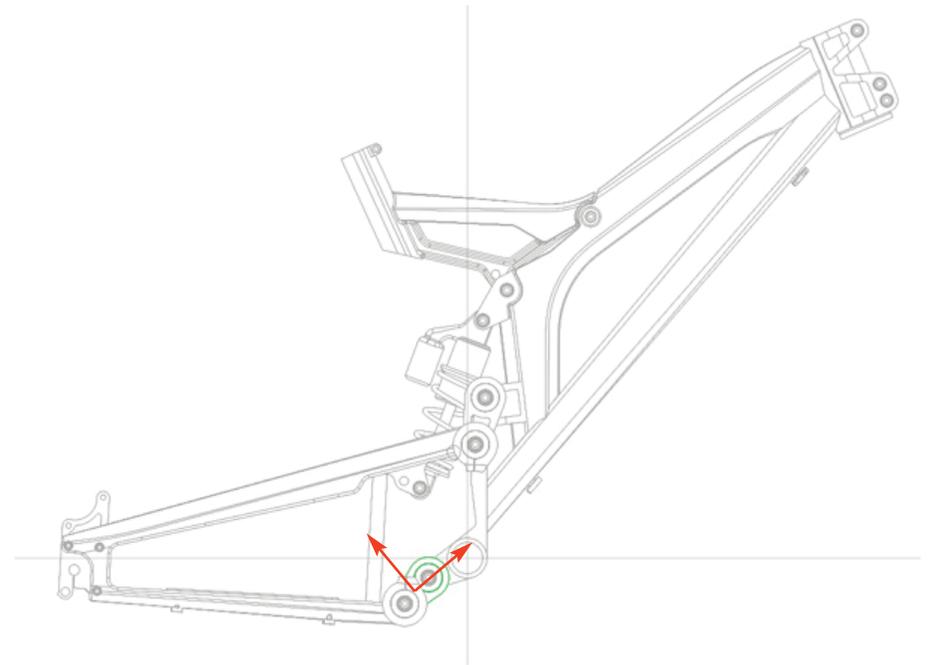
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

I_{xx} = 256247.86 I_{xy} = 265786.77 I_{xz} = 0.00

I_{yx} = 265786.77 I_{yy} = 492346.90 I_{yz} = 0.00

I_{zx} = 0.00 I_{zy} = 0.00 I_{zz} = 619960.11

Esta articulación es parte del sistema de suspensión, va atornillada al cuadro (pv01) por tornillos de 1/2 " y al basculante (pv02) por tornillos pasantes y tornillos de 3/8". y también solo tiene dos procesos para conformarse, la inyección y el maquinado para alojar los dos rodamientos, el costo por el material es de 4 pesos y ya terminada cuesta 10 pesos.



Propiedades físicas de **Excentrica (pv06)** en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de vppss

Masa = 229.11 gramos

Volumen = 84854.47 milímetros³

Área de superficie = 39810.68 milímetros²

Centro de masa: (milímetros)

X = 428.31

Y = 533.89

Z = -0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros²)

Medido desde el centro de masa.

$I_x = (-0.36, 0.93, 0.00)$ $P_x = 145523.59$

$I_y = (-0.93, -0.36, -0.00)$ $P_y = 336110.11$

$I_z = (-0.00, -0.00, 1.00)$ $P_z = 350373.70$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

$L_{xx} = 311241.73$ $L_{xy} = -64196.12$ $L_{xz} = 0.41$

$L_{yx} = -64196.12$ $L_{yy} = 170391.96$ $L_{yz} = 1.20$

$L_{zx} = 0.41$ $L_{zy} = 1.20$ $L_{zz} = 350373.70$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

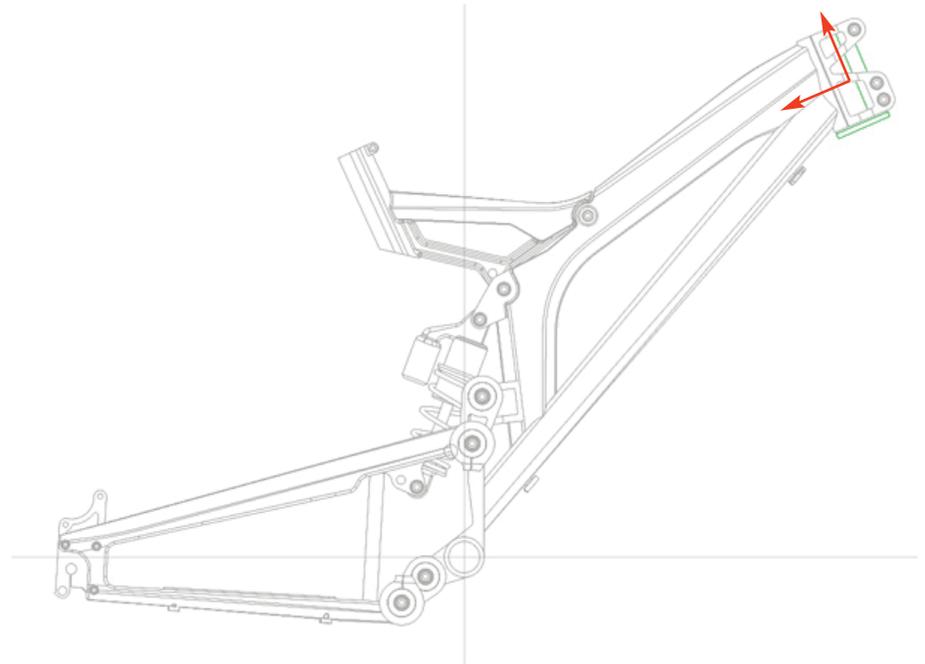
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$I_{xx} = 65614766.33$ $I_{xy} = 52325561.52$ $I_{xz} = -8.33$

$I_{yx} = 52325561.52$ $I_{yy} = 42200079.06$ $I_{yz} = -9.70$

$I_{zx} = -8.33$ $I_{zy} = -9.70$ $I_{zz} = 107683585.40$

Esta pieza sirve para variar el ángulo de la dirección, por eso el que tenga dos caras planas, esta pieza esta conformada por forja y rectificado para alojar los rodamientos de la horquilla, el costo del material es de 11 pesos, y ya maquinado sube a 26.30 pesos

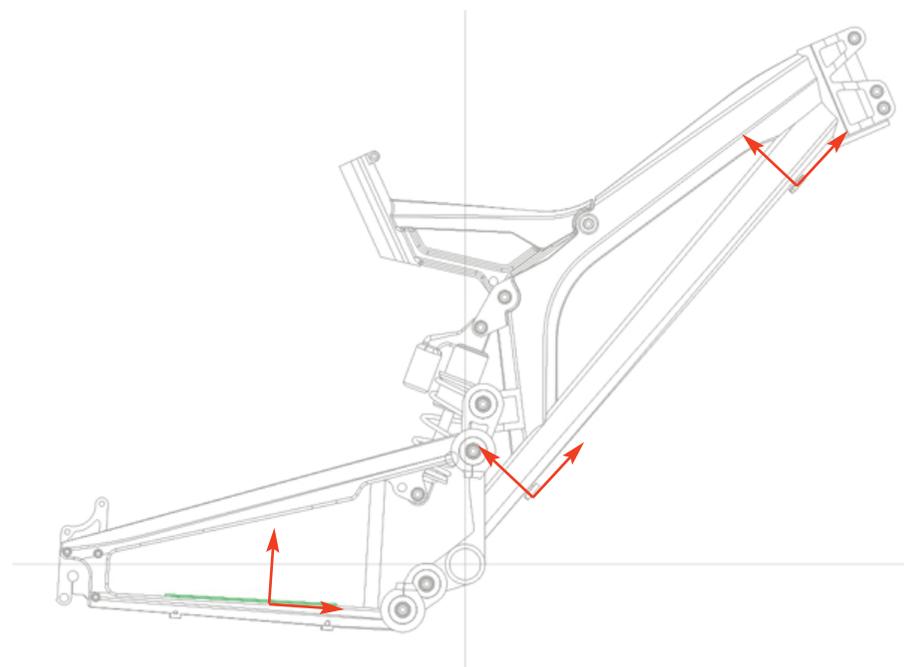


Propiedades físicas de **protector de cadena (pv07)** en configuración de ensamblado.
Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --
El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de vppss
Masa = 7.96 gramos
Volumen = 8362.44 milímetros³
Área de superficie = 9276.17 milímetros²
Centro de masa: (milímetros)
X = -245.77
Y = -40.08
Z = 73.70

Esta pieza está fabricada en polietileno de alta densidad, y sale de un molde de dos piezas, se une al cuadro por dos tornillos de 1/8 " su función es la de proteger el aluminio de los golpes que le pueda dar la cadena, pues es una parte muy expuesta en los cuadros al desgaste, el costo por pieza es aproximado a 2 pesos.

Propiedades físicas de **pasacables** en configuración de ensamblado.
Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --
El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de vppss
Masa = 1.19 gramos
Volumen = 1249.52 milímetros³
Área de superficie = 2018.45 milímetros²
Centro de masa: (milímetros)
X = 75.50
Y = 81.79
Z = -3.84

Propiedades físicas de **pasacables 02**(en configuración de ensamblado).
El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de vppss
Masa = 0.97 gramos
Volumen = 967.25 milímetros³
Área de superficie = 1858.64 milímetros²
Centro de masa: (milímetros)
X = 373.75
Y = 424.52
Z = -4.03



Propiedades físicas de **soporte eje trasero derecho (pv08)** en configuración de ensamblaje.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico

Masa = 48.67 gramos

Volumen = 18027.17 mil metros³

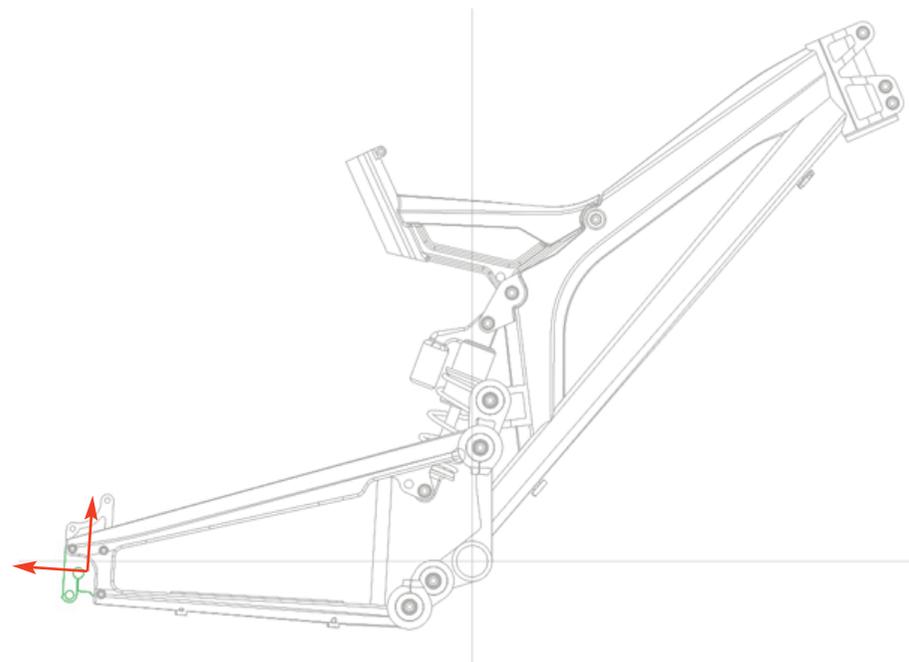
Área de superficie = 9785.07 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = -432.39

Y = -9.58

Z = 86.82



Propiedades físicas de **soporte eje trasero izquierdo (pv09)** en configuración de ensamblaje.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico

Masa = 70.88 gramos

Volumen = 26253.30 mil metros³

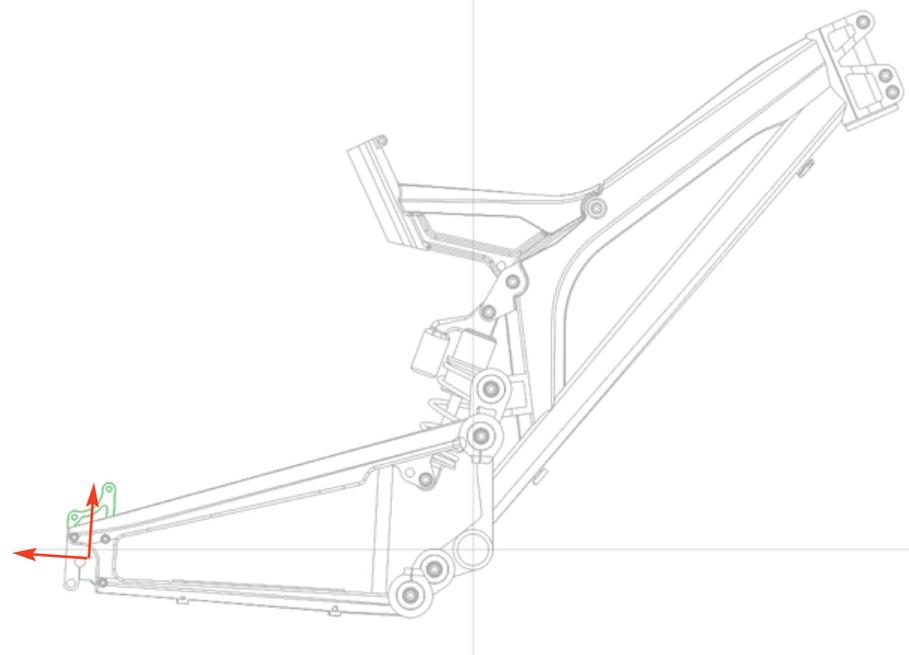
Área de superficie = 13671.25 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = -427.92

Y = 10.15

Z = -71.91



Propiedades físicas de g boxx y buje trasero en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico

Masa = 8453.21 gramos

Volumen = 4244323.85 mil metros³

Área de superficie = 1462112.02 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = -44.09

Y = 152.75

Z = 0.51

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el centro de masa.

I_x = (0.83, 0.56, 0.00) P_x = 86236609.34

I_y = (-0.56, 0.83, -0.00) P_y = 637381924.55

I_z = (-0.00, 0.00, 1.00) P_z = 696067062.14

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

L_{xx} = 256852952.18 L_{xy} = 254802662.58 L_{xz} = 315002.66

L_{yx} = 254802662.58 L_{yy} = 466765824.53 L_{yz} = 145625.59

L_{zx} = 315002.66 L_{zy} = 145625.59 L_{zz} = 696066819.32

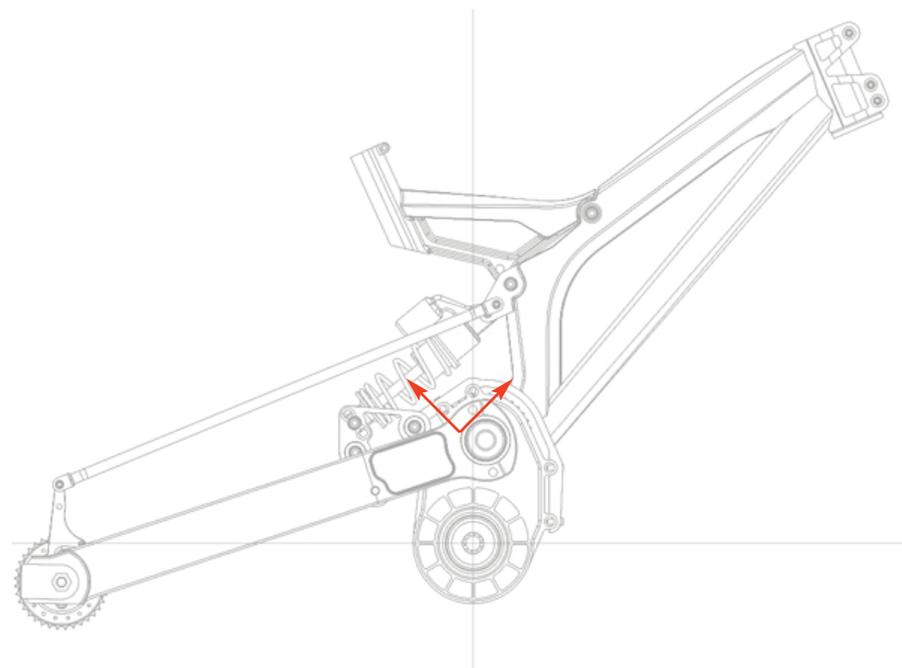
Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

I_{xx} = 454096448.54 I_{xy} = 197874467.35 I_{xz} = 125428.84

I_{yx} = 197874467.35 I_{yy} = 483198745.43 I_{yz} = 802449.32

I_{zx} = 125428.84 I_{zy} = 802449.32 I_{zz} = 909738862.05



Propiedades físicas de **cuadro g boxx (gb01)** en configuración de ensamble
 Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --
 El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro g boxx

Masa = 1550.19 gramos

Volumen = 574143.73 mil metros³

Área de superficie = 456797.21 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = 206.82

Y = 344.26

Z = -0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.71, 0.70, 0.00)$ $P_x = 5421361.85$

$I_y = (-0.70, 0.71, -0.00)$ $P_y = 68989523.95$

$I_z = (-0.00, 0.00, 1.00)$ $P_z = 73493777.46$

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

$L_{xx} = 36692599.01$ $L_{xy} = 31779943.37$ $L_{xz} = 1315.51$

$L_{yx} = 31779943.37$ $L_{yy} = 37718286.89$ $L_{yz} = 470.24$

$L_{zx} = 1315.51$ $L_{zy} = 470.24$ $L_{zz} = 73493777.36$

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

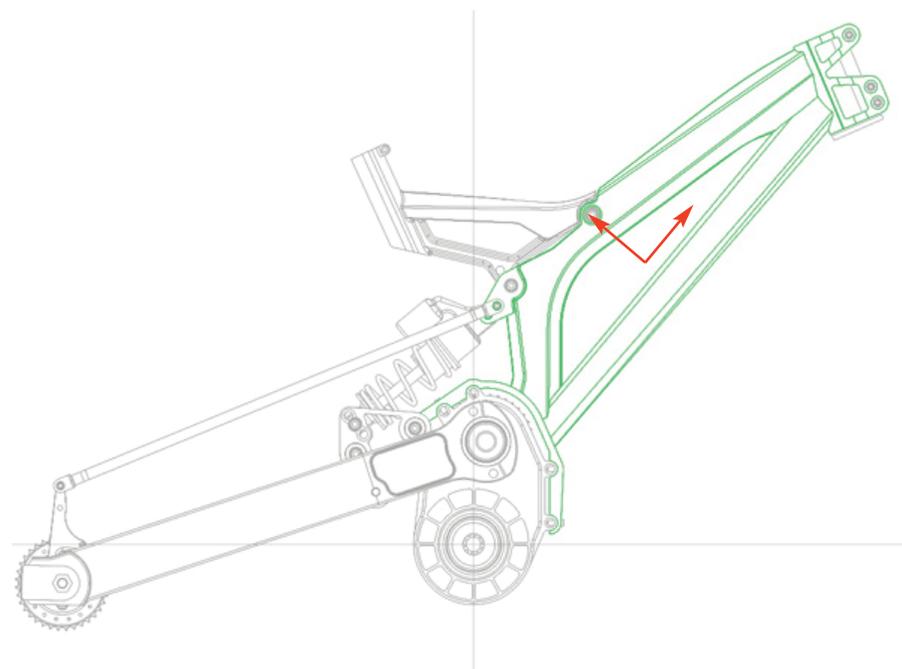
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$I_{xx} = 220413996.63$ $I_{xy} = 142155294.22$ $I_{xz} = 61.73$

$I_{yx} = 142155294.22$ $I_{yy} = 104029115.34$ $I_{yz} = -1616.69$

$I_{zx} = 61.73$ $I_{zy} = -1616.69$ $I_{zz} = 323526003.39$

El costo por material de gb01 es de 70 pesos, y ya formadas y cortadas serian 165 pesos y esta compuesto de varias piezas soldadas, dos planchas que conforman el cuerpo principal, un tubo hidroformado que cierra la estructura, y tres piezas en inyección de aluminio, necesita de varios cordones de soldadura para formarlo y tienen una longitud aproximada de 60 pulgadas, las cuáles tendrían un costo aproximado de 1200 pesos dejando esta primer pieza en un costo de 1627.49 pesos.



Propiedades físicas de **susp g boxx (gb02)** en configuración de ensamble
 Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado -- El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro g boxx

Masa = 1286.34 gramos

Volumen = 476421.42 mil metros³

Área de superficie = 281075.23 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = -213.77

Y = 43.99

Z = -0.35

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.95, 0.31, 0.00)$ $P_x = 6557614.68$

$I_y = (0.00, 0.00, -1.00)$ $P_y = 34401787.77$

$I_z = (-0.31, 0.95, 0.00)$ $P_z = 39916650.67$

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

$L_{xx} = 9681936.08$ $L_{xy} = 9719156.07$ $L_{xz} = 28905.67$

$L_{yx} = 9719156.07$ $L_{yy} = 36792360.94$ $L_{yz} = 7723.97$

$L_{zx} = 28905.67$ $L_{zy} = 7723.97$ $L_{zz} = 34401756.10$

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

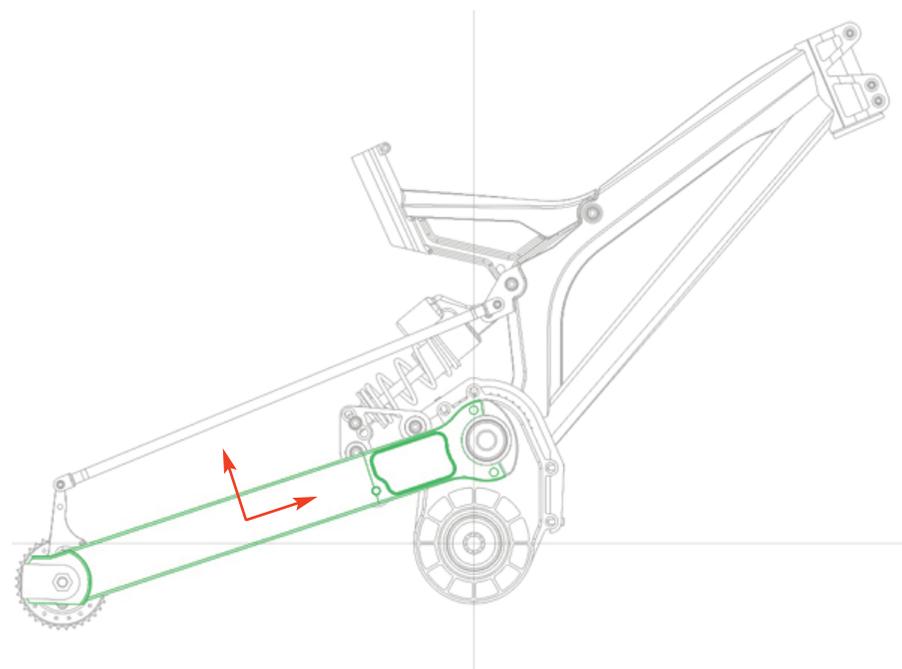
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$I_{xx} = 12171685.11$ $I_{xy} = -2378024.44$ $I_{xz} = 124951.70$

$I_{yx} = -2378024.44$ $I_{yy} = 95573944.79$ $I_{yz} = -12042.25$

$I_{zx} = 124951.70$ $I_{zy} = -12042.25$ $I_{zz} = 95672775.12$

Esta pieza esta conformada por varias piezas, la mas grande se unirá a la caja mediante dos cierres y tornillos, está fabricada en inyección y después rectificada en todos los puntos de giro o cuerdas, su diseño es asimétrico por cuestiones de configuración de la caja g boxx, a esta pieza se sueldan dos tubos hidroformados que formaran los brazos de la suspensión, este sistema es diferente pues necesita mantener equidistantes el eje trasero del centro de la caja g boxx, y las articulaciones funcionan como desmultiplicadores para obtener un funcionamiento mas progresivo, en el otro extremo de los tubos se sueldan las punteras que están hechas en inyección de aluminio y rectificadas. El costo de materia prima es de 52.5 pesos y en total y maquinadas las piezas en 124.7 pesos, los cordones de soldadura para unir estas piezas son de una longitud aproximada de 27" que costarán soldarlas 540 pesos, generando un total de gastos de 823.49 pesos



Propiedades físicas de **articulacion 01 (gb03i y gb03d)** en configuración de ensamble

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro g boxx

Masa = 70.20 gramos

Volumen = 26000.54 milímetros³

Área de superficie = 12958.14 milímetros²

Centro de masa: (milímetros)

X = -112.18

Y = 126.71

Z = 31.84

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros²)

Medido desde el centro de masa.

$I_x = (0.98, 0.18, 0.00)$ $P_x = 27160.49$

$I_y = (-0.18, 0.98, -0.01)$ $P_y = 73213.71$

$I_z = (-0.00, 0.01, 1.00)$ $P_z = 99196.69$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

$L_{xx} = 28645.36$ $L_{xy} = 8132.85$ $L_{xz} = 270.56$

$L_{yx} = 8132.85$ $L_{yy} = 71730.82$ $L_{yz} = -126.75$

$L_{zx} = 270.56$ $L_{zy} = -126.75$ $L_{zz} = 99194.71$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

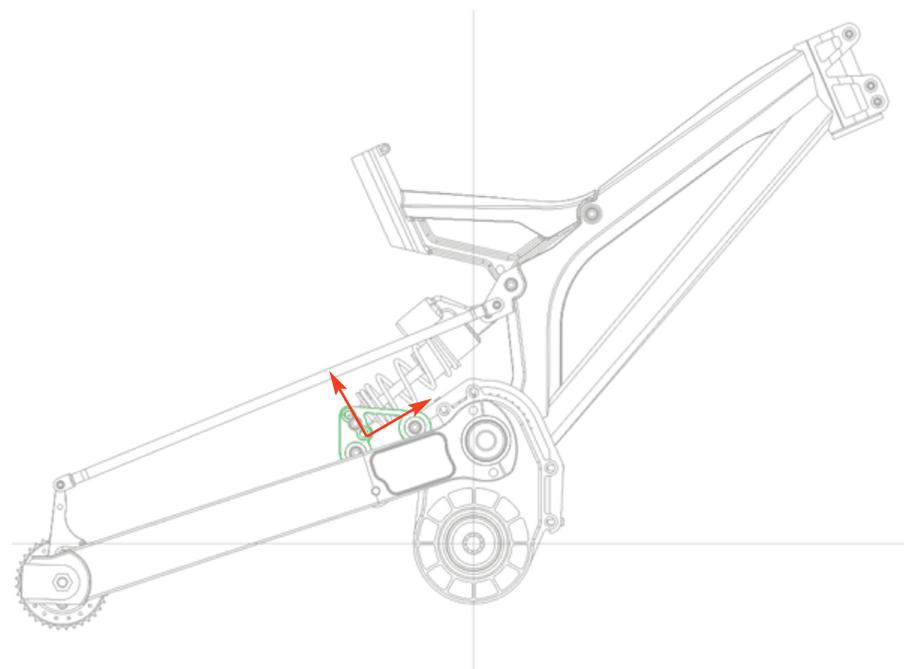
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$I_{xx} = 1226958.01$ $I_{xy} = -989712.09$ $I_{xz} = -250457.01$

$I_{yx} = -989712.09$ $I_{yy} = 1026269.14$ $I_{yz} = 283090.88$

$I_{zx} = -250457.01$ $I_{zy} = 283090.88$ $I_{zz} = 2109718.02$

Estas articulaciones son parte del sistema de suspensión, y solo tienen dos procesos, la inyección de la pieza y el rectificado de los soportes de los rodamientos (dos por pieza) y del anclaje del amortiguador, el costo por el material es de 2.7 pesos, y con el proceso terminado quedan en 6.5 pesos cada una.



Propiedades físicas de **articulacion 02 (gb04)** en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro g boxx

Masa = 119.04 gramos

Volumen = 44089.00 milímetros³

Área de superficie = 19487.89 milímetros²

Centro de masa: (milímetros)

X = -122.28

Y = 77.96

Z = -0.00

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros²)

Medido desde el centro de masa.

I_x = (0.00, 0.00, 1.00) P_x = 43787.64

I_y = (0.46, -0.89, 0.00) P_y = 95168.32

I_z = (0.89, 0.46, 0.00) P_z = 113679.95

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

L_{xx} = 109684.74 L_{xy} = -7615.52 L_{xz} = 0.00

L_{yx} = -7615.52 L_{yy} = 99163.53 L_{yz} = -0.00

L_{zx} = 0.00 L_{zy} = -0.00 L_{zz} = 43787.64

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

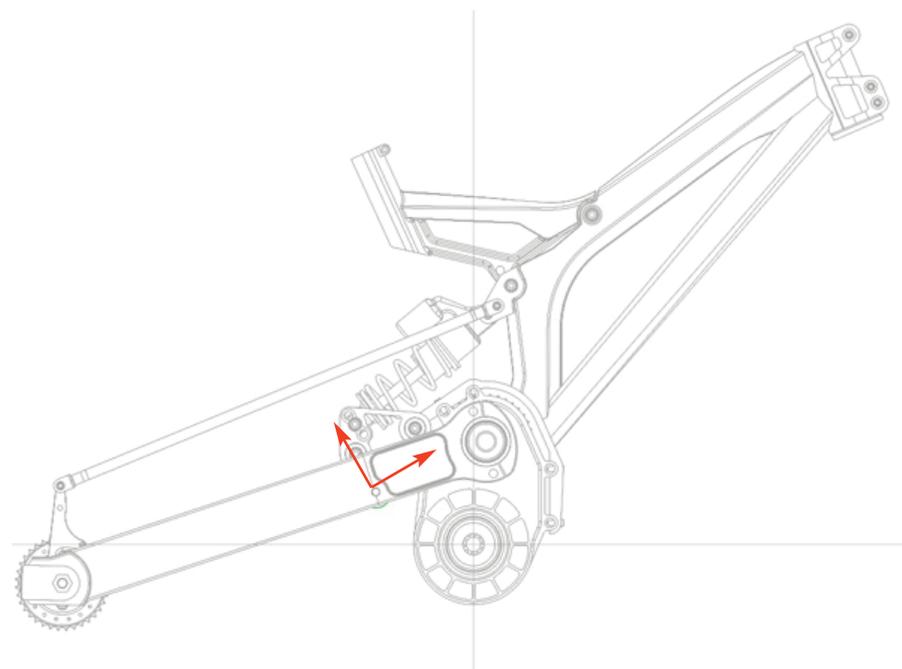
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

I_{xx} = 833227.04 I_{xy} = -1142471.74 I_{xz} = 2.23

I_{yx} = -1142471.74 I_{yy} = 1879154.34 I_{yz} = -1.42

I_{zx} = 2.23 I_{zy} = -1.42 I_{zz} = 2547320.75

Esta articulación es la que conecta el amortiguador con el basculante, y se fabrica de dos procesos, la inyección de la pieza y el rectificado para los rodamientos y las cuerdas de 3/8 para los tornillos, el costo por material es de 5 pesos y ya maquinado sube a 12 pesos.



Propiedades físicas de **cierre del brazo de la suspensión (gb05)** en configuración de ensamble.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro g boxx

Masa = 24.13 gramos

Volumen = 8935.38 milímetros³

Área de superficie = 4885.55 milímetros²

Centro de masa: (milímetros)

X = 36.36

Y = 125.74

Z = 64.50 y -64.5

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros²)

Medido desde el centro de masa.

$I_x = (-0.31, 0.95, 0.00)$ $P_x = 1605.26$

$I_y = (-0.95, -0.31, 0.00)$ $P_y = 18115.91$

$I_z = (0.00, 0.00, 1.00)$ $P_z = 19290.34$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

$L_{xx} = 16512.50$ $L_{xy} = -4889.01$ $L_{xz} = 0.00$

$L_{yx} = -4889.01$ $L_{yy} = 3208.68$ $L_{yz} = -0.01$

$L_{zx} = 0.00$ $L_{zy} = -0.01$ $L_{zz} = 19290.34$

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

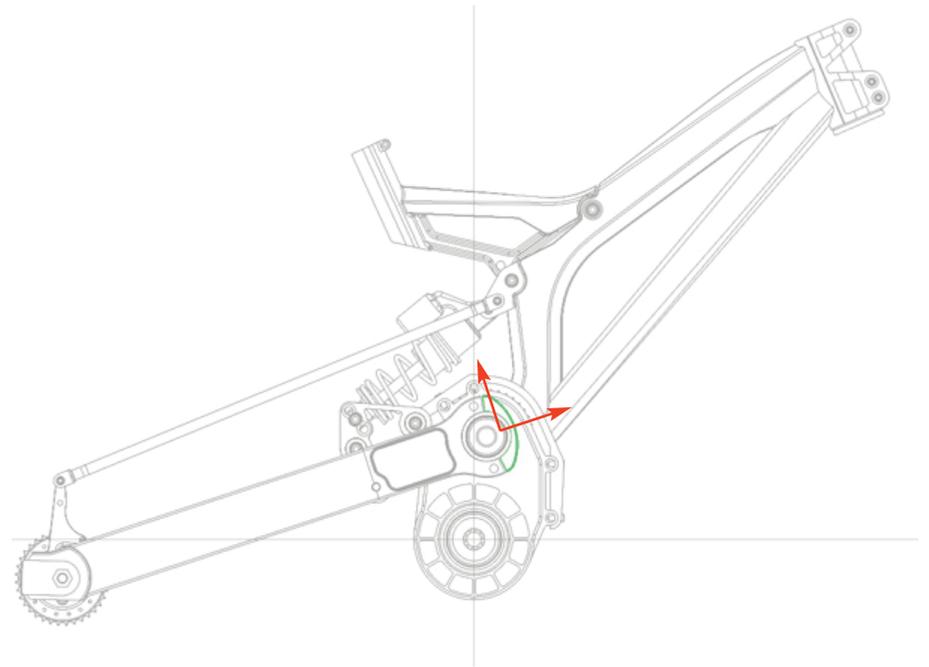
Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

$I_{xx} = 498317.03$ $I_{xy} = 105396.51$ $I_{xz} = 56572.52$

$I_{yx} = 105396.51$ $I_{yy} = 135463.95$ $I_{yz} = 195663.15$

$I_{zx} = 56572.52$ $I_{zy} = 195663.15$ $I_{zz} = 432613.78$

Esta pieza es la que cierra el basculante contra el rodamiento de 58 mm de la caja g boxx. Y se fabrica de dos procesos, la inyección de la pieza y el rectificado para los tornillos de 1/4", el costo por material es de 1 peso y ya maquinado sube a 2.30 pesos.



Propiedades físicas de **tensor eje trasero (gb08)** en configuración de ensamblaje.
 Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --
 El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro g boxx

Masa = 52.79 gramos

Volumen = 19552.75 milímetros³

Área de superficie = 8970.80 milímetros²

Centro de masa: (milímetros)

X = -496.86

Y = -44.93

Z = 84.59, - 84.59

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * milímetros²)

Medido desde el centro de masa.

I_x = (1.00, -0.02, 0.03) P_x = 6409.38

I_y = (0.02, 1.00, 0.00) P_y = 18647.88

I_z = (-0.03, 0.00, 1.00) P_z = 23193.97

Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

L_{xx} = 6430.95 L_{xy} = -245.76 L_{xz} = 527.84

L_{yx} = -245.76 L_{yy} = 18642.93 L_{yz} = -10.62

L_{zx} = 527.84 L_{zy} = -10.62 L_{zz} = 23177.34

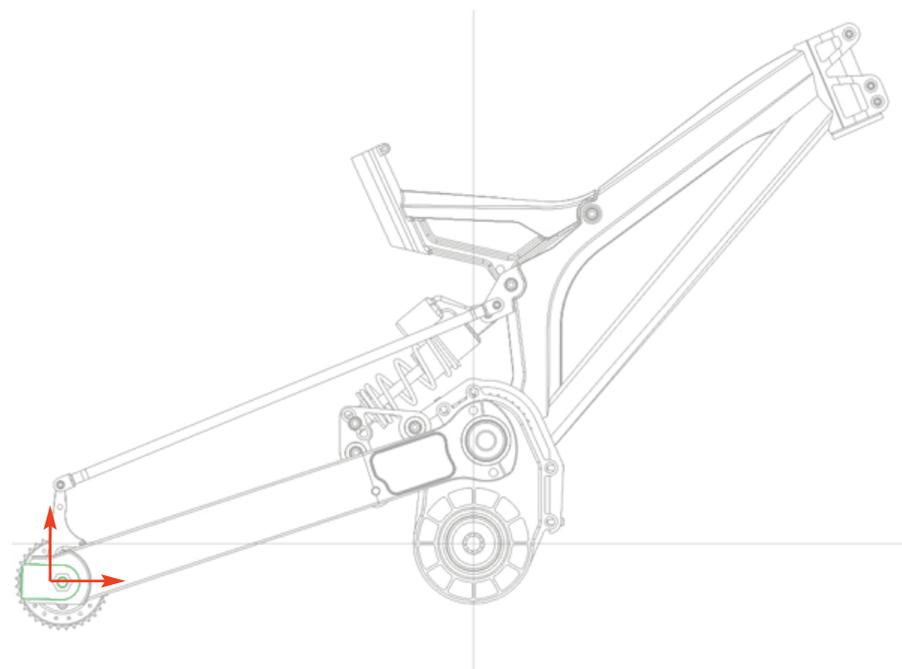
Momentos de inercia: (gramos * milímetros²)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

I_{xx} = 490729.76 I_{xy} = 1178312.29 I_{xz} = -2218209.40

I_{yx} = 1178312.29 I_{yy} = 13429215.40 I_{yz} = -200650.58

I_{zx} = -2218209.40 I_{zy} = -200650.58 I_{zz} = 13162604.53



Propiedades físicas de **eje trasero g boxx** en configuración de ensamblado.

Sistema de coordenadas de salida: -- predeterminado --

El centro de masa y los momentos de inercia son los resultados en el sistema de coordenadas de cuadro g boxx y eje trasero

Masa = 802.26 gramos

Volumen = 218341.42 mil metros³

Área de superficie = 143705.73 mil metros²

Centro de masa: (mil metros)

X = -461.78

Y = -27.89

Z = 1.41

Ejes principales de inercia y momentos principales de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el centro de masa.

I_x = (0.78, 0.60, 0.17) P_x = 2478056.04

I_y = (0.21, 0.01, -0.98) P_y = 7504896.15

I_z = (-0.59, 0.80, -0.12) P_z = 9298524.52

Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

(Medido desde el centro de masa y alineado con el sistema de coordenadas resultante)

L_{xx} = 5068913.18 L_{xy} = 3201899.81 L_{xz} = 558860.02

L_{yx} = 3201899.81 L_{yy} = 6835376.29 L_{yz} = 692340.56

L_{zx} = 558860.02 L_{zy} = 692340.56 L_{zz} = 7377187.24

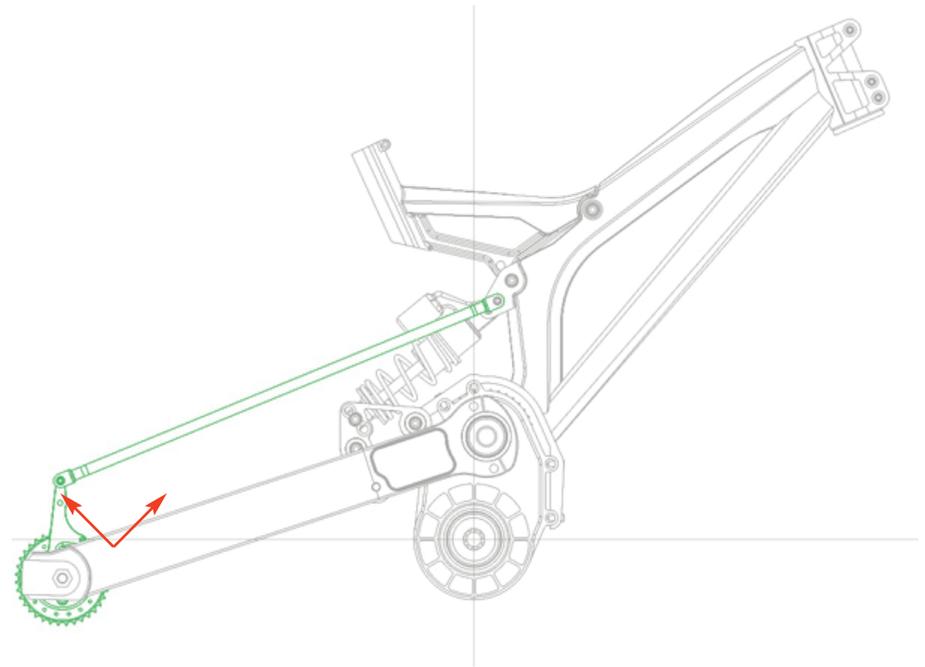
Momentos de inercia: (gramos * mil metros²)

Medido desde el sistema de coordenadas de salida.

I_{xx} = 5694497.00 I_{xy} = 13533816.43 I_{xz} = 37265.35

I_{yx} = 13533816.43 I_{yy} = 177910064.60 I_{yz} = 660838.98

I_{zx} = 37265.35 I_{zy} = 660838.98 I_{zz} = 179074278.73



Propiedades físicas de **anclajesusp**

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico
Masa = 382.06 gramos
Volumen = 141505.34 mil metros³
Área de superficie = 60136.99 mil metros²

Propiedades físicas de **pipa de direccion**

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico
Masa = 303.48 gramos
Volumen = 112400.47 mil metros³
Área de superficie = 43874.56 mil metros²

Propiedades físicas de **anclaje g_boxx**

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico
Masa = 289.40 gramos
Volumen = 107186.63 mil metros³
Área de superficie = 49230.45 mil metros²

Propiedades físicas de **susp g boxx pieza 01**

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico
Masa = 709.84 gramos
Volumen = 262904.48 mil metros³
Área de superficie = 75279.18 mil metros²

Propiedades físicas de **susp g boxx pieza 02**

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico
Masa = 208.20 gramos
Volumen = 77111.74 mil metros³
Área de superficie = 92959.09 mil metros²

Propiedades físicas de **union freno cuadro (gb11)**

Masa = 53.60 gramos
Volumen = 19852.06 mil metros³
Área de superficie = 38367.06 mil metros²

Propiedades físicas de **estrella (gb12)**

Masa = 24.41 gramos
Volumen = 9040.16 mil metros³
Área de superficie = 12553.50 mil metros²

Propiedades físicas de **tornillos de estrella (gb13)**

Masa = 17.12 gramos
Volumen = 2139.96 mil metros³
Área de superficie = 2978.34 mil metros²

Propiedades físicas de **tubo diagonal g_boxx**

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico
Masa = 354.71 gramos
Volumen = 131375.42 mil metros³
Área de superficie = 155201.05 mil metros²
Centro de masa: (mil metros)

Propiedades físicas de **tubo diagonal cuadro pv01**

Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico
Masa = 420.85 gramos
Volumen = 155871.83 mil metros³
Área de superficie = 184142.07 mil metros²
Centro de masa: (mil metros)

Propiedades físicas de **troquelados del cuadro pv01 y gb01 (un lado)**

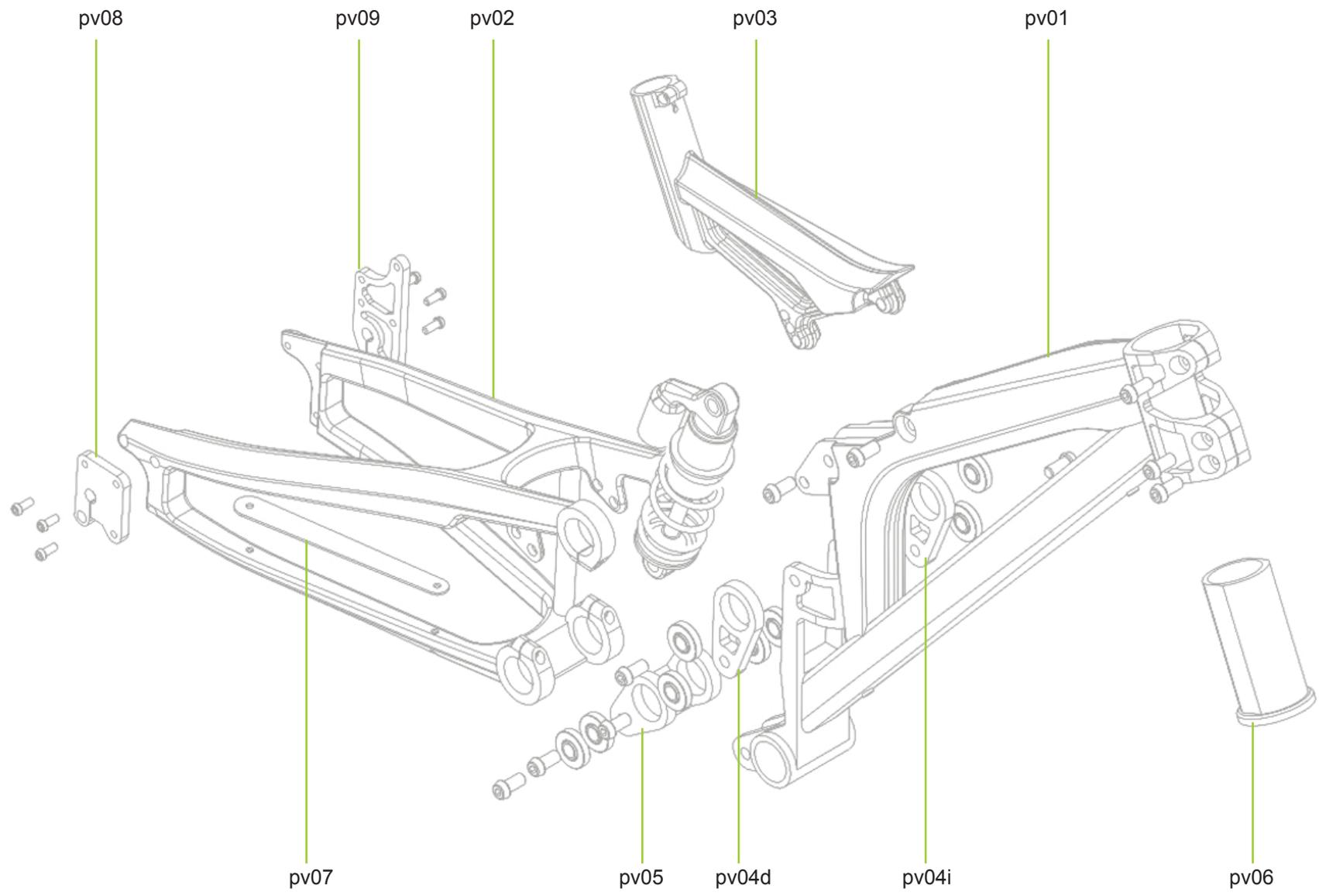
Densidad = 2.72 gramos por mil metro cúbico
Masa = 603.91 gramos
Volumen = 223672.06 mil metros³
Área de superficie = 208942.18 mil metros²
Centro de masa: (mil metros)

Costos por pieza del cuadro modelo PV 01

Pieza	Peso gramos	Material	Procesos	Costos material	Costo total
pv01	1825,02	Aluminio 6061 T6	Soldado 64"	1280	1530
			Rectificación en potros de alineamiento	100	
			Endurecimiento térmico	100	
			Pintura	50	
Pipa de dirección	334,99	Aluminio 6061 T6	Costo material	13,79	31,82
			Inyección de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Limpieza para soldadura		
Anclaje suspensión	371,19	Aluminio 6061 T6	Costo material	14,84	35,26
			Inyección de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Limpieza para soldadura		
Anclaje silleta	257,32	Aluminio 6061 T6	Costo material	10,3	24,44
			Inyección de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Limpieza para soldadura		
Placa embutida derecha	257,5	Aluminio 6061 T6	Costo material	10,3	24,46
			Embutido y troquelado		
			Limpieza para soldadura		
Placa embutida derecha	257,5	Aluminio 6061 T6	Costo material	10,3	24,46
			Embutido y troquelado		
			Limpieza para soldadura		
Tubo diagonal	420,22	Aluminio 6061 T6	Costo material	16,8	39,92
			Corte e hidroformado		
			Limpieza para soldadura		
					1710,36

Pieza	Peso gramos	Material	Procesos	Costos material	Costo total
pv02	972,77	Aluminio 6061 T6	Costo material	38,91	92,41
			Soldadura 80"	1600	2028,91
			Afinado de soldadura (aristas vista)	180	
			Rectificación en potros de alineamiento	70	
			Endurecimiento térmico	90	
			Pintura	50	
					2121,32
pv03	346,17	Aluminio 6061 T6	Costo material	13,84	32,88
			Soldadura 14"	280	365
			Rectificación en potros de alineamiento	30	
			Endurecimiento térmico	30	
			Pintura	25	
					397,88
pv04d	23,46	Aluminio 6061 T6	Costo material	0,93	2,23
			Forja de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Anodizado		
pv04i	23,46	Aluminio 6061 T6	Costo material	0,93	2,23
			Forja de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Anodizado		
pv05	100,95	Aluminio 6061 T6	Costo material	4,03	9,59
			Forja de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Anodizado		

Pieza	Peso gramos	Material	Procesos	Costos material	Costo total
pv06	276,49	Aluminio 6061 T6	Costo material	11,06	26,26
			Forja de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Anodizado		
pv08 Soporte eje trasero derecho	34,77	Aluminio 6061 T6	Forja de aluminio Maquinado y rectificado Anodizado	1,39	3,3
pv09 Soporte eje trasero izquierdo	30,6	Aluminio 6061 T6	Forja de aluminio Maquinado y rectificado Anodizado	1,22	2,91
pv07 protector	11,6	PEHD	inyección		3
pasa cables	1,63	PEHD	Inyección		0,5



Lista de piezas del cuadro modelo PV 01

Nombre pieza	clave	No de piezas	Peso gramos	Peso total	Material	Costo unitario	Costo total
Cuadro vpp	pv01	1	1825,02	1825,02	Aluminio 6061 T6	940,36	1710,36
Basculante vpp	pv02	1	972,77	972,77	Aluminio 6061 T6	1122,41	2121,32
Silleta	pv03	1	346,17	346,17	Aluminio 6061 T6	397,88	397,88
articulación 01 derecha	pv04d	1	23,46	23,46	Aluminio 6061 T6	2,23	2,23
Articulación 01 izquierda	pv04i	1	23,46	23,46	Aluminio 6061 T6	2,23	2,23
articulación 02	pv05	1	100,95	100,95	Aluminio 6061 T6	9,59	9,59
Excéntrica	pv06	1	276,49	276,49	Aluminio 6061 T6	26,26	26,26
Protector	pv07	1	11,6	11,6	PEHD	3	3
Pasacables		2	1,63	3,26	PEHD	0,5	1
Soporte eje trasero derecho	pv08	1	34,77	34,77	Aluminio 6061 T6	3,3	3,3
Soporte eje trasero izquierdo	pv09	1	30,6	30,6	Aluminio 6061 T6	2,91	2,91
							4280,08
Amortiguador		1	1020	1020	Varios	3000	3000
Rodamiento 32 mm		8	13,5	108	Varios	4	32
Tornillo 10 mm		14	18	252	Acero forjado	1	14
Tornillo 6 mm		10	4,35	43,5	Acero forjado	0,6	6
Tornillo pasante 12 mm		4	20	80	Acero forjado	1,2	4,8
Tornillo 4 mm		5	3	15	Acero forjado	0,4	2
							3058,97
Total		53		5167,05			7339,05
Costo de ensamblaje							260,95
Utilidades							5900
Precio al usuario							13500

Lista de componentes de la bicicleta modelo PV 01

Pieza o componente	No de piezas	Marca fabricante	Peso total	Costo unitario	Precio total Publico	Costo em-presa
Cuadro VPP	1		5167,05	13500	13500	5800
Horquilla	1	Marzochi, 66 RCV	2895	7500	7500	4500
Buje delantero	1	Sun Ringle Demon 36 radios, eje 20mm	200	1190	1190	714
Buje trasero	1	Sun Ringle Demon 12 X150 mm	420	2156	2156	1293
Aros	2	Sun Ringle Single Track 26"	1180	700	1400	840
Radios	72		700	300	300	180
Cubiertas	2	Maxxis Larssen TT 26 X2.35"	1500	350	700	420
frenos	2	Avid Code 5	1060	1200	2400	1440
Mando pulsador de cambio	1	Sram SX-5	206	150	150	90
Bielas y platos	1	Truvativ Hussefelt	750	1200	1200	720
Eje pedalier	1	Truvativ Howitzer ISIS Drive	365	300	300	180
Cassette	1	Sram PG830 11-31 dientes	300	120	120	72
Desviador trasero	1	Sram SX-5	290	450	450	270
cadena	1	Sram PC48	307 / 114 eslabones	120	120	72
Guia para cadena	1	Truvativ Boxguide	350	350	350	210
Manubrio	1	Truvativ Hussefelt	334	400	400	240
Poste del manubrio	1	Truvativ Hussefelt	203	250	250	150
Poste del asiento	1	Truvativ XR double clamp	300	200	200	120
Asiento	1	WTB	360	350	350	210
Pedales	1	Sun ringle ZUZU	600	350	350	210
Punos	1		100	90	90	54
Camaras	2	Sheng Shing Tire 26 X 2.35"	240	40	80	48
			17817		31556	17833

Costos por pieza del cuadro modelo GB 01

Pieza	Peso gramos	Material	Procesos	Costos material	Costo total
gb01	1729,39	Aluminio 6061 T6	Soldado 59"	1200	1450
			Rectificación en potros de alineamiento	100	
			Endurecimiento térmico	100	
			Pintura	50	
Pipa de dirección	334,99	Aluminio 6061 T6	Costo material	13,79	31,82
			Inyección de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Limpieza para soldadura		
Anclaje g_boxx	340,94	Aluminio 6061 T6	Costo material	13,64	32,39
			Inyección de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Limpieza para soldadura		
Anclaje silleta	257,32	Aluminio 6061 T6	Costo material	10,3	24,44
			Inyección de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Limpieza para soldadura		
Placa embutida derecha	257,5	Aluminio 6061 T6	Costo material	10,3	24,46
			Embutido y troquelado		
			Limpieza para soldadura		
Placa embutida derecha	257,5	Aluminio 6061 T6	Costo material	10,3	24,46
			Embutido y troquelado		
			Limpieza para soldadura		
Tubo diagonal	420,22	Aluminio 6061 T6	Costo material	16,8	39,92
			Corte e hidroformado		
			Limpieza para soldadura		
					1627,49

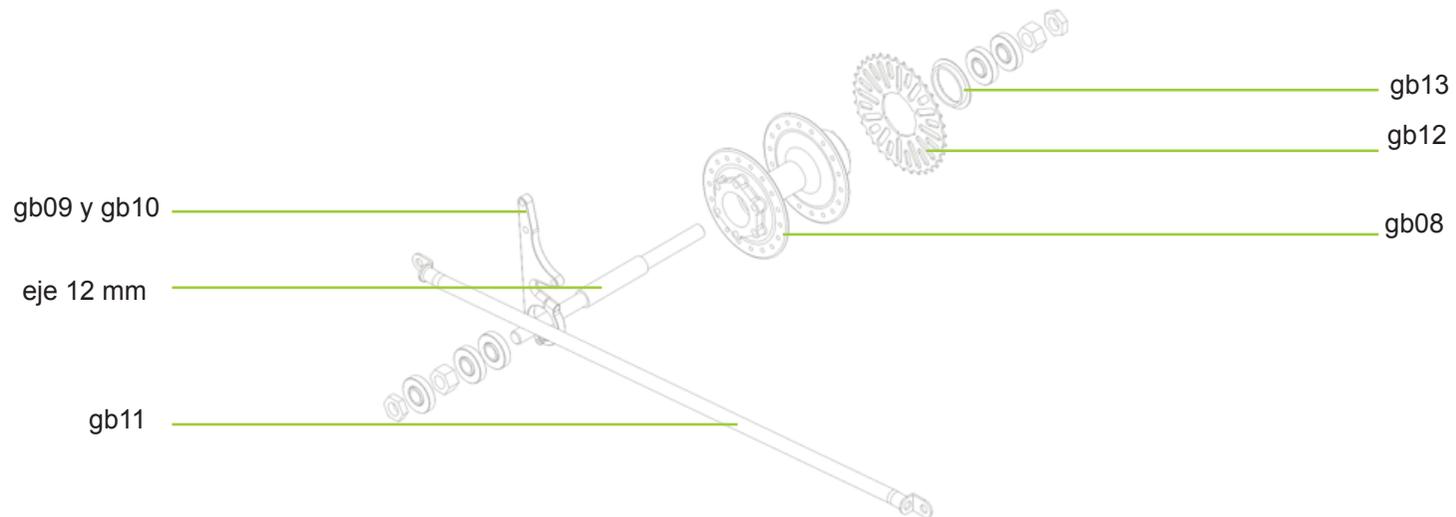
Pieza	Peso gramos	Material	Procesos	Costos material	Costo total
gb02	1312,94	Aluminio 6061 T6	Soldado 27"	540	710
			Rectificación en potros de alineamiento	50	
			Endurecimiento térmico	80	
			Pintura	40	
gb02 - p01	709,84	Aluminio 6061 T6	Costo material	31,93	67,43
			Inyección de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Limpieza para soldadura		
gb02 - p02 (X2 piezas)	208,2	Aluminio 6061 T6	Costo material	8,33	19.78 X2
			Cortado e hidroformado		
			Rectificado y limpieza para soldadura		
Gb02 - p03	34,75	Aluminio 6061 T6	Costo material	1,39	3,3
			Forja de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Limpieza para soldadura		
Gb02 - p04	34,75	Aluminio 6061 T6	Costo material	1,39	3,3
			Forja de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Limpieza para soldadura		
					823,59
Gb03i y gbo3d	33,79	Aluminio 6061 T6	Costo material	1,35	3.21 X2
			Forja de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Anodizado		
gb04	125,49	Aluminio 6061 T6	Inyección de aluminio	5,02	11,92
			Maquinado y rectificado		
			Endurecimiento térmico		
			Anodizado		

Pieza	Peso gramos	Material	Procesos	Costos material	Costo total
Gb05 (2 piezas)	24,13	Aluminio 6061 T6	Forja de aluminio	0,96	2,29
			Maquinado y rectificado		
			Anodizado		
Gb08	52,79	Aluminio 6061 T6	Forja de aluminio	2,11	5,01
			Maquinado y rectificado		
			Anodizado		
Gb09	39,8	Aluminio 6061 T6	Forja de aluminio	1,59	3,78
			Maquinado y rectificado		
Gb10			Pintura		
			Forja de aluminio		
			Maquinado y rectificado		
			Anodizado		
Gb11	53,6	Aluminio 6061 T6	Costo material	2,14	5,09
			Soldadura 4"	32	37
			Pintura	5	
Gb12 estrella	24,41	Aluminio 7005	Troquelado y forja	0,97	2,32
			Anodizado		
Gb13 Tornillo de estrella	17,12	Acero forjado	Forja	2	6
			Rectificado de cuerda		
			Tratamiento anticorrosivo		
Gb14 Buje	284,28	Aluminio 7005	Inyección de aluminio	11,37	23,58
			Maquinado y rectificado		
			Anodizado		

Lista de piezas del cuadro modelo GB 01

Nombre pieza	clave	No de piezas	Peso gramos	Peso total	Material	Costo unitario	Costo total
Cuadro g_boxx	gb01	1	1729,39	1729,39	Aluminio 6061 T6	1627,49	1627,49
Basculante g_boxx	gb02	1	1312,94	1312,94	Aluminio 6061 T6	823,59	823,59
Silleta	vp03	1	346,17	346,17	Aluminio 6061 T6	397,88	397,88
articulación 01 derecha	gb03d	1	33,79	33,79	Aluminio 6061 T6	3,21	3,21
Articulación 01 izquierda	gb03i	1	33,79	33,79	Aluminio 6061 T6	3,21	3,21
articulación 02	gb05	1	125,49	125,49	Aluminio 6061 T6	11,92	11,92
Excéntrica	vp06	1	276,49	276,49	Aluminio 6061 T6	26,26	26,26
Cierre del basculante	gb06	2	24,13	48,26	Aluminio 6061 T6	2,29	4,58
Tensor eje trasero	gb08	2	52,79	105,58	Aluminio 6061 T6	5,01	10,02
Pasacables		2	1,63	3,26	PEHD	0,5	1
Anclaje de la pinza del freno y cierre	gb09, gb10	1	39,8	39,8	Aluminio 6061 T6	3,78	3,78
Liga cuadro anclaje para el freno	gb11	1	53,6	53,6	Aluminio 6061 T6	42,09	42,09
Estrella	gb12	2	24,41	48,82	Aluminio 7005	2,32	4,64
Tuerca estrella	gb13	2	17,12	34,24	Acero forjado	6	12
buje	gb14	1	284,28	284,28	Aluminio 7005	23,58	23,58
							2995,25
Caja g_boxx		1	2355	2355	Varios	5000	5000
Amortiguador		1	1020	1020	Varios	3000	3000
Rodamiento 58 mm		2	35	70	Varios	6	6

Nombre pieza	clave	No de piezas	Peso gramos	Peso total	Material	Costo unitario	Costo total
Rodamiento 25 mm		6	10	60	Varios	3,5	3,5
Tornillo 10 mm		9	18	162	Acero forjado	1	1
Tornillo 6 mm		14	4,35	60,9	Acero forjado	0,6	8,4
Tornillo pasante 12 mm		2	20	40	Acero forjado	1,2	2,4
Tornillo 4 mm		9	3	27	Acero forjado	0,4	3,6
Eje trasero 150 X 12 mm		1	241,83	241,83	Acero forjado	15	15
Balero 32 mm		5	13,5	67,5	Varios	4	20
Tuerca (11.5)		2	21,46	42,92	Acero forjado	0,5	1
Tuerca (6)		2	11,2	22,4	Acero forjado	0,25	0,5
							8561,4
total		74		8652,05			11556,9
Costo de ensamblaje							293.1
Utilidades							7650
Precio al usuario							19500



gb08

gb08

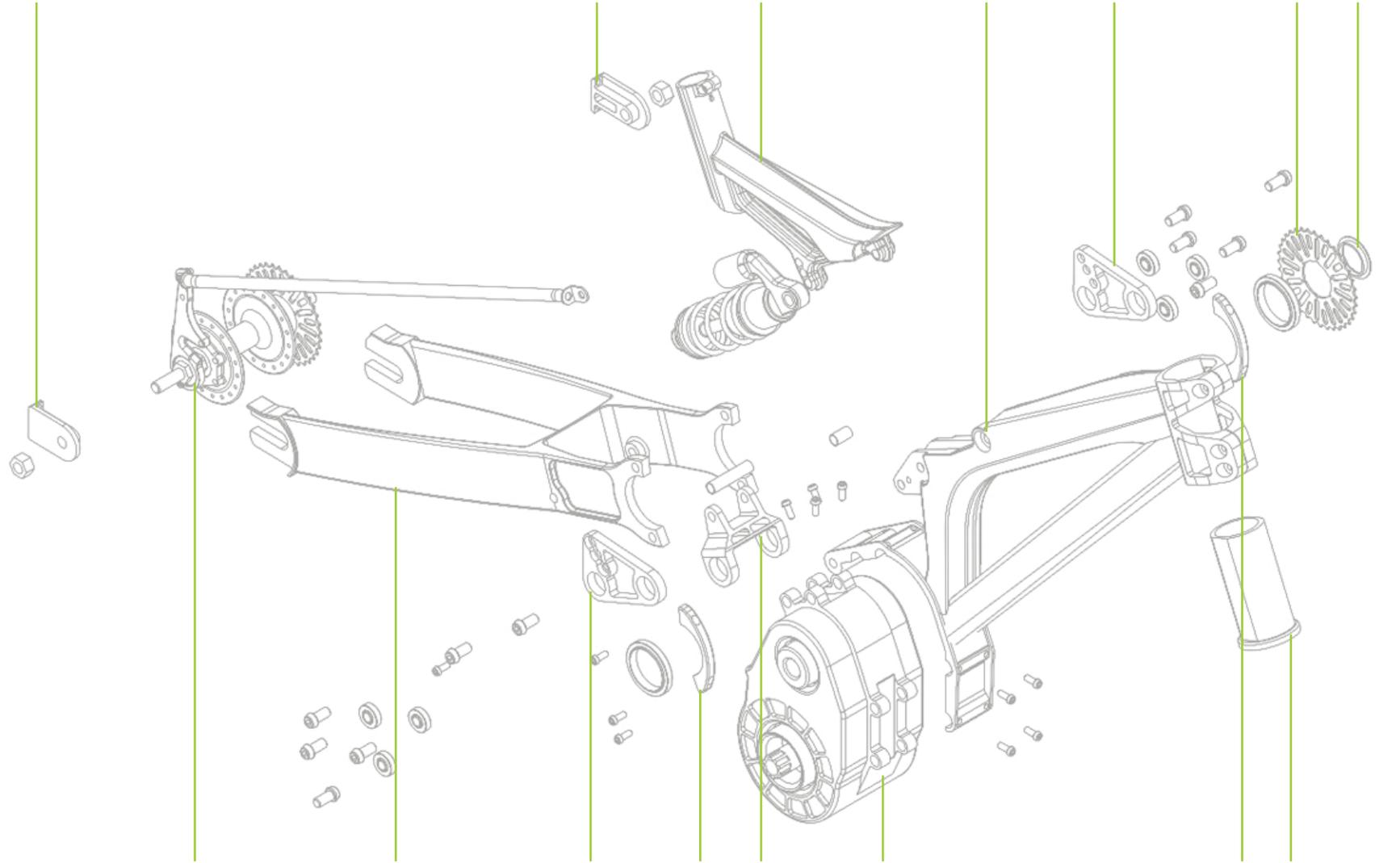
pv03

gb01

gb03i

gb12

gb13



eje trasero

gb02

gb03d

gb05

gb04

caja de transmisión integrada

gb05

pv06

Lista de componentes de la bicicleta modelo GB 01

Pieza o componente	No de piezas	Marca fabricante	Peso total	Costo unitario	Precio total Publico	Costo empresa
Cuadro GB	1		8652,05	18500	18500	11557
Horquilla	1	Marzochi, 66 RCV	2895	7500	7500	4500
Buje delantero	1	Sun Ringle Demon, eje 20mm	200	1190	1190	714
llantas	1	Sun Ringle Single Track 26"	1180	700	1400	840
Radios	72		700	300	300	180
Cubiertas	2	Maxxis Larssen TTI 26 X2.35"	1500	350	700	420
frenos	2	Avid Code 5	1060	1200	2400	1440
Mando pulsador de cambio	1	Sram SX-5	206	150	150	90
Bielas y platos	1	Truvativ Hussefelt	500	1200	1200	720
cadena	1	Sram PC48	307 / 114 eslabones	120	120	72
Manubrio	1	Truvativ Hussefelt	334	400	400	240
Poste del manubrio	1	Truvativ Hussefelt	203	250	250	150
Poste del asiento	1	Truvativ XR double clamp	300	200	200	120
Asiento	1	WTB	360	350	350	210
Pedales	1	Sun Ringle ZUZU	600	350	350	210
Punos	1		100	90	90	54
Camaras	2	Sheng Shing Tire 26 X 2.35"	240	40	80	48
			19687		36180	21565

Costos del proyecto

El análisis de costo de proyecto lo hice en el perfil de consultor. Después de esta primer parte del proyecto seguiría la fabricación de los primeros prototipos, las pruebas y después estaría en una segunda parte de ajuste de las pruebas, para obtener una bicicleta adaptable a las modas de uso y expectativas de los usuarios, en equilibrio con un precio competitivo, en promedio el tiempo que tarda una bicicleta desde sus primeras ideas hasta salir al mercado como producto es de 1 año.

El costo de desarrollo y producción del proyecto, la depreciación de los moldes y costos de producción, y la demanda de mercado, exigen fabricar y comercializar alrededor de 500 unidades al mes para el modelo de pivote virtual VPP y de 300 unidades para el modelo de transmisión integrada G-Boxx, como comparten muchas piezas de la parte delantera y solo existe una talla, es más fácil repartir el costo de investigación entre las unidades vendidas, para obtener un menor precio final,

En un año la producción total sería de 6000 cuadros del modelo VPP y 3600 del modelo G-Boxx, y tendría que rediseñarse para ofrecer un producto más competitivo, puede venderse como unidades de cuadro o como bicicleta armada, en caso de venderse como bicicleta armada, la ganancia también sería como distribuidor de las piezas elegidas, pues en la compra de un volumen importante los precios son de mayorista, los ingresos por la venta de los cuadros (si se vendieran todos) serían aproximadamente de \$ 147,600,000. y las ganancias por estos serían de \$ 73,740,000.

COSTOS			
CONSUMIBLES	PRECIOS UNITARIOS (PU)/48	GASTO PROMEDIO MENSUAL (GPM)	IMPACTO POR HORA
		(CC)(GPM)	GPM / 160
HOJAS CARTA	40	40	0,25
CD	8	40	0,25
TINTAS IMPRESORAS	600	200	1,25
Material para modelos y maquetas		1,200.00	7,5
			9,25
EQUIPO	PRECIOS UNITARIOS (PU)	IMPACTO MENSUAL (IM)	IMPACTO POR HORA
	PU	PU / 48	IM / 160
Computadora	25,000	520,83	3,25
Impresora	6,000	125	0,78
Scanner	2,500	52,08	0,32
Camara digital FOTO	4,000	83,33	0,52
Licencias programas de computo (varios)	100,000	2083,33	13,02
			4,87
GASTOS FIJOS	GASTO MENSUAL		IMPACTO POR HORA
			/ 160
Agua	80	80	0,5
Luz	300	150	0,93
Renta mensual telefono (incluida las llamadas para conexion internet)	250	250	1,56
Larga distancias (promedio)	50	50	0,31
Renta celular	200	200	1,25
INTERNET (renta mensual servicio)	349	349	2,18
Renta	8000	8000	50
			25,48

SUELDO	MENSUAL	IMPACTO POR HORA
Disenador	16,000	100
modelista	12,000	75
		175
TOTAL COSTOS		258,87
UTILIDAD (30% minimo)		77,66
COSTO TOTAL POR HORA		336,53

Investigacion y Analisis de mercado	80
Definicion de perfil de diseno de producto	20
Conceptualizacion y primeras propuestas	120
Analisis de la cinematica de la suspension	40
Definicion de la cinematica de la suspension	60
Diseno	240
Elaboracion de modelos de trabajo	160
Realizacion de planos y modelo virtual	120
Elaboracion de modelo final escala 1:1	160
Elaboracion de documento y presentacion digital	80
total horas	1080
	363452,4

Memoria descriptiva

El proyecto al tener características académicas y con alcances de tesis de licenciatura tiene ciertos límites de definición del producto, que se acordaron y realizaron en diferentes etapas.

Desde que surgió el proyecto como interés personal en el desarrollo de cuadros de bicicletas existe la intención de introducir elementos embutidos y troquelados en la fabricación del cuadro. La definición del mercado se hizo en la primera etapa que consistió en analizar el mercado y las características de uso y peso de los análogos, aquí decidí que la propuesta sería sobre la categoría de las bicicletas de descenso pues eran en las que el peso no era un factor tan importante como en otras categorías, y permitía mayor libertad formal para el estudio de introducción de elementos embutidos y troquelados.

El segunda etapa fue definir las características técnicas de la bicicleta, su geometría y capacidad de las suspensiones, además de identificar los principales problemas con el acoplamiento de los sistemas y subsistemas. Se plantea la posibilidad de realizar el diseño con un sistema de transmisión integrado, pero por cuestiones de costo de este sistema se continúa en paralelo el desarrollo de un cuadro que utilizara el sistema de transmisión estándar. Aquí se definió la ergonomía de la bicicleta pues ya se habían elegido los sistemas que se utilizarían, por lo tanto también el tamaño de los elementos y las capacidades y límite de movimiento adecuado del ciclista, fue de gran apoyo en esta etapa el análisis de las bicicletas que competirían directamente en un nicho de mercado, pues se definieron generalidades y razones para la geometría deseada.

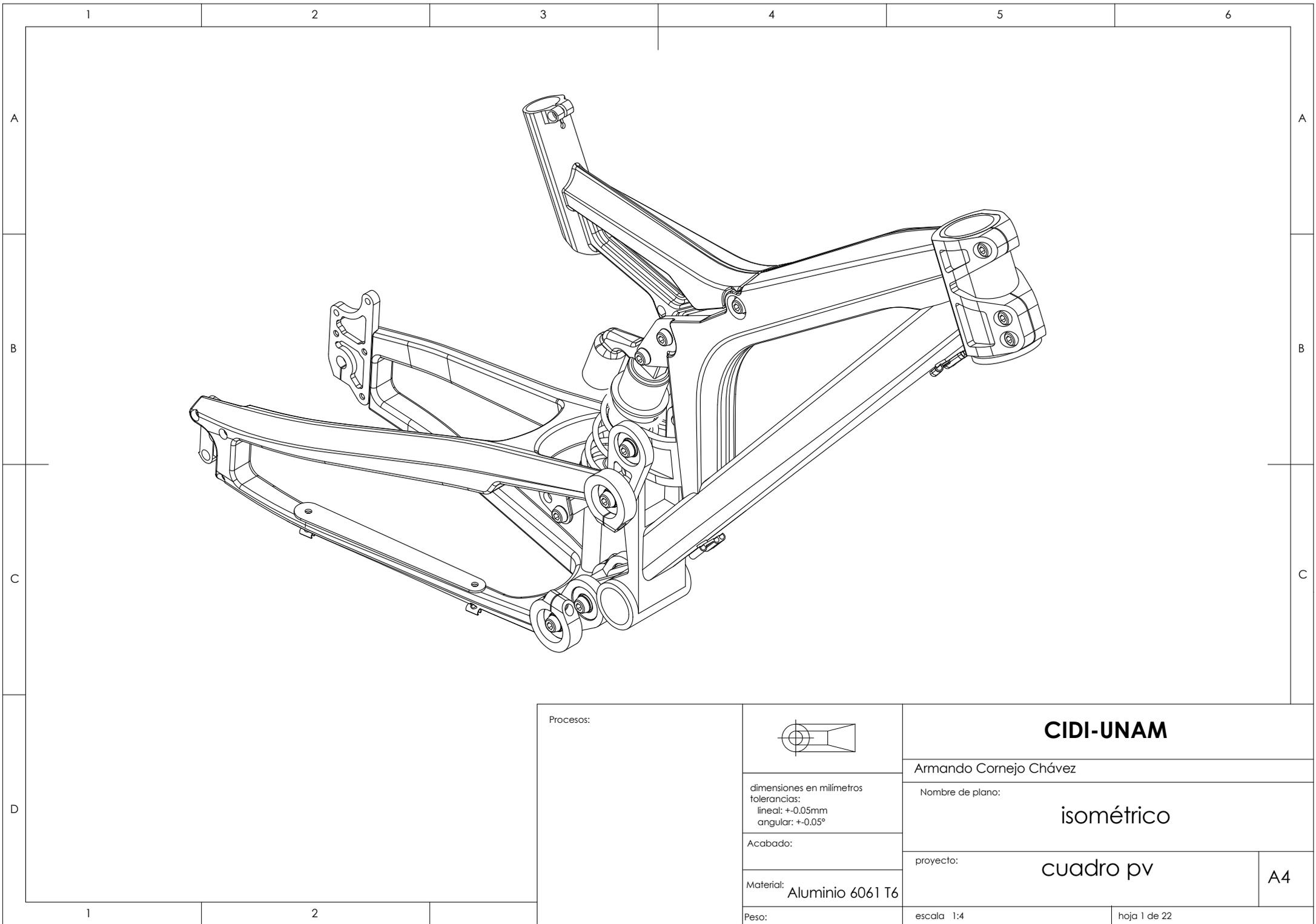
En la tercera etapa se generaron los primeros conceptos conforme a las características ya definidas, se analizaron en lo referente a función, ergonomía estética y producción. Y se eligieron las propuestas que se desarrollarían, aquí surgió la idea de generar dos cuadros con la mitad delantera en común. Dentro de esta tercera etapa se localizaron los principales problemas en cuanto a la configuración de las suspensiones, pues en ellas residía las capacidades de progresividad y funcionamiento cómodo, se definió entonces cual sería el comportamiento ideal de la suspensión y se generaron propuestas que satisficieran

estas nuevas demandas, en esta etapa se finalizó la descripción de la cinemática del cuadro.

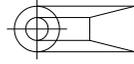
Ya analizadas y elegidas algunas propuestas para desarrollar, en la cuarta etapa se propusieron nuevas configuraciones, respecto a las características deseables y las que no lo eran que se localizaron dentro de la primera fase de desarrollo de conceptos, las nuevas propuestas también se analizaron en cuanto a función y producción, pues la ergonomía ya estaba definida, se eligieron dos que fueron las que se desarrollaron.

En la quinta etapa, tenía dos propuestas son vp,01 y gb,01 a partir de este punto las nuevas configuraciones solo obedecieron a la integración formal dentro de las características definidas y conforme a las características visuales nombradas en el perfil de producto.

La sexta etapa comprendió el desarrollo y valoración de los planos por pieza, y se afinaron detalles de producción como las salidas de moldes más simples y la reducción de piezas soldadas para obtener las piezas principales, además se elaboró el documento y el modelo. En el apéndice se pueden ver fotos de la elaboración del modelo.



Procesos:



dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
 angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material: **Aluminio 6061 T6**

Peso:

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

isométrico

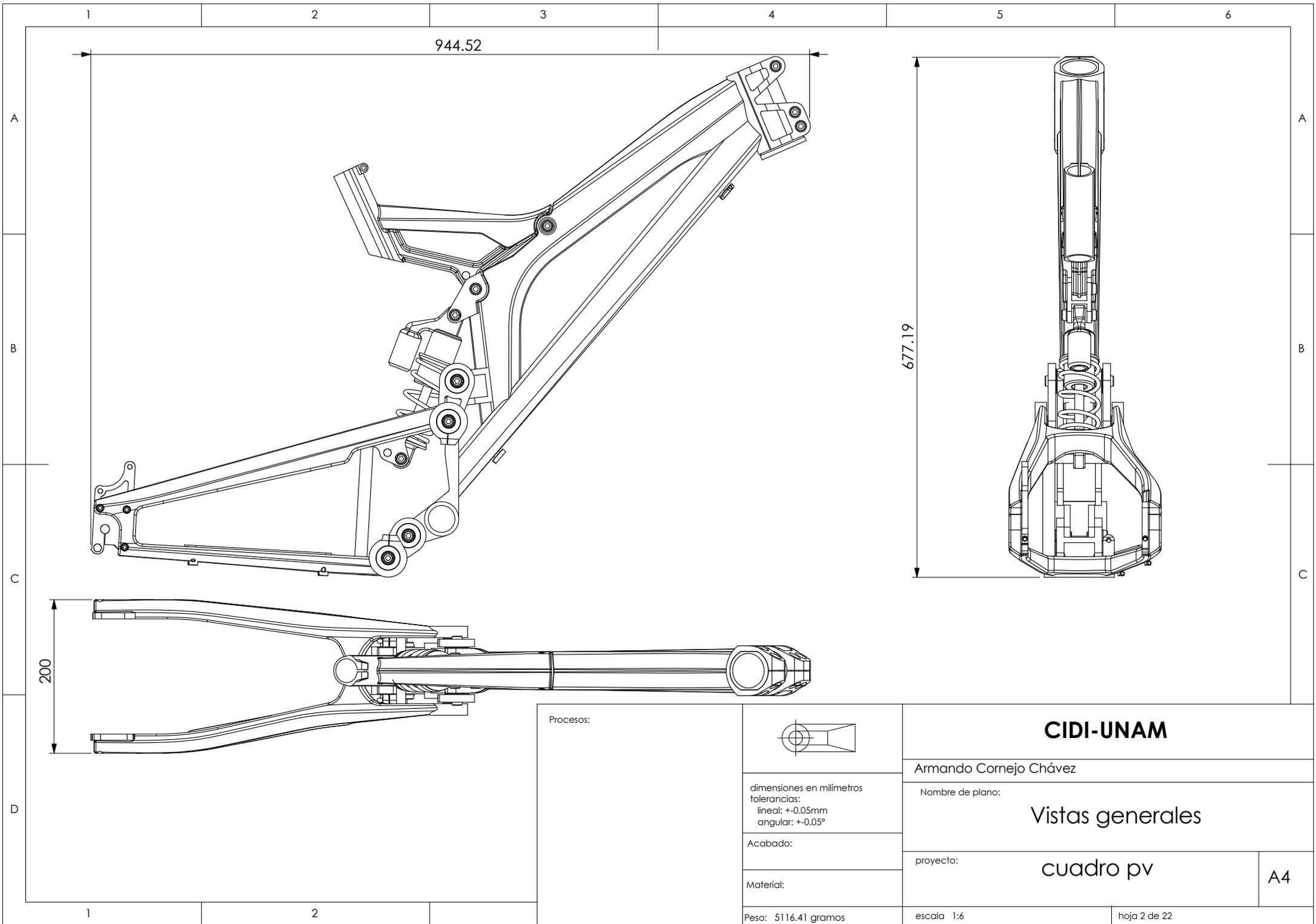
proyecto:

cuadro pv

A4

escala 1:4

hoja 1 de 22

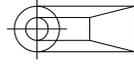


944.52

677.19

200

Procesos:



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material:

Peso: 5116.41 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales

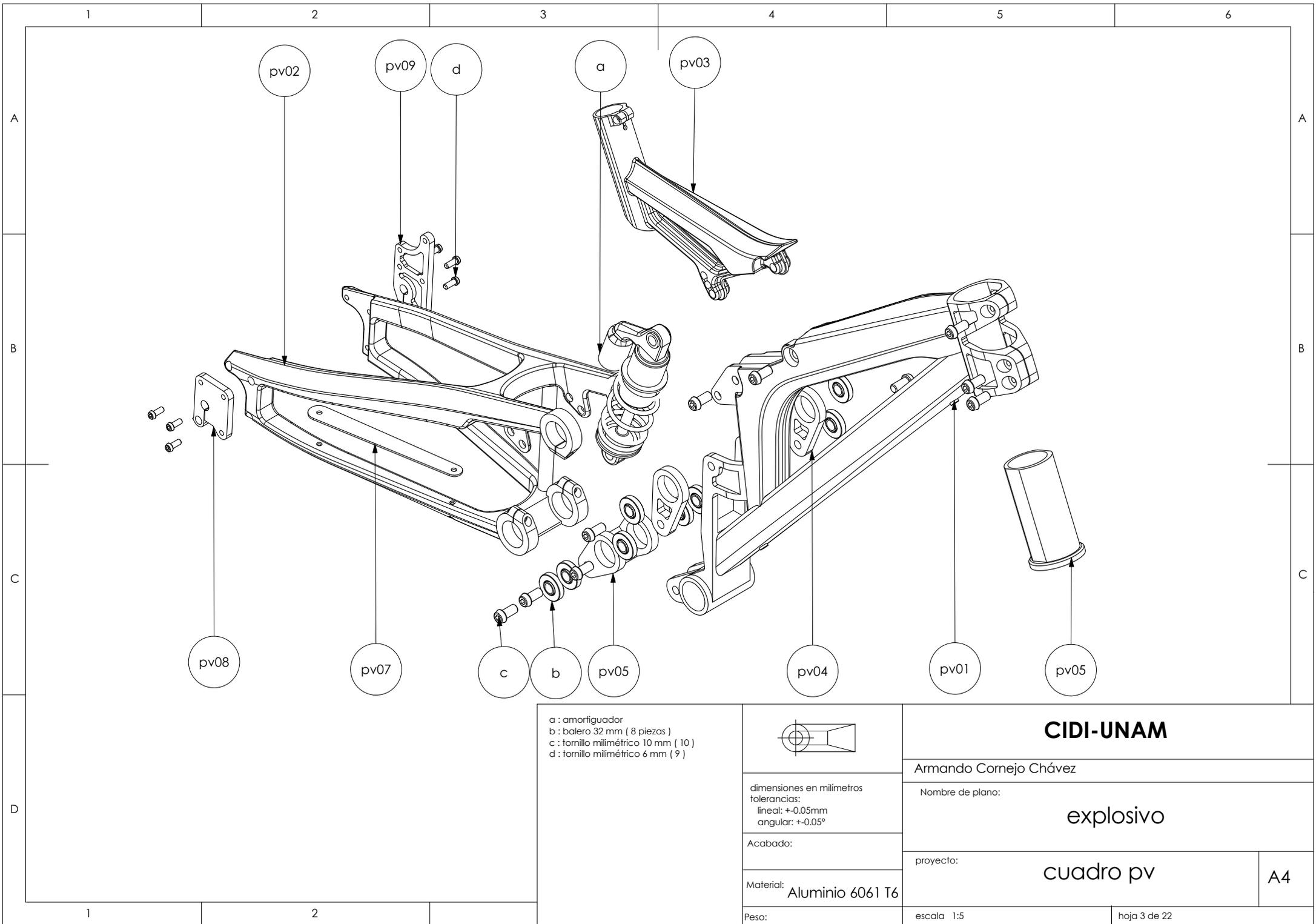
proyecto:

cuadro pv

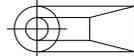
A4

escala 1:6

hoja 2 de 22



- a : amortiguador
- b : balero 32 mm (8 piezas)
- c : tornillo milimétrico 10 mm (10)
- d : tornillo milimétrico 6 mm (9)



dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
 angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material: Aluminio 6061 T6

Peso:

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

explosivo

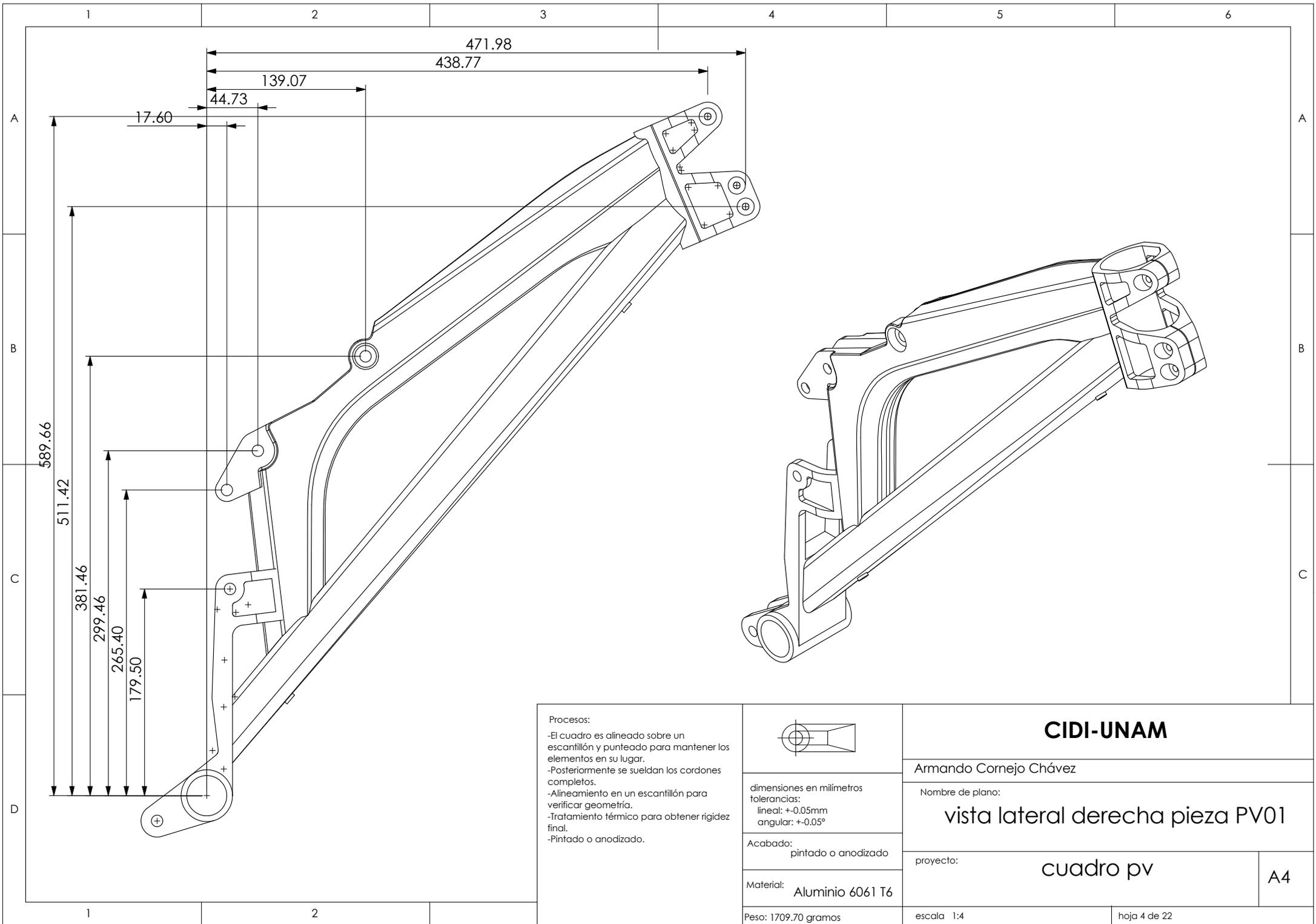
proyecto:

cuadro pv

A4

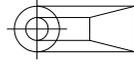
escala 1:5

hoja 3 de 22

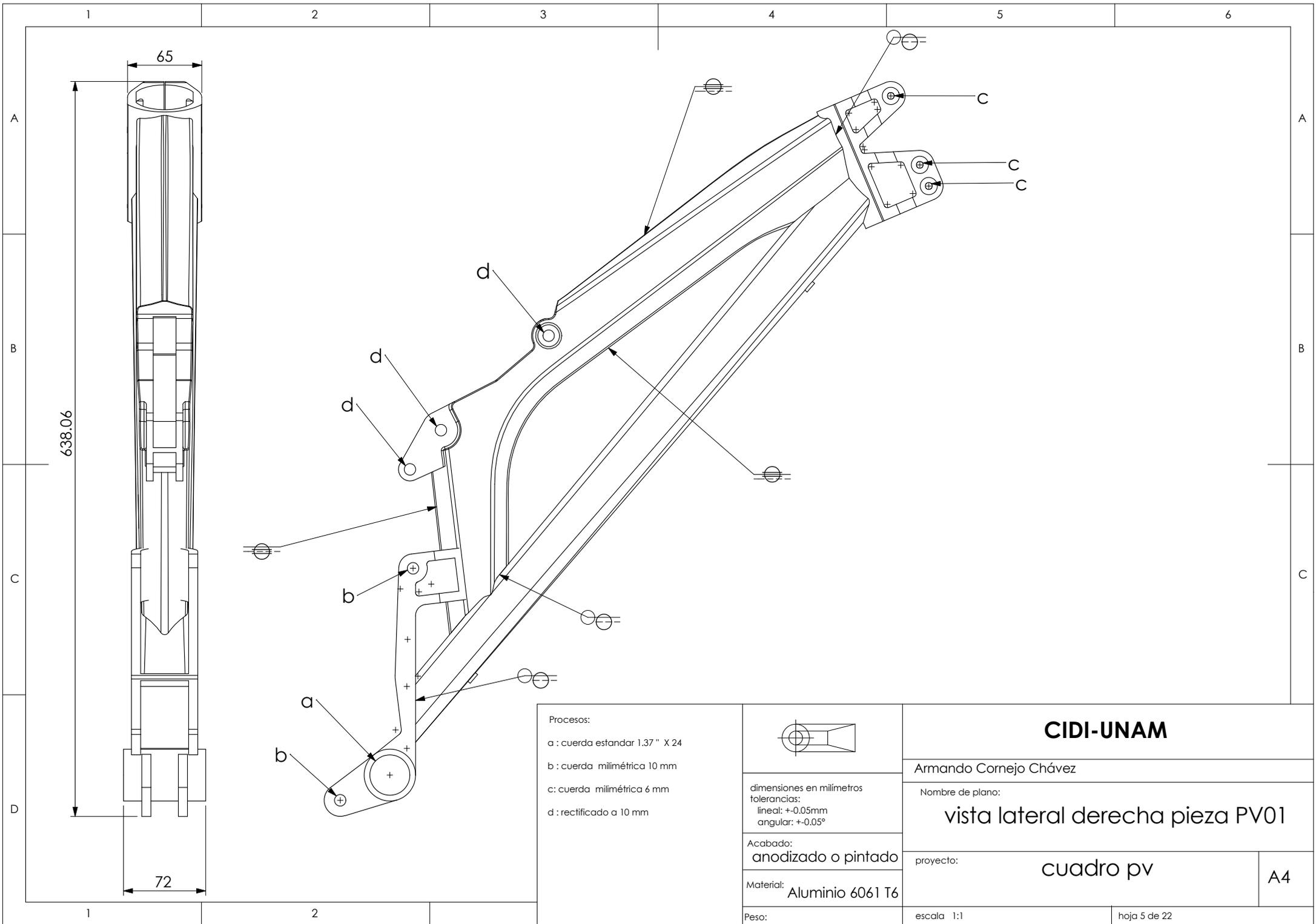


Procesos:

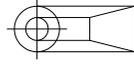
- El cuadro es alineado sobre un escantillón y punteado para mantener los elementos en su lugar.
- Posteriormente se soldan los cordones completos.
- Alineamiento en un escantillón para verificar geometría.
- Tratamiento térmico para obtener rigidez final.
- Pintado o anodizado.


 dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
 angular: $\pm 0.05^\circ$
 Acabado:
 pintado o anodizado
 Material:
 Aluminio 6061 T6
 Peso: 1709.70 gramos

CIDI-UNAM	
Armando Cornejo Chávez	
Nombre de plano: vista lateral derecha pieza PV01	
proyecto:	cuadro pv
escala: 1:4	A4
hoja 4 de 22	

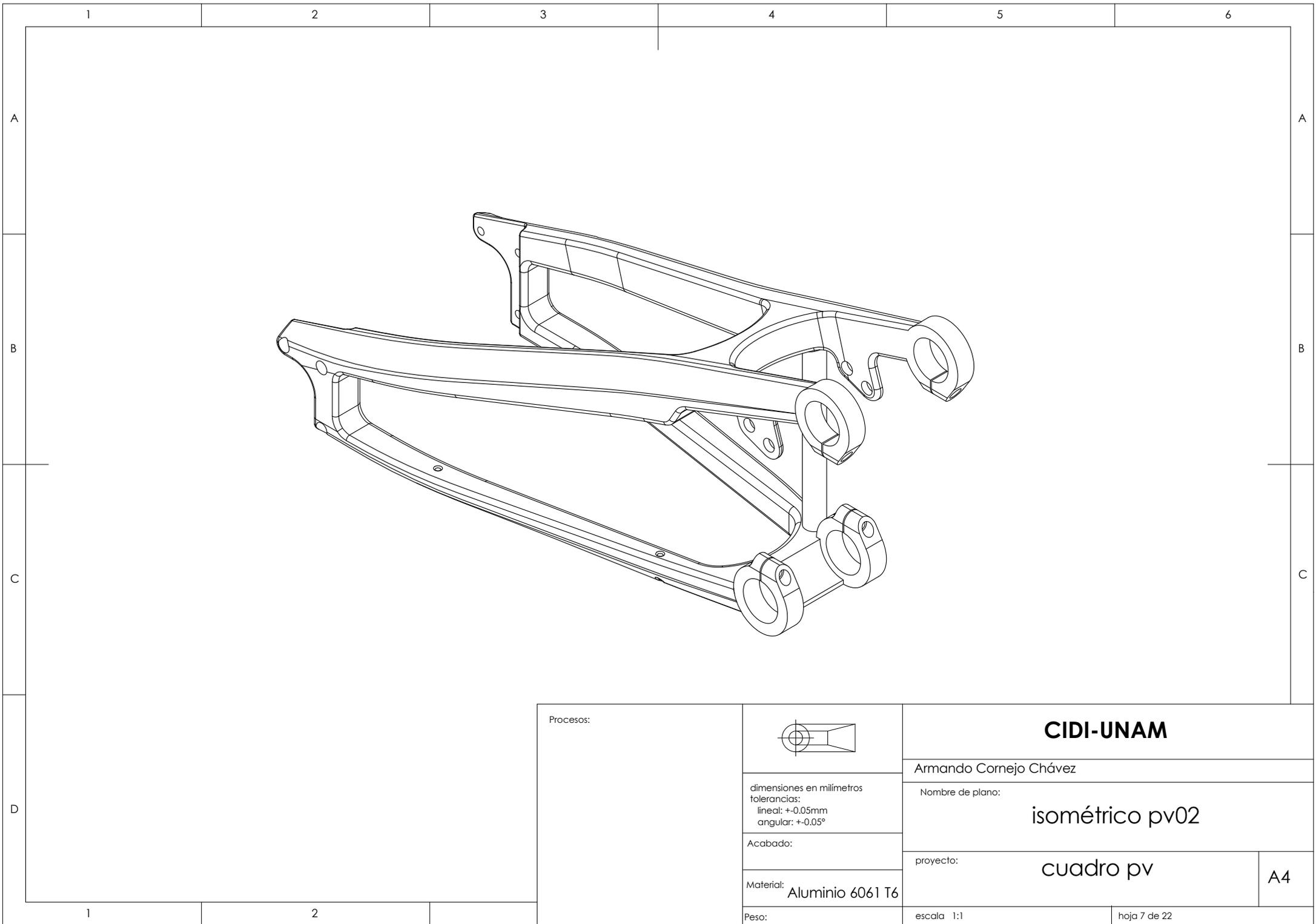


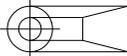
Procesos:
 a : cuerda estandar 1.37" X 24
 b : cuerda milimétrica 10 mm
 c: cuerda milimétrica 6 mm
 d : rectificado a 10 mm

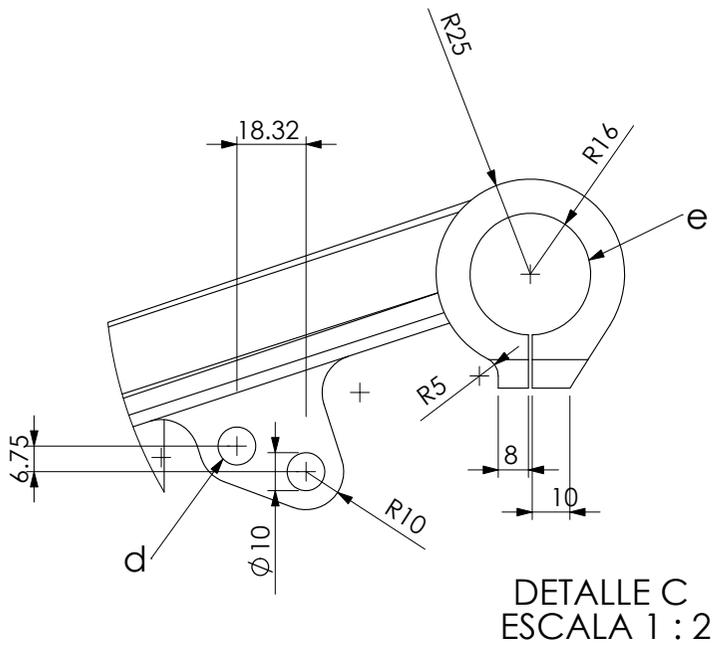
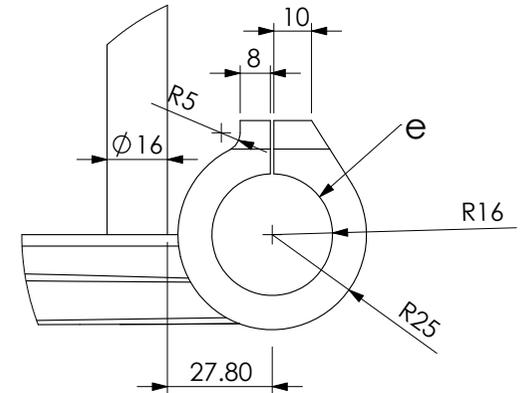
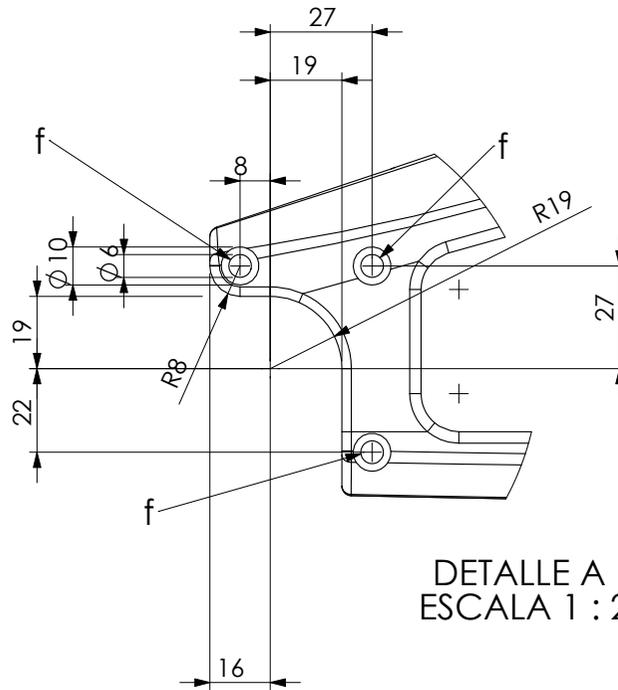
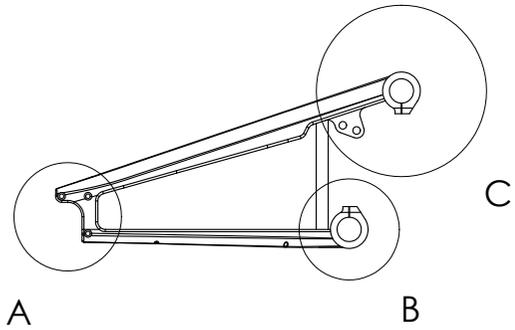

 dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: +0.05mm
 angular: +0.05°
 Acabado:
 anodizado o pintado
 Material:
 Aluminio 6061 T6
 Peso:

CIDI-UNAM	
Armando Cornejo Chávez	
Nombre de plano: vista lateral derecha pieza PV01	
proyecto:	cuadro pv
escala 1:1	hoja 5 de 22

A4



Procesos:		CIDI-UNAM	
		Armando Cornejo Chávez	
	dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: $\pm 0.05\text{mm}$ angular: $\pm 0.05^\circ$	Nombre de plano: isométrico pv02	
	Acabado:	proyecto:	cuadro pv
Material:	Aluminio 6061 T6		
Peso:	escala 1:1	hoja 7 de 22	

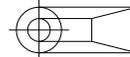


Procesos:

d : rectificado a 10 mm

e : rectificado a 32 mm

f : rectificado a 7 mm



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado:

Material: Aluminio 6061 T6

Peso:

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

detalles pieza pv02

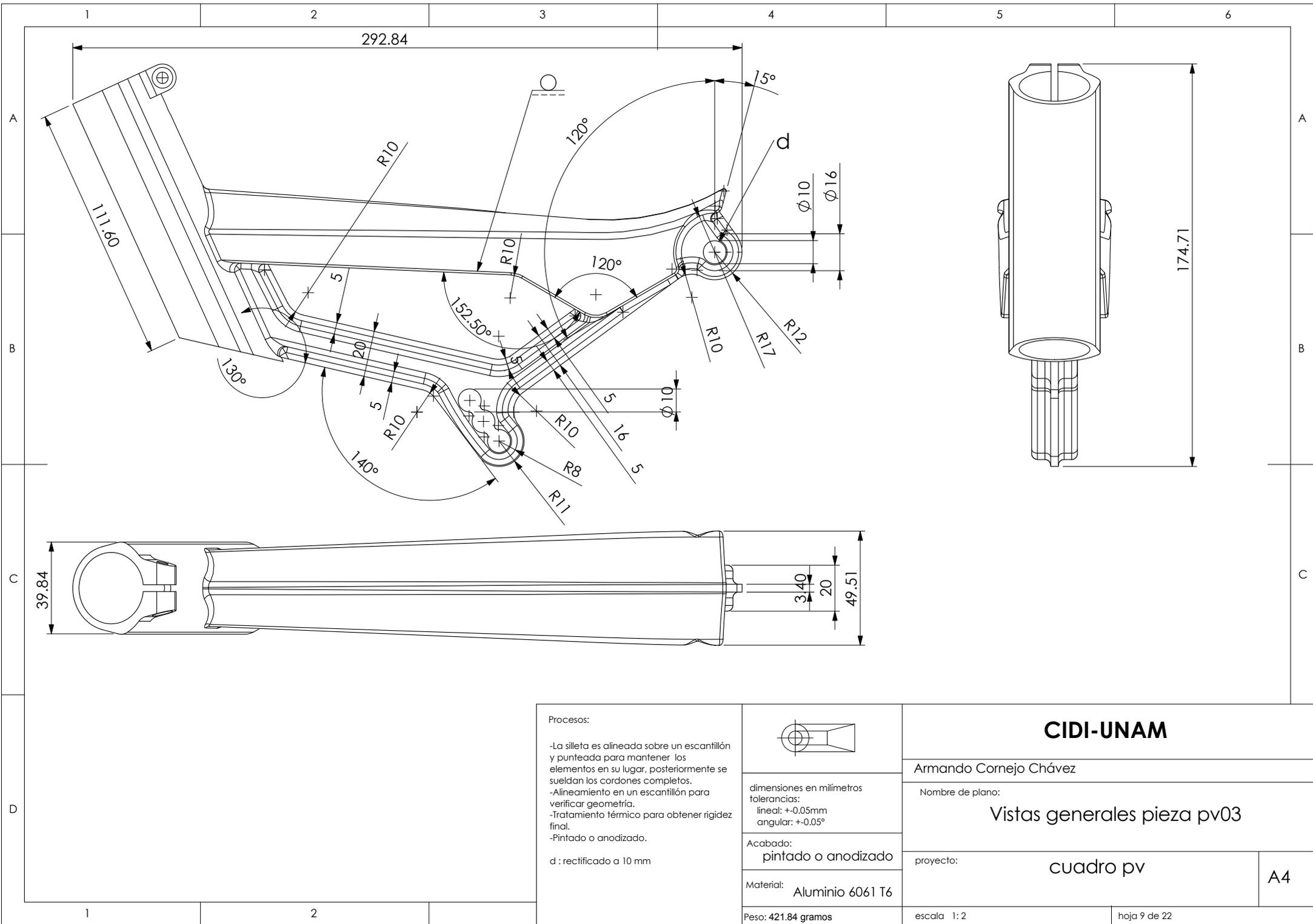
proyecto:

cuadro pv

A4

escala

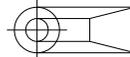
hoja 8 de 22



Procesos:

- La silleta es alineada sobre un escantillón y punteada para mantener los elementos en su lugar, posteriormente se sueldan los cordones completos.
- Alineamiento en un escantillón para verificar geometría.
- Tratamiento térmico para obtener rigidez final.
- Pintado o anodizado.

d : rectificado a 10 mm



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:
pintado o anodizado

Material:
Aluminio 6061 T6

Peso: **421.84 gramos**

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza pv03

proyecto:

cuadro pv

A4

escala 1:2

hoja 9 de 22

1 2 3 4 5 6

A

A

B

B

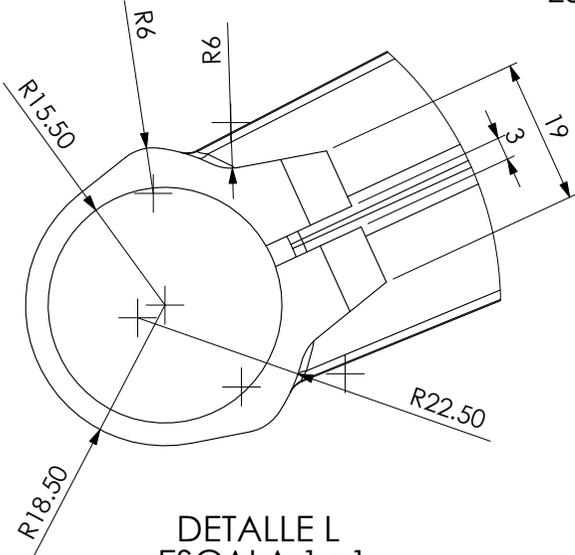
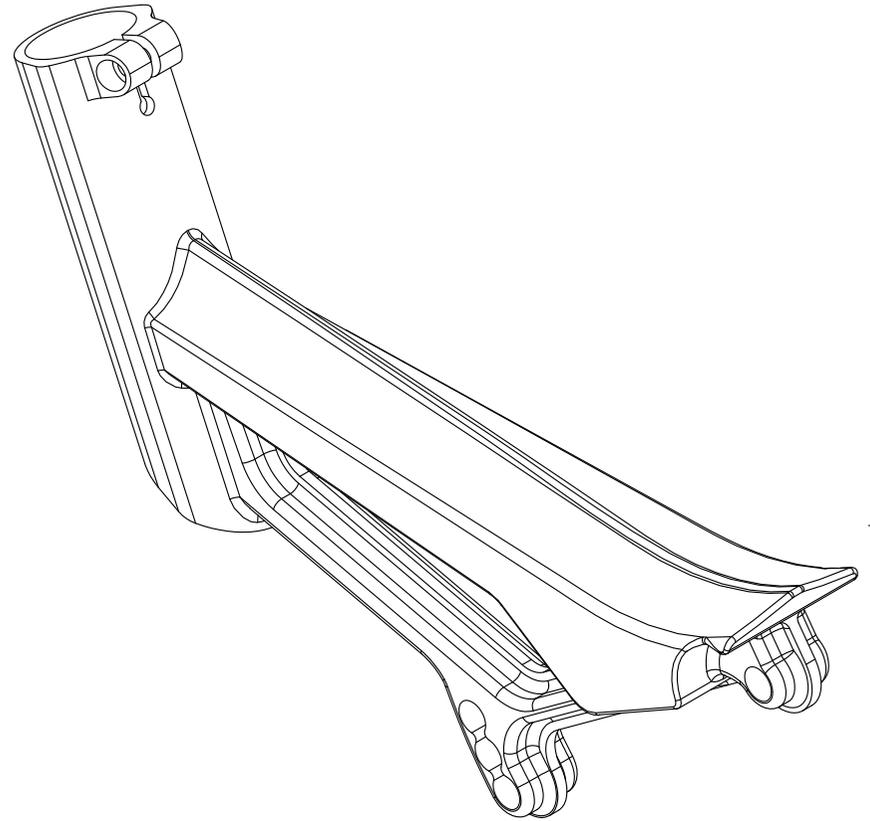
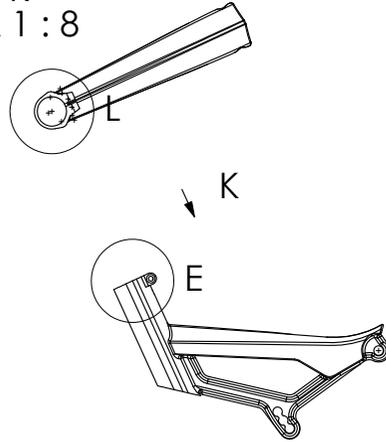
C

C

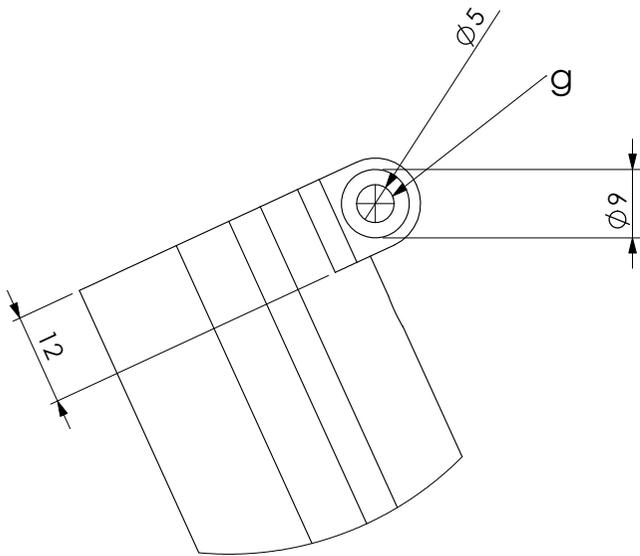
D

D

VISTA K
ESCALA 1 : 8

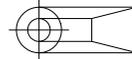


DETALLE L
ESCALA 1 : 1



DETALLE E
ESCALA 1 : 1

Procesos:
g : cuerda milimétrica 5 mm



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado:

Material: Aluminio 6061 T6

Peso:

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

detalles sileta pv03

proyecto:

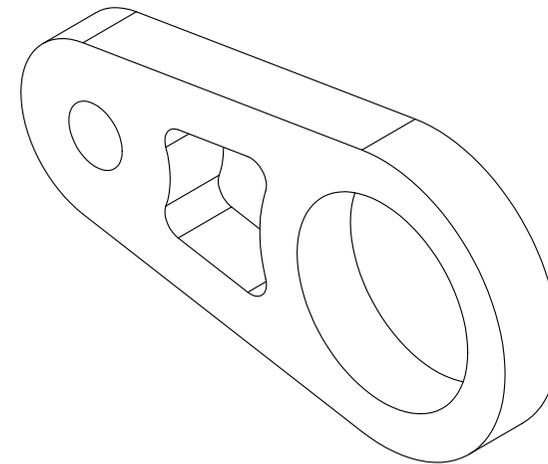
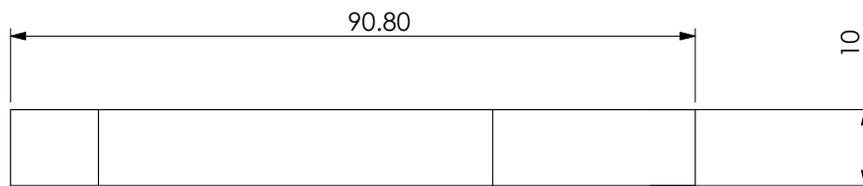
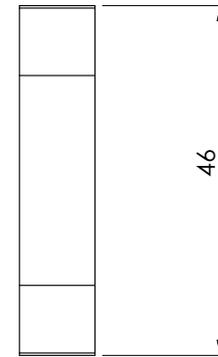
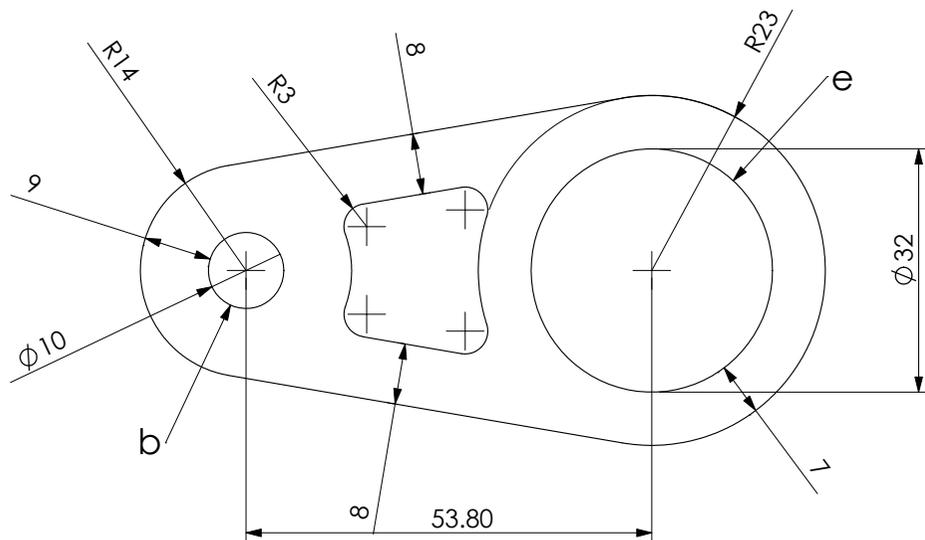
cuadro pv

A4

escala 1:1

hoja 10 de 22

1 2

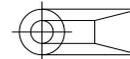


Procesos:

- La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
- Rectificado de las cuerdas milimétricas (10mm).
- Rectificado de los espacios para los rodamientos (32mm).
- Tratamiento térmico.
- Anodizado.

b : cuerda milimétrica 10 mm

e : rectificado a 32 mm



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +- 0.05 mm
angular: +- 0.05°

Acabado: **Anodizado**

Material: **Aluminio 6061 T6**

Peso: 51.97 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pv04d y pv04i

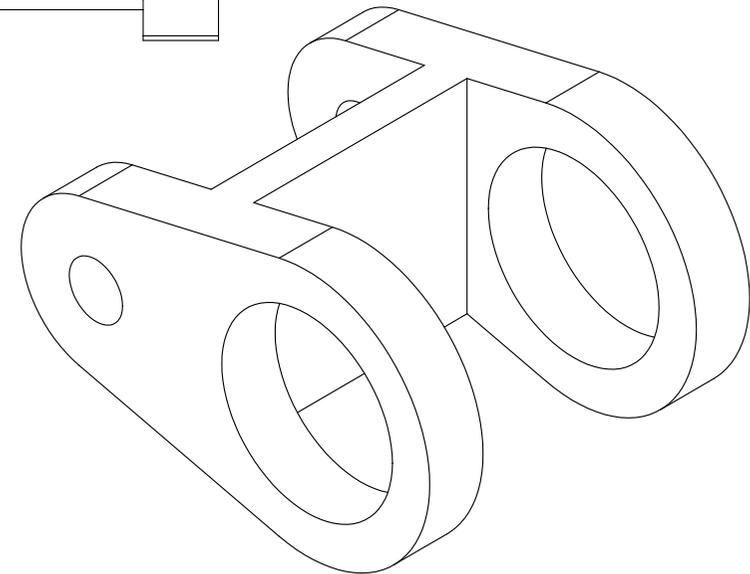
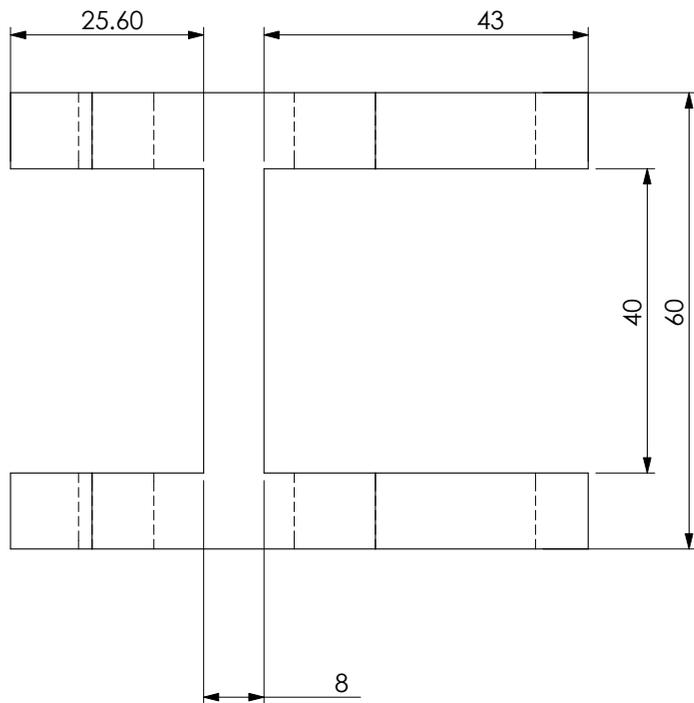
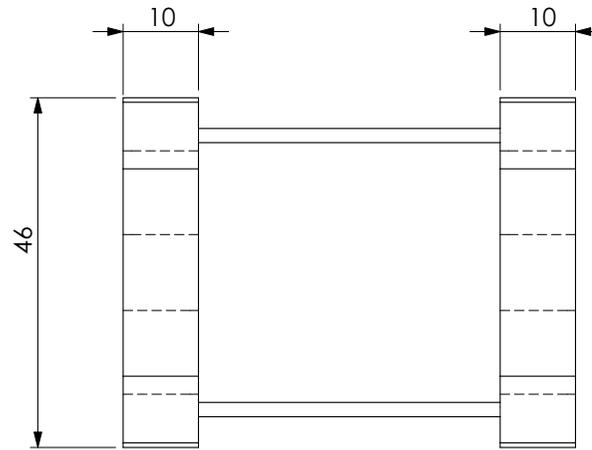
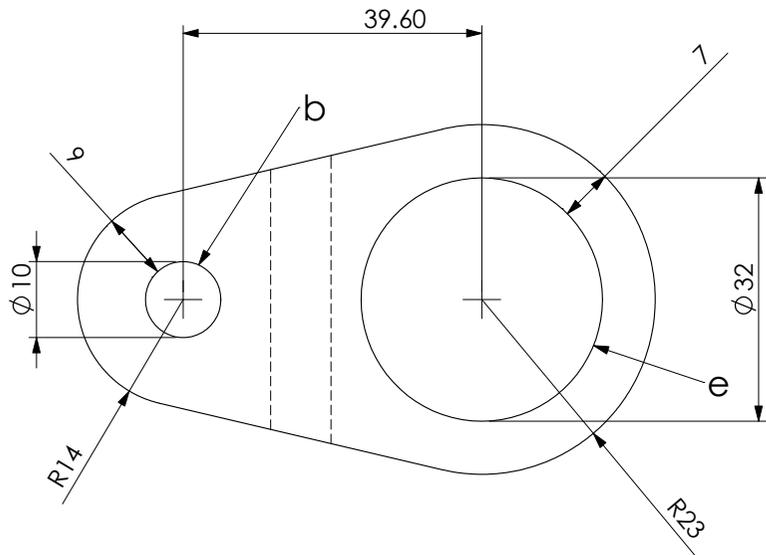
proyecto:

cuadro pv

A4

escala 1:1

hoja 11 de 22



Procesos:

- La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
- Rectificado de las cuerdas milimétricas (10mm).
- Rectificado de los espacios para los rodamientos (32mm).
- Tratamiento térmico.
- Anodizado.

d : cuerda milimétrica 10 mm

e : rectificado a 32 mm



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: + 0.05mm
angular: +- 0.05°

Acabado: Anodizado

Material: Aluminio 6061 T6

Peso: 126.13 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza pv06

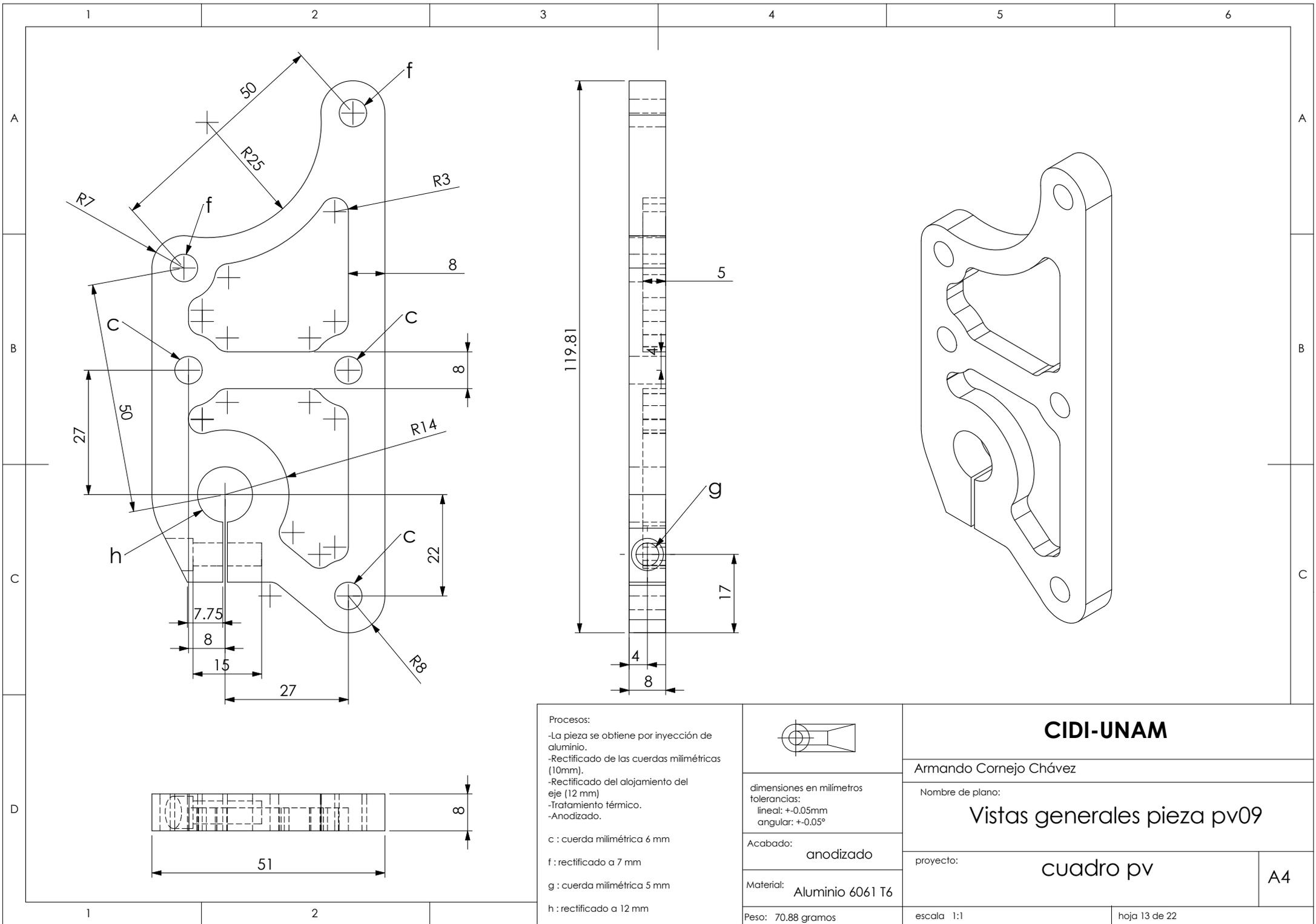
proyecto:

cuadro pv

A4

escala 1:1

hoja 12 de 22



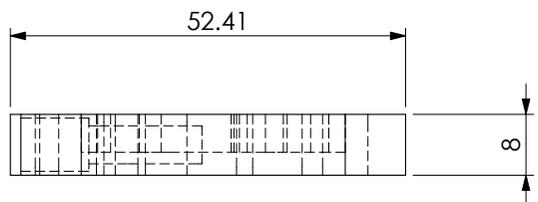
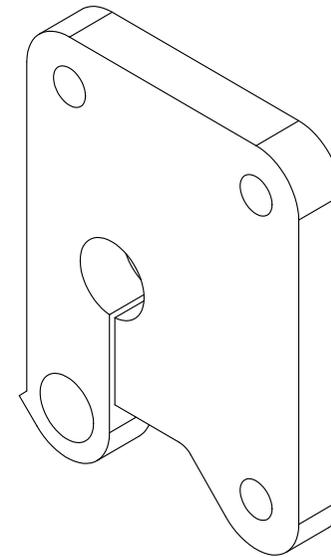
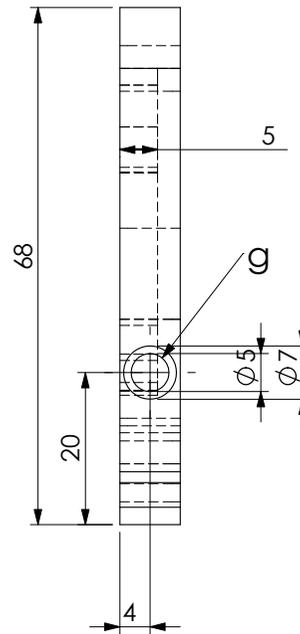
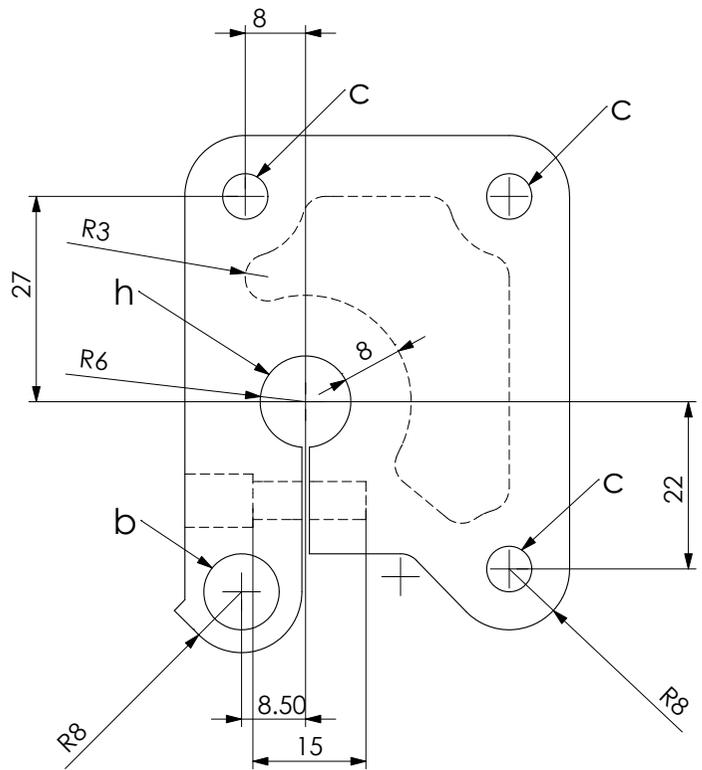
Procesos:
 -La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
 -Rectificado de las cuerdas milimétricas (10mm).
 -Rectificado del alojamiento del eje (12 mm)
 -Tratamiento térmico.
 -Anodizado.

c : cuerda milimétrica 6 mm
 f : rectificado a 7 mm
 g : cuerda milimétrica 5 mm
 h : rectificado a 12 mm

dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: +0.05mm angular: +0.05°
Acabado: anodizado
Material: Aluminio 6061 T6
Peso: 70.88 gramos

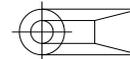
CIDI-UNAM	
Armando Cornejo Chávez	
Nombre de plano: Vistas generales pieza pv09	
proyecto:	cuadro pv
escala: 1:1	hoja 13 de 22

A4



Procesos:
 -La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
 -Rectificado de las cuerdas milimétricas (10mm).
 -Rectificado del anclaje para el eje de la masa (12mm).
 -Tratamiento térmico.
 -Anodizado.

b : cuerda milimétrica 10 mm
 c : cuerda milimétrica 6 mm
 g : cuerda milimétrica 5 mm
 h : rectificado a 12 mm



dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: +0.05mm
 angular: +0.05°

Acabado:
Anodizado

Material:
Aluminio 6061 T6

Peso: 48.67 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza pv08

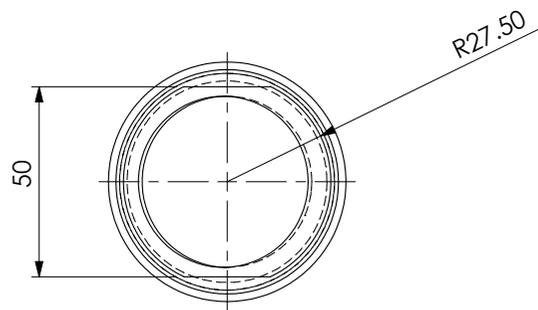
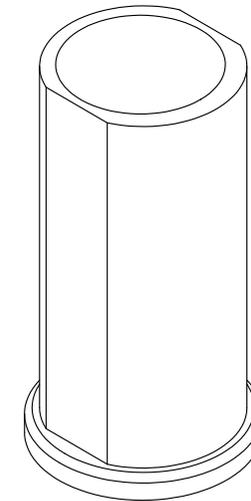
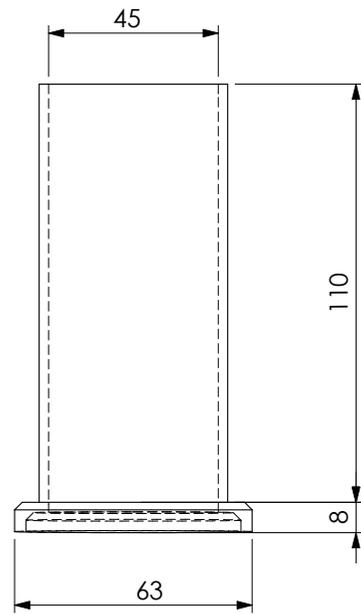
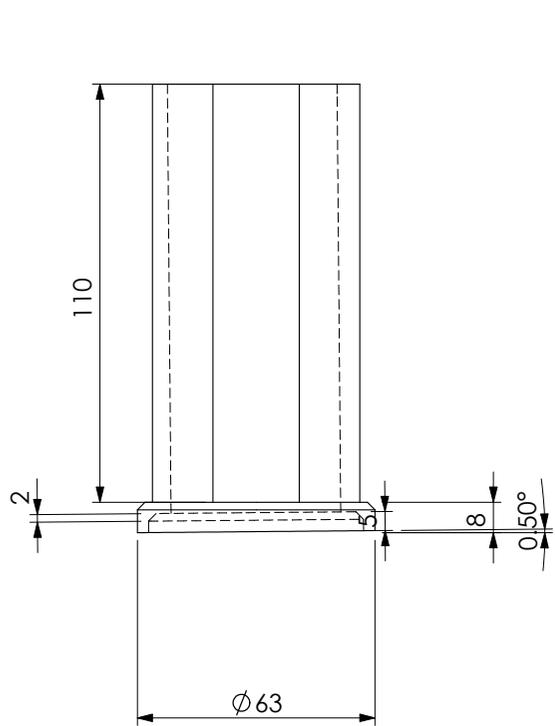
proyecto:

cuadro pv

A4

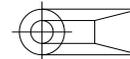
escala 1:1

hoja 14 de 22



Procesos:

- La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
- Rectificado de los espacios para los rodamientos de la dirección (ahead set)
- Rectificado de las caras de apoyo de la horquilla y del poste para manubrio.
- Tratamiento térmico.
- Anodizado.



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado: Anodizado

Material: Aluminio 6061 T6

Peso: 229.11 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza pv06

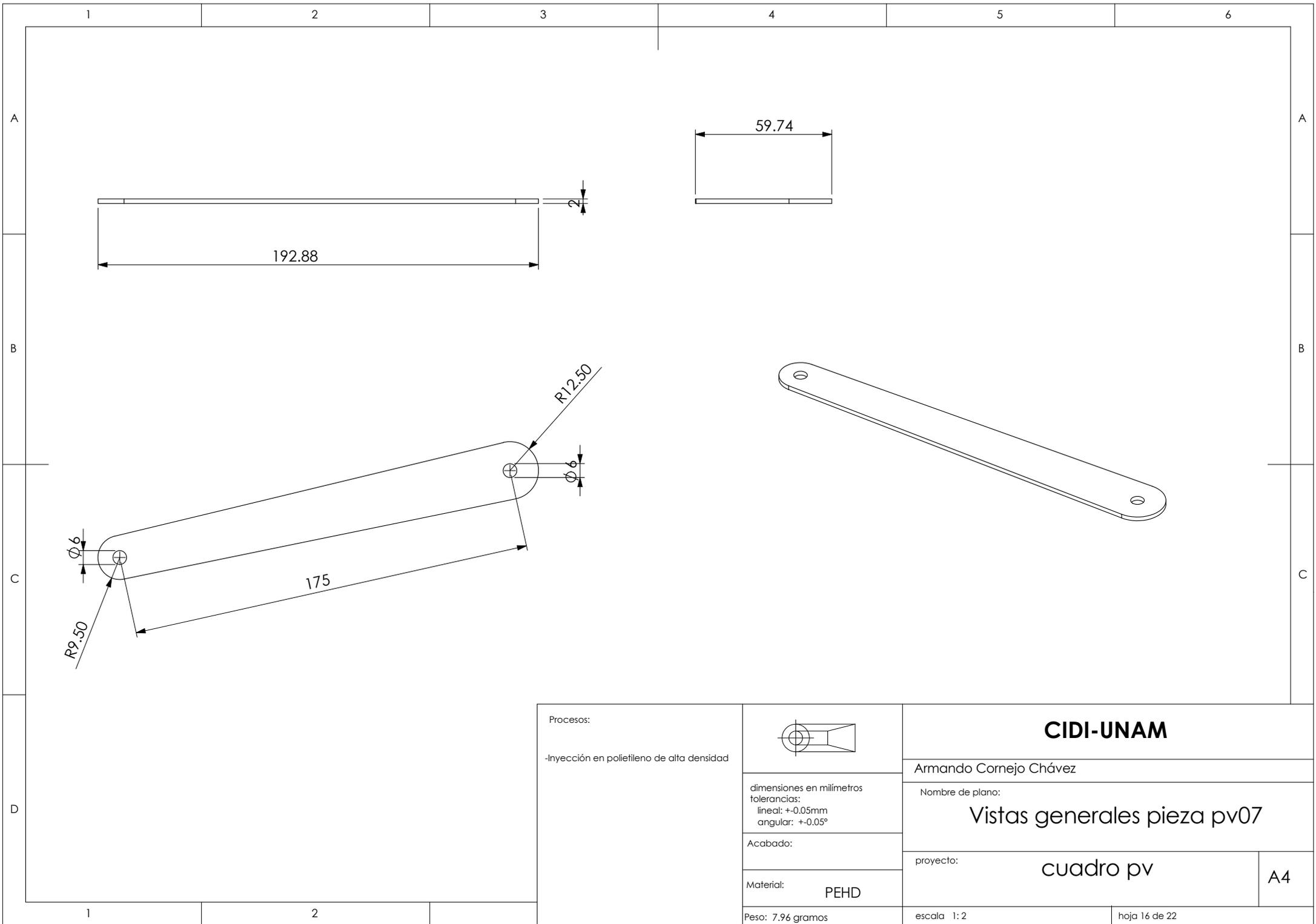
proyecto:

cuadro pv

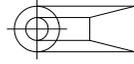
A4

escala 1:2

hoja 15 de 22



Procesos:
-inyección en polietileno de alta densidad



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material: **PEHD**

Peso: 7.96 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza pv07

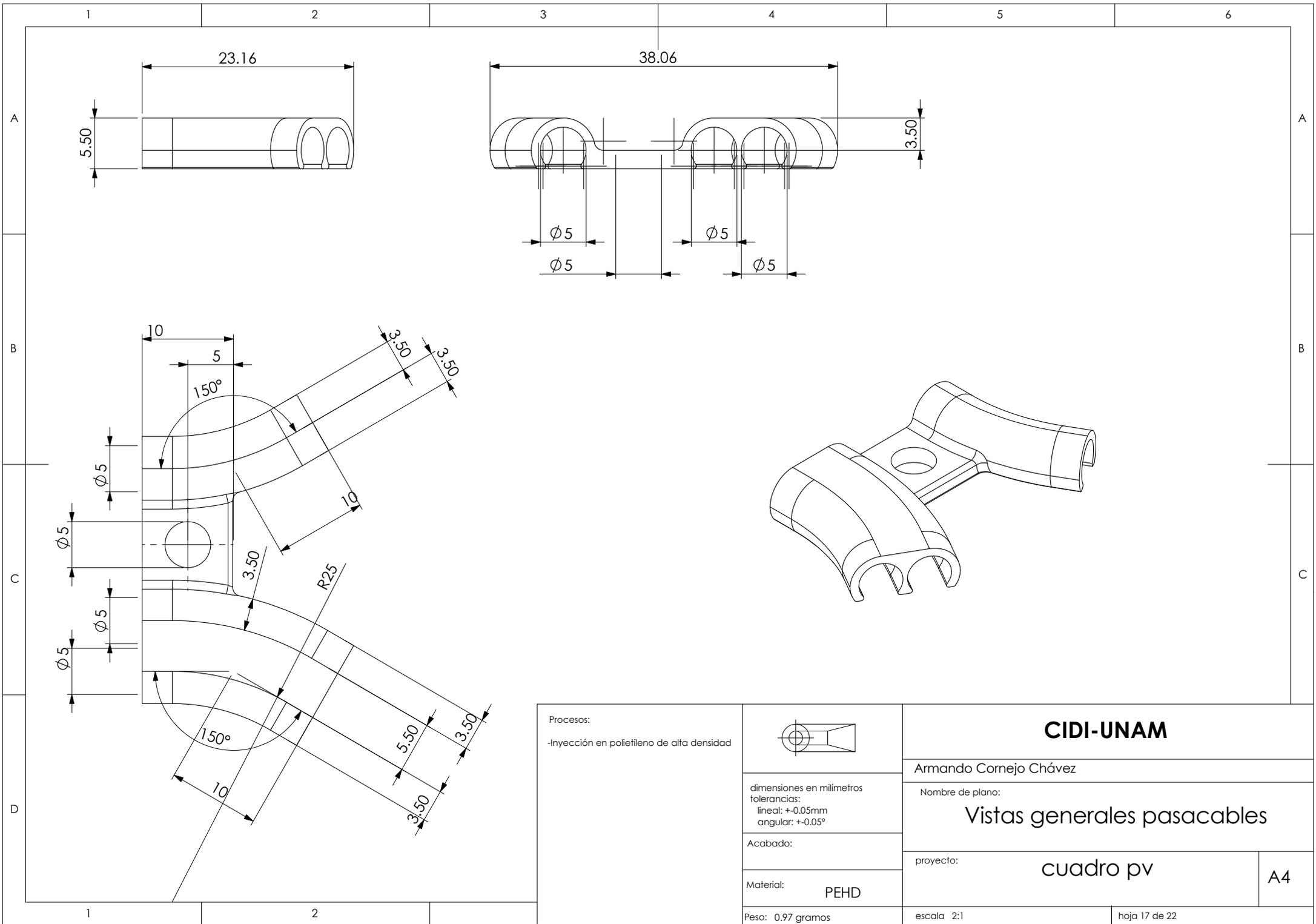
proyecto:

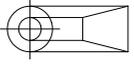
cuadro pv

A4

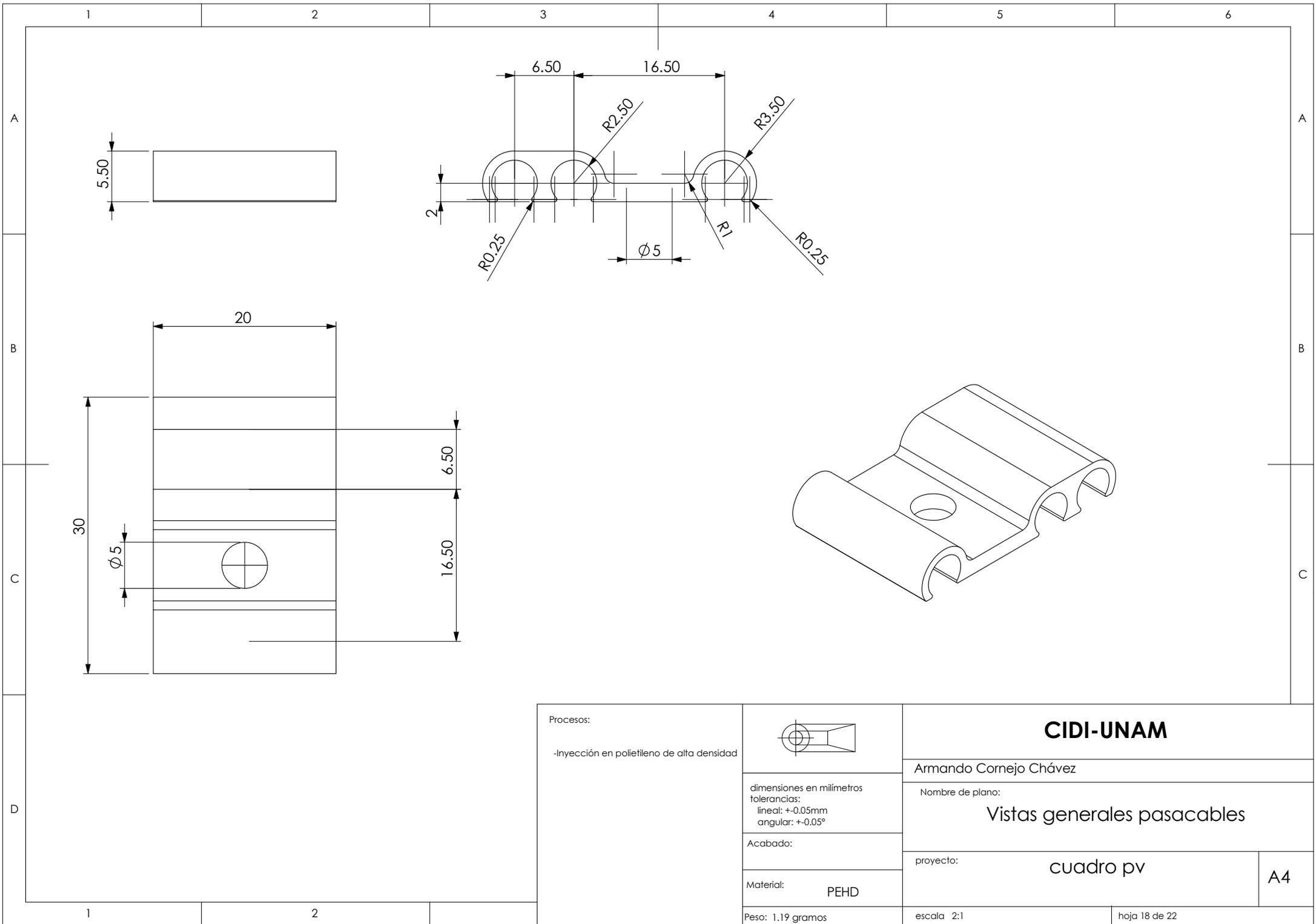
escala 1:2

hoja 16 de 22

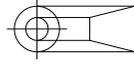


Procesos: -Inyección en polietileno de alta densidad		CIDI-UNAM	
		Armando Cornejo Chávez	
dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: $\pm 0.05\text{mm}$ angular: $\pm 0.05^\circ$	Acabado:	Nombre de plano: Vistas generales pasacables	
		Material: PEHD	proyecto: cuadro pv
Peso: 0.97 gramos	escala: 2:1		hoja 17 de 22

A4



Procesos:
-Inyección en polietileno de alta densidad



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material: PEHD

Peso: 1.19 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pasacables

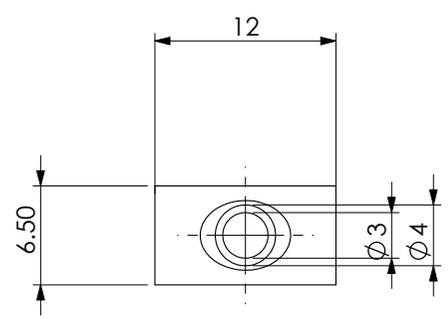
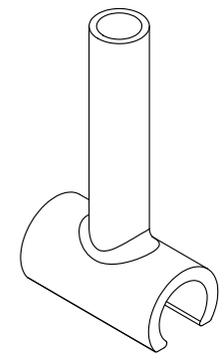
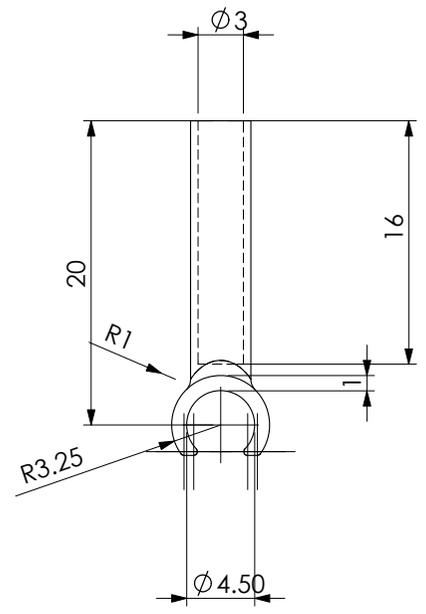
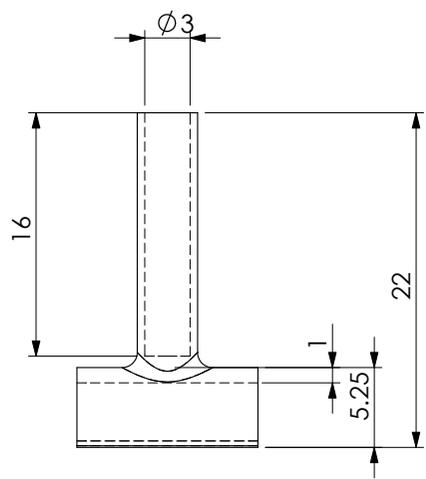
proyecto:

cuadro pv

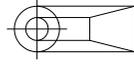
A4

escala 2:1

hoja 18 de 22



Procesos:
-Inyección en polietileno de alta densidad



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado:

Material: PEHD

Peso: 0.24 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pasacables

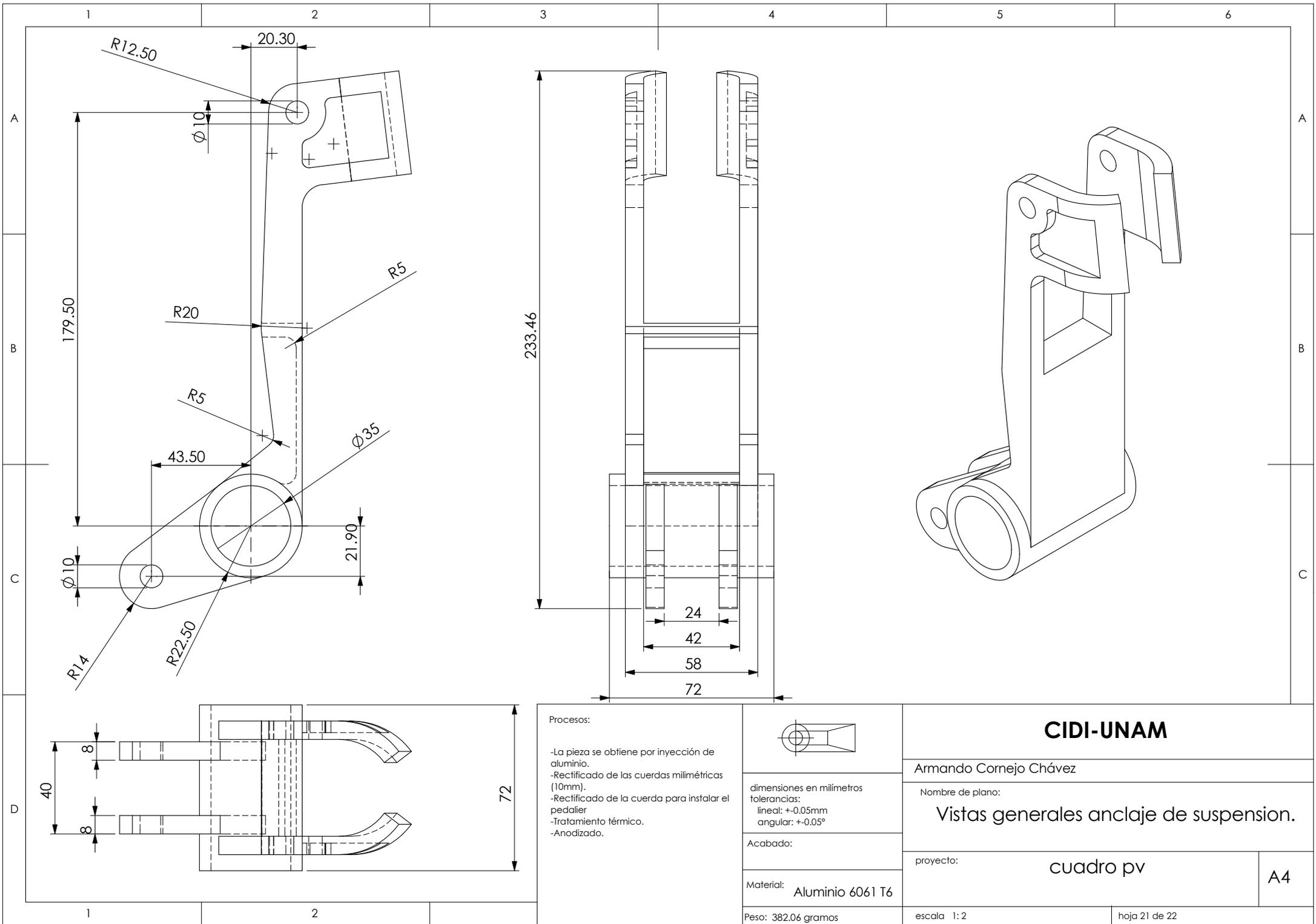
proyecto:

cuadro pv

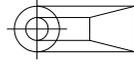
A4

escala 2:1

hoja 19 de 22



- Procesos:
- La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
 - Rectificado de las cuerdas milimétricas (10mm).
 - Rectificado de la cuerda para instalar el pedalier
 - Tratamiento térmico.
 - Anodizado.



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado:

Material: Aluminio 6061 T6

Peso: 382.06 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales anclaje de suspension.

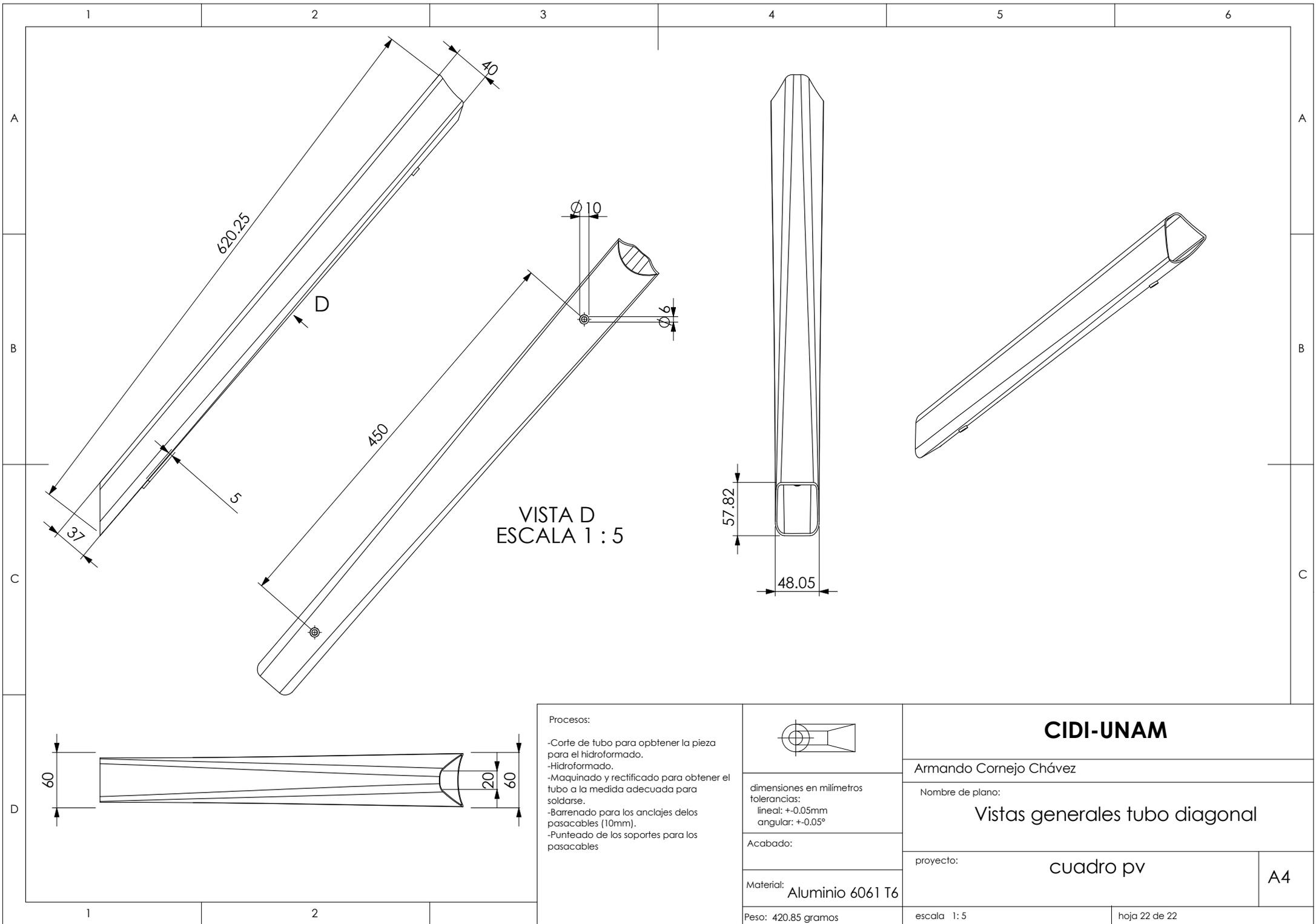
proyecto:

cuadro pv

A4

escala 1:2

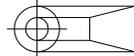
hoja 21 de 22



VISTA D
ESCALA 1 : 5

Procesos:

- Corte de tubo para obtener la pieza para el hidroformado.
- Hidroformado.
- Maquinado y rectificado para obtener el tubo a la medida adecuada para soldarse.
- Barrenado para los anclajes de los pasacables (10mm).
- Punteado de los soportes para los pasacables



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado:

Material: Aluminio 6061 T6

Peso: 420.85 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales tubo diagonal

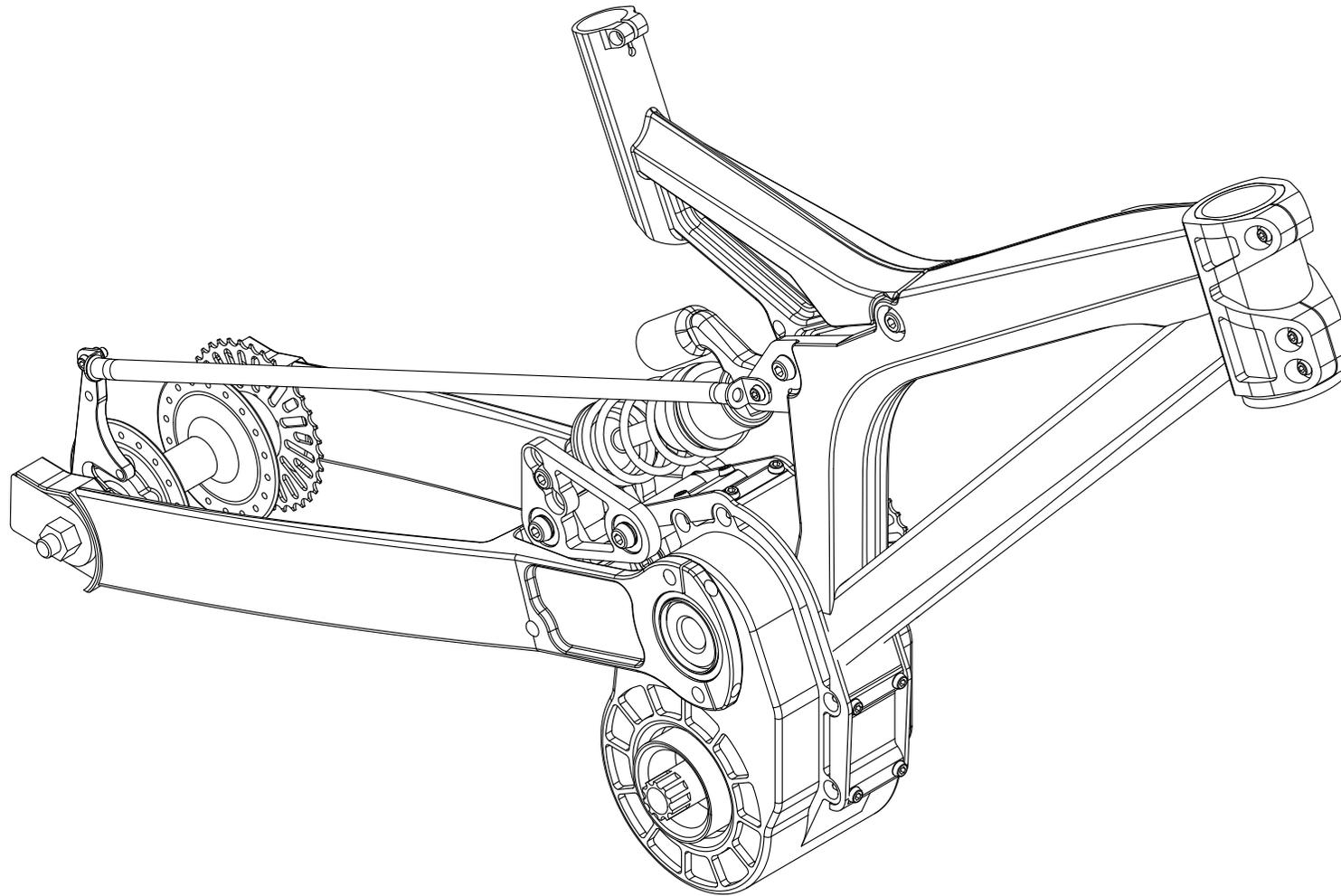
proyecto:

cuadro pv

A4

escala 1:5

hoja 22 de 22



Procesos:



dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
 angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material:

Peso: 8453.21 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

isométrico

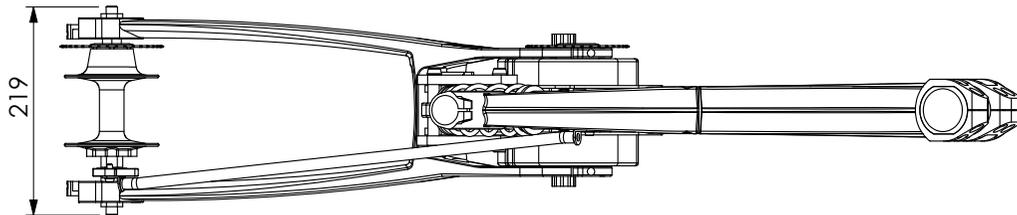
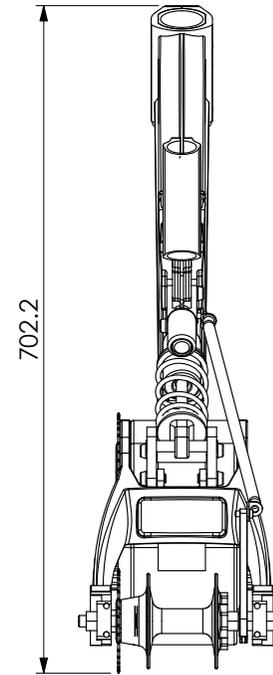
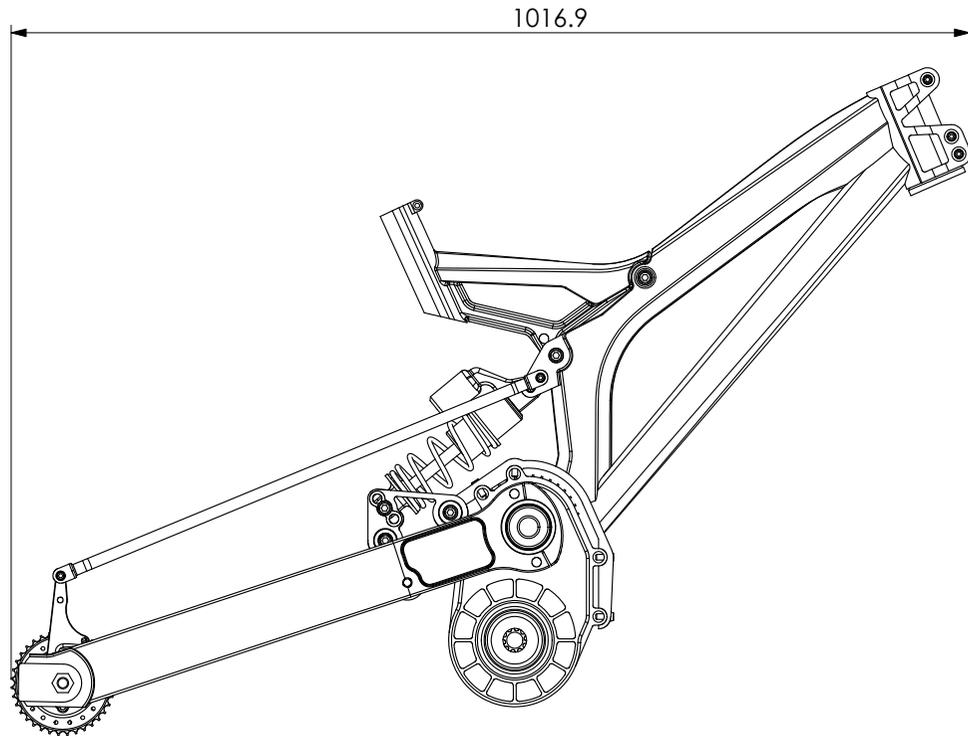
proyecto:

cuadro gb01

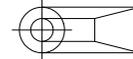
A4

escala 1:4

hoja 1 de 25



Procesos:



dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
 angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material:

Peso: 8453.21 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

vistas generales cuadro g-boxx

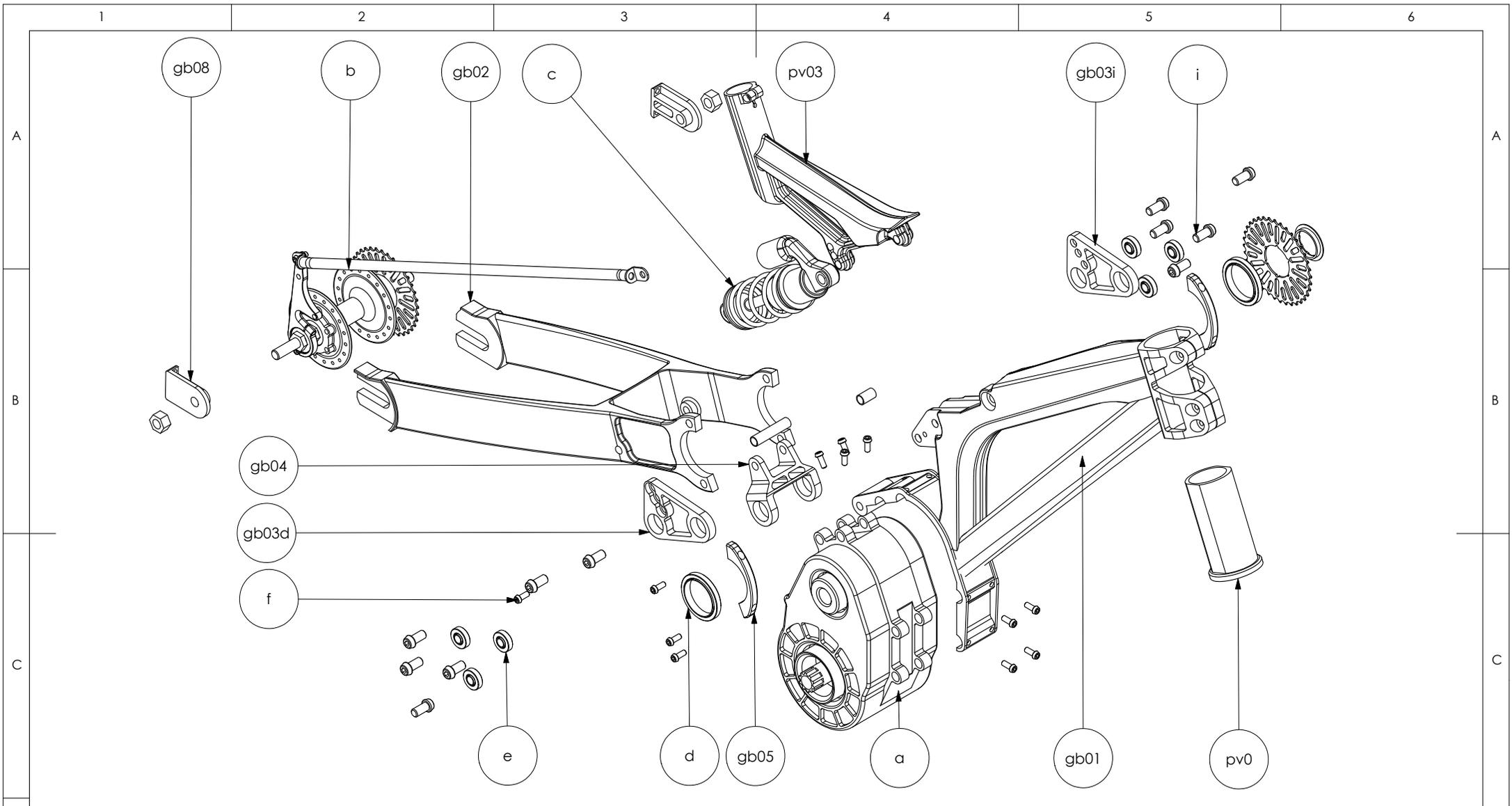
proyecto:

cuadro gb01

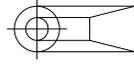
A4

escala 1:8

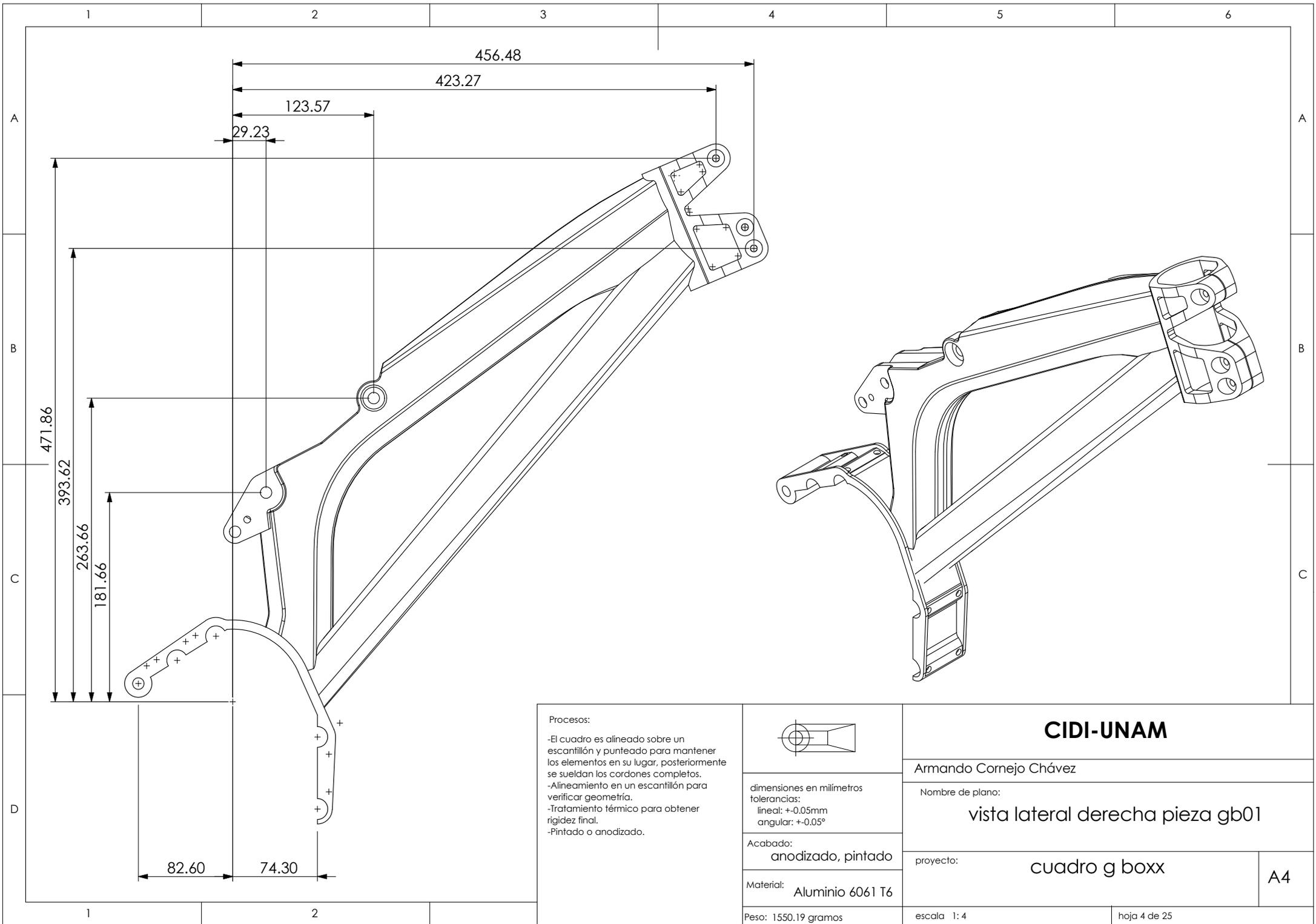
hoja 2 de 25



- a : caja G_Box
- b : eje frasero
- c : amortiguador
- d : balero 57 mm
- e : balero 25 mm
- f : tornillo milimétrico 6 mm
- g : tornillo milimétrico 10 mm

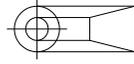

dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: +0.05mm angular: +0.05°
Acabado:
Material:
Peso:

CIDI-UNAM	
Armando Cornejo Chávez	
Nombre de plano: explosivo de cuadro g boxx	
proyecto:	cuadro gb01
escala 1: 6	hoja 3 de 25
A4	



Procesos:

- El cuadro es alineado sobre un escantillón y punteado para mantener los elementos en su lugar, posteriormente se sueldan los cordones completos.
- Alineamiento en un escantillón para verificar geometría.
- Tratamiento térmico para obtener rigidez final.
- Pintado o anodizado.



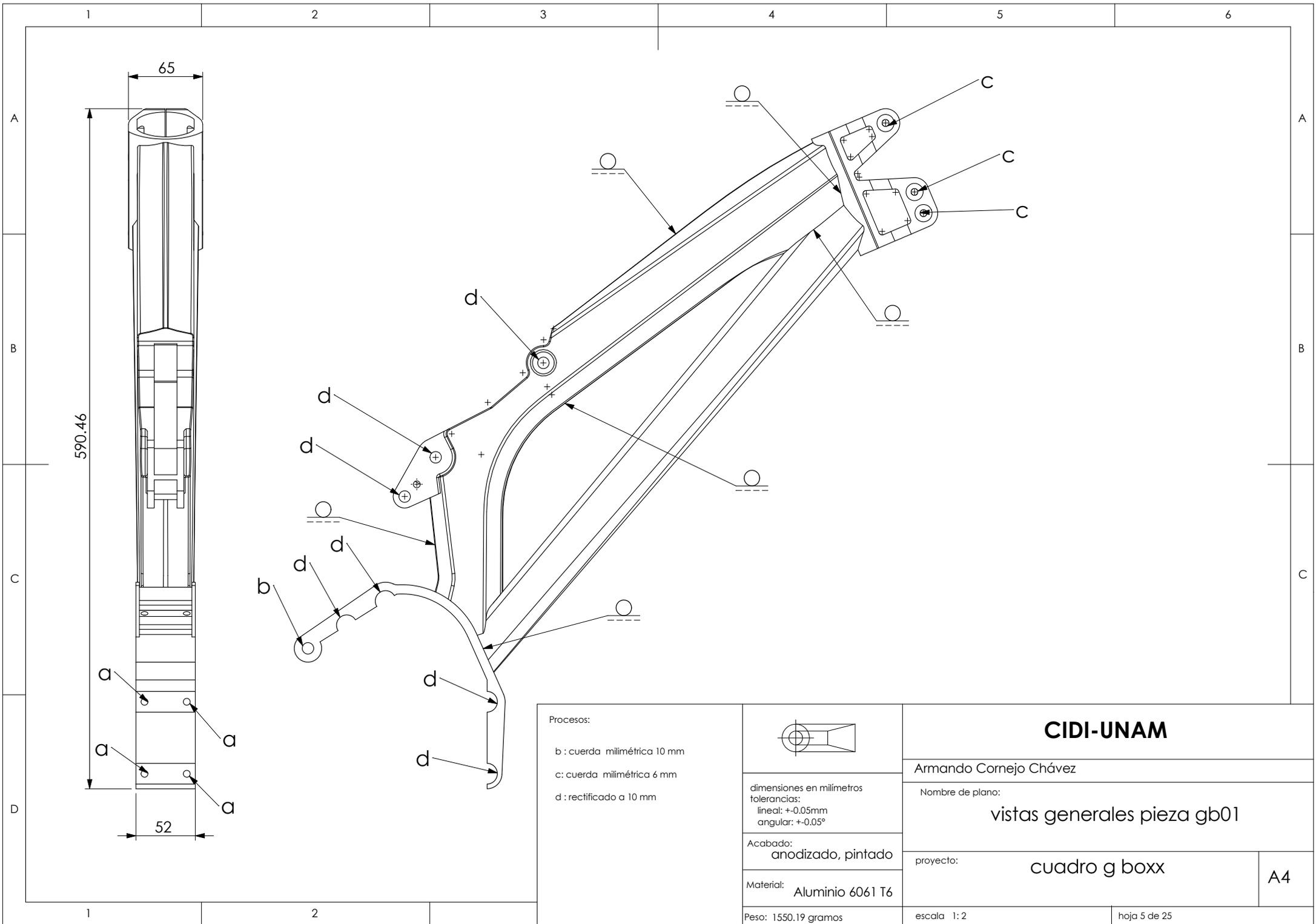
dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
angular: $\pm 0.05^\circ$

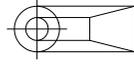
Acabado:
anodizado, pintado

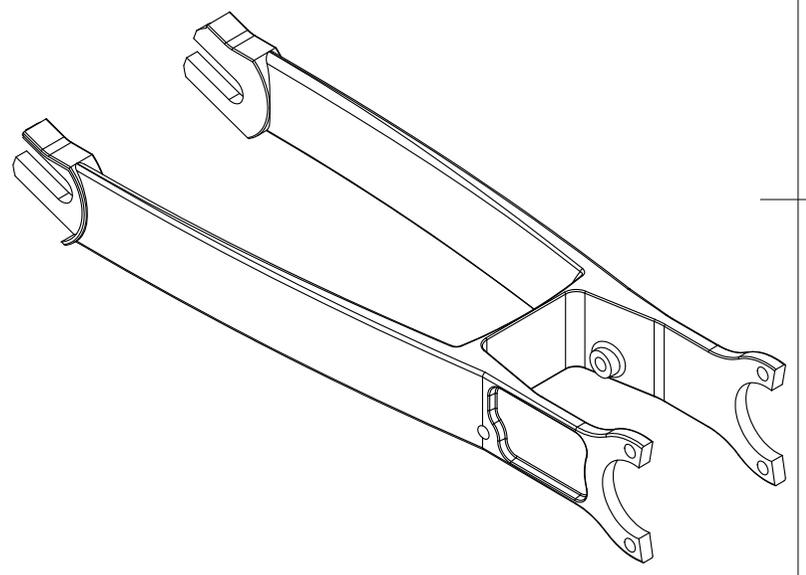
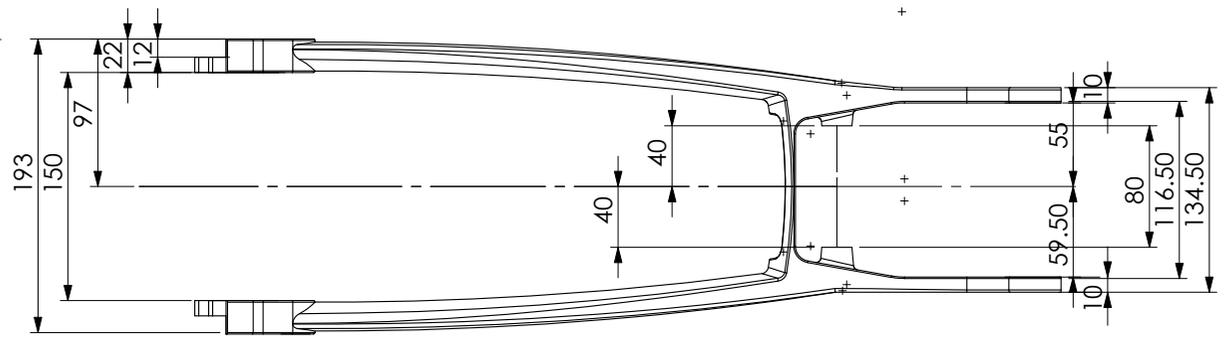
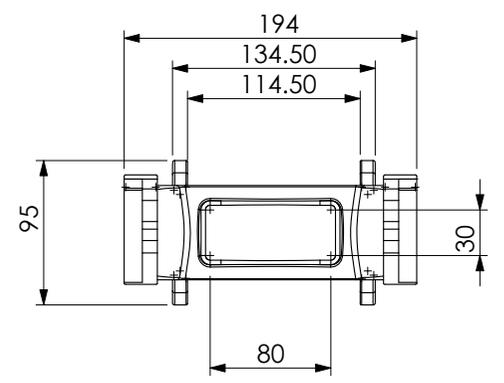
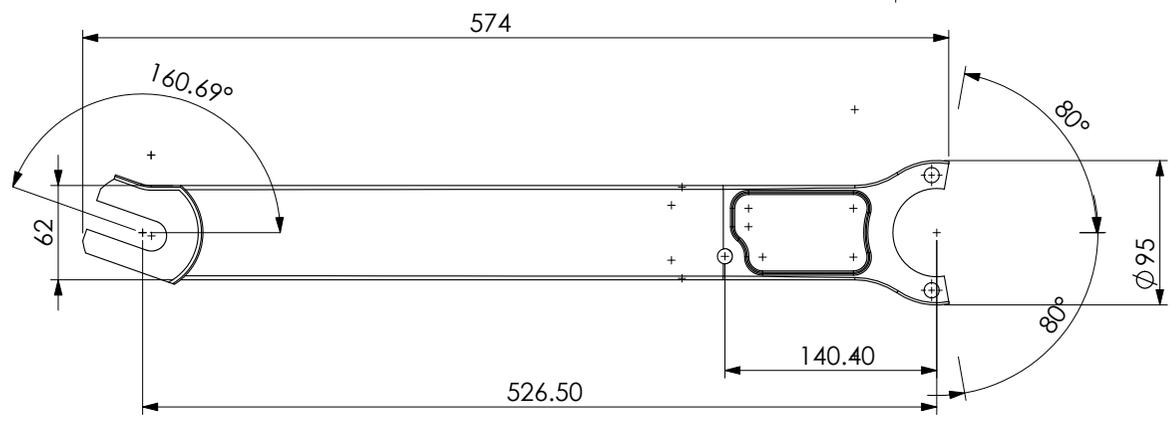
Material:
Aluminio 6061 T6

Peso: 1550.19 gramos

CIDI-UNAM	
Armando Cornejo Chávez	
Nombre de plano: vista lateral derecha pieza gb01	
proyecto:	cuadro g boxx
escala: 1:4	hoja 4 de 25

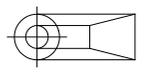


Procesos: b : cuerda milimétrica 10 mm c : cuerda milimétrica 6 mm d : rectificado a 10 mm		CIDI-UNAM		
	dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: $\pm 0.05\text{mm}$ angular: $\pm 0.05^\circ$	Armando Cornejo Chávez Nombre de plano: vistas generales pieza gb01		
	Acabado: anodizado, pintado	proyecto:	cuadro g boxx	A4
	Material: Aluminio 6061 T6	escala 1:2	hoja 5 de 25	



Procesos:

- El basculante es alineado sobre un escantillón y punteado para mantener los elementos en su lugar, posteriormente se sueldan los cordones completos.
- Alineamiento en un escantillón para verificar geometría.
- Tratamiento térmico para obtener rigidez final.
- Pintado o anodizado.



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado:
anodizado o pintado

Material:
Aluminio 6061 T6

Peso: 1286.34 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza gb02

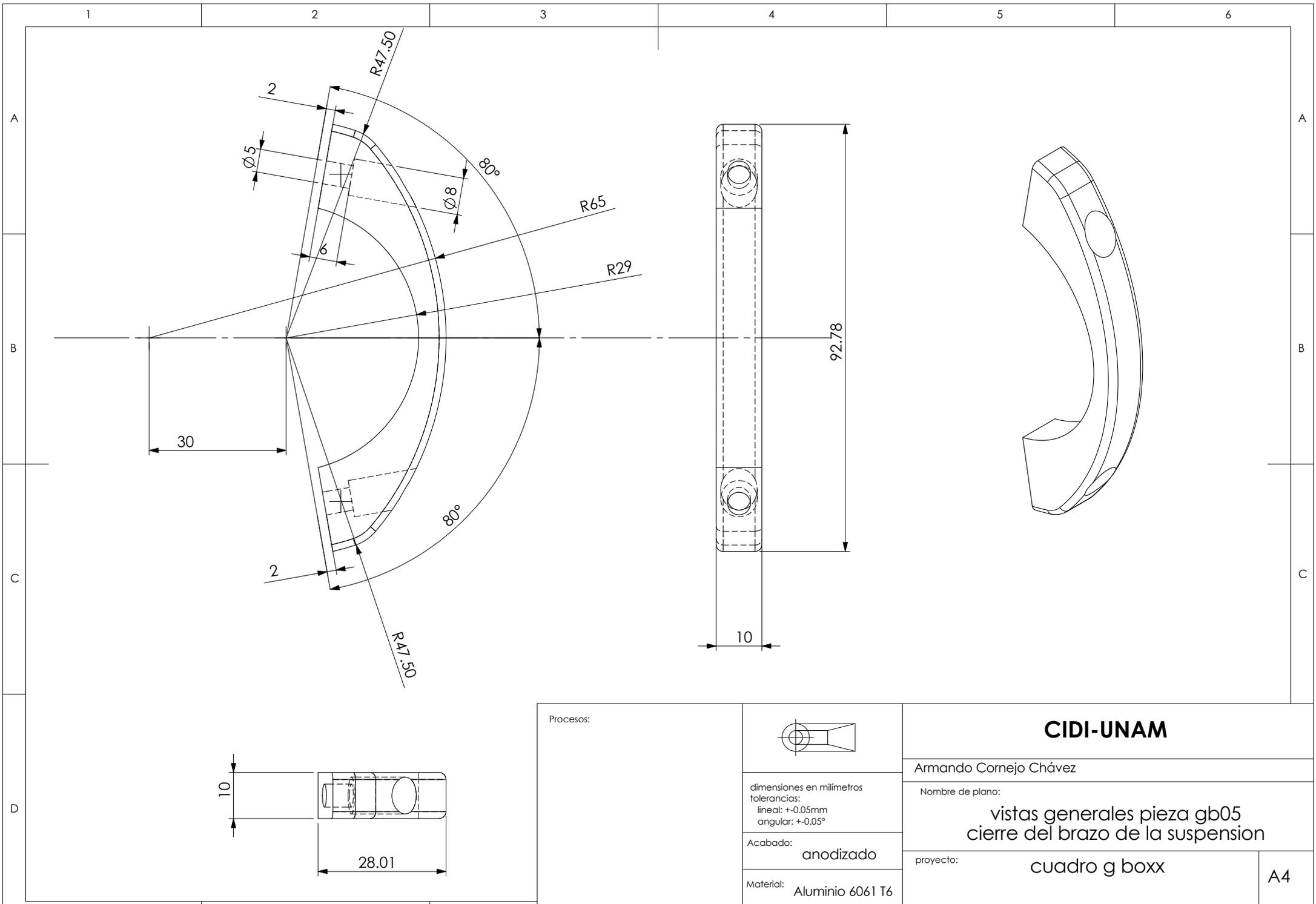
proyecto:

cuadro g boxx

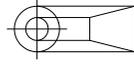
A4

escala 1:5

hoja 6 de 25



Procesos:



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado:
anodizado

Material:
Aluminio 6061 T6

Peso: 24.13 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

vistas generales pieza gb05
cierre del brazo de la suspension

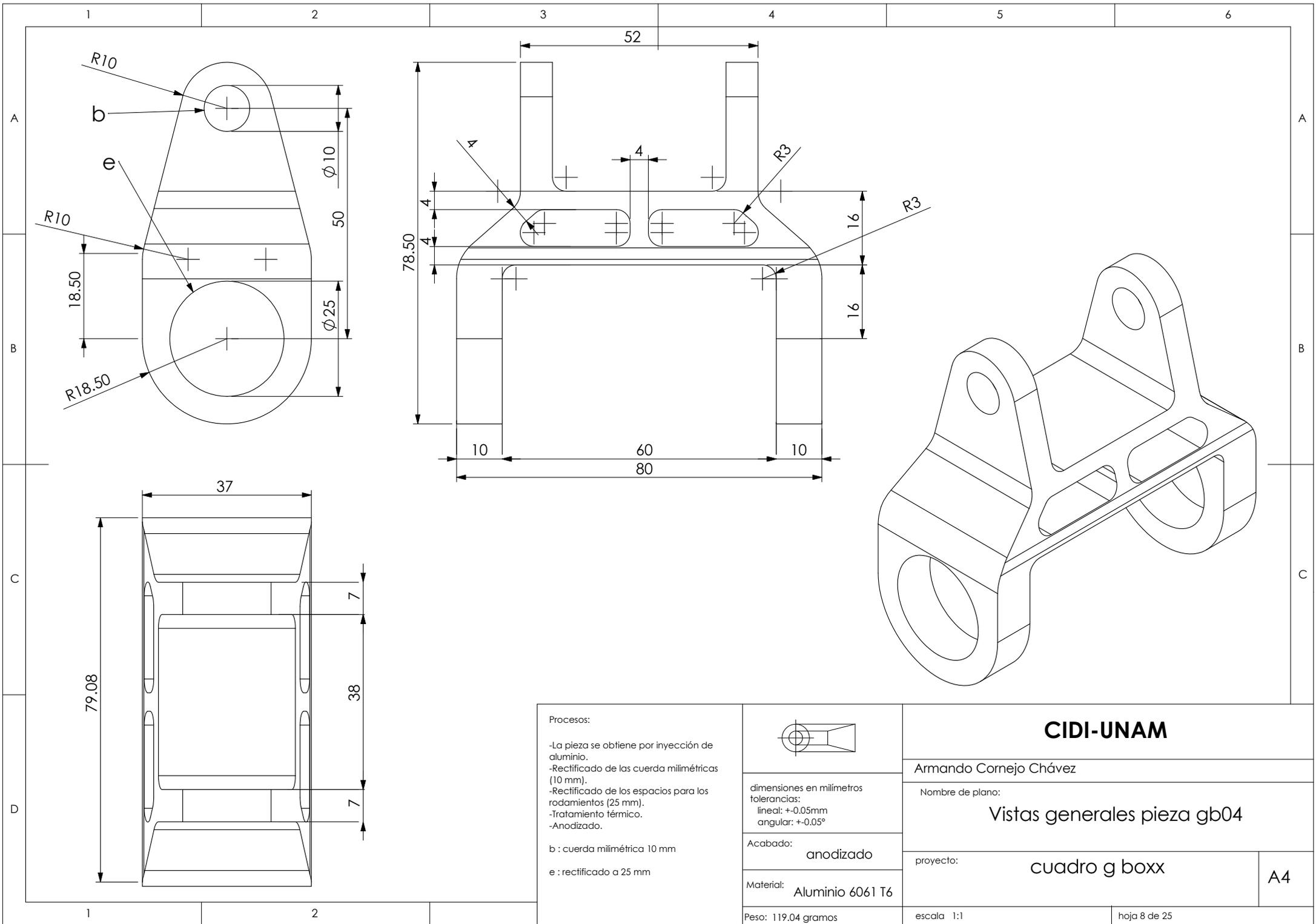
proyecto:

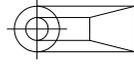
cuadro g boxx

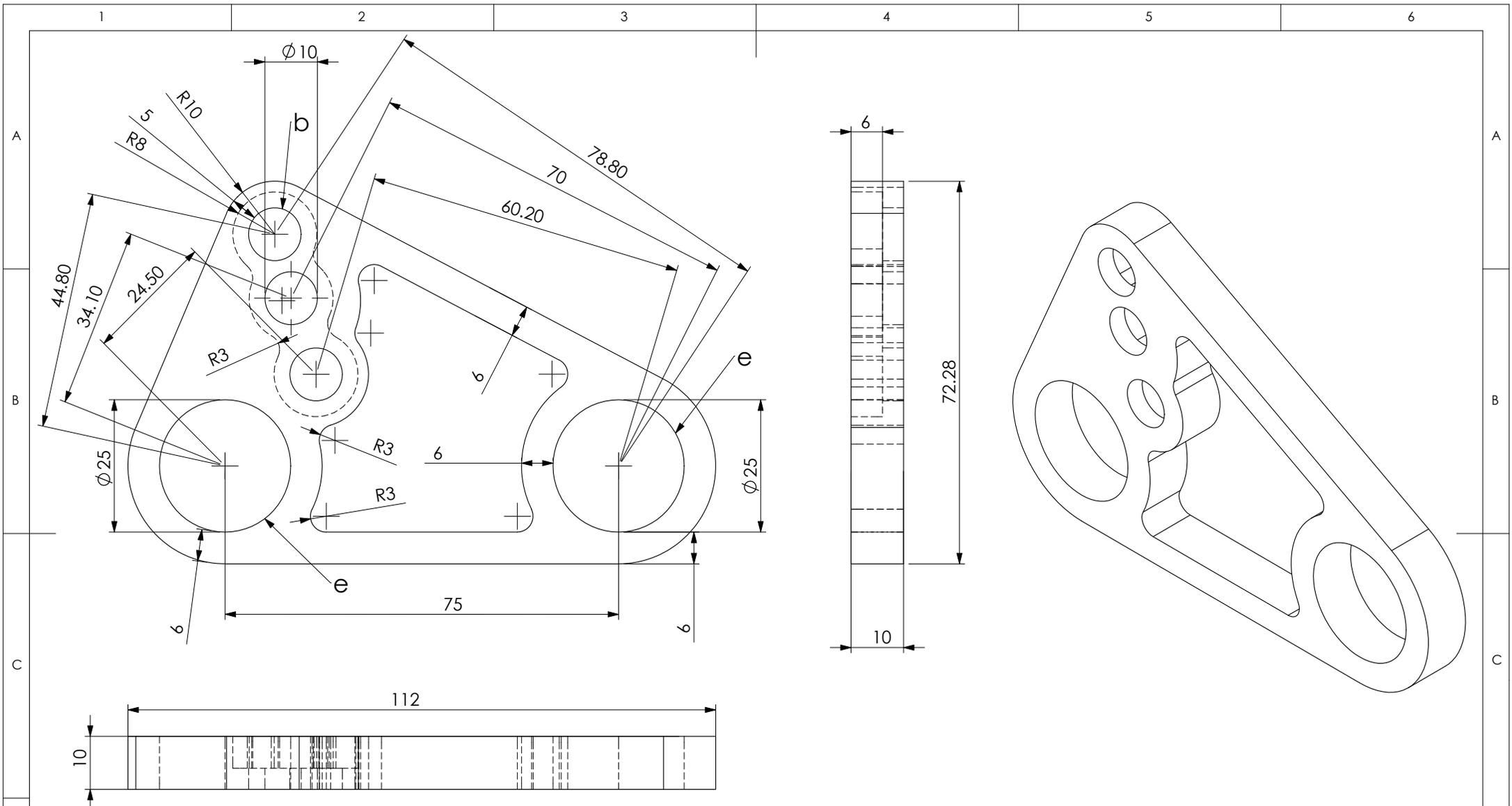
A4

escala 1:1

hoja 7 de 25



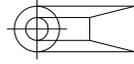
Procesos: -La pieza se obtiene por inyección de aluminio. -Rectificado de las cuerda milimétricas (10 mm). -Rectificado de los espacios para los rodamientos (25 mm). -Tratamiento térmico. -Anodizado. b : cuerda milimétrica 10 mm e : rectificado a 25 mm	 dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: +0.05mm angular: +0.05°	CIDI-UNAM	
		Armando Cornejo Chávez	
		Nombre de plano: Vistas generales pieza gb04	
		proyecto:	cuadro g boxx
Peso: 119.04 gramos	escala 1:1	hoja 8 de 25	



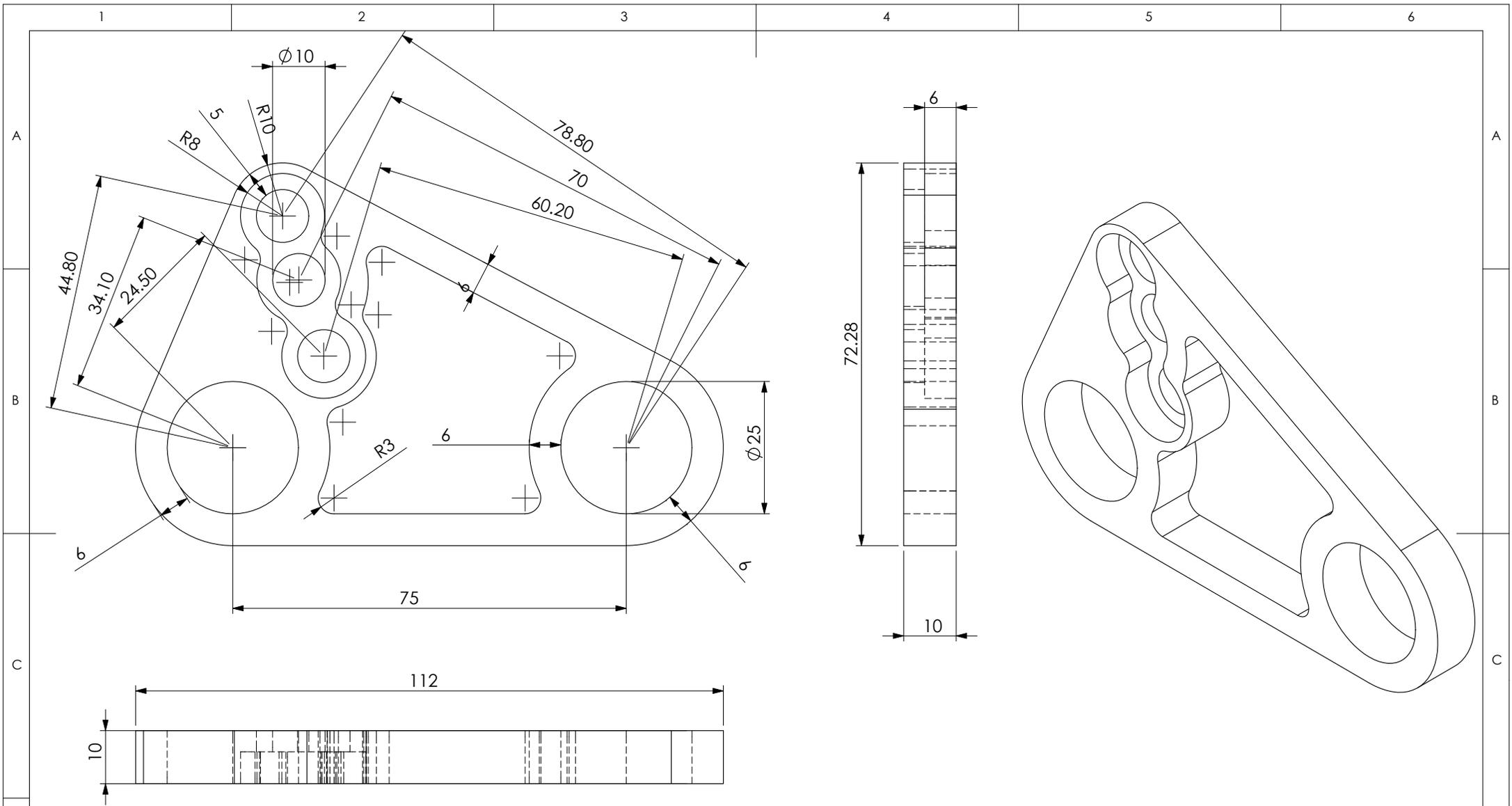
Procesos:

- La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
- Rectificado de las cuerda gruesa milimétricas (10mm).
- Rectificado de los espacios para los rodamientos (32mm).
- Tratamiento térmico.
- Anodizado.

b : cuerda milimétrica 10 mm
e : rectificado a 32 mm

	
dimensiones en milímetros	
tolerancias:	
lineal: $\pm 0.05\text{mm}$	
angular: $\pm 0.05^\circ$	
Acabado:	anodizado
Material:	Aluminio 6061 T6
Peso: 70.20 gramos	

CIDI-UNAM	
Armando Cornejo Chávez	
Nombre de plano:	
Vistas generales pieza gb03d	
proyecto:	cuadro g boxx
escala 1:1	hoja 9 de 25
	A4



Procesos:

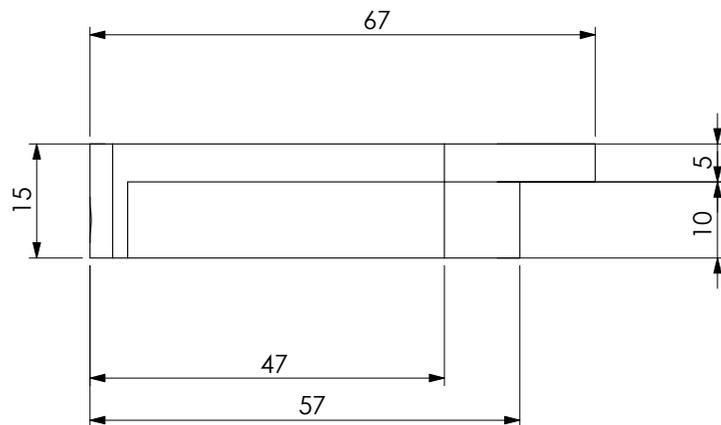
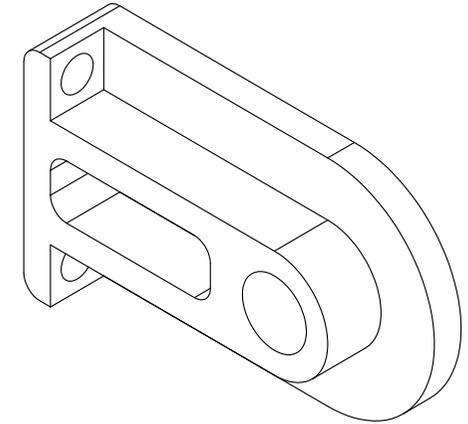
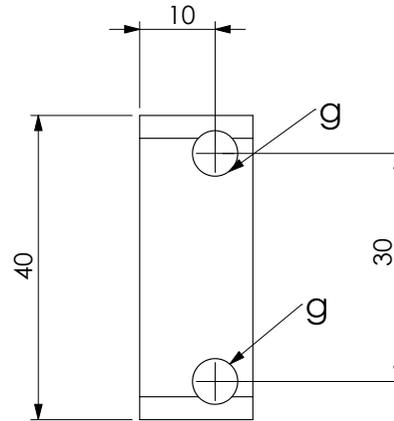
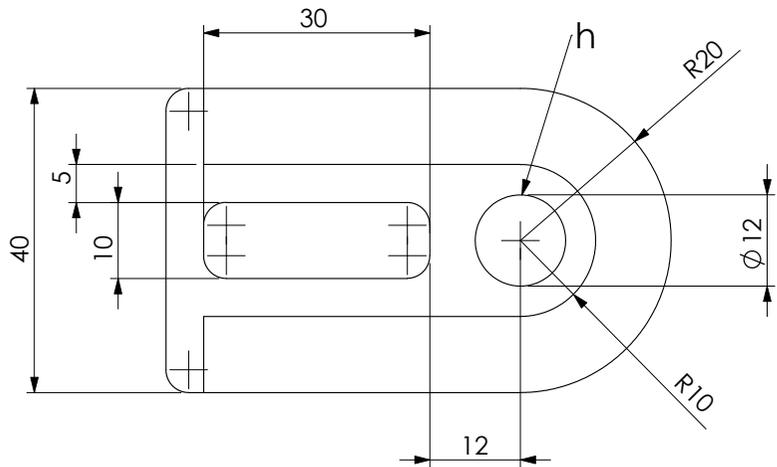
- La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
- Rectificado de las cuerda milimétricas (10mm).
- Rectificado de los espacios para los rodamientos (32mm).
- Tratamiento térmico.
- Anodizado.

b : cuerda milimétrica 10 mm
e : rectificado a 32 mm

	dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: +0.05mm angular: +0.05°
Acabado:	anodizado
Material:	Aluminio 6061 T6
Peso:	70.20 gramos

CIDI-UNAM	
Armando Cornejo Chávez	
Nombre de plano: Vistas generales pieza gb03i	
proyecto:	cuadro g boxx
escala: 1:1	hoja 10 de 25

A4

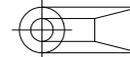


Procesos:

- La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
- Rectificado en cnc
- Tratamiento térmico.
- Anodizado.

g : cuerda milimétrica 5 mm

h : rectificado a 12 mm



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado: **anodizado**

Material: **Aluminio 6061 T6**

Peso: 52.79 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza gb08
tensor del eje trasero

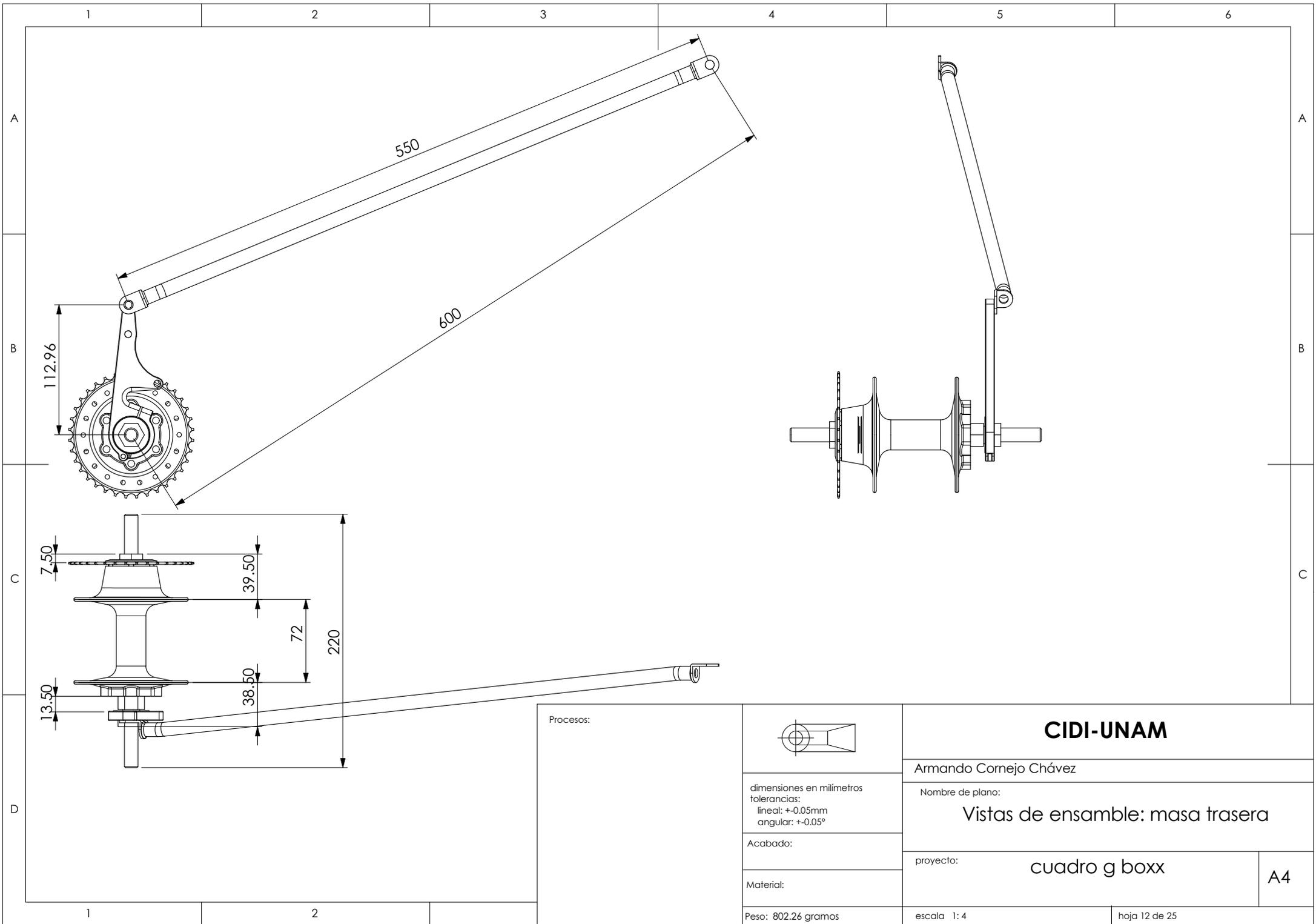
proyecto:

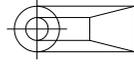
cuadro g boxx

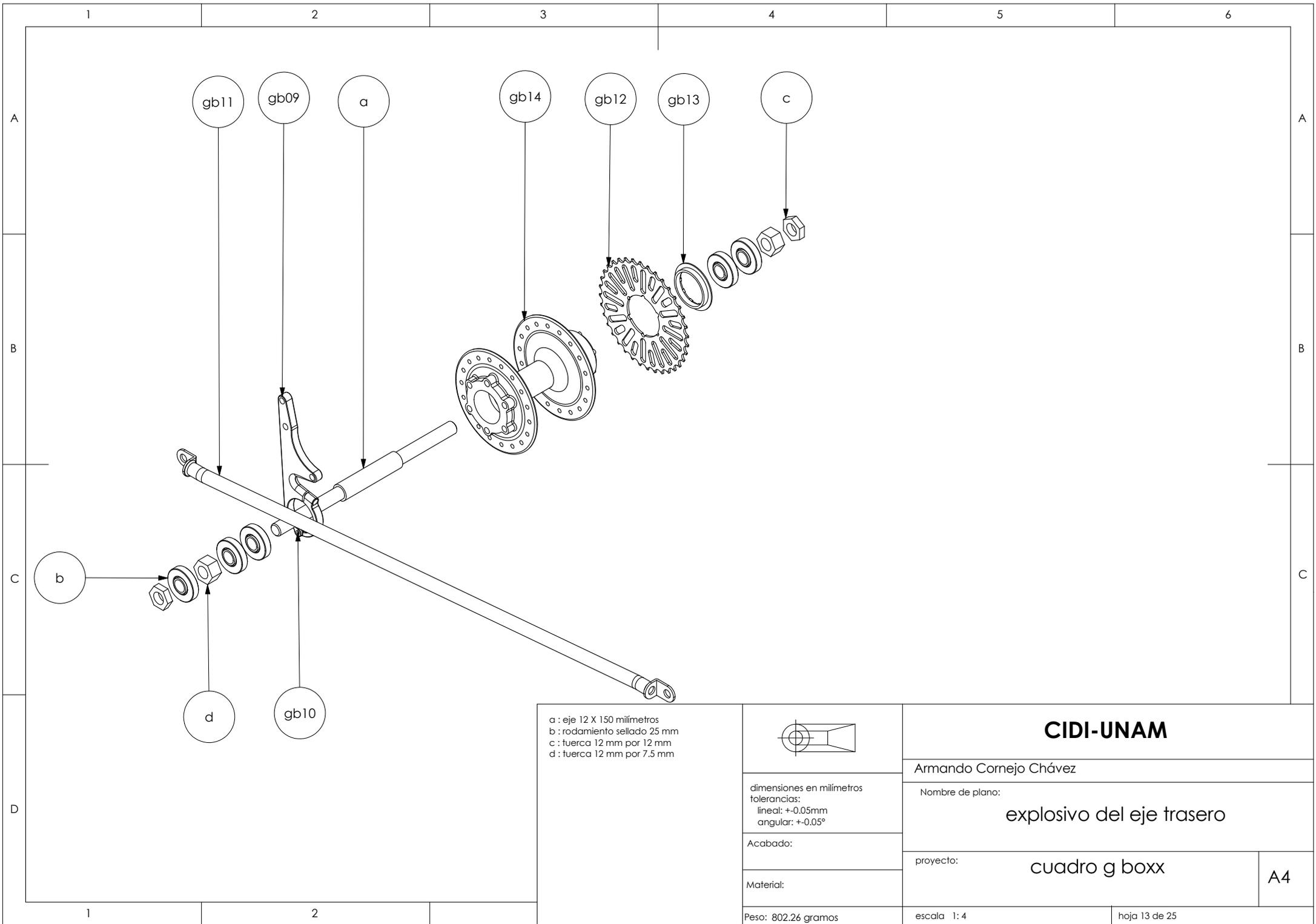
A4

escala 1:1

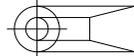
hoja 11 de 25



Procesos:		CIDI-UNAM	
		Armando Cornejo Chávez	
	dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: $\pm 0.05\text{mm}$ angular: $\pm 0.05^\circ$	Nombre de plano: Vistas de ensamble: masa trasera	
	Acabado:	proyecto:	cuadro g boxx
Material:	escala:	1:4	hoja 12 de 25
Peso: 802.26 gramos			



- a : eje 12 X 150 milímetros
- b : rodamiento sellado 25 mm
- c : tuerca 12 mm por 12 mm
- d : tuerca 12 mm por 7.5 mm



dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
 angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material:

Peso: 802.26 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

explosivo del eje trasero

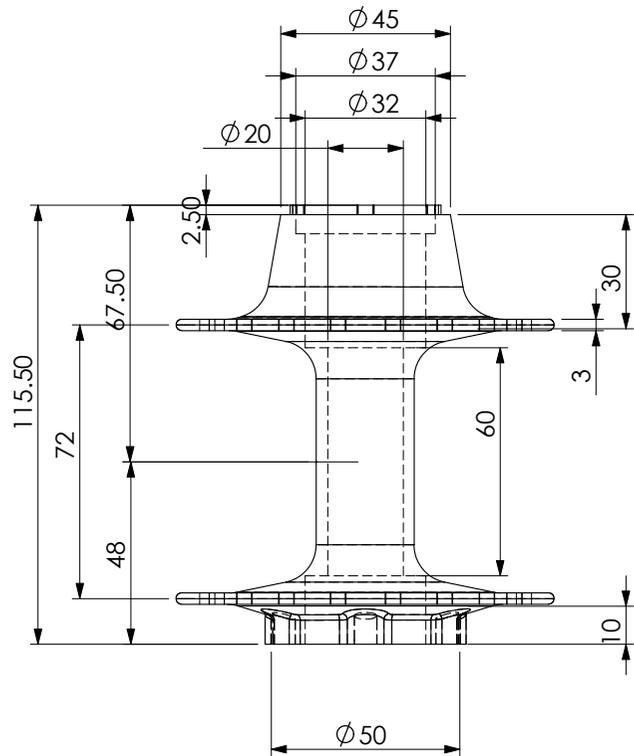
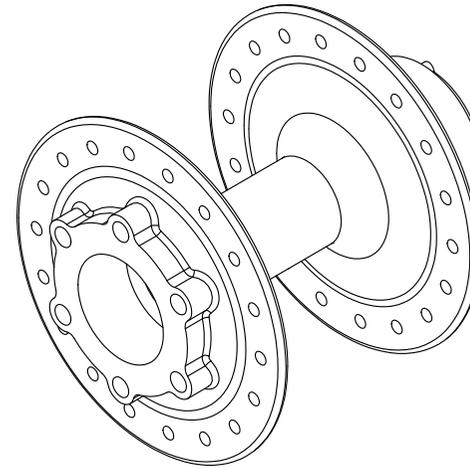
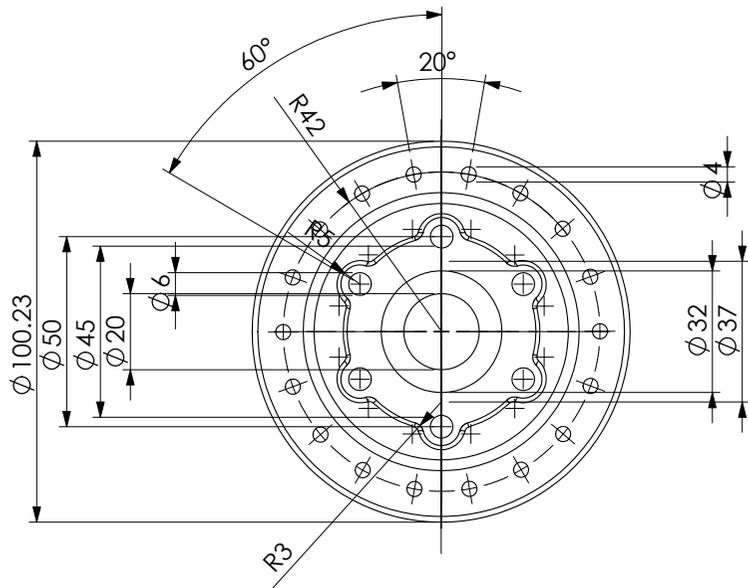
proyecto:

cuadro g boxx

A4

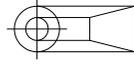
escala 1: 4

hoja 13 de 25



Procesos:

- La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
- Rectificado de los espacios para los rodamientos (32 mm).
- Rectificado de las cuerdas para instalación del disco de frenado
- Tratamiento térmico.
- Anodizado.



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado:
anodizado

Material:
Aluminio 7005 T6

Peso: 284.28 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza gb14
bujé

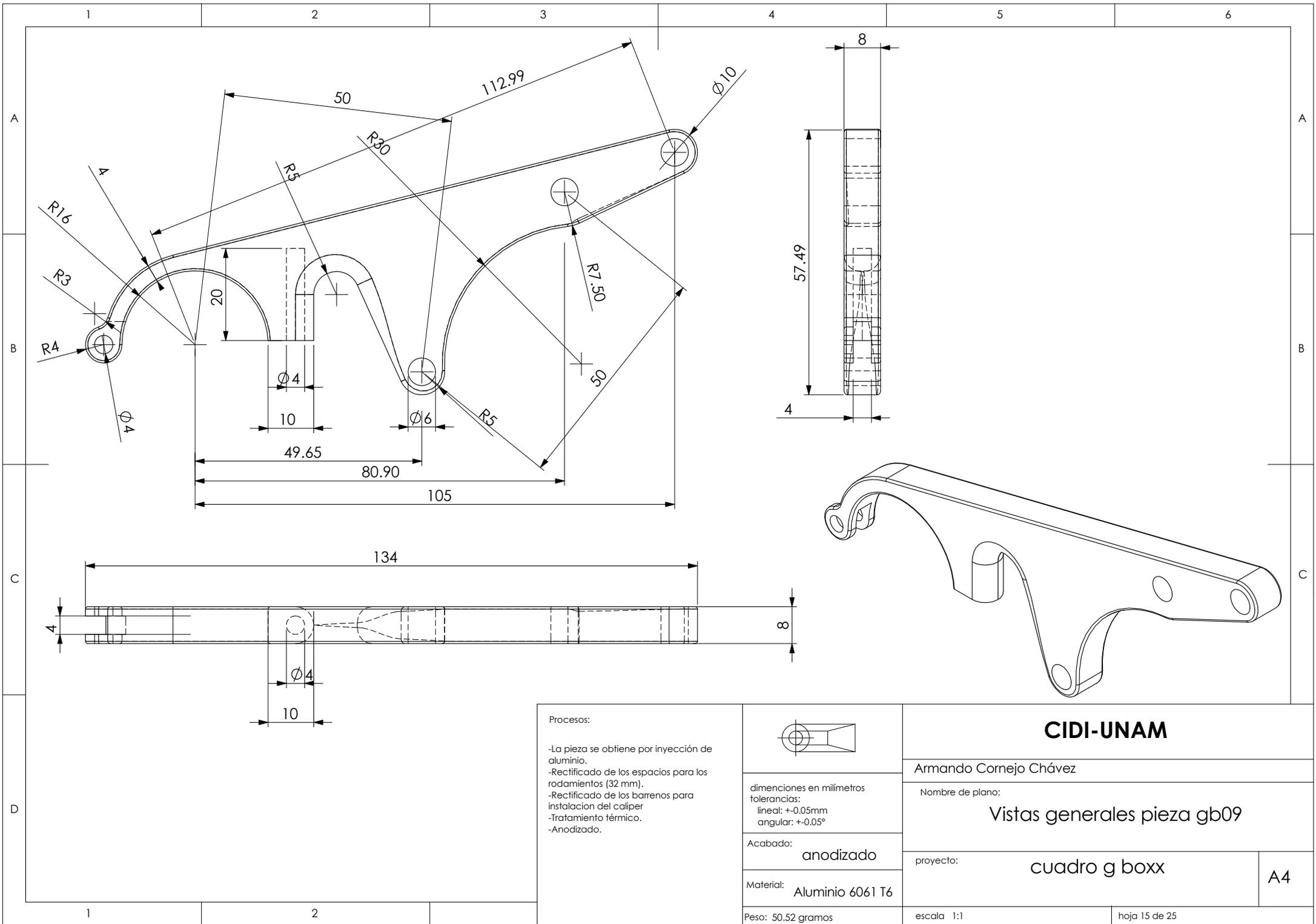
proyecto:

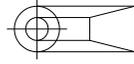
cuadro g boxx

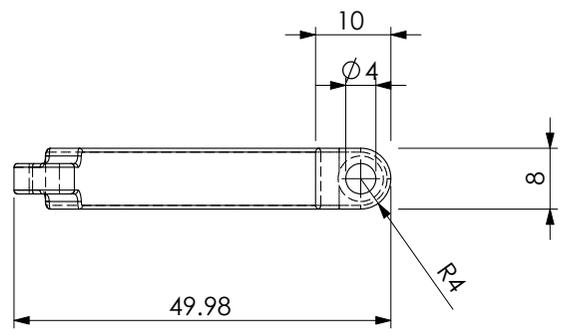
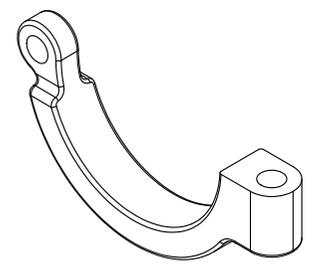
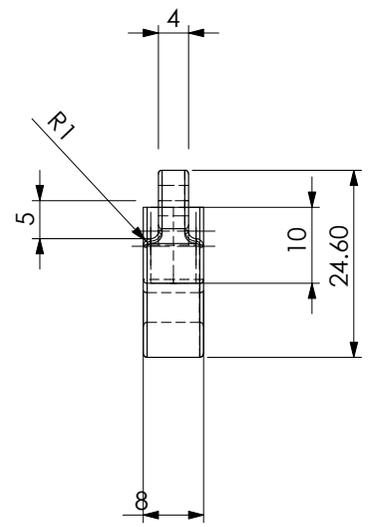
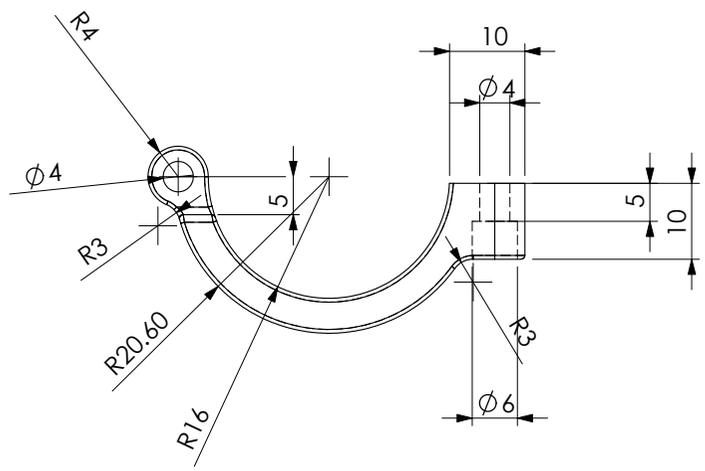
A4

escala 1:2

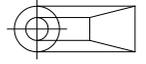
hoja 14 de 25



Procesos: -La pieza se obtiene por inyección de aluminio. -Rectificado de los espacios para los rodamientos (32 mm). -Rectificado de los barrenos para instalación del caliper -Tratamiento térmico. -Anodizado.		CIDI-UNAM	
		Armando Cornejo Chávez	
	dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: +0.05mm angular: +0.05°	Nombre de plano: Vistas generales pieza gb09	
	Acabado: anodizado	proyecto: cuadro g boxx	
Material: Aluminio 6061 T6	escala: 1:1		hoja 15 de 25
Peso: 50.52 gramos			



Procesos:
 -La pieza se obtiene por inyección de aluminio.
 -Rectificado de los espacios para los rodamientos (32 mm).
 -Tratamiento térmico.
 -Anodizado.



dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
 angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado: **anodizado**

Material: **Aluminio 6061 T6**

Peso: 5.23 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza gb10

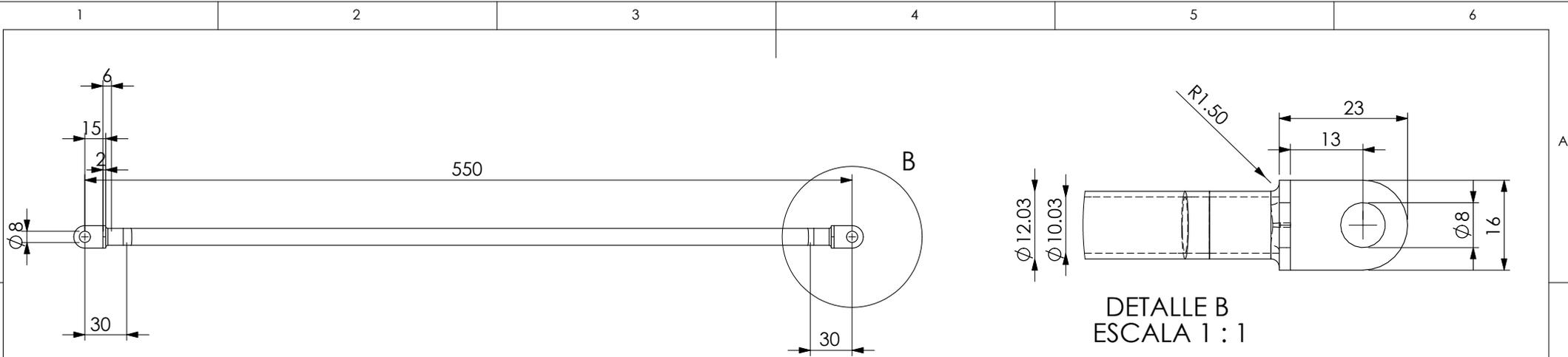
proyecto:

cuadro g boxx

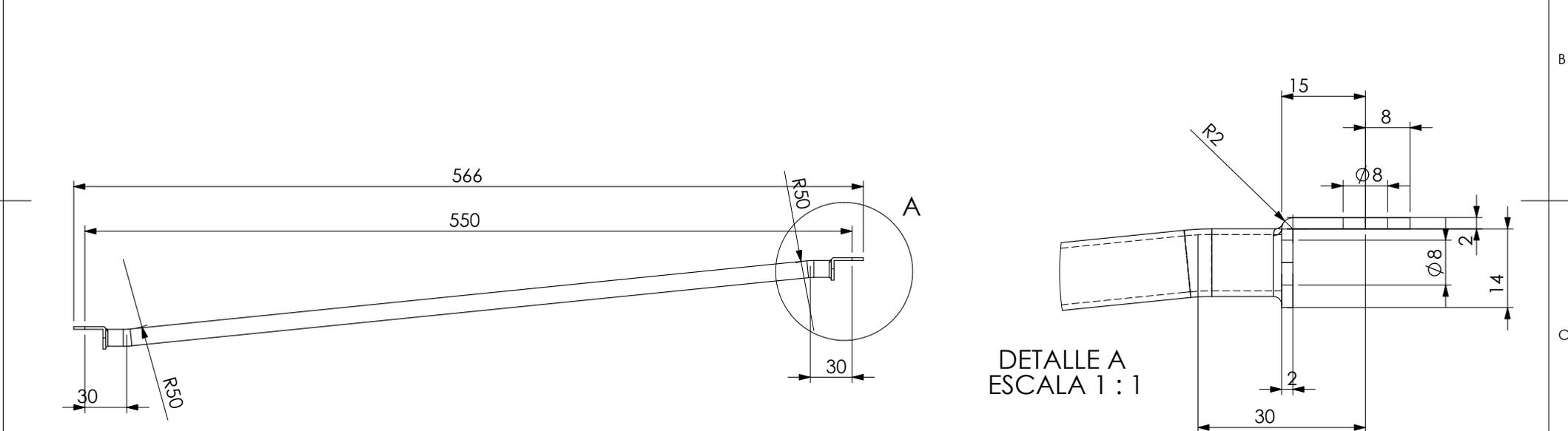
A4

escala 1:1

hoja 16 de 25

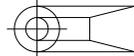


DETALLE B
ESCALA 1 : 1



DETALLE A
ESCALA 1 : 1

Procesos:



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado: anodizado

Material: Aluminio 6061 T6

Peso: 53.60 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza gb11

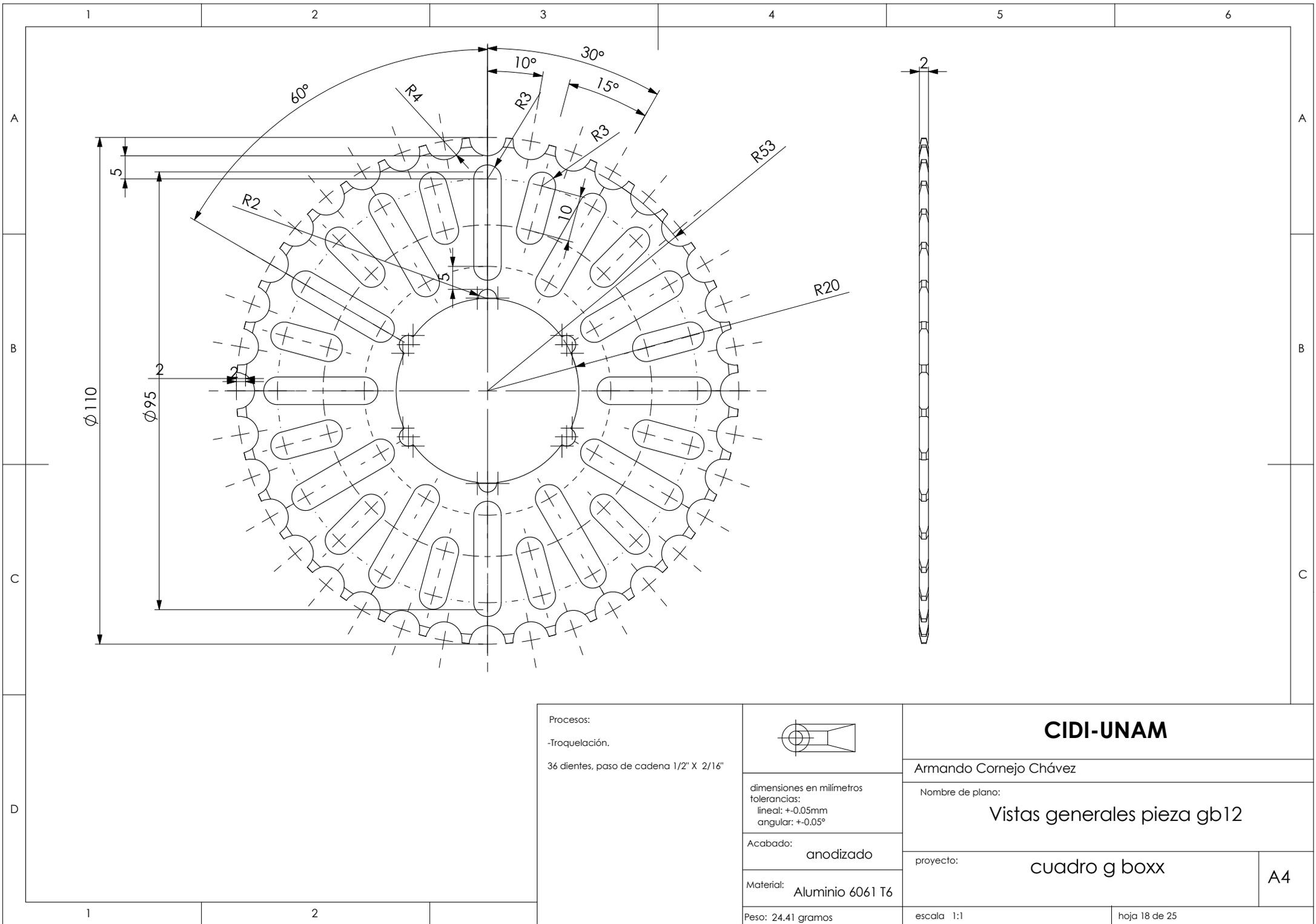
proyecto:

cuadro g boxx

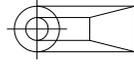
A4

escala 1:4

hoja 17 de 25



Procesos:
 -Troquelación.
 36 dientes, paso de cadena 1/2" X 2/16"



dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: +0.05mm
 angular: +0.05°

Acabado: **anodizado**

Material: **Aluminio 6061 T6**

Peso: 24.41 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza gb12

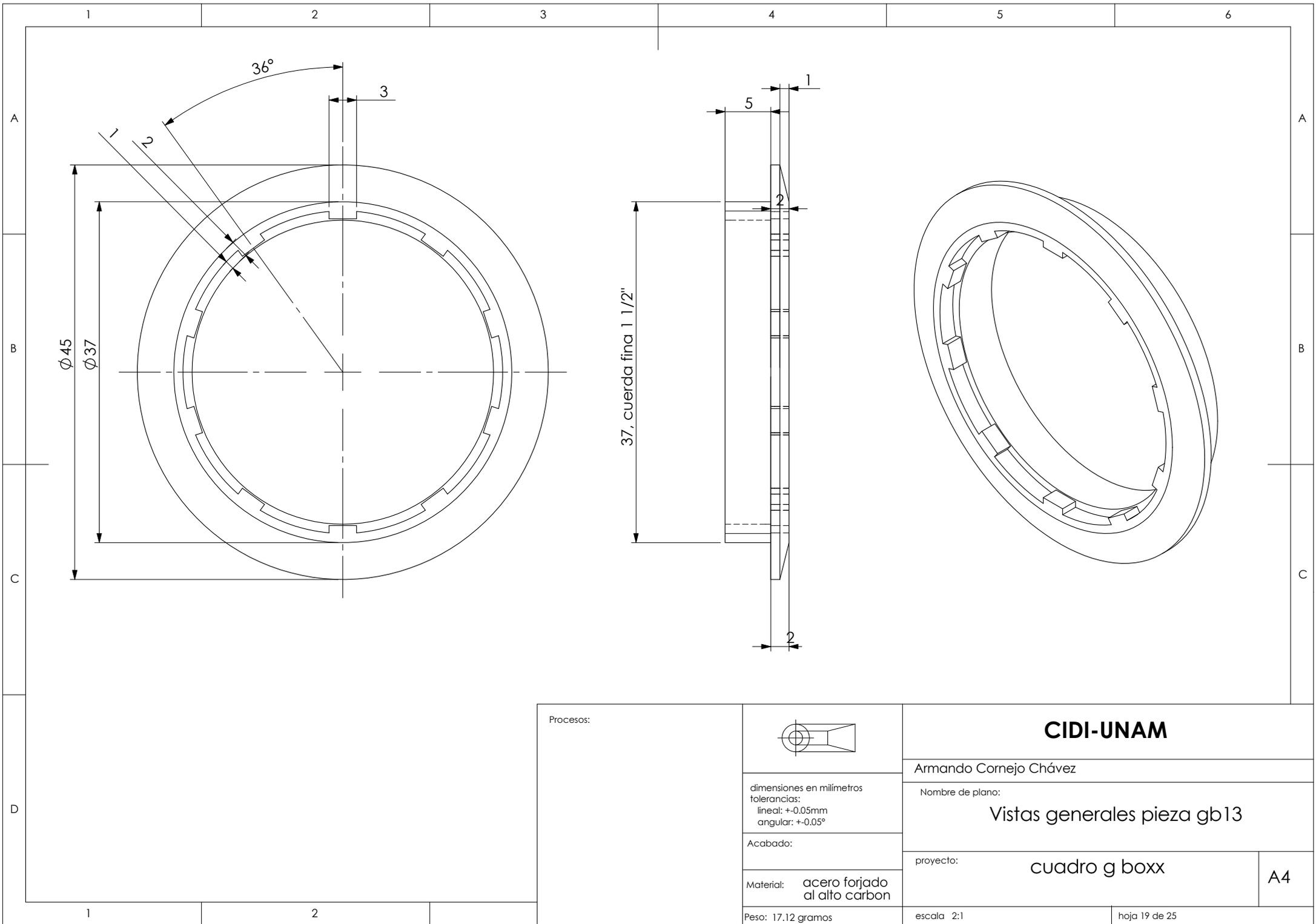
proyecto:

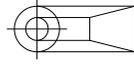
cuadro g boxx

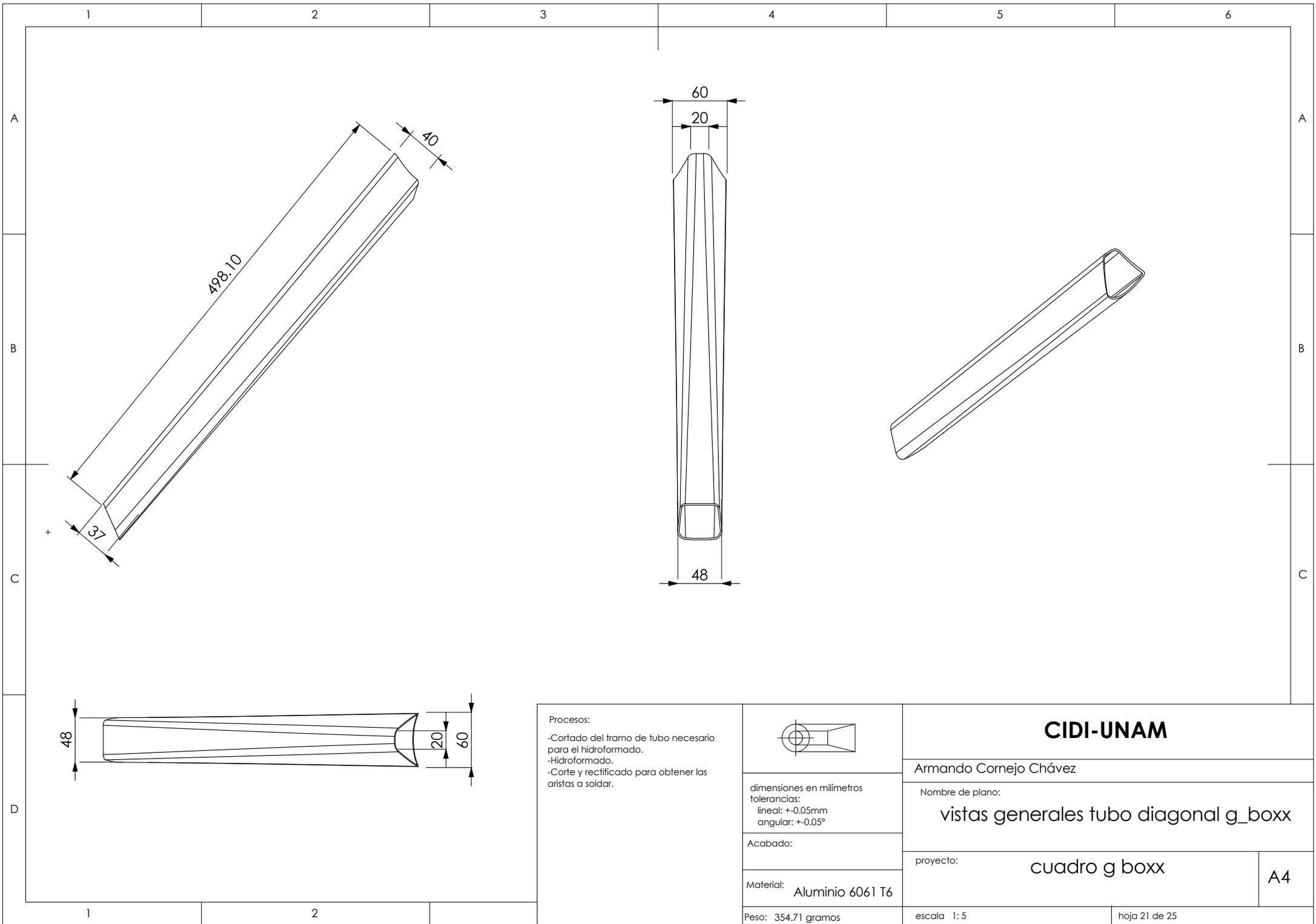
A4

escala 1:1

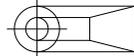
hoja 18 de 25



Procesos:		CIDI-UNAM	
		Armando Cornejo Chávez	
		Nombre de plano: Vistas generales pieza gb13	
		proyecto:	cuadro g boxx
	dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: +0.05mm angular: +0.05°	escala: 2:1	hoja 19 de 25
	Acabado:		
	Material: acero forjado al alto carbon		
	Peso: 17.12 gramos		



Procesos:
 -Cortado del tramo de tubo necesario para el hidroformado.
 -Hidroformado.
 -Corte y rectificado para obtener las aristas a soldar.



dimensiones en milímetros
 tolerancias:
 lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
 angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material: Aluminio 6061 T6

Peso: 354.71 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

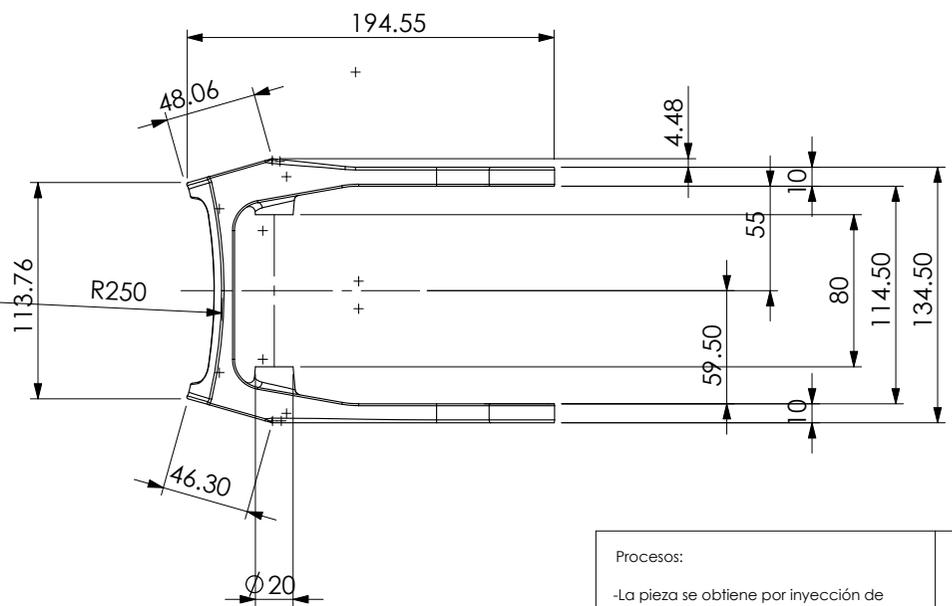
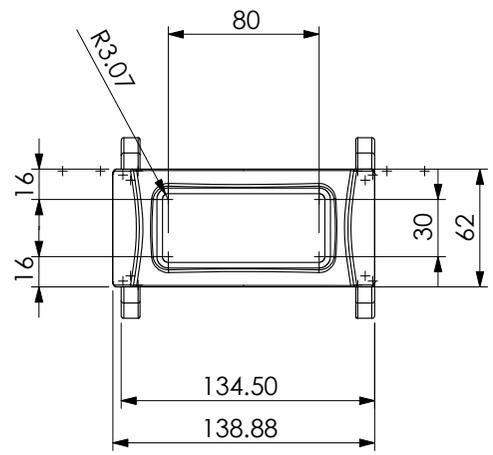
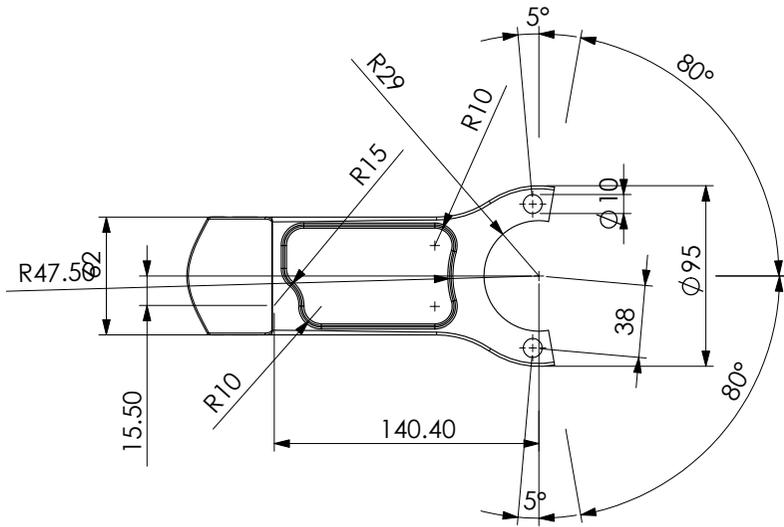
Nombre de plano:
vistas generales tubo diagonal g_boxx

proyecto: **cuadro g_boxx**

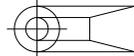
A4

escala 1:5

hoja 21 de 25



Procesos:
-La pieza se obtiene por inyección de aluminio



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: +0.05mm
angular: +0.05°

Acabado:

Material: Aluminio 6061 T6

Peso: 709.84 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

vistas generales de pieza 1 de gb02

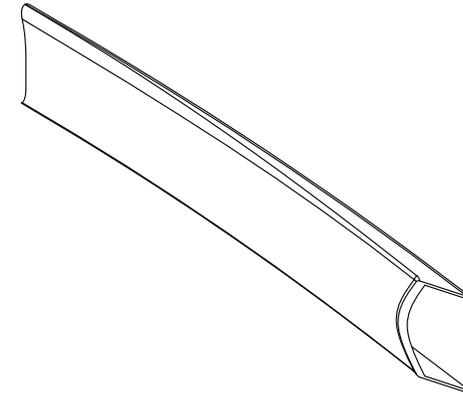
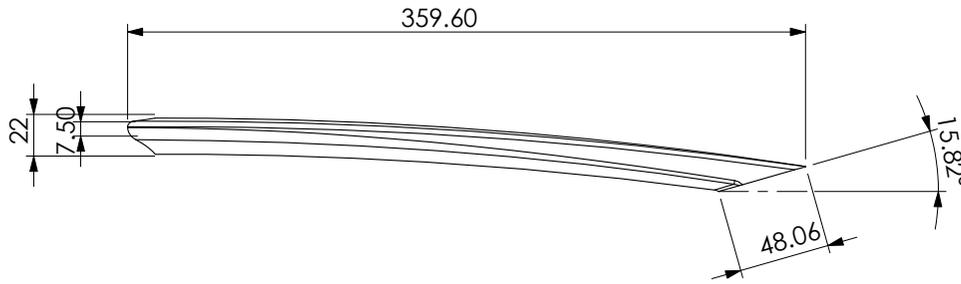
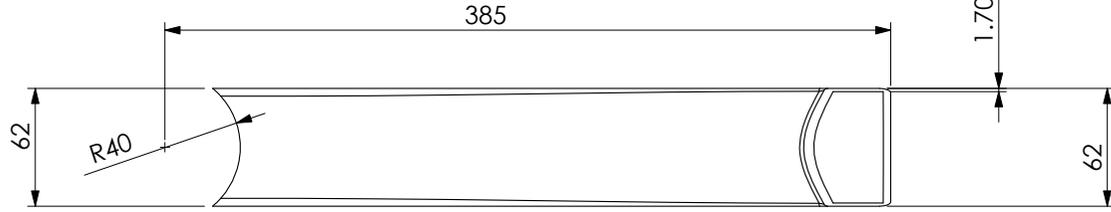
proyecto:

cuadro g boxx

A4

escala 1:4

hoja 22 de 25



Procesos:

- Cortado del tramo de tubo necesario para el hidroformado.
- Hidroformado.
- Corte y rectificado para obtener las aristas a soldar.



dimensiones en milímetros
tolerancias:
lineal: $\pm 0.05\text{mm}$
angular: $\pm 0.05^\circ$

Acabado:

Material: Aluminio 6061 T6

Peso: 208.20 gramos

CIDI-UNAM

Armando Cornejo Chávez

Nombre de plano:

Vistas generales pieza 2 de gb02

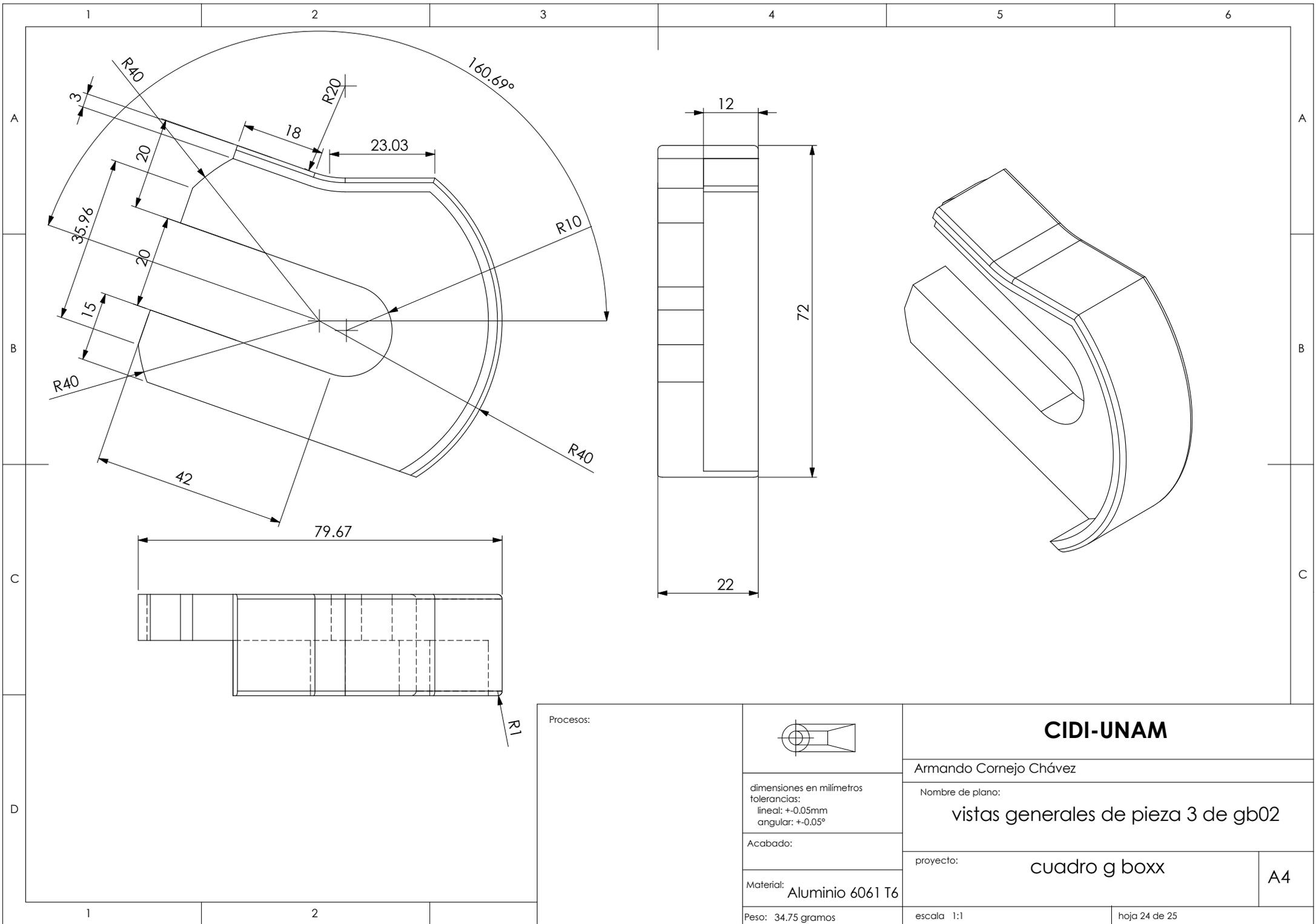
proyecto:

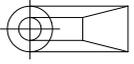
cuadro g boxx

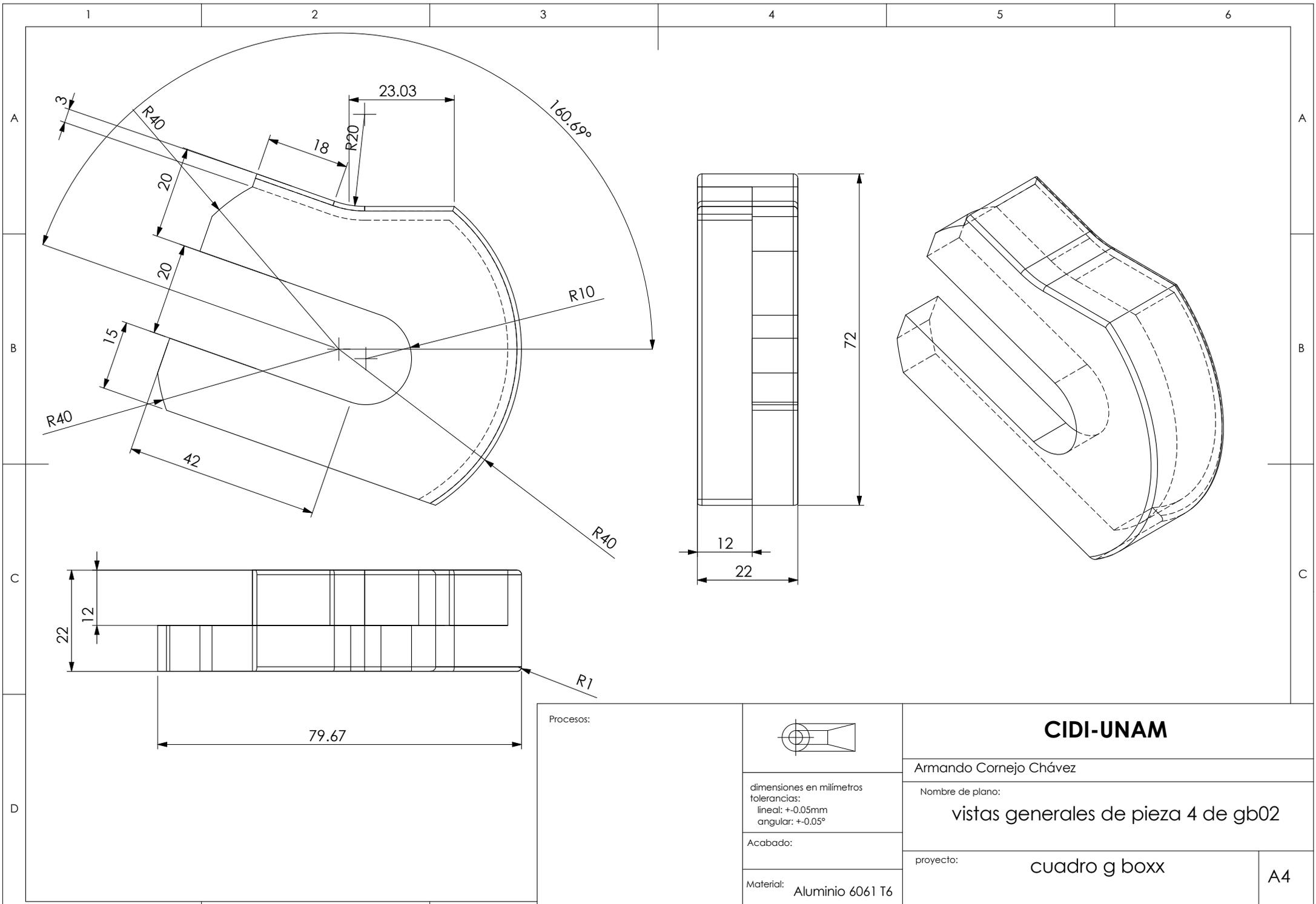
A4

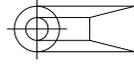
escala 1:4

hoja 23 de 25



Procesos:		CIDI-UNAM	
		Armando Cornejo Chávez	
	dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: $\pm 0.05\text{mm}$ angular: $\pm 0.05^\circ$	Nombre de plano: vistas generales de pieza 3 de gb02	
	Acabado:	proyecto:	cuadro g boxx
Material:	Aluminio 6061 T6		
Peso: 34.75 gramos	escala 1:1	hoja 24 de 25	



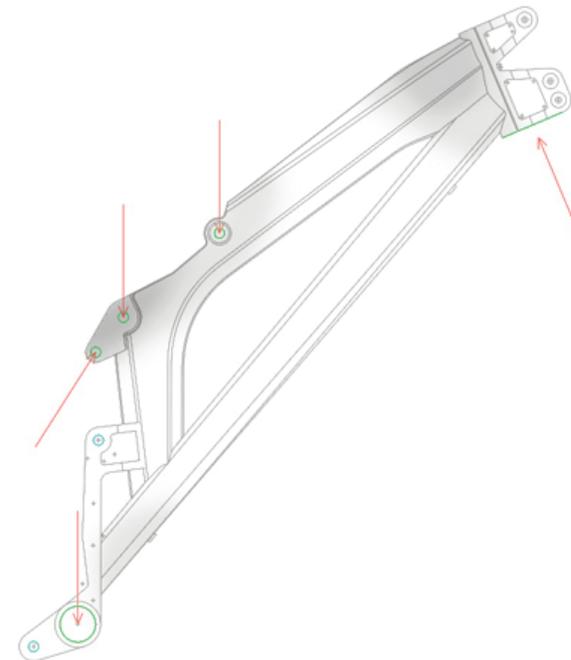
Procesos:		CIDI-UNAM	
		Armando Cornejo Chávez	
dimensiones en milímetros tolerancias: lineal: $\pm 0.05\text{mm}$ angular: $\pm 0.05^\circ$	Nombre de plano: vistas generales de pieza 4 de gb02		
Acabado:	proyecto: cuadro g boxx		A4
Material: Aluminio 6061 T6			
Peso: 34.75 gramos	escala 1:1	hoja 25 de 25	

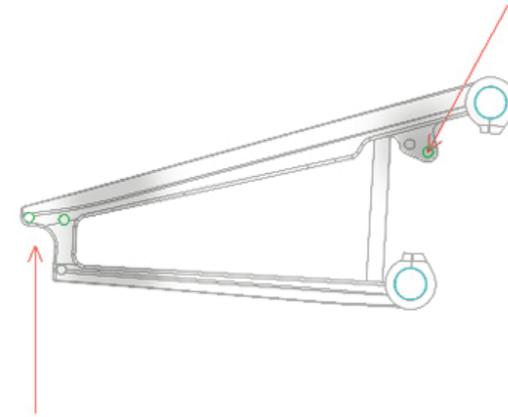
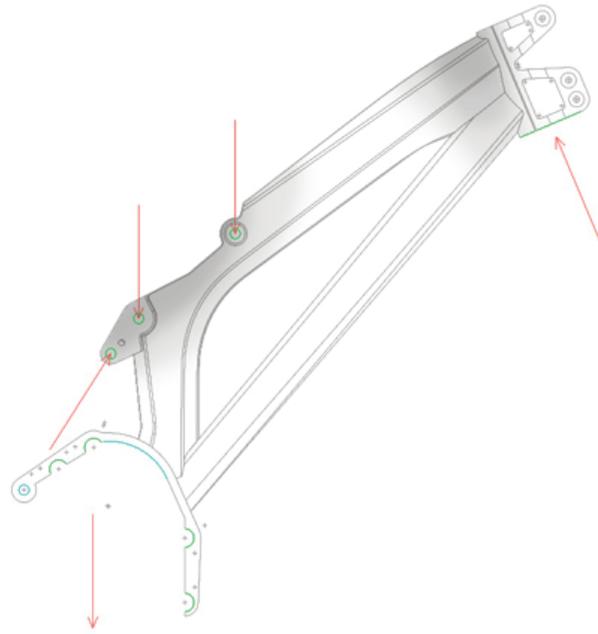
Apéndice

Como parte de la plausibilidad y validación del diseño, realicé el análisis de esfuerzos que pueden llegar a tener las piezas que componen el cuadro, este análisis fue realizado en COSMOSExpress dentro de los accesorios de SolidWorks, es una herramienta de análisis estructural para la fase inicial de diseño, que detecta posibles problemas antes de seguir adelante, con este asistente se puede visualizar como se comportara el diseño propuesto en condición de uso, si se deformara o incluso llegara a romperse, antes de hacer los primeros prototipos, e incluso de un análisis con un simulador virtual mas específico basado en condiciones mas reales. Por el alcance de la tesis y la infraestructura necesaria para realizar estas pruebas, realice este análisis como un paso necesario para la viabilidad de las propuestas, aunque aun necesitaría de una etapa de pruebas y ajustes sobre los prototipos antes de poder entregar un diseño listo para ser producido.

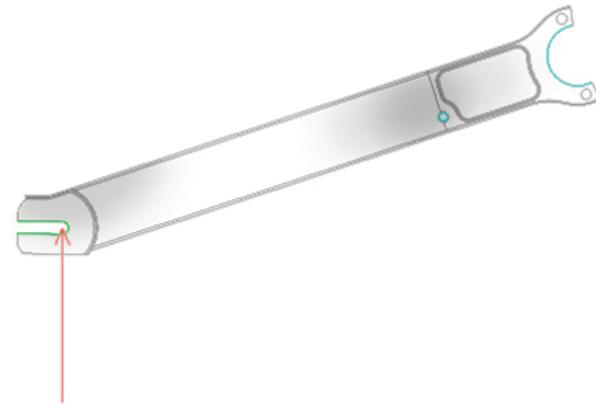
Las distintas piezas que componen cada modelo de cuadro, fueron diseñadas tomando en consideración los esfuerzos a los que se someterían, de esto resulta que los anclajes sobre donde estarán componentes que ejercen fuerzas sobre el cuadro están fabricados en inyección de aluminio, pues da un mejor soporte a las uniones mecánicas y generalmente tienen sus secciones mayores en el sentido en que se ejerce la fuerza, los puntos críticos encontrados en el análisis posterior, confirmo lo que el análisis empírico había razonado y anticipado, y por lo tanto diseñe adecuadamente para estas consideraciones, en las imágenes se muestran los ejes de fuerzas considerados, su valor y dirección, así como los puntos críticos sobre la piezas.

Los esfuerzos calculados para las piezas están en base a un peso del ciclista de 115 kg, y las cargas derivadas del uso como pedalear, el estrés generado por los golpes de piedras o raíces, e incluso saltos, definieron distintos grupo de fuerzas aisladas que actuarán sobre cada pieza. Los datos obtenidos demuestran a las propuestas como una opción viable y que no tendrá fallas de funciones por el uso.





Todas las fuerzas representadas con las flechas rojas, corresponden a un valor de 1500 N, las líneas azules corresponden a los puntos de apoyo y limitantes de movimiento consideradas, las líneas verdes corresponden a los puntos de aplicación de la fuerza, y las zonas en gris, son los principales puntos de estrés y posible falla o ruptura de las piezas analizadas,



Bibliografía

INGENIERÍA DE MANUFACTURA.

Ing. Ulrich Scharer Sauberli, Ing. José Antonio Mora, Ing. Joaquín Cruz Sánchez, Ing. Leonides Solares Gerardo, Ing. Raúl Montero Ponce
Compañía editorial continental S.A. de C.V.
Primera edición 1984

PRINCIPIOS DE INGENIERÍA DE MANUFACTURA.

Stewart C. Black
Compañía editorial continental S.A. de C.V.
Primera edición en español 1999

TROQUELADO Y ESTAMPACIÓN.

Tomas López Navarro
Ed. Gustavo Gili
Quinta edición 1976

SHEET METAL FORMING PROCESSES AND DIE DESIGN.

Vokota Boljanovic Ph. D.
Ed. Industrial Press
Soldadura y aplicaciones prácticas
Horwitz Henry
Ed. Alfaomega 1976.

ELECTROPULIDO Y ANODIZACIÓN EN METALES.

N. P. Fedetiev
Ed. Gustavo Gili

HUMAN FACTOR DESIGN HANDBOOK.

Woodman Wesley
Ed. Mac Graw Hill.

FACTORES ERGONÓMICOS EN EL DISEÑO.

Prado León Lilia R., Ávila Chaurand Rosalío. Universidad de Guadalajara.
Primera edición. México 2001.

ERGONOMÍA PARA EL DISEÑO.

Flores Cecilia. Editorial Designio.
Primera edición. México 2001.

MANUAL DE ERGONOMÍA.

Farrer Velásquez Francisco, Minaya González Gilberto, Nino Escalante José, Ruiz Ripollés Manuel.
Ed. Fundación MAPFRE. Segunda edición. Madrid, octubre de 1997.

SPORT DESIGN. teNeues Publishing Group, 2004

Sitios Web

<http://www.alu-stock.es/tecnica/soldadura.html>

http://www.inser-robotica.com/robotsPanasonic_S_MIG_Aluminio.htm

http://www.inser-robotica.com/robotsPanasonic_S_TIG.htm

<http://www.inser-robotica.com/Soldadura.php>

http://www.linde.com/International/Web/LG/AR/likegagaar.nsf/DocByAlias/app_cw_arc_tig

http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/soldaduratig/

<http://www.coatfab.com/anodising.htm>

<http://www.psm-dupont.com.mx/paginas/aplicacion.htm>

<http://200.67.204.215/anidarsa/>

http://www.nacobre.com.mx/CA_L`nea%20de%20Pintura.asp#TopOfPage

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

<http://www.orangebikes.co.uk/main/index.php>

<http://www.intensecycles.com/web/index.html>

www.msrbikes.com/

www.gtbicycles.com/

www.foesracing.com/
www.bikes.com/ (rocky mountain)
www.specialized.com/
www.santacruz bikes.com
www.cannondale.com/
www.ironhorsebikes.com/
www.dw-link.com/home.html
scottusa.com/
www.marzocchi.com
www.shimano.com
<http://www.sram.com/es/>
<http://www.sram.com/es/rockshox/index.php>
<http://www.sram.com/es/avid/index.php>
<http://www.sram.com/es/truativ/index.php>
www.hayesdiscbrake.com/

El mundo de la mountain bike

Edición española

#17 Págs. 26-32, 110-113.

#18 Págs. 18-21.

#24 Págs. 22-26, 28-52.

#30 Págs. 20-29, 30-34, 36-40.

#31 Págs. 18-22, 28-34.

#33 Págs. 14, 15, 20-50, 112-117.

#35 Págs. 28-62, 64-68.

#38 Págs. 38-42.

#40 Págs. 30-34, 36-40, 50-54.

#49 Págs. 26-30, 32-36.

#50 Págs. 30-34, 48-52, 54-58,

Solo bici

Edición española

#157 Págs. 62-65, 114-119.

#165 Págs. 18-20, 34-65.

#169 Págs. 52-56, 58-66, 76, 88-93.

#171 Págs. 48-53.

#176 Págs. 56-61, 68-73, 74-77, 94-99.

#178 Págs. 44-52, 90-94.

#180 Pág. 68-82.

#182 Págs. 60-67, 115-178.

#183 Págs. 42-45, 89-93.

#184 Págs. 32-38, 54-56, 82-89.

Bike a fondo

Edición española 2006, num. 171

Revistas y otros