

VEHÍCULO DE INVESTIGACIÓN Y PRUEBAS PARA LA COMPETENCIA SHELL ECO-MARATHON

Tesis profesional para obtener el título de Diseñador Industrial,
presentan:

Antonio Almazán Aguirre
Adolfo Gerardo Graña Gutiérrez

Dirección
D.I. Roberto González Torres

y la asesoría de
D.I. Fernando Fernández Barba
D.I. Agustín Moreno Ruiz

Declaramos que este proyecto de tesis es completamente de nuestra autoría y que no ha sido presentado previamente en ninguna otra Institución Educativa y autorizamos a la UNAM para que publique este documento por los medios que considere pertinentes.



Ciudad Universitaria, CDMX

Año de impresión: 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

EP01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

Coordinación de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

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

NOMBRE ALMAZAN AGUIRRE ANTONIO No. DE CUENTA 410019672

NOMBRE TESIS VEHICULO DE INVESTIGACION Y PRUEBAS PARA LA COMPETENCIA SHELL
ECO-MARATHON

OPCIÓN DE TITULACIÓN TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL

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

Examen Profesional que se celebrará el día _____ a las _____ horas.

Para obtener el título de DISEÑADOR INDUSTRIAL

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 5 de octubre de 2018

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. ROBERTO GONZALEZ TORRES	
VOCAL D.I. FERNANDO FERNÁNDEZ BARBA	
SECRETARIO D.I. AGUSTIN MORENO RUIZ	
PRIMER SUPLENTE M.D.I. ENRIQUE RICALDE GAMBOA	
SEGUNDO SUPLENTE M.I. CLAUDIO HANSBERG PASTOR	

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



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

Coordinación de Exámenes Profesionales
Facultad de Arquitectura, UNAM
PRESENTE

EP01 Certificado de aprobación de
impresión de Tesis.

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

NOMBRE **GRAÑA GUTIERREZ ADOLFO GERARDO** No. DE CUENTA **309544991**

NOMBRE TESIS **VEHICULO DE INVESTIGACIÓN Y PRUEBAS PARA LA COMPETENCIA SHELL
ECO-MARATHON**

OPCION DE TITULACION **TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL**

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

Examen Profesional que se celebrará el día _____ a las _____ horas.

Para obtener el título de **DISEÑADOR INDUSTRIAL**

ATENTAMENTE
"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, D.F. a 5 de octubre de 2018

NOMBRE	FIRMA
PRESIDENTE D.I. ROBERTO GONZALEZ TORRES	
VOCAL D.I. FERNANDO FERNÁNDEZ BARBA	
SECRETARIO D.I. AGUSTIN MORENO RUIZ	
PRIMER SUPLENTE M.D.I. ENRIQUE RICALDE GAMBOA	
SEGUNDO SUPLENTE M.I. CLAUDIO HANSBERG PASTOR	

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

Agradecimientos

Antonio

A mis padres, por darme su apoyo incondicional en todo momento, por la paciencia y por tanto amor, a mi papá por siempre estar ahí, a mi mamá por demostrarme que ningún problema es lo suficientemente grande como para darse por vencido, por ser mi motivación y mi mayor ejemplo a seguir.

A la UNAM, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente, por mostrarme todos esos mundos que no conocía, por darme la oportunidad de llegar a personas que nunca hubiera conocido en otro lugar.

Al CIDI por dejarme ser parte de él, por convertirse en mi hogar y en mi familia.

A todos esos extraños que llegaron un día para ya no irse, a los CIDI Boys por hacer tan divertido el día, por no olvidar que siempre somos niños, al equipo Shell por demostrarme lo lejos que se puede llegar con trabajo y esfuerzo a Jonathan por integrarse y hacernos reír.

Al TPL por exigirme ser una mejor persona en cada entrenamiento.

A los Proofs por compartir conocimiento y brindar apoyo dentro y fuera de las aulas.

A mi compañero de tesis y buen amigo Goof, después de mucho pero ¡si se pudo!

Agradecimientos

Adolfo

A mis padres, Marissa y Adolfo, mi principal inspiración. Gracias por su paciencia, amor y apoyo incondicional, sin ellos nada sería posible. Sus consejos, valores y enseñanza me han llevado a crecer, soy lo que soy gracias a ustedes.

A mi madrina Cecilia por siempre estar ahí.

A mis abuelos Tito y Yuya, que siempre serán parte de mi.

A mis tías, primos y sobrinos por su apoyo.

A los Gin Lovers, por estar en las buenas y en las malas. Gracias.

Al Equipo Shell por las horas y horas de trabajo, aprendizaje y risas junto a ustedes.

A los Profs. por su ayuda, consejos de vida y convertirse en grandes amigos.

Al CIDI, sus profesores y las buenas amistades que hice.

A la UNAM, orgulloso de ser parte de la mejor Universidad.

Y por supuesto a Toño, por ser mi compañero incondicional en esta larga, estresante y divertida aventura, no podría haber escogido a alguien mejor para este proyecto, ¡nos tardamos pero lo logramos!

INDICE

Introducción	01
Memoria descriptiva	03
Antecedentes	07
Acerca de la “Escudería UNAM Motorsports” Equipo “UNAM Miztli Shell Eco-marathon” La historia Los vehículos Los resultados Acerca de la competencia “Shell Eco-marathon” Experiencia en la competencia Identificación del problema	
Desarrollo del estudio	19
Objetivos Campo de trabajo Comparación con otros equipos Requerimientos Inspección técnica Estudios a realizar Sistema XYZ Análisis del sistema de dirección	

Propuesta en base al estudio 49

Simulador

Vistas generales

Observaciones generales

Módulos

Conclusiones del primer simulador

Propuesta Final 57

Simulador

Observaciones generales

Módulos

Análisis del sistemas de dirección

Pruebas ergonómicas

Pruebas de manejo

Conclusiones 79

Glosario 81

Referencias 83

Anexos 85

Planos 93

Planos primer simulador

Planos propuesta final

Introducción

A lo largo de la historia el ser humano ha tenido la necesidad de transportarse, empleando para ello, desde la utilización de animales como fuerza de tracción, hasta la invención de las máquinas como el motor de combustión. El problema radica desde que se utilizan los combustibles fósiles, la contaminación ambiental y el calentamiento global han aumentado paulatinamente. Como respuesta a esto, algunos personajes y empresas, teniendo en cuenta que las energías alternas son el futuro de la movilidad se han dedicado a apoyar esta iniciativa, uno de esos casos es la petrolera anglo-holandesa “Royal Dutch Shell”, de aquí en adelante “Shell” que año con año organiza la competencia “Shell Eco-marathon” (SEM) donde invita a estudiantes de todo el mundo a diseñar y construir vehículos que busquen tener el mejor rendimiento de combustible posible.

Los autores de esta tesis participamos en los años 2015 y 2016, sin haber alcanzado en esas ocasiones los objetivos que nos planteamos debido a la gran cantidad de problemas que surgieron durante el proceso de diseño y construcción del vehículo, así como, especialmente, en la competencia, los que se podrían evitar mediante pruebas previas.

El problema principal radicó en que el vehículo estuvo listo sólo unos cuantos días antes de la competencia, por lo que no contamos con el tiempo suficiente para realizar las pruebas previas necesarias. En respuesta a este problema, ahora construimos este chasis único, cuyo principal propósito es utilizarse para experimentar y probar todos los componentes necesarios para el vehículo final.

Esta tesis explica el proceso llevado para el diseño y la construcción de este chasis y las funciones del mismo.

Memoria descriptiva

Este trabajo explica el proceso llevado para el diseño y la construcción del chasis de pruebas experimental y las funciones de éste.

“Shell Eco-marathon” es una competencia internacional con 3 diferentes sedes (América, Asia y Europa) que desafía a estudiantes de diferentes disciplinas a diseñar, construir y manejar vehículos con un sólo propósito: recorrer la mayor distancia con el menor gasto de combustible.

Hay dos categorías: prototipos y urbanos, que pueden ser impulsados por diferentes fuentes de energía. Nosotros participamos como miembros del equipo “UNAM Miztli Shell Eco-marathon” en la edición de América dentro de la categoría prototipo eléctrico. Esto nos dejó un gran aprendizaje y experiencia y una de las cosas que nos percatamos es que el construir un prototipo final para el concurso es difícil, tardado y caro. Es indispensable hacer muchas pruebas previas a la competencia, por ello construimos este chasis, que es un medio que nos permite hacer cambios para realizar todas las pruebas necesarias de forma rápida y a un bajo costo.

Nuestra propuesta es un **prototipo único**: un vehículo de pruebas de fácil construcción y transporte que ayudará al futuro desarrollo de vehículos para esta competencia.

Función

Este chasis permite hacer pruebas como: las dimensiones del vehículo, la posición del piloto, la conducción, además de todos los elementos mecánicos y eléctricos necesarios para el funcionamiento.

El vehículo está compuesto por tres principales módulos: la base, la tijera y la dirección.

- La base es el piso del habitáculo para el piloto, donde irán sujetos todos los elementos del vehículo. Es la columna vertebral del simulador.
- La tijera considera varios puntos de sujeción donde se instalan el rin trasero, el caliper de freno, motor, controlador y baterías. El respaldo, roll bar y pared de fuego son partes de este módulo.
- La dirección sujeta los rines delanteros y calipers de frenos. Es la encargada de dar una trayectoria al vehículo.

A comparación de un monocasco, el chasis es una alternativa de menor tiempo de construcción y costo.

El chasis considera todos los aciertos y desaciertos de los vehículos anteriores del equipo y es un parteaguas para el desarrollo de los prototipos finales que son llevados a la competencia.

Es importante destacar que es un objeto único con características físico mecánicas exclusivas para la competencia “Shell Eco-marathon”.

Producción

El chasis está construido mediante el innovador sistema XYZ, llamado así porque tres perfiles siempre se tocan formando un nudo firme en las uniones, evitando que se descuadren, restringiendo el movimiento en los tres ejes (XYZ).¹

Los procesos utilizados son corte y barrenado, a excepción de la dirección que tiene partes soldadas. Por lo mismo es fácil rehacer y reemplazar piezas.

Los materiales utilizados son perfil rectangular de aluminio de 2" x 1" calibre 14 y perfil cuadrado de aluminio de 1" x 1" calibre 14. Las partes que mayor esfuerzo y desgaste sufren como la dirección, están hechas en tubo cuadrado de acero al carbón de 1" x 1" calibre 18. Los soportes de las llantas son de solera de acero de una pulgada de ancho y 1/4" de espesor.

Tiene unas rótulas de acero insertadas en unos brazos paralelos de barra de aluminio torneados que permiten el funcionamiento y ajuste de la dirección.

Las partes articuladas tienen espaciadores de nylon para evitar el desgaste que se genera con el movimiento. Esto además ayuda a tener un manejo más suave.

Cada módulo (base, tijera, dirección) se arma por separado y al final se unen. Todas las piezas están unidas con tornillos cabeza hexagonal de 1/4" de ancho y diferentes largos (ver anexo 1).

Ergonomía

El chasis está diseñado y construido en base al reglamento de competencia cuyo principal objetivo es garantizar la seguridad del piloto.

Realizamos diferentes pruebas para hacerlo lo más cómodo y seguro posible. Cabe destacar que el objetivo de la competencia es lograr el mejor rendimiento de combustible. Lo mejor es tener el menor peso, para ello el piloto debe ser pequeño y ligero, dentro de los límites establecidos en el reglamento. En esto nos basamos para el diseño del habitáculo.

La dirección se controla mediante palancas, porque en la posición en la que va el piloto le es más fácil utilizar éstas que un volante, porque así los brazos tienen mayor apoyo y evitan fatiga. Hicimos la prueba con ambas y si bien el volante es lo más natural por su uso cotidiano en autos, es peligroso en caso de colisión además de que obstruye la visibilidad.

¹ <http://www.xyzcargo.com/abo/ut>

Estética

La competencia tiene como objetivo obtener el mejor rendimiento de combustible y un punto clave para ello es la aerodinámica y para conseguirlo los prototipos que participan en la competencia buscan ser lo más horizontales posibles, ya que de esta forma se reduce la resistencia al viento. Como consecuencia el piloto va casi acostado y el chasis se encuentra diseñado bajo esos parámetros.

Nos basamos en las proporciones y dimensiones del prototipo que mejores resultados ha tenido en competencias previas, el MAKO. La distancia entre ejes es la misma y en el primer simulador las llantas delanteras tenían la misma distancia entre ellas que en el MAKO, pero al realizar pruebas y diseñar la nueva dirección fue posible acortar esta distancia, mejorando el control.

La tendencia hacia lo ortogonal es notable, esto se debe principalmente al sistema XYZ utilizado para el armado, por lo mismo se utiliza perfil cuadrado que ayuda a restringir el movimiento en los 3 ejes.

Podríamos resumir que el valor estético del chasis está condicionado por la función del mismo y es importante destacar que el diseño del vehículo está hecho conforme al reglamento de la competencia, siendo la seguridad del piloto lo primordial.



Antecedentes

Acerca de la Escudería “UNAM Motorsports”

Equipo “UNAM Miztli Shell Eco-marathon”

La historia

Los vehículos

Los resultados

Acerca de Shell Eco-marathon

Experiencia en la competencia

Identificación del problema



Acerca de la Escudería “UNAM Motorsports”

La escudería “UNAM Motorsports” es el proyecto que integra a los equipos multidisciplinarios estudiantiles deportivos de “Fórmula SAE UNAM”, “Baja SAE UNAM” y “UNAM Miztli Shell Eco-marathon”. Cada equipo es independiente y tiene el objetivo de desarrollar un vehículo para la competencia en la cual participa.

La importancia de la escudería implica la suma de esfuerzos de todos los equipos para lograr objetivos comunes como el impulso de los estudiantes en su preparación profesional; generar conocimiento para los futuros estudiantes de la Universidad, conseguir recursos para el desarrollo de los proyectos a través del financiamiento de empresas privadas y una mayor difusión dentro y fuera de la Universidad que respalde su pertinencia.

El valor de estos proyectos para los alumnos es muy importante ya que el desarrollo de un vehículo implica la participación de muchas personas de diferentes disciplinas, por lo que es una excelente herramienta para prepararse para la vida profesional donde el trabajo multidisciplinario está presente todos los días. Son proyectos donde no sólo se aplican los conocimientos adquiridos durante la carrera, sino que se aprende día a día.

Equipo “UNAM Miztli Shell Eco-marathon”

La historia

“UNAM MIZTLI Shell Eco-marathon” es el equipo multidisciplinario formado por estudiantes de Diseño Industrial e Ingeniería que participa en la competencia “Shell Eco-marathon Americas”.

Todo empezó en el año 2010 con un vehículo de propulsión humana con dirección reclinable, con el fin de participar en la competencia “Human Powered Vehicle (HPV)” organizada por la “American Society of Mechanical Engineers (ASME)” de Estados Unidos.

Debido a circunstancias económicas no se pudo asistir al evento y el equipo decidió desarrollar un vehículo eléctrico para una competencia llamada “Electratón México”, que consiste en construir un vehículo eléctrico y ganar siendo el más rápido. El resultado causó una buena impresión en los medios de comunicación que cubrían el evento. Al final de la temporada, con el fin de conseguir patrocinio, el equipo contactó a “Shell México”, quienes propusieron al equipo participar en el “Shell Eco-marathon Americas 2012” y se construyó el vehículo MIZTLI.

En 2013 el equipo trabajó de nuevo en el vehículo MIZTLI mejorando la distribución de esfuerzos, la reducción de altura y la estabilidad. A la par se trabajó en un nuevo vehículo a gasolina llamado MAKO. Se llevaron ambos vehículos, pero ninguno logró establecer marca.

En 2014, se dio de baja a MIZTLI y el vehículo MAKO se adaptó para ser eléctrico. Salió a pista, pero no logró establecer marca.

En 2015, se mejoró el MAKO y se estableció marca en la competencia por primera vez, terminando en 10° lugar dentro de su categoría.

En 2016, nuevamente se mejoró el MAKO y se terminó en el 12° lugar de la categoría.

Hasta la fecha el equipo sigue vigente buscando construir nuevos prototipos para continuar participando en la competencia.



Equipo 2014



Equipo 2015



Equipo 2016

2010-2012

2012-2013



VEHÍCULO DE PROPULSIÓN HUMANA

Chasis con dirección reclinable con el fin de participar en la competencia de HPV de ASME USA, más adelante se adaptó para competir en el Electrathon.

FICHA TÉCNICA

CHASIS

PESO: 37 kg

NÚMERO DE PUERTAS: NA

DIMENSIONES: Largo 3052 mm/Ancho 689 mm/Alto 786 mm

DISTANCIA ENTRE EJES: 1506mm

FRENOS DELANTEROS: Disco de 160mm

FRENOS TRASEROS: Disco de 160mm

MOTOR: Corriente directa 48V 700watts

CONTROLADOR: NA

ACELERADOR: Eléctrico de 5k, tipo pedal

FUENTE DE ENERGÍA: Baterías de 48V Li-Ion

DIRECCIÓN: Delantera con volante

RODADA: Rodada 20

MIZTLI e-DOS

Prototipo eléctrico monocasco en fibra de carbono con insertos de kevlar, de alta eficiencia energética, de tres ruedas con dirección y propulsión trasera.

FICHA TÉCNICA

MONOCASCO

PESO: 37 kg

NÚMERO DE PUERTAS: 1

DIMENSIONES: Largo 3052 mm/Ancho 689 mm/Alto 786 mm

DISTANCIA ENTRE EJES: 1506mm

FRENOS DELANTEROS: V brake de bici de ruta

FRENOS TRASEROS: Disco de 160mm

MOTOR: Tipo Hub motor - Eléctrico sin escobillas Hx 5-Phase 500

CONTROLADOR: Integrado de 5 fases

ACELERADOR: Eléctrico de 5k, tipo botón

FUENTE DE ENERGÍA: Baterías de 36V Li-Ion, 9.0Ah, 324Wh

DIRECCIÓN: Tipo Hub-center steering modificada

RODADA: Bicicleta de Ruta 700c

2013-2016

Los Vehículos

El equipo UNAM MIZTLI Shell Eco-marathon ha contado con tres diferentes vehículos desde su fundación.



MAKO

Vehículo prototipo eléctrico monocasco en fibra de carbono con insertos de aluminio, de alta eficiencia energética, de tres ruedas con dirección frontal y propulsión trasera. Originalmente competía con un motor de gasolina pero se cambió a eléctrico.

FICHA TÉCNICA

MONOCASCO

PESO: 60 kg

NÚMERO DE PUERTAS: 1

DIMENSIONES: Largo 3080 mm/Ancho 980 mm/Alto 680 mm

DISTANCIA ENTRE EJES: 1530mm

FRENOS DELANTEROS: Disco de 160mm

FRENOS TRASEROS: Disco de 160mm

MOTOR: Corriente directa 48v 700watts - Eléctrico con escobillas 20 Ah

CONTROLADOR: Integrado

ACELERADOR: Eléctrico de 5k, tipo pedal

FUENTE DE ENERGÍA: Baterías de 48V Li-Ion

DIRECCIÓN: Frontal con palancas

RODAMIENTOS: Bicicleta Rodada 20

Resultados

2012

MIZTLI: El coche pasó inspección técnica. Debido a una falla de estabilidad sufrió una volcadura en la competencia y no logró terminar el recorrido.

2013

MIZTLI: Fue mejorada la distribución de esfuerzos, reducción de altura y ajuste de estabilidad, pero nuevamente no se logró completar el recorrido.

MAKO: Originalmente con motor de gasolina, no pasó la inspección técnica y no logró competir.

2014

MAKO: Se cambió a motor eléctrico, se reemplazó la dirección, consiguió pasar inspección técnica, pero un problema con la cadena evitó que se completara el recorrido.

2015

MAKO: Fabricamos componentes mecánicos de aluminio para reducción de peso, instalamos un nuevo motor y acelerador y trabajamos en el parabrisas para potenciar la visibilidad. Conseguimos pasar inspección técnica y por primera vez se completó un recorrido, terminando en la 10ª posición de 38 equipos dentro de la categoría de batería eléctrica.

2016

MAKO: Implementamos nueva dirección y tijera para reducción de peso. Invertimos en nuevas baterías. Los responsables del traslado del vehículo dañaron la dirección y fue necesario rehacerla en el lugar de la competencia. Pasamos la inspección técnica, concluyendo en 12º lugar dentro de la categoría de batería eléctrica (de 38 equipos participantes).



Acerca de la competencia “Shell Eco-marathon”

Es una competencia mundial organizada por la petrolera Shell que desafía a estudiantes de diferentes disciplinas a diseñar, fabricar y manejar los vehículos más eficientes en consumo de energía. Con eventos anuales en América, Europa y Asia, esta competencia de innovación incentiva a los diseñadores, científicos e ingenieros del futuro a recorrer la mayor distancia, usando la menor cantidad posible de energía.

Dentro de la competencia están contempladas dos categorías: Urbano y Prototipo, que deben desarrollarse de acuerdo con la reglamentación. Pueden ser impulsados por cualquiera de los 7 tipos de combustibles utilizables: gasolina, etanol, diésel, gas a líquido (gas to liquid: GTL por sus siglas en inglés), gas natural comprimido, hidrógeno o electricidad.

Urbano: Consiste en desarrollar un vehículo práctico prospectivo para dos personas que pueda ser utilizado en la ciudad

Prototipo: Son vehículos experimentales futurísticos que sólo buscan la mayor eficiencia.

El equipo “UNAM Miztli Shell Eco-marathon” participa en la categoría de “Prototipo de Batería Eléctrica”, dentro de la edición de América que desde el año 2015 es celebrada en la Ciudad de Detroit, Michigan en el norte de los Estados Unidos.

A efecto de competir es necesario pasar una inspección técnica del vehículo para conocer el diseño y sobre todo garantizar el funcionamiento del auto y la seguridad del piloto.

Acreditada la inspección, la competencia consiste en completar un recorrido de cierto número de vueltas en una pista trazada en el centro de la Ciudad de Detroit, dentro de un determinado tiempo máximo y con medidores especiales proporcionados por los organizadores se obtiene información acerca de qué tan eficiente es el vehículo y se realizan cálculos que determinan cuál fue el gasto de combustible. Cada categoría es premiada y gana el vehículo que dentro de ese cálculo recorra más por menos.



Foto oficial de la competencia 2016. Foto: Shell Eco-marathon/flickr



Experiencia en la competencia

El equipo “UNAM Miztli Shell Eco-marathon” lleva participando en la competencia desde el año 2012. Los autores de esta tesis asistimos a las ediciones de 2015 y 2016 que se llevaron a cabo en el “Centro de Convenciones Cobo” de Detroit, Michigan en Estados Unidos y que nos dejaron un gran aprendizaje que pretendemos aplicar en el desarrollo de esta propuesta

El auto sólo compite un par de días, pero el proceso para llegar a este punto lleva mucho trabajo y esfuerzo que hemos vivido y que compartiremos para que futuros miembros del equipo puedan considerar.

Para la edición 2015, ocho personas formamos parte del proyecto. Durante ese mismo año, intentamos, sin éxito, conseguir patrocinios y recursos económicos para construir un vehículo nuevo.

Ante esta situación, tomamos la decisión de mejorar el prototipo del año anterior de acuerdo con los desaciertos que tuvo el vehículo. Para ello, construimos componentes mecánicos nuevos como la dirección y la tijera trasera con el fin de mejorar el funcionamiento, el control del vehículo y la reducción del peso. También mejoramos la visibilidad del piloto mediante ajustes al parabrisas y compramos e instalamos un nuevo motor, baterías y acelerador para los cuáles el equipo de ingeniería se encargó de construir un nuevo controlador. Hubo poco tiempo para probar el vehículo, por lo que no fuimos capaces de analizar a fondo su funcionamiento.

Otro punto fundamental es el envío del auto. Llevar el vehículo a Estados Unidos es muy costoso, pero conseguimos un patrocinio de “Shell”, que nos apoyó en esa tarea.

En el “Shell Eco-marathon 2015” tuvimos problemas de último minuto, que debimos solucionar con la poca herramienta que llevábamos. En el lugar de competencia hubo un gran compañerismo y estudiantes de universidades de Estados Unidos y Brasil nos apoyaron con herramientas y conocimientos para resolver estas dificultades.

El auto pasó la inspección técnica y de seguridad después de varios intentos. Finalmente pudimos salir a pista quedando en el 10° lugar en la categoría “Battery Electric Prototype.”

Para la edición del 2016 el equipo creció a 15 miembros incluyendo a 4 que participamos en 2015 y nuevamente, a pesar de establecer alianzas con diferentes empresas, no conseguimos los patrocinios necesarios para desarrollar un nuevo vehículo, por lo que decidimos mejorar el auto del año anterior.

Incluimos un nuevo trabajo de pintura; redujimos peso, utilizando aluminio en la construcción de elementos mecánicos; fabricamos una nueva tapa de motor de fibra de vidrio, eliminando casi 3 kilos de peso; pintamos el parabrisas de negro para evitar el reflejo de la luz solar; cortamos ciertas partes para tener una visibilidad completa y en estos espacios colocamos un calibre menor de PET; adquirimos nuevas baterías, llantas y cinturones; probamos los ajustes del auto durante dos días antes de ser trasladado a Estados Unidos, por lo que las pilotos no tuvieron suficiente tiempo para familiarizarse con el vehículo.

El envío a Detroit fue patrocinado por la misma empresa del año anterior, pero el coche resultó dañado en el traslado, estropeándose la dirección. Por ello fue necesario construir una nueva dirección en el lugar de la competencia. Con lo aprendido el año anterior, llevamos más herramienta y material con el fin de estar preparados para estos percances. Fue necesario soldar los elementos para la nueva dirección y los organizadores apoyan con un experto en soldadura que también tenía material para ayudar en estos imprevistos.

A pesar de todo, pasamos la inspección técnica con mayor facilidad que el año anterior, acreditando 9 de 10 pruebas en la primera supervisión, a excepción de la prueba de electrónica, porque no contábamos con la argumentación necesaria en el área de diseño de los componentes electrónicos. Es indispensable ir preparado conociendo los tecnicismos y el diseño del controlador y siendo capaces de explicarlo en inglés.

La inspección técnica se cumplió y terminamos en el lugar 12° de la categoría “Battery Electric Prototype”.

Experiencia en la competencia

Independientemente de la narración de los hechos, la competencia nos dejó un gran aprendizaje, por ejemplo:

Todos los desaciertos que tuvimos en años anteriores y que debemos considerar para evitar repetirlos:

El reglamento: Es importante conocer los parámetros de la competencia y el diseño del vehículo, porque constantemente surgen dudas que fácilmente pueden resolverse consultando el reglamento de competencia.

Recursos: Es indispensable buscar patrocinadores para el desarrollo del proyecto, por lo que hay que estar preparados con el material audiovisual adecuado, tener claro qué es lo que se requiere de cada patrocinador y qué es lo que el equipo puede dar a cambio.

Organización del equipo: Los roles en un equipo son básicos: Cada quien debe tener tareas específicas con objetivos a cumplir.

Organización del tiempo: Para tener el vehículo preparado se debe elaborar un cronograma de trabajo general, respetar la tarea de cada integrante y fijar fechas para entregar los objetivos planteados.

Proceso de inscripción: Es importante estar atentos a las fases y fechas de inscripción a la competencia y tener los documentos que solicitan. Constantemente los organizadores envían correos para recordar este proceso.

Pruebas: Hay que buscar suficiente tiempo para probar el auto, a fin de que los pilotos se familiaricen con él y tengan un dominio total del vehículo, además de corregir posibles fallas.

Organización del viaje: La competencia es en Detroit por lo que hay que buscar vuelos, los directos a esa ciudad son muy caros, en nuestro caso en ambas ediciones volamos a Chicago y rentamos un auto para desplazarnos a Detroit, que se encuentra a 5 horas de trayecto. Los organizadores permiten la estancia en el centro de convenciones donde es el evento, por lo que es recomendable llevar casas de campaña y bolsas de dormir. También instalan regaderas portátiles para bañarse y entregan pases de comida hasta para 8 personas del equipo.

Preparación para la competencia: Se debe llevar herramientas y material que ayude a solucionar los problemas que puedan surgir., así como conocer el vehículo completamente, llevar la documentación técnica del vehículo y ser capaces de comunicarse en inglés.

Identificación del problema

En “Shell Eco- marathon” abundan los prototipos que son **monocascos**, es decir, un casco moldeado que funciona como estructura del vehículo e integra todos sus componentes dentro. Estos vehículos están elaborados en fibra de vidrio, más comúnmente, los de fibra de carbono, son los más utilizados por ser sumamente ligeros y también por la facilidad de moldearse en diferentes formas, que hacen propicio su diseño para maximizar la aerodinámica del vehículo.

La ligereza y aerodinámica son dos de los principales aspectos a considerar en el diseño de un vehículo para esta competencia. El problema es que un monocasco requiere de un gran presupuesto para poder realizarse, ya que es necesaria la construcción de costosos, grandes y complicados moldes, generalmente fabricados con máquinas de control numérico y la tecnología y material para la fibra de carbono es muy cara. La calidad del producto final depende en gran medida de qué tan bien esté aplicado el proceso, es muy tardado y si hay errores de calibración o construcción es muy complicado arreglarlo. Aunado a esto al estar todo integrado, en caso de chocar o tener algún percance es difícil reparar el monocasco en el lugar de la competencia; por ello, existe una segunda opción de fabricación de vehículos para la competencia que es mucho más económica, rápida y sencilla de elaborar que el monocasco: **el chasis**.



Desarrollo del estudio

Objetivos

Campo de trabajo

Comparación con otros equipos

Requerimientos

Inspección técnica

Estudios a realizar

Sistema XYZ

Análisis del sistema de dirección



Objetivos

Proponer, diseñar y construir el chasis de un prototipo para la competencia “Shell Eco-marathon” que cumpla con los siguientes requerimientos basados en la identificación del problema:

- El diseño debe cumplir con los parámetros establecidos en el reglamento de competencia, justificando diversos estudios ergonómicos y funcionales a realizar.
- Diseño modular.
- Reducir costos y tiempos de construcción en comparación de un monocasco.
- Tener un vehículo para probar diferentes componentes mecánicos y electrónicos antes de la competencia.
- La creación de un vehículo simple, ligero, resistente y eficiente.
- Tener al usuario, en este caso el piloto, como parte fundamental en el diseño por lo que la ergonomía es muy importante.
- La fácil construcción del prototipo, siguiendo procesos simples con el fin de evitar complicaciones innecesarias, y por lo tanto ahorro de tiempo.
- La experiencia y logros obtenidos por el equipo de la UNAM en años pasados como punto de partida y referencia y el reglamento e inspección técnica de la competencia como base para el diseño.



Campo de trabajo

El chasis está planteado para ser un vehículo de investigación, una propuesta modular que por medio de ensambles mecánicos tenga posibilidad de intercambiarle piezas, considerando que se pueda armar y desarmar para probar elementos mecánicos y electrónicos, que en caso de avería sea sencillo de reparar cambiando piezas completas y no con parches o elementos sobrepuestos. Todo esto con el objetivo final de tener una propuesta alternativa a un monocasco.

De acuerdo con la investigación realizada encontramos 4 posibles caminos de construcción del vehículo:

- Chasis.
- Monocasco.
- Estructuras a base de honeycomb.
- Estructuras híbridas.

Chasis

Ventajas:

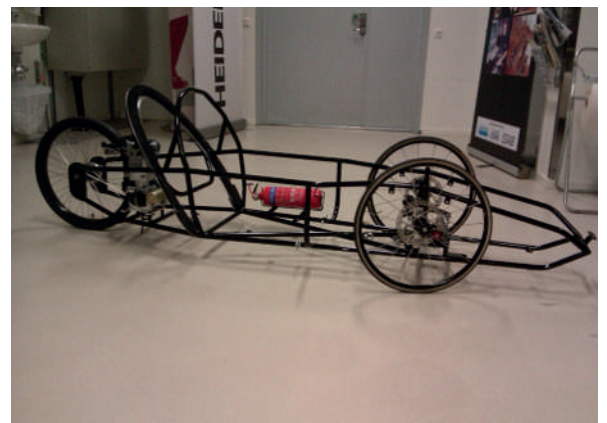
- Es el proceso más económico.
- No requiere herramienta, ni capacitación especializada.
- El material con el que se elabora es fácil de conseguir
- La estructura que se obtiene es muy resistente.



Chasis para la competencia SEM. Foto: H. Richardson/Chalmers Web Student

Desventajas:

- Una vez terminado es difícil hacer cambios.
- Es el más pesado.
- Requiere de escantillones para su fabricación.
- No tiene la posibilidad de intercambiar piezas.



Chasis para la competencia SEM. Foto: H. Richardson/Chalmers Web Student

Principalmente se utilizan materiales tubulares de acero o aluminio resistentes, y se unen mediante soldadura y en menor número uniones mecánicas.

Campo de trabajo

Monocasco

Ventajas:

- Es el más ligero.
- Tiene una alta resistencia mecánica.
- No requiere estructura interna.
- Resistencia a agentes externos.
- Con buena manufactura, no requiere acabados.
- Permite usar una menor cantidad de material para la misma resistencia que necesitaría una pieza metálica.
- Variedad de formas.

Desventajas:

- Costo muy elevado.
- Requiere de moldes y escantillones.
- Requiere de mano de obra y herramienta especializada.
- Una vez terminado no permite cambios.
- La colocación de insertos y puntos de sujeción puede resultar inexacta y poco precisa.



Sujeto levatando el monocasco para demostrar la ligereza del mismo.

Foto: Gamf Megameter/Facebook

La fibra de carbono, a pesar de ser costosa, es uno de los materiales que más se utilizan dentro de la competencia. La ligereza del compuesto ayuda a que el coche resulte menos pesado y por lo tanto, no haga falta utilizar uniones mecánicas de mayor tamaño y mayor consumo.

Campo de trabajo

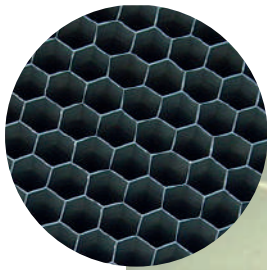
Estructuras a base de Honeycomb

Ventajas:

- Alta precisión en el armado.
- No requiere escantillones.
- La estructura tiene la geometría de un panal, lo que permite minimizar la cantidad de material para alcanzar el peso y el costo mínimo.
- Excelente fuerza puntual, así como resistencia al fuego y la corrosión.

Desventajas:

- Alto costo de producción.
- Requiere de manufactura especializada.
- No permite cambios una vez terminado.



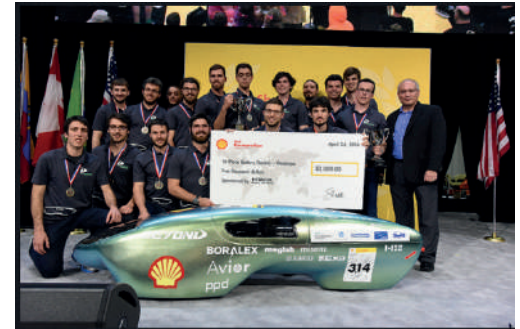
Vehículo para la competencia hecho en Honeycomb. Foto: Shell Eco Marathon Team UMH/Facebook

Las estructuras a base de Honeycomb es un proceso costoso y difícil de trabajar, casi no se utiliza en la industria automotriz, sin embargo es altamente utilizado en la construcción de edificios, trenes, barcos y otro tipo de maquinaria, porque es muy ligero pero muy resistente.

Comparación con otros equipos

Realizamos un análisis con los equipos mejor posicionados de la competencia “Shell Eco-Marathon” en las ediciones de América y Europa de la categoría “Prototipo Batería Eléctrica” en la cual participamos. Todo con el objetivo de conocer sus aciertos y desaciertos desde el punto de vista del diseño, para compararlos con nuestro prototipo a fin de saber dónde estamos y a dónde queremos que el equipo llegue.

La Fendeuse de la “Université de Sherbrooke en Québec, Canadá.” Primer lugar de la categoría Batería Eléctrica con una marca de 731 km/kWh. Monocasco de fibra de carbono, sumamente ligero con las llantas y espejos dentro del cuerpo. Las ventanas y parabrisas se encuentran en puntos estratégicos para tener completa visibilidad. Destaca la aerodinámica del vehículo.



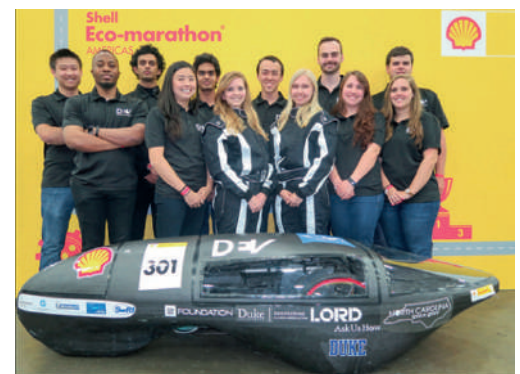
(Foto: Shell Eco-marathon/flickr)

Beaverbolt de “Oregon State University” en Oregon, Estados Unidos. Segundo lugar de la categoría con una marca de 414 km/kWh. Híbrido, carrocería de fibra de vidrio montada en chasis con las llantas y espejos dentro del cuerpo. Las ventanas y parabrisas se encuentran en puntos estratégicos para tener completa visibilidad. Destaca el hecho de ser un chasis con carrocería de fibra de vidrio, ya que la mayoría son monocascos de fibra de carbono.



(Foto: Shell Eco-marathon/flickr)

Ghost, de “Duke University” en Carolina del Norte, Estados Unidos, tercer lugar de la categoría con una marca de 406 km/kWh. Monocasco de fibra de carbono ligero, con las llantas y espejos dentro del cuerpo. Las ventanas y parabrisas se encuentran en puntos estratégicos para tener completa visibilidad.

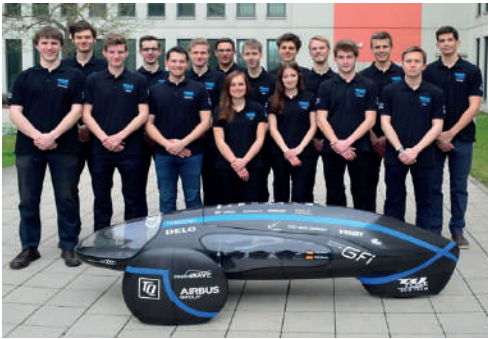


(Foto: Shell Eco-marathon/flickr)

SETTA ENERGY, de la “Universidad Federal de Santa Catarina” en Santa Catarina, Brasil, quinto lugar de la categoría con una marca de 284 km/kWh, es el equipo latinoamericano mejor colocado. Monocasco de fibra de carbono, llantas y espejos por dentro del cuerpo. Ventanas en puntos estratégicos. Destaca lo compacto del vehículo y su peso de sólo 25kg.



(Foto: Shell Eco-marathon/flickr)



(Foto: Shell Eco-marathon/flickr)



(Foto: Shell Eco-marathon/flickr)



(Foto: Shell Eco-marathon/flickr)

Vehículo de la “Technische Universitaet Muenchen” de Alemania, primer lugar con una marca de 863.1 km/kWh. Monocasco de fibra de carbono perfectamente bien fabricado, las uniones son prácticamente imperceptibles. Ventanas en puntos estratégicos destaca la posición de las llantas por fuera del cuerpo, aunque cubiertas también de fibra de carbono y la altura de la cabina respecto al suelo.

Vehículo de la “Oberstufenzentrum Ostprignitz Ruppin” de Alemania, segundo lugar de la categoría con una marca de 815.7 km/kWh. Monocasco de fibra de carbono, llantas y espejos por dentro del cuerpo. Ventanas en puntos estratégicos. Destaca la longitud del vehículo.

DIMONI 2.3-FV del “I.E.S. Cotes Baixes”, en Alcoi, España. Monocasco de fibra de carbono ligero, con las llantas y espejos dentro del cuerpo, las ventanas y parabrisas se encuentran en puntos estratégicos para tener completa visibilidad. Destaca el diseño con tendencia a lo ortogonal y vértices y aristas marcadas.

Observaciones Generales.

Después de analizar los diferentes prototipos, encontramos que las principales características son:

- En su mayoría son monocascos de algún material compuesto (fibra de vidrio o carbono).
- Son de tres ruedas, casi siempre contenidas dentro de la carrocería.
- Dirección delantera.
- Tienden a ser lo más horizontales y bajos posibles, lo cual determina la posición de manejo.
- La aerodinámica es un aspecto muy importante a considerar.
- Las ventanas y parabrisas se encuentran en puntos estratégicos respecto al piloto para la visibilidad.

Análogos

ICE Sprint X Trike es una recumbente fabricada de aluminio y acero, la mayor parte de sus componentes son partes comerciales de bicicletas cuenta con dos rines de 20" y uno de 26" en la parte trasera.

Tiene un radio de giro de 5.4m.

Límite de peso del conductor: 104kg.

Altura del conductor: de 889mm a 1270mm.

Peso total de: 16.7kg.

Dimensiones 800mm x 540mm x 2180mm.

Decidimos analizar este vehículo ya que tiene características similares al que desarrollamos. El número de ruedas es el mismo (3), la posición del usuario es parecida, utiliza un sistema de dirección de palancas que pasa por debajo de las piernas dejando espacio suficiente para poder pedalear sin dificultad, todos los mandos se encuentran en dichas palancas (frenos y velocidades), el diámetro de las ruedas delanteras es de 20 pulgadas y el de la trasera es de 26 pulgadas, el soporte de la dirección no es totalmente recto para lograr la altura deseada al igual que el cuadro tiene un ligero arco en la parte del asiento.

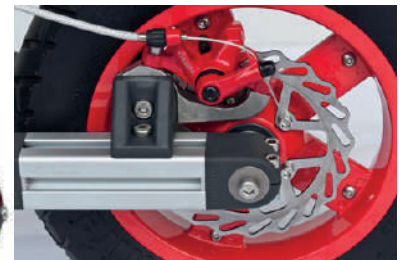
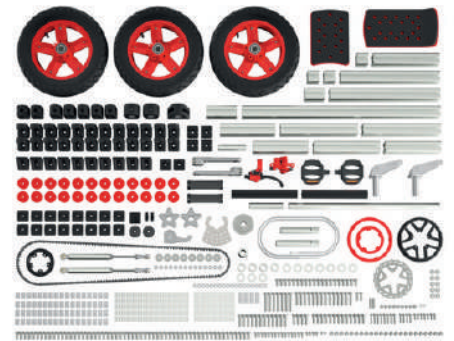


(Fotos: http://www.industrialbicycles.com/ICE_SprintX.htm)

Análogos

Infento es un kit inspirado en los juguetes Lego y Meccano que permite crear distintos vehículos cambiando la configuración de sus partes, desde un triciclo hasta un trineo, solo se necesita una llave Allen para hacer los cambios, está hecho de perfiles de aluminio, conectores de acero inoxidable y plástico.

Infento Rides hace todas sus piezas desde calipers, conectores, amortiguadores, etc. Al igual que nuestra propuesta, utiliza perfiles de aluminio que permiten unir todas estas piezas de manera simple utilizando uniones mecánicas. Con ayuda de una llave Allen es posible desarmar todo el vehículo y cambiar por completo su configuración.



(Fotos: <https://www.infentorides.com/>)

Requerimientos

Con el fin de tener un orden, establecimos parámetros que el chasis debe cumplir siempre:

- El prototipo debe ser armable por medio de ensambles mecánicos.
- Está diseñado en base al reglamento de competencia y los estudios ergonómicos y funcionales que hemos realizado.
- Debe ser un vehículo de pruebas para experimentar.
- Costo mucho más bajo que un monocasco.
- Propuesta alternativa a un monocasco.



Requerimientos

Como referimos anteriormente, la propuesta debe cumplir ciertos parámetros establecidos dentro del reglamento de la competencia con el principal fin de garantizar la seguridad del piloto. El diseño del vehículo es analizado a detalle en la inspección técnica y no cumplir con las especificaciones del reglamento se sanciona con no poder competir; por ello, realizamos una traducción de los artículos que consideramos de mayor importancia para el diseño de un vehículo para SEM.

Artículo 25. DISEÑO DEL VEHÍCULO

Prototipos: Deben tener tres o cuatro ruedas que al andar tendrán que estar siempre en contacto con el suelo. No son permitidos apéndices aerodinámicos ajustables o que cambien de forma con el viento. La carrocería no debe tener apéndices externos que puedan ser peligrosos para otros, por ejemplo, puntas. Cada punto filoso o puntiagudo tendrá un radio mínimo de 5cm o estar fabricados de algún material espumoso o deformable. El interior del vehículo no debe tener objetos que puedan dañar al piloto en caso de colisión. Las ventanas no deben estar elaboradas en materiales que se fragmenten. Material recomendado: Policarbonato (Lexan). Cualquier cubierta del compartimiento de energía (motor/transmisión, batería, etc.) será de fácil apertura y acceso para poder inspeccionar. Todas las partes del tren motriz estarán dentro de la carrocería. Todos los objetos del vehículo deben estar montados de forma segura. No se permiten los materiales elásticos, para asegurar las baterías. Todos los vehículos deben tener suelo sólido y marco que prevenga que cualquier parte del cuerpo del piloto tenga contacto con el suelo. Todos los vehículos deben estar completamente cubiertos. No se permiten vehículos sin techo o que parezcan bicicletas, triciclos o sillas de ruedas. El equipo de telemetría para medir el rendimiento se debe colocar dentro del vehículo y tener un orificio de no más de 15mm en la carrocería para el paso de cables para una o más antenas colocadas en la parte superior del vehículo.

Artículo 26. CHASIS O MONOCASCO

Debe tener el ancho y largo adecuado para proteger al piloto en caso de colisión. Contar con un roll bar ubicado a 5cm sobre el casco del conductor en posición de conducción con los cinturones puestos. La visibilidad y eficacia del roll bar se validan simultáneamente, por ejemplo: el conductor no debe levantar la cabeza o torso sobre el roll bar para pasar la prueba de visibilidad. El roll bar debe extenderse más allá de la anchura de los hombros del conductor cuando esté sentado en posición de conducción normal. Puede ser tubular (de metal) o tipo panel (parte rígida partiendo el habitáculo de la parte del motor). Será parte integral del chasis o monocasco, capaz de soportar una carga estática de 700 N (~ 70 kg) aplicada en cualquier dirección.

Artículo 27. AISLAMIENTO DEL SISTEMA DE PROPULSIÓN Y ENERGÍA

Una pared rígida y permanente elaborada de un material aislante debe separar completamente el sistema de propulsión y energía del habitáculo; debe estar completamente sellado. Se puede usar cinta de metal/aluminio. El piloto no puede tener acceso manual al sistema desde el monocasco. Cualquier cable que pase a través de la pared tiene que estar cubierto con algún material retardante, al igual que los barrenos por donde pase.

Requerimientos

Artículo 28. VISIBILIDAD

El piloto tendrá visibilidad frontal y a 90° a ambos lados. Este campo de visibilidad tiene que ser logrado sin ninguna ayuda como espejos o cámaras. Además, contará con espejos retrovisores a cada lado, con un área mínima de 25 cm² cada uno. En la inspección técnica se utilizan postes de 60cm colocados a cada 30° en un medio círculo de 4 metros de radio.

Artículo 29. CINTURONES

Deberán contemplarse cinco puntos de sujeción para colocar las correas del cinturón; estos cinco puntos deben asegurarse a una hebilla. Estos puntos garantizarán que las correas del cinturón se auto alineen con la dirección de la carga. El punto de sujeción de la correa de la entrepierna estará detrás de la línea del pecho, mientras que las correas más altas deben estar al menos 10° por debajo de la línea del hombro. En la inspección técnica, se comprueba al levantar el auto con piloto desde la hebilla, debe soportar 1.5 veces el peso del piloto.

Artículo 30. ACCESO DEL VEHÍCULO

El piloto debe desocupar el vehículo sin asistencia en menos de 10 segundos. Los prototipos deben tener una abertura o salida del habitáculo. Dicha abertura puede estar encerrada en su totalidad o en parte por medio de bisagras, ser desmontable y/o tener puertas plegables, siempre que un mecanismo de liberación sea fácilmente operable desde el interior y que el método de la apertura desde el exterior esté claramente marcado por una flecha roja que no requiera de ninguna herramienta para abrirla. La posición del piloto estará diseñada para que los servicios de emergencia puedan extraer al piloto en caso de ser necesario.

Artículo 31. CLAXON

Cada vehículo incluirá un claxon eléctrico montado hacia la parte frontal del vehículo, con el fin de que sea fácilmente escuchado por otros vehículos y los jueces. En condiciones normales de carrera, debe emitir un sonido mayor a 85dBA medidos a 4 metros horizontales del vehículo. El claxon tendrá un tono igual o mayor a 420 Hz.

Artículo 32. EXTINTOR A BORDO

Será necesario contar con un extintor de fuego (tipo ABC o BC) de mínimo 1kg. Los extintores de mano estarán colocados en el habitáculo y el piloto deberá tener acceso a este una vez afuera del vehículo. Debe estar asegurado para prevenir que se mueva al manejar.

Artículo 33. POSICIÓN DEL PILOTO

Se prohíbe la posición con la cabeza al frente y debe ser la adecuada para pasar las pruebas de visibilidad y posición de roll bar (ver artículos 26 y 28).

Requerimientos.

Artículo 37. APAGADO DE EMERGENCIA

El vehículo tiene que contar con mecanismos de apagado interno y externo; el interno debe de poder ser manipulado por el piloto y el externo estar en la parte trasera del vehículo y en una parte que no sea removible (cofre). Una flecha roja con fondo blanco de al menos 10 cm de largo y 3 cm de ancho indicará claramente donde está el botón de apagado.

Artículo 39: DIMENSIONES

Altura máxima: 100 cm.

Ancho mínimo: 50 cm

Ancho máximo: 130 cm

Distancia mínima entre ejes: 100 cm

Largo máximo: 350 cm

Peso máximo sin piloto: 140 kg

Las dimensiones no se podrán conseguir con apéndices o extensiones.

Artículo 42. RADIO DE GIRO Y DIRECCIÓN

Solo se permite dirección frontal y el radio de giro deberá ser menor a 8 metros Se admitirán sistemas indirectos electrónicos de dirección si se operan con un volante o similar. No se permite tipo joystick.

Inspección Técnica

Para poder competir es necesario acreditar una inspección técnica, para conocer el diseño del vehículo y sobre todo garantizar el funcionamiento del auto y la seguridad del piloto. La inspección consiste en 11 pruebas:



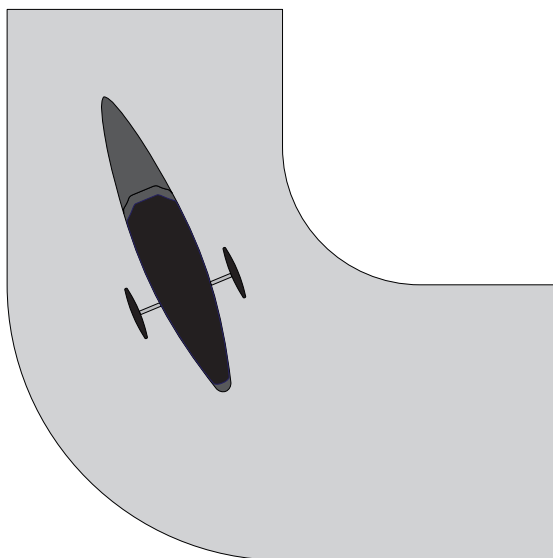
Peso del vehículo

Peso del vehículo. El auto es puesto sobre una báscula sin el piloto para comprobar que el peso total no exceda los 140 kg como se establece en el reglamento de competencia.



Radio de giro

Radio de giro. El vehículo es sometido a un desplazamiento donde debe de ser capaz de girar en un radio menor de 8 metros, sin que las ruedas rocen con la carrocería y sin ayuda externa.

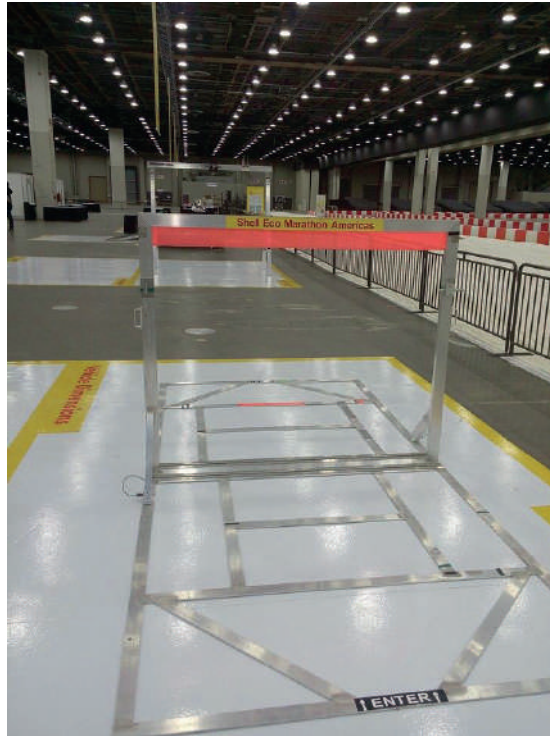


Representación gráfica de la prueba de radio de giro.

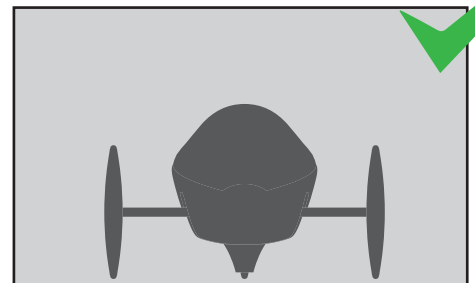


Dimensiones del vehículo

Dimensiones del vehículo. El auto pasa por una estructura de aluminio prefabricada donde se determina que el auto cumple con las medidas mínimas requeridas y que tampoco exceda las máximas establecidas en el reglamento. (ARTÍCULO 39)



Estructura prefabricada para determinar dimensiones del vehículo

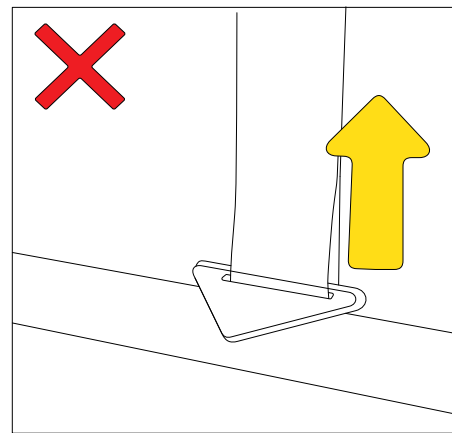
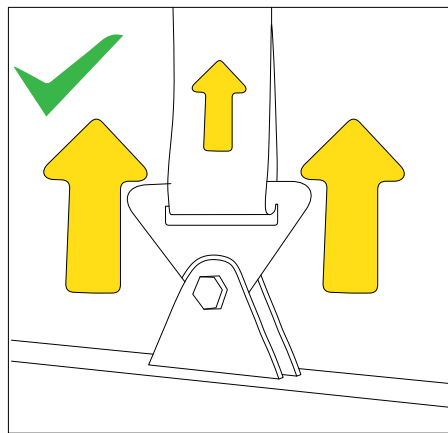


Representación del vehículo dentro de la estructura



Cinturón de seguridad

Cinturón de seguridad. La persona encargada de esta estación revisa que el cinturón utilizado sea de 5 puntos como lo establece el reglamento, también corrobora que el cinturón y los puntos de sujeción de éste se encuentren colocados y asegurados de forma adecuada (ARTÍCULO 29). Una vez que se revisó esto, un dinamómetro es enganchado a la hebilla del cinturón y se levanta el auto para garantizar que cumple con la fuerza necesaria para mantener al piloto asegurado.



Esquema que muestra la forma correcta e incorrecta como deben ser los puntos de sujeción del cinturón para que las correas se auto alineen con la dirección de la carga.



Prueba del dinamómetro para el cinturón.



Piloto

Piloto. Se revisa que el equipo de seguridad del piloto (casco, guantes, traje y calzado) sea el correcto de acuerdo con el reglamento de competencia. También se revisa que los o las pilotos cumplan con el peso mínimo de 50 kg. Cabe destacar que al momento de inscribirse en la competencia se revisa que los pilotos cuenten con licencia de conducir vigente, de lo contrario no se les permite competir.



El casco debe de contar con viciara y la fecha de caducidad no debe estar vencida. Lo recomendable es un casco para motocicleta.



Los guantes deben de ser retardantes de fuego. Guantes de moto o go-kart son los ideales.



El traje debe de ser de la talla del piloto y de un material retardante al fuego, el poliéster esta prohibido, un traje tipo nomex de carreras es el idóneo.



Los zapatos deben de ser cerrados y cómodos, las sandalias estan estrictamente prohibidas.



Salida del vehículo

Salida del vehículo. Es necesario que el piloto pueda desabrocharse el cinturón y salir del vehículo en menos de 10 segundos, sin ayuda externa. Para ello, el encargado de esta estación mide el tiempo con un cronómetro.



Prueba de salida de la piloto del Mako en 2016. para evitar dañar el parabrisas se le permitió a un integrante del equipo atrapar esta parte.



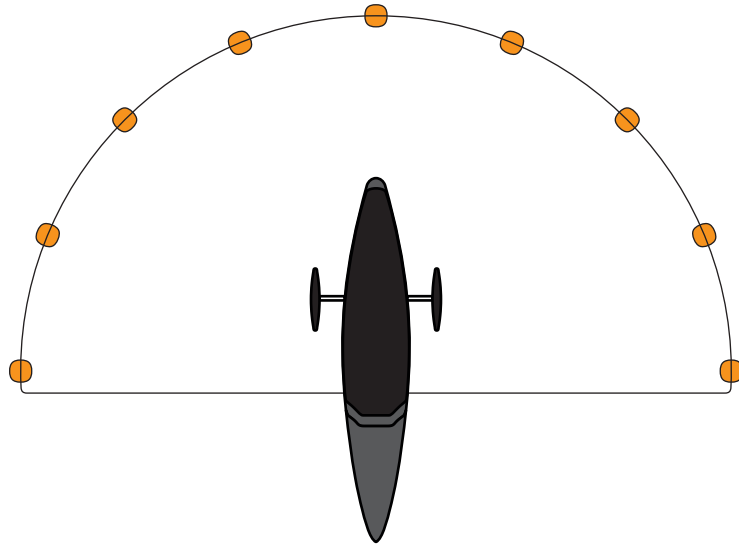
Claxon

Claxon. El inspector examina que el claxon esté montado en la parte frontal del vehículo como establece el reglamento (Artículo 31). A continuación, se toca el claxon y debe emitir un sonido mayor a 85dBA que se mide con un medidor de decibeles colocado a 4 metros horizontales del vehículo. El claxon también debe tener un tono igual o mayor a 420 Hz.



Visibilidad

Visibilidad. El vehículo es colocado al centro de un medio círculo de 4 metros de radio. En el perímetro de éste hay unos postes de 60cm de alto colocados a 30° uno de otro; estos postes tienen unas letras y números que el piloto debe ser capaz de identificar. Así se determina que el vehículo cumple con los requerimientos de visibilidad establecidos (ARTÍCULO 28).



Los puntos naranjas representan los postes que tienen que ser identificados por el piloto.

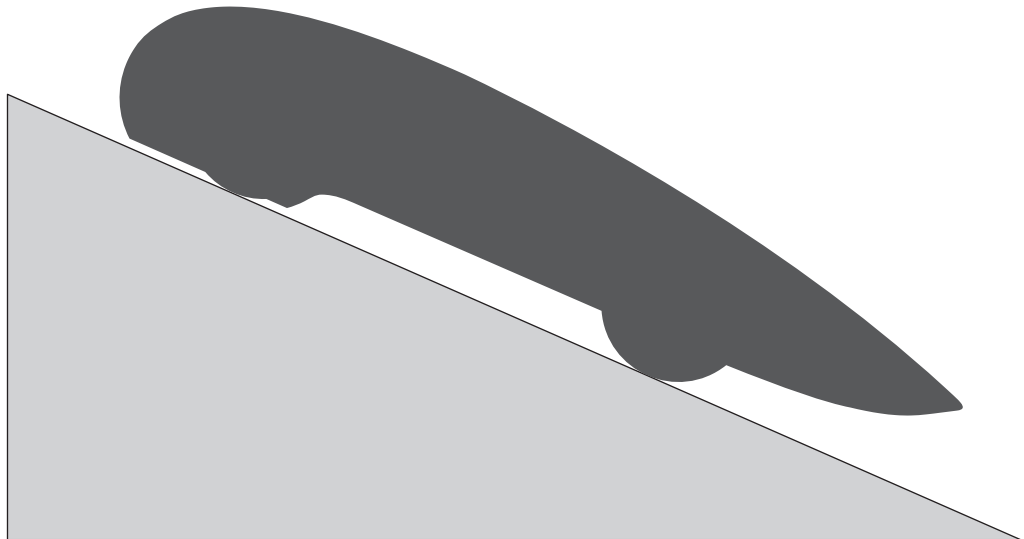


Mako, pasando prueba de visibilidad en la competencia del 2015.



Frenado

Frenado. El vehículo es colocado en una rampa con una inclinación de 20° , donde debe de ser capaz de frenar tanto con los frenos delanteros como con los traseros y con ambos. Para ello, primero se le pide al piloto accionar ambos frenos, después se deben soltar los frenos traseros para comprobar que puede frenar sólo con los delanteros y finalmente, se le pide presionar el freno trasero y soltar los delanteros para comprobar que puede frenar sólo con los traseros. Al final se revisa que los frenos no rocen con las llantas o cualquier parte del vehículo.



Representación gráfica de la prueba de frenado.



Diseño del vehículo

Diseño del vehículo. El inspector de esta área revisa detalladamente todo el vehículo por dentro y por fuera para avalar que el auto cumple con todos los requerimientos establecidos en el ARTÍCULO 25 del reglamento de competencia, además de contar con todas las medidas de estructura y seguridad para garantizar que el vehículo es seguro para el piloto y para las personas alrededor.



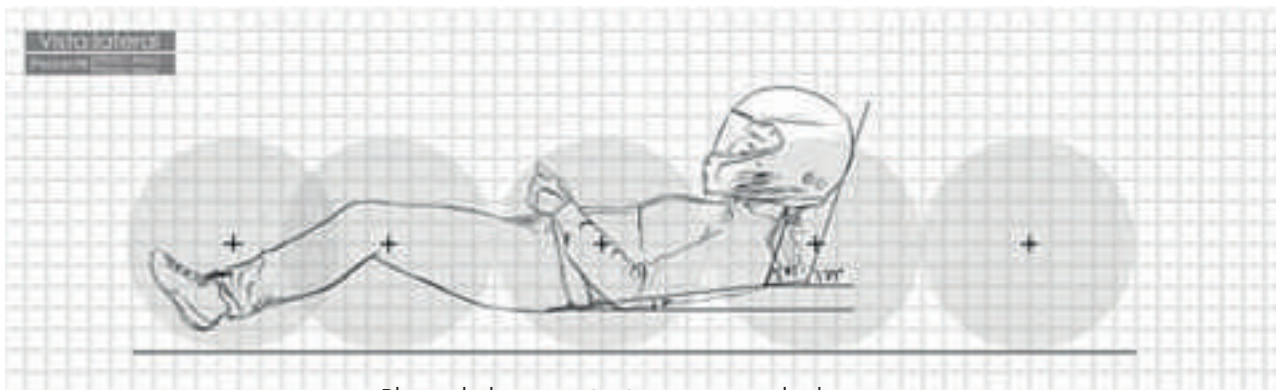
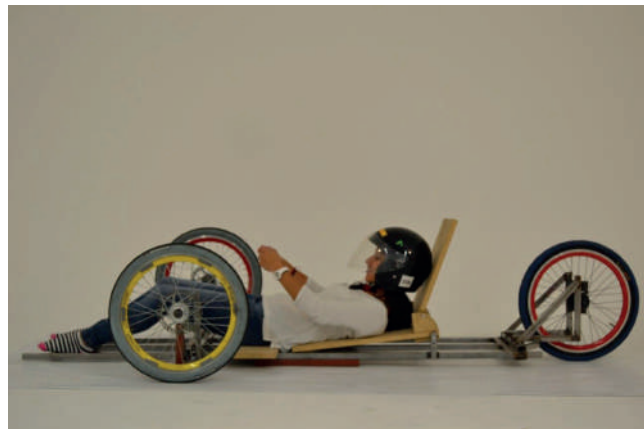
Diseño del tren motriz y fuente de energía

Diseño del tren motriz y fuente de energía. El inspector de esta zona es el encargado de revisar todos los elementos que hacen que el vehículo se mueva: Cada tipo de combustible o fuente de energía tiene lineamientos, en nuestro caso que es eléctrico, consideramos los ARTÍCULOS 65 Y 67. Se piden planos, además de que el inspector solicita a algún miembro del equipo que le explique el armado del circuito, para garantizar que no es fraudulento y que fue diseñado por alumnos y no por profesionales. Se revisan las baterías con cargador junto con la ficha técnica que determinan su origen y que son seguras. Finalmente se revisa el cableado del vehículo y que todo se encuentre bien conectado con sus respectivos fusibles.

Estudios a realizar

Posición del piloto

En los diferentes prototipos de las competencias, la posición que prevalece es la del piloto recostado al máximo. De esta forma los autos tienden a ser más bajos y horizontales, lo que los hace más aerodinámicos. Para nuestra propuesta fabricamos un simulador donde fue posible probar diferentes posturas, ángulos y dimensiones para conocer cuál era la forma en que el piloto se sentía más seguro y cómodo, sin perder la tendencia horizontal.



Plano de la posición óptima para el piloto.

Visibilidad

Una de las pruebas de la inspección técnica es la visibilidad. Como se especifica en el artículo 28, el piloto debe tener visibilidad frontal y a 90° a ambos lados. Este campo de visibilidad deberá lograrse sin ninguna ayuda como espejos o cámaras. Además, contar con espejos retrovisores a cada lado con un área mínima de 25 cm² cada uno. Para comprobar esto, construimos un simulador como se hace en la inspección técnica, colocando postes de 60cm a cada 30° en un medio círculo de 4 metros de radio y con el prototipo MAKO los pilotos identificaron los puntos de visibilidad del auto.



Dimensiones

Como se menciona en el Artículo 39, el vehículo debe cumplir con un mínimo y máximo de ciertos parámetros, tomando esto en cuenta y al MAKO como punto de partida.

Altura máxima: 100 cm.

Ancho mínimo: 50 cm.

Ancho máximo: 130 cm.

Distancia mínima entre ejes: 100 cm

Largo máximo: 350 cm.

Peso máximo sin piloto: 140 kg.

Las dimensiones no pueden lograrse con apéndices o extensiones.

Estructura.

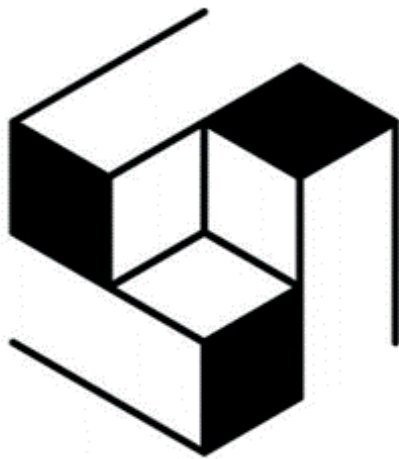
El vehículo será sometido a diferentes esfuerzos. Por ello, deben utilizarse materiales resistentes. Otro aspecto fundamental son los ensambles que deben ser capaces de mantener la unión y forma del vehículo cuando esté en uso y en caso de colisión.

Sistema XYZ

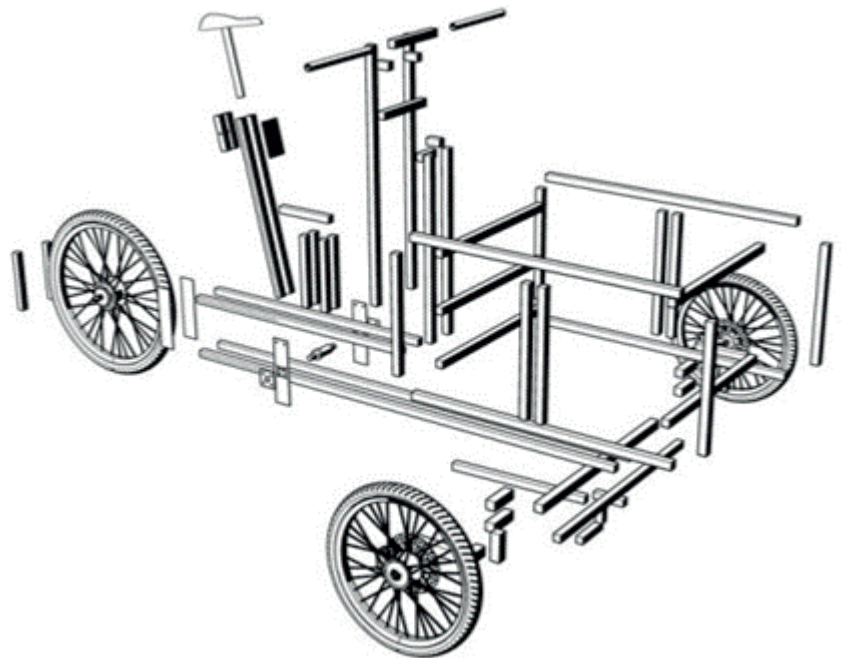
“XYZ CARGO” es una empresa alemana dedicada a la construcción de vehículos urbanos. Son fabricados combinando perfiles cuadrados, uniones mecánicas y el uso de herramientas 3D.

El sistema XYZ utiliza una forma completamente nueva de construir vehículos funcionales con un enfoque en la producción local de una manera socialmente justa y ambientalmente sostenible. Todo se encuentra en open source.

El sistema se llama así porque 3 perfiles siempre se tocan formando un nudo firme en las uniones, evitando que se descuadren, restringiendo el movimiento en los 3 ejes.



Logo de la empresa. Imagen: XYZ Cargo Bikes



Explosivo de uno de los modelos de la empresa, disponible en open source. Imagen: XYZ Cargo Bikes

Ventajas del sistema XYZ

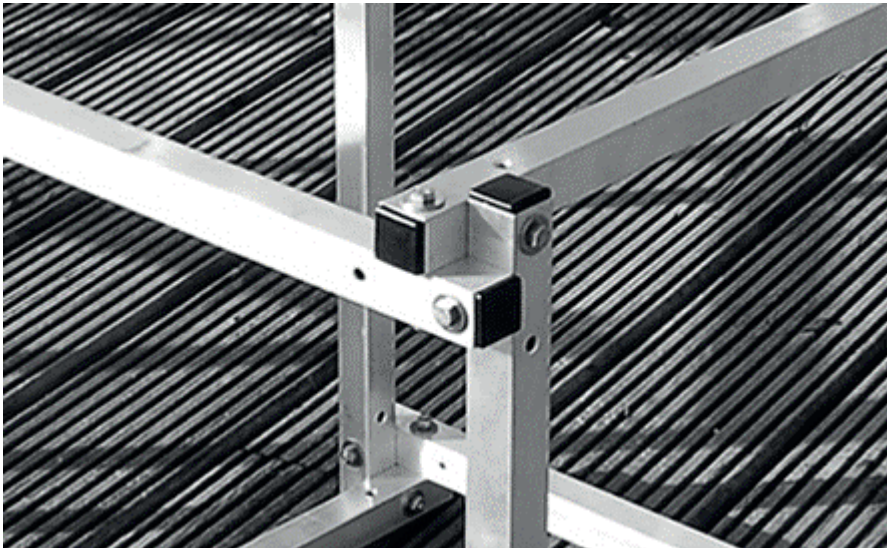
Fácil de personalizar y reconstruir.

Puede repararse fácilmente y, con un mantenimiento adecuado de las piezas mecánicas, pueden durar toda la vida.

Para un proceso de reciclaje eficaz, todas las piezas se pueden reparar fácilmente puesto que son de un material y dimensiones comerciales.

La empresa tiene varios vehículos en open source.

A partir de este sistema se aseguran las uniones en los 3 ejes, formando un candado evitando que se muevan y descuadren.



Detalle del método de unión donde se ve el nudo que restringe el movimiento. Foto: XYZ Cargo Bikes

Análisis del sistema de dirección

Uno de los sistemas de mayor importancia es la dirección, puesto que de esto depende la correcta conducción del vehículo y que no genere arrastre. El interior del vehículo también influye en la posición del conductor, en la visibilidad y en la entrada y salida del mismo. A continuación se hace un análisis de distintas configuraciones de sistemas de dirección y una breve descripción de las piezas que la componen.

El sistema de dirección es el enlace entre los componentes de dicho sistema y cuerpo principal del vehículo (el chasis), su principal función es hacer que el vehículo siga la trayectoria deseada.

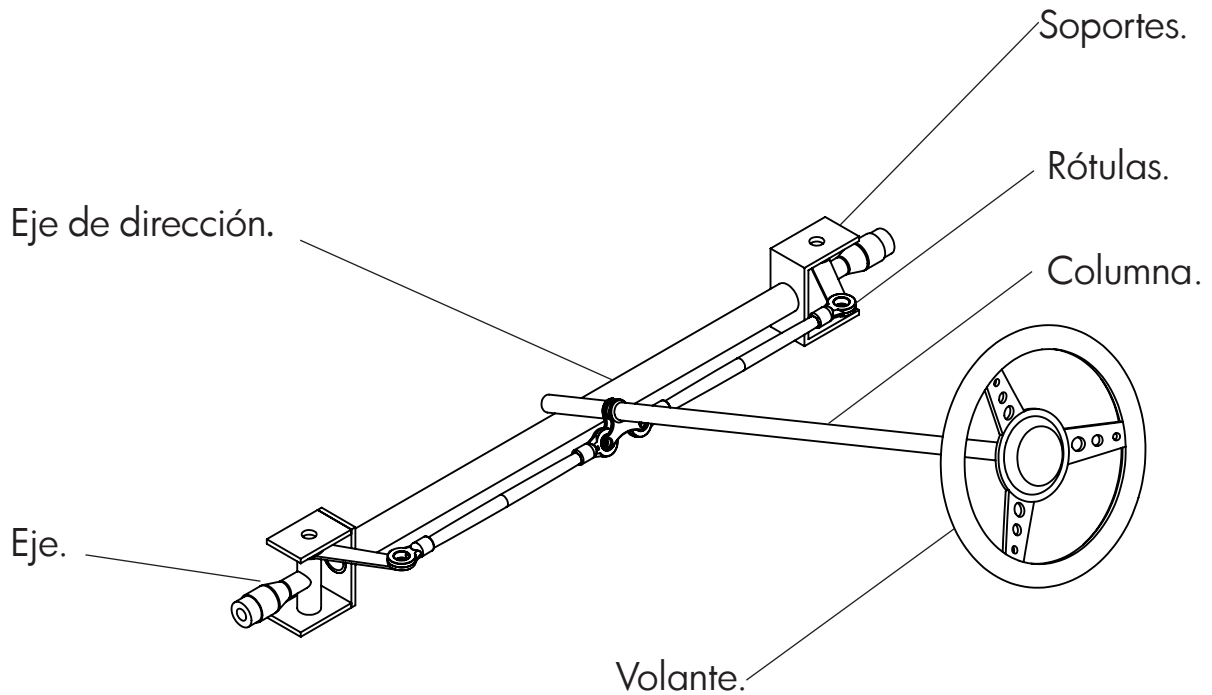
El rendimiento y consumo energético del vehículo en general pueden verse afectados por distintos parámetros como son: la distancia entre ejes, el ancho de vía, la inclinación de las ruedas y de sus soportes. Un sistema de dirección eficiente deberá ser fácilmente operable, que cuente con un buen equilibrio, estabilidad y pronta respuesta. Al mismo tiempo deberá permitir al conductor adoptar la posición de manejo óptima y no interferir con la visibilidad.

En este tipo de proyectos se usa un sistema de dirección mecánico simple, parecido al utilizado en los go karts. Consta de un volante, una columna de dirección, rótulas y soportes.



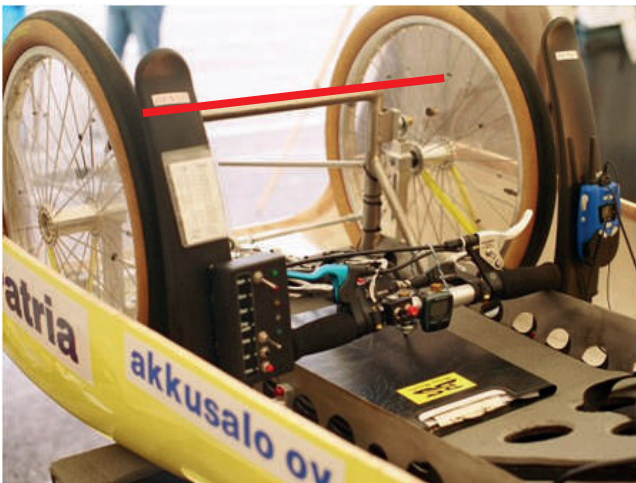
(Foto: <https://www.ebay.com/itm/Go-Kart-Orange-Custom-frame-and-engine-with-wide-tires-/272880717285>)

Análisis del sistema de dirección



Los principales problemas que encontramos al usar un sistema de dirección con volante son:

- La reducción de visibilidad debido a la posición de manejo.
- Al usar un volante es necesario tener una columna de dirección y un soporte, lo que interfiere con la visibilidad y con la entrada y salida del vehículo ya que este soporte queda por arriba de las piernas del conductor



(Fotos: http://fmmc.kapsi.fi/BSMM/eng/bs02_tech.html)

Análisis del sistema de dirección



(Foto: [http://www.mae.ntu.edu.sg/Programmes/CurrentStudents/UG\(Full-Time\)/PDC/NVCars/Pages/NVIV.aspx](http://www.mae.ntu.edu.sg/Programmes/CurrentStudents/UG(Full-Time)/PDC/NVCars/Pages/NVIV.aspx))



(Foto: <https://www.carmagazine.co.uk/-car-reviews/other/shell-eco-marathon-prototype-sem-03-2017-review/>)

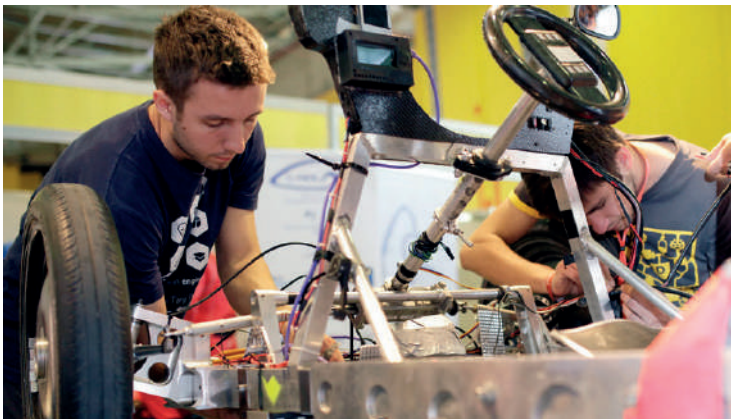


(Foto: <https://www.facebook.com/umh-team/photos/a.10150323644939489.359542.257661504488/10153344065049489/?type=3&theater>)



(Foto: <https://nucleusnorthumbria.co.uk/>)

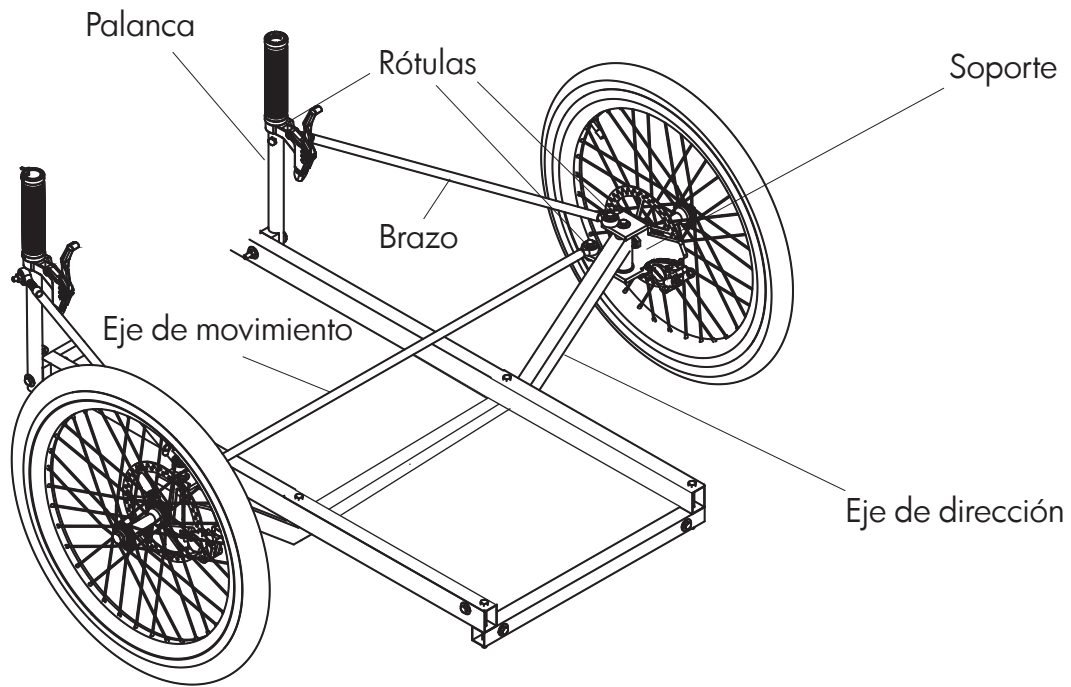
En estos ejemplos podemos ver como interfieren los soportes del volante con la visibilidad y también complican el acceso al vehículo. De igual manera, por la posición que el conductor adopta, el giro que el volante tiene es muy reducido y choca con las piernas, complicando el manejo del vehículo. Otro punto que notamos en algunos casos es que los codos chocan con la carrocería. En estos ejemplos al tener las ruedas fuera del habitáculo se logra una mayor estabilidad. El conductor no está en contacto directo con las ruedas y el espacio de operatividad es mayor en caso de reparaciones y armado.



(Foto: Shell Eco-marathon/flickr)



Análisis del sistema de dirección



La gran ventaja de un sistema de dirección por palancas es que el espacio central está libre al no verse afectado por la presencia del volante. Esto ayuda a una mejor visibilidad y a salir más rápido del vehículo. No hay riesgo de que el volante se incruste en el piloto en caso de colisión. El único inconveniente es que al no ser una forma de manejo común requiere de práctica para acostumbrarse.



Propuesta en base al estudio

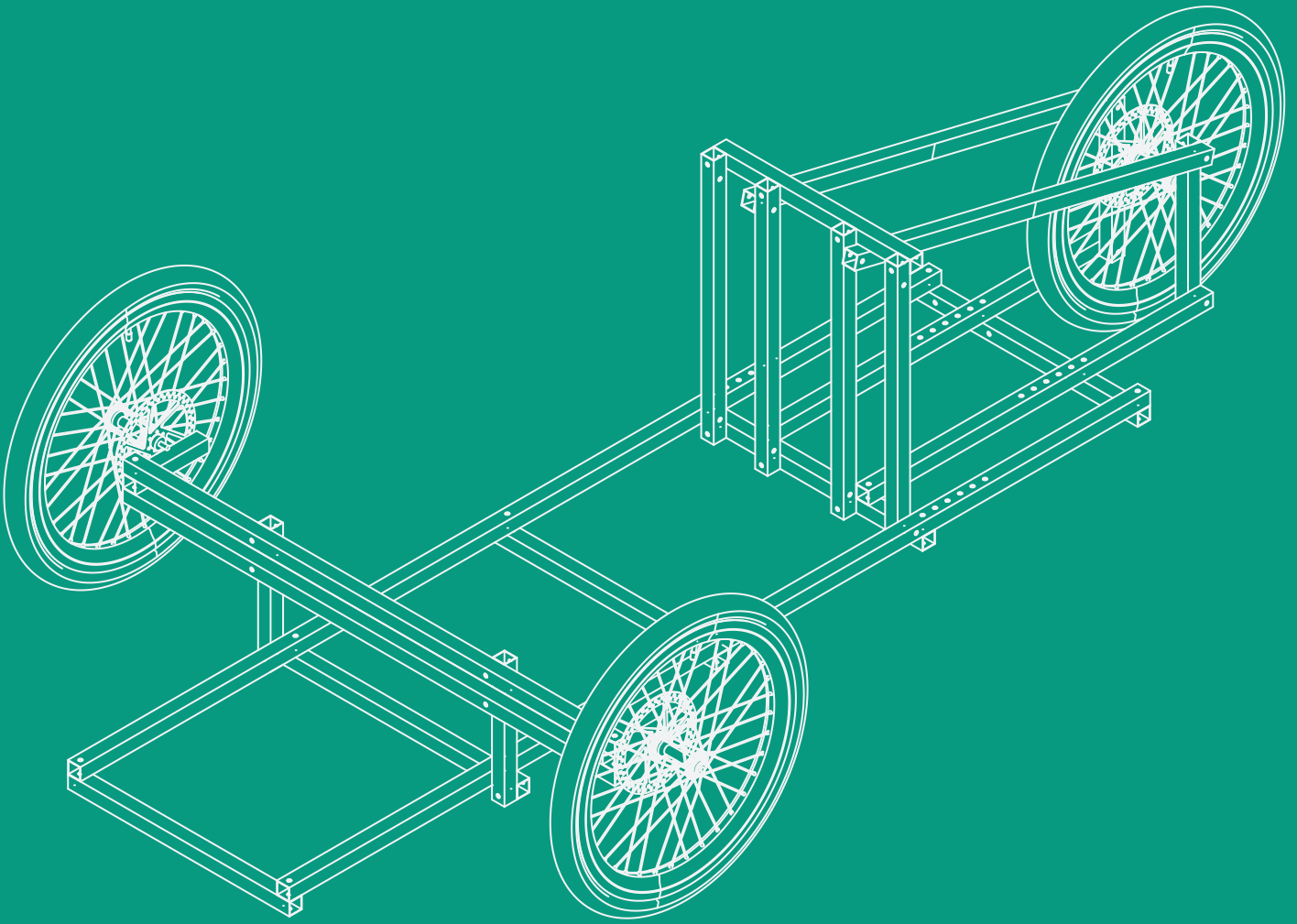
Simulador

Vistas generales

Observaciones generales

Módulos

Conclusiones del primer simulador



Simulador

Ficha técnica:

Sistema constructivo XYZ.

Compuesto de 27 piezas.

Dividido en tres módulos: Base, dirección y tijera.

Dimensiones: 1987mm x 1000mm x 500mm.

Peso: 7kg

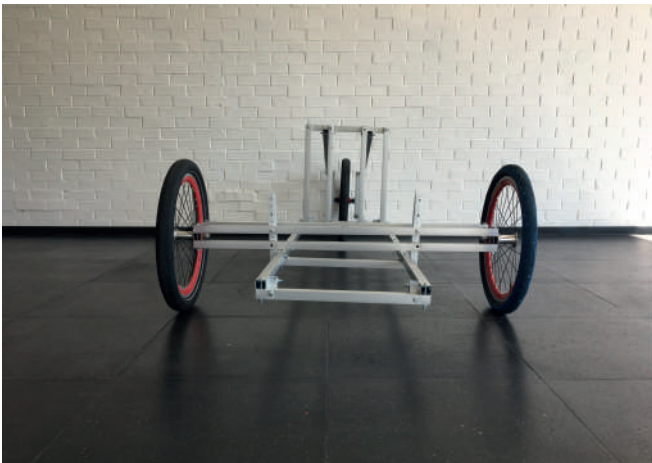
Fabricado con perfil cuadrado de Aluminio de 1" x 1" calibre 18.

Barrenos con broca de 1/4".

Uniones mecánicas con tornillos y tuerca de 1/4 de diámetro.

Con posibilidad de crecer en distancia, moviendo la tijera, subiendo y bajando la altura de las ruedas.

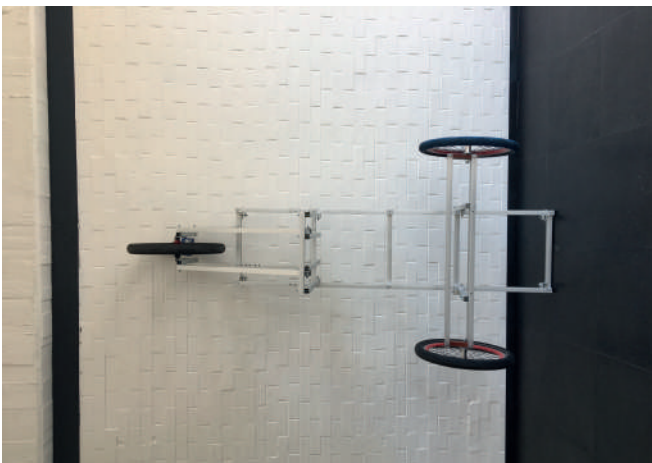
Vistas Generales



Vista Frontal.



Vista Trasera.

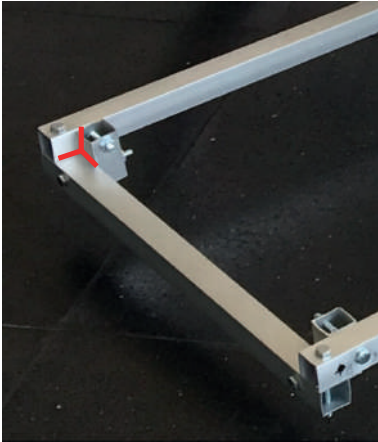


Vista Superior.



Vista Lateral.

Observaciones Generales.



Fue necesario instalar unos refuerzos en los vértices de la base ya que notamos que en el sistema XYZ es necesario tener siempre presentes piezas en los tres ejes para que se cumpla la restricción de movimiento. Esto nos ayudó a escuadrar este módulo.



El espacio destinado al habitáculo resulta insuficiente para el piloto. La propuesta actual de tijera es mayor a la que necesita. En esta pieza se alojarán el paquete de baterías, el motor y el controlador. Debido a esto, el piloto no adopta una posición óptima, puesto que el respaldo a 90° no da el suficiente apoyo lumbar y hace que el casco sobresalga del roll bar infringiendo el reglamento de competencia, ya que el casco debe estar 50mm por debajo de esta pieza y es inseguro. Las piernas no están totalmente estiradas y obligadamente pasan por encima de la dirección.



El material que utilizamos es perfil cuadrado de aluminio de 1" x 1" calibre 18, el cual resultó muy delgado. Es por eso que, con el peso del piloto (50kg) sufre una deformación al centro de la estructura de 15mm, pasando de 50mm de altura a 35mm de altura.



La dirección originalmente constaba de 4 piezas: Dos largueros de 1000mm y los soportes de las llantas delanteras. Notamos que era necesario poner un tercer larguero uniendo los dos soportes. Los soportes originalmente eran de aluminio, pero al colocar las llantas y atornillarlas sufrieron deformaciones, por lo que sustituimos esta pieza por perfil de acero al carbón.

Módulos.

Tijera.

Este elemento se compone de 14 partes. Consideramos puntos de sujeción, ya que su función es llevar el rin trasero, el caliper de freno, motor, controlador y baterías.

Observaciones:

Las dimensiones de la tijera son mayores a las requeridas debido a que los componentes que va a contener son de menor tamaño.

Las únicas partes de acero son los soportes de los rines, porque éstas son las que reciben mayor esfuerzo al soportar los rines y los calipers.

Tomamos en cuenta que todos los componentes cumplieran con el sistema XYZ.

Una parte de este módulo actúa como el respaldo del piloto.



● Área destinada para componentes eléctricos.



Vista trasera de la tijera.



Soporte del rin hecho en acero.



Perspectiva de la tijera.

Módulos.

Dirección.

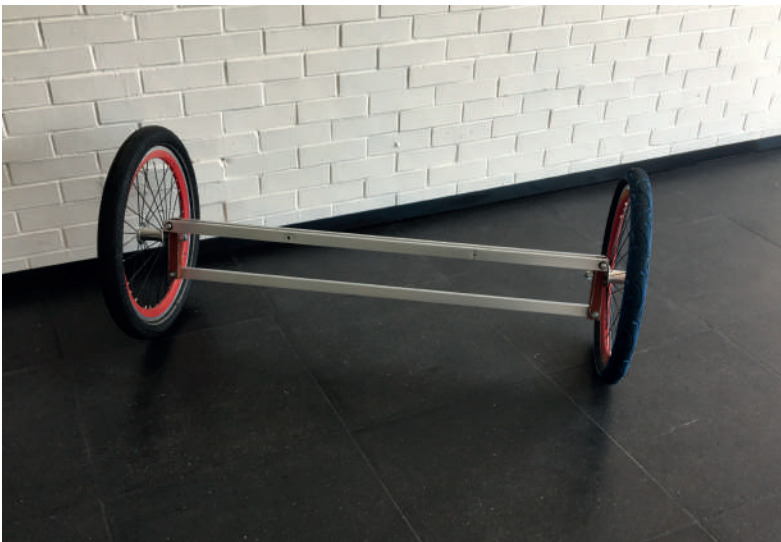
Compuesta de 5 partes, dos de ellas de acero.

Su función es sujetar los rines delanteros, calipers de frenos, dar una trayectoria al vehículo y funcionar como línea de vida en caso de una volcadura.

Observaciones:

La geometría utilizada no permite al piloto un manejo, ni posición óptima, ya que sus rodillas pasan por encima de la dirección y esto interfiere con la visibilidad.

Las partes articuladas rozan metal con metal por lo que es necesario un espaciador para no generar desgaste entre los materiales.



Perspectiva de la dirección.



Soportes de las ruedas en acero.

Módulos.

Base.

Se compone de 8 partes. Su función es unir los demás componentes del chasis, funcionar como habitáculo para el piloto. Por eso es importante considerar puntos de sujeción y anclaje para dichas piezas.

Observaciones.

El perfil de aluminio utilizado no es el adecuado para el peso que tolerará, porque sufrió una deformación cuando el piloto se subió.

Es posible reducir el ancho de este módulo.

Cumplir con el sistema XYZ en todas las uniones para restringir el movimiento en los 3 ejes.



Base.

Conclusiones del primer simulador

Aciertos

Al utilizar aluminio el peso del vehículo es de 7 kg aproximadamente.

El material se consigue fácilmente.

El sistema XYZ es útil para nuestra problemática. Lo importante es restringir el movimiento en todos los ejes.

El tiempo de construcción y armado es breve, siendo de sólo unas horas, ya que las herramientas utilizadas son comunes y se consiguen en cualquier taller (llaves españolas de media pulgada, perico, taladro, seguetas, broca de 1/4”).

Es económico. El precio aproximado de este primer prototipo es de sólo \$600 pesos, sin contar elementos mecánicos ni electrónicos.

Es muy simple transportarlo desarmado, porque el volumen se reduce.

Desaciertos

Está excedido de dimensiones en la tijera y en el ancho de la base.

El ángulo de 90° en el respaldo del piloto no es adecuado, porque la posición que adopta no es segura, ni cómoda.

El calibre 18 del perfil de aluminio no es adecuado, debido a que al agregar peso sufre deformaciones. Utilizando un calibre mayor evitaremos esto.

El aluminio funciona bien en partes que no están en contacto con rines o puntos de giro. En otras partes es mejor el acero por su resistencia al desgaste.

El eje delantero estorba al piloto, pues sus piernas van por encima del eje, ocasionando obstrucción en la visibilidad y una postura incómoda.

Las partes articuladas rozan sólo metal con metal, por lo que hay que colocar un espaciador para no generar desgaste entre los materiales.

En ocasiones las tuercas se aflojan, por lo que es necesario utilizar tuercas de seguridad.



Propuesta final

Simulador

Observaciones generales

Módulos

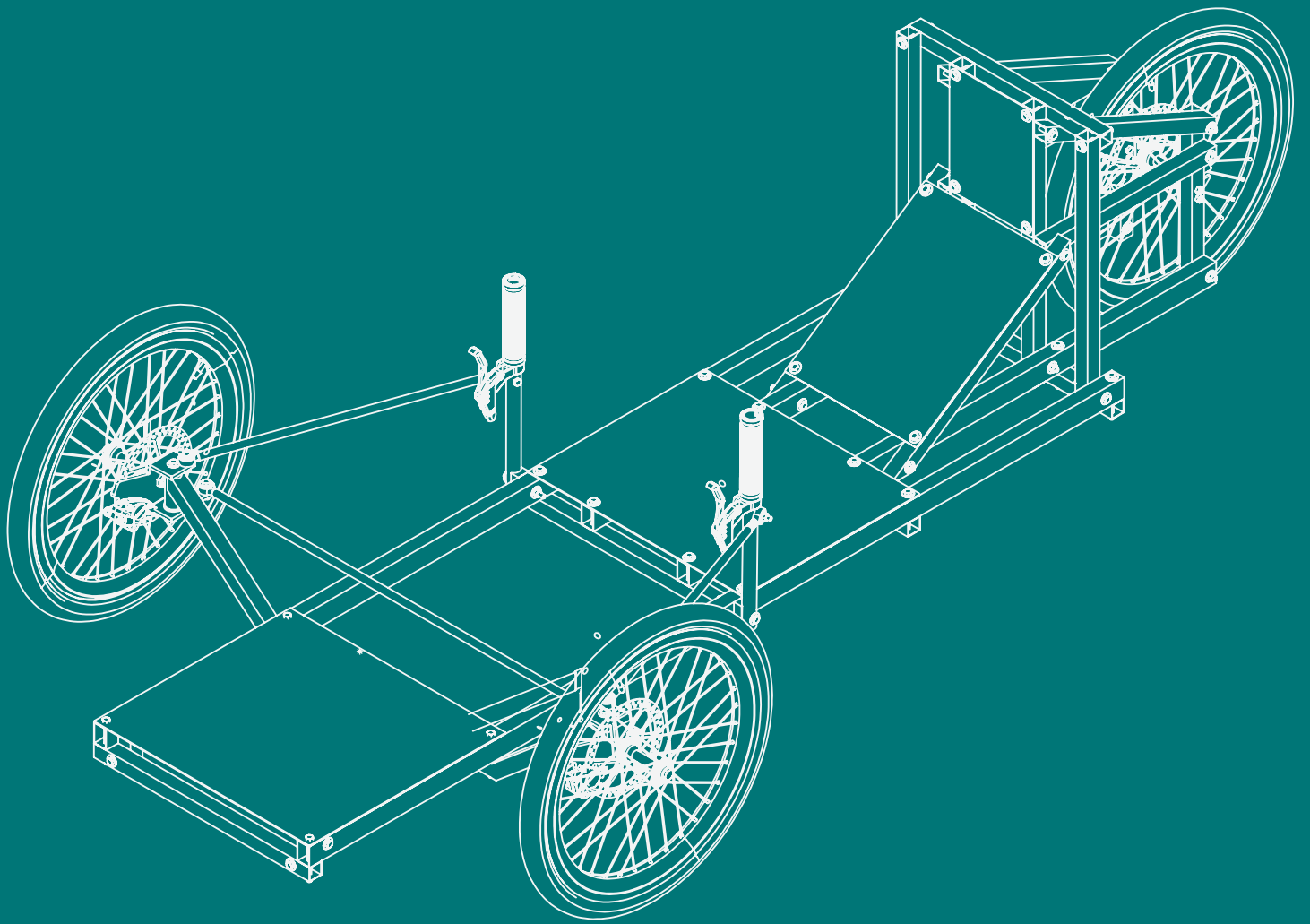
Análisis del sistemas de dirección

Pruebas ergonómicas

Piezas comerciales

Pruebas de manejo

Alcances futuros



Simulador

Ficha Técnica:

Sistema constructivo XYZ.

Compuesto de 26 piezas.

Dividido en tres módulos: Base, dirección y tijera

Dimensiones: 2000mm x 850mm x 600mm.

Peso: 12kg (sin componentes electrónicos).

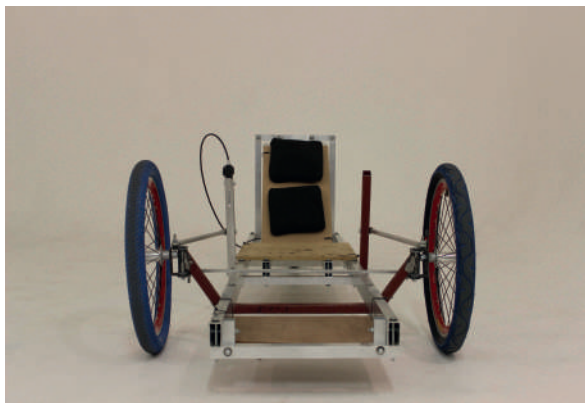
Fabricado en perfil rectangular de aluminio de 2" x 1" calibre 14 en la base y perfil cuadrado de aluminio de 1"x 1" calibre 14 para la tijera y perfil cuadrado de acero al carbón calibre 18 en la dirección.

Barrenos de ¼ ".

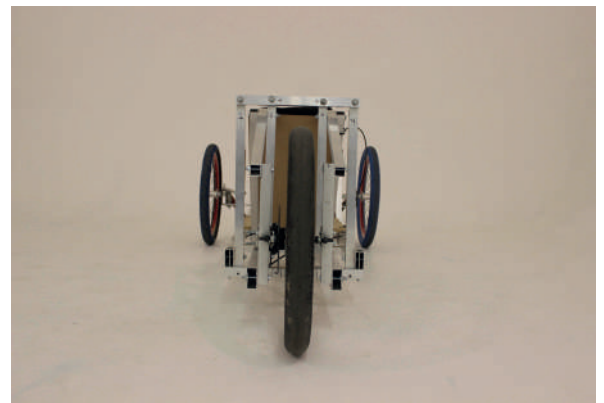
Uniones mecánicas con tornillos y tuercas de seguridad de ¼" .

Posibilidad de cambiar el control de la dirección.

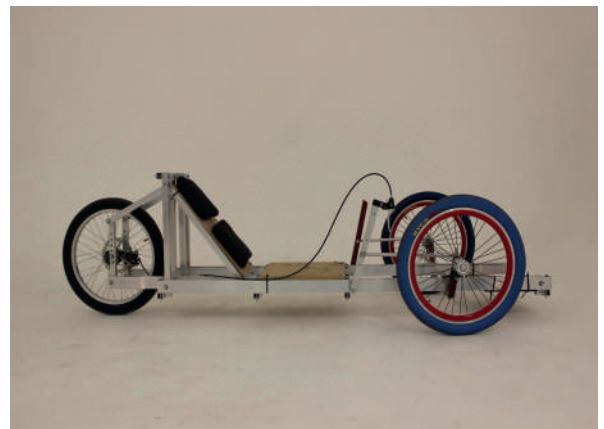
Vistas Generales



Vista Frontal.



Vista Trasera.



Vista Lateral.

Observaciones Generales

Tomando en cuenta los aciertos y desaciertos del primer simulador y aunado a todo el análisis e investigación previa, nos propusimos hacer un nuevo chasis.

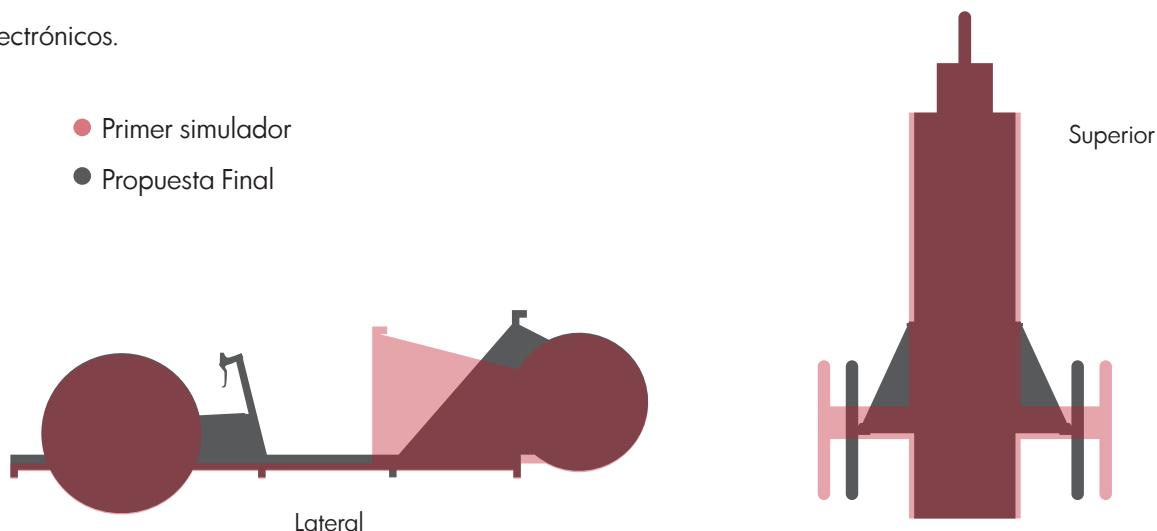
A continuación, hay un listado de los puntos que respetamos del primer simulador y que también se encuentran en este segundo:

- Realizado conforme al reglamento de competencia.
- Configuración de 3 ruedas (2 delanteras y 1 trasera)
- Dirección delantera.
- El sistema XYZ antes descrito, sigue siendo el modo de unión entre las piezas.
- El construir y hacer cualquier cambio o reparación en el vehículo es rápido, ya que la mayoría de los procesos son corte, barrenado y unión mecánica con tornillos, lo cual reduce el tiempo de mano de obra (no soldadura).
- Los materiales utilizados son fáciles de conseguir, perfil de aluminio y acero.
- Es sencillo armarlo y desarmarlo para su transportación.
- Es económico, con un costo de material aproximado de \$800 pesos sin componentes electrónicos, ni rodamientos.
- Es un vehículo ligero con un peso aproximado de 12kg, sin componentes electrónicos.

Reducción de dimensiones

Después de hacer pruebas en el primer simulador, determinamos que era factible reducir las dimensiones del ancho de la base 50mm ya que no afectaría al apoyo de la región glútea del piloto, ni a la seguridad de éste, además de ahorrar material, quedando como resultado un ancho final de 400mm.

Redujimos también la tijera trasera en longitud, ya que esto además de aminorar material y peso, ayudó a aumentar el área del habitáculo, sin afectar el espacio necesario para el motor y los componentes electrónicos.



Ángulo del respaldo

La posición que el piloto adoptaba en el primer simulador no era la idónea, ya que el respaldo a 90° no daba el suficiente apoyo lumbar y hacía que el casco sobresaliera del roll bar, infringiendo el reglamento de competencia, debido a que el casco debe estar 5cm por debajo del roll bar. Por ello, le dimos un ángulo de 120° al respaldo, para que el piloto tenga una posición más reclinada, así como apoyo en el cuello y área lumbar, lo que lo hace más seguro. Esto, aunado a la reducción de la longitud de la tijera trasera aumenta el espacio del habitáculo, lo que se traduce en mayor comodidad.



Respaldo del chasis con ángulo de 120°.

Cambio del perfil de aluminio en la base

El perfil utilizado en el primer simulador fue de aluminio de 1" x 1" calibre 18, que si bien es ligero también es poco resistente a ciertos esfuerzos, por ejemplo, con el peso del piloto (50kg) sufrió una deformación de 15mm al centro de la estructura. Por ello, cambiamos a un perfil rectangular 2" x 1" calibre 14, aumentando la resistencia a la flexión y deformación.



El perfil anterior sufrió deformación con el peso.



Nuevo perfil rectangular calibre 14

Utilización de tubo de acero al carbón

En el primer simulador utilizamos el mismo perfil de aluminio en casi todas las partes, pero como mencionamos antes, el perfil carece de resistencia al someterlo a ciertos esfuerzos. Por ello, decidimos utilizar tubo cuadrado de acero al carbón de 1" x 1" calibre 18 para las palancas de la dirección y en todas las partes que contactan con los rodamientos, ya que en estos puntos existe un mayor desgaste debido al movimiento constante de las ruedas y si bien con el cambio de material aumentó el peso, ganamos resistencia a la deformación y el desgaste.

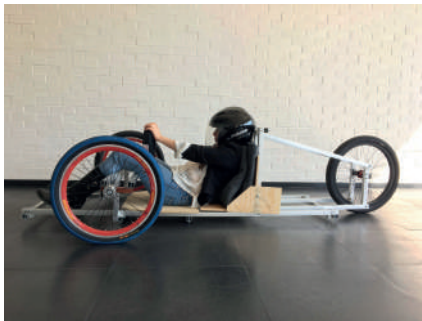
Cambios en la dirección.

En el primer simulador construimos una dirección con perfil de aluminio de 1" x 1" calibre 18 que contenía varios desajustes; principalmente que estorbaba mucho a las piernas del piloto, lo que le impedía acomodarse en la posición idónea para el manejo, que debe de ser lo más recostado posible. Si bien el perfil es ligero, no brinda la resistencia suficiente al ser sometido a diversos esfuerzos. Por ello, cambiamos el diseño de esta parte utilizando tubo cuadrado de acero que doblamos en los extremos. Con este nuevo diseño logramos que la dirección no estorbara a las piernas del piloto.

Otro cambio es que la distancia entre las ruedas se redujo en 50mm con respecto al primer simulador. Esto con el fin de reducir material y peso, además de que nos percatamos que al reducir esta distancia no se afectaba el radio de giro que se debe cumplir conforme al reglamento. La mayoría de los prototipos que participan en la competencia buscan tener la menor distancia posible entre las ruedas, lo que ayuda a la conducción y ahorro en material, tamaño y peso.

Este nuevo diseño en la dirección se puede adaptar a control por palancas o volante.

La nueva configuración provocó que subiera un poco la altura de la base con respecto al suelo. Esto, aunado al cambio a perfil rectangular nos favoreció anulando el roce que se producía al momento en que el peso del piloto deformaba la base en 15mm.



Las piernas del piloto se veían estorbadas por la dirección.



Nueva dirección a base de palancas.



Nueva posición donde la dirección no estorba a las piernas.

Tornillos y espaciadores.

Notamos que las uniones mecánicas con tornillos y tuercas, en ocasiones suelen aflojarse con el uso. Para evitar esto, a pesar de ser un poco más costoso, utilizamos tuercas de seguridad en cada unión y en cada parte articulada como el eje de la dirección y las palancas, colocamos espaciadores de nylon para reducir la fricción entre metales y en el caso del volante utilizamos baleros.

Módulos.

Tijera.

Está compuesta de 13 partes. Consideramos puntos de sujeción donde instalamos el rin trasero, el caliper de freno, motor, controlador y baterías. El respaldo, roll bar y cortafuego son partes de este módulo.

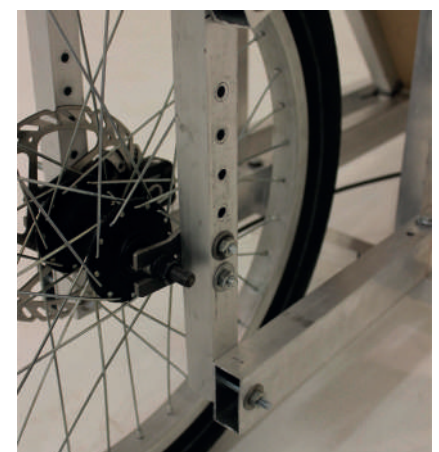
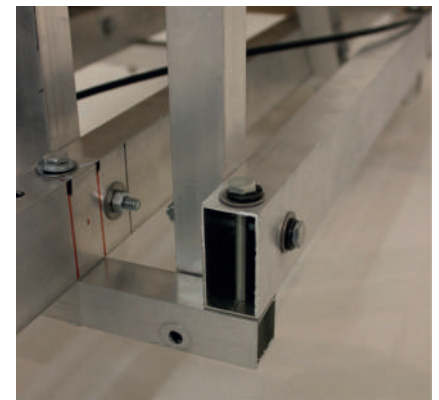
Observaciones.

Se redujeron las dimensiones respecto al primer simulador, pues vimos que el área que dejamos para colocar los componentes eléctricos estaba excedida. Al disminuirla incrementamos el espacio del habitáculo, resolviendo así uno de los problemas consistente en que el piloto no tenía el suficiente espacio para acomodarse dentro del chasis.

Ajustamos la inclinación del respaldo con el fin de mejorar la posición de manejo del piloto, por lo que ahora cuenta con un mayor apoyo lumbar.

La tijera está hecha de 2 largueros principales de perfil tubular de aluminio de 2" x 1" calibre 14 y el resto de las partes es de perfil cuadrado de aluminio de 1"x1" calibre 14. Únicamente los soportes de los rines son de acero, ya que consideramos que estos son los que reciben mayor esfuerzo y desgaste al soportar los rines y los calipers.

La tijera cumple con el sistema XYZ en todos los puntos de unión.



Módulos.

Base.

Se compone de 8 piezas. Su función es unir las otras partes del chasis, funcionar como el piso del habitáculo para el piloto y es la parte en la que irán sujetos todos los elementos del vehículo. En sí, es la columna vertebral del simulador.

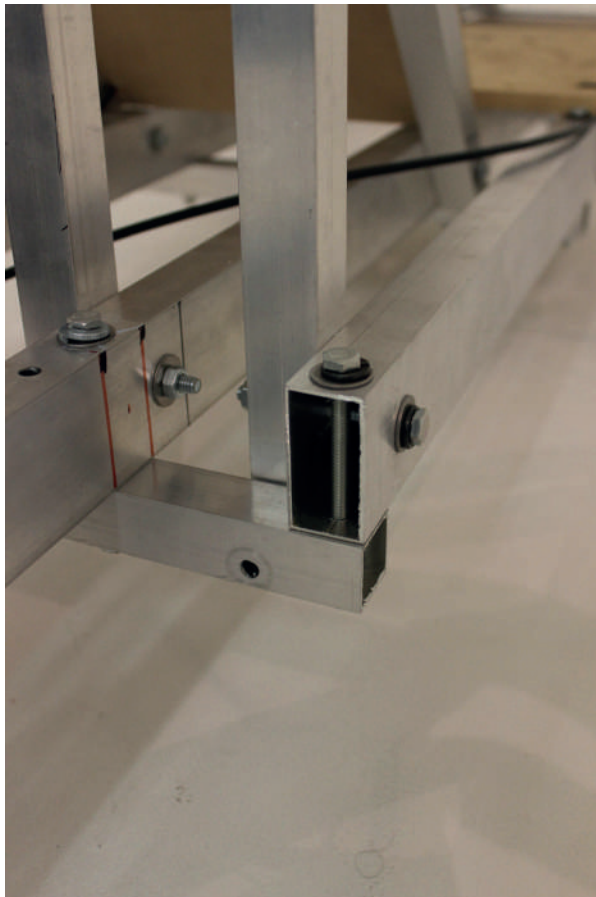
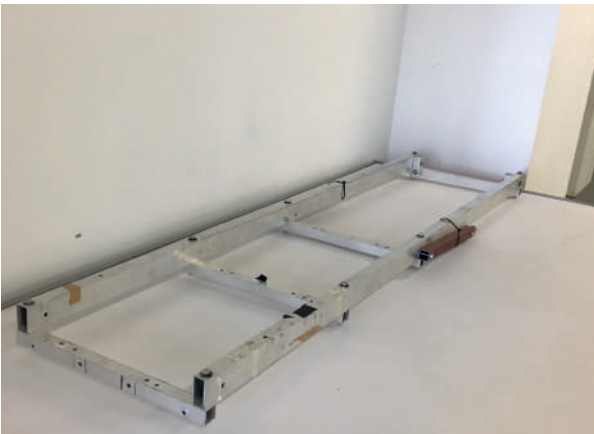
Observaciones.

Utilizamos dos largueros principales de perfil rectangular de 2" x 1" calibre 14, pues observamos que el primer simulador sufrió una deformación cuando el piloto se subió, debido a que el perfil de aluminio utilizado carecía de la resistencia necesaria para los esfuerzos a los que era sometido. Con el mismo fin, utilizamos perfil cuadrado de 1" x 1" calibre 14 en los travesaños, que si bien aumentó el peso, al cambiar el material, garantizamos que ya no se deformara con el peso del piloto.

La base, al ser el eje principal del chasis, debe ser muy resistente.

Redujimos el ancho del módulo en 50mm, pues no afecta a la seguridad, ni apoyo del piloto y nos ayuda a hacer el vehículo más compacto, ahorrando material.

Sistema XYZ en todas las uniones para restringir el movimiento en los 3 ejes.



Módulos.

Dirección.

Esta pieza se compone de un eje sólido y varias partes articuladas.

Su función es sujetar los rines delanteros, calipers de frenos, dar una trayectoria al vehículo y funcionar como línea de vida en caso de una volcadura.

Es posible utilizar control por palancas o volante.

Observaciones.

Hicimos el análisis y nuevo diseño de esta parte, ya que la geometría utilizada en el primer simulador no permitía al piloto un manejo, ni posición óptima, porque sus rodillas pasaban por encima de la dirección y esto interfería con la visibilidad. La nueva configuración no sólo solucionó este problema, sino que también ayudó a subir un poco la altura de la base con respecto al suelo, eliminando el roce que se producía porque la distancia era insuficiente.

Debido a que la posición del piloto es recostada, decidimos que, el control mediante palancas laterales es la forma más segura y práctica de manejo, porque los brazos van paralelos al cuerpo y los codos se apoyan, evitando la fatiga que se produce al tenerlos levantados. Se percibe una sensación de mayor control y por lo tanto, de seguridad.

Durante la investigación realizamos también una propuesta de control por volante. Concluimos que no es muy seguro, porque en caso de impacto el volante se puede incrustar en el cuerpo del piloto, causar fatiga al no tener un buen apoyo de los brazos y obstruir la visibilidad.

Utilizamos rótulas en los extremos de los brazos de unión entre las palancas y los soportes de las ruedas, con el fin de nivelar y articular el movimiento entre las palancas y las ruedas, así como entre el eje del volante y las ruedas.

Instalamos espaciadores de nylon para evitar el desgaste que se genera en las partes articuladas. Esto, además, ayuda a tener un manejo más suave.

Acortamos la distancia entre las llantas, con el fin de reducir material y peso. De igual manera nos percatamos que el reducir esta distancia no afectaba el radio de giro que se debe cumplir conforme con el reglamento. Es necesario destacar que la mayoría de los prototipos que participan en la competencia buscan tener la menor distancia posible entre las ruedas para ahorrar dimensiones, peso y material.

Empleamos tubo de acero de una pulgada para el eje y solera de acero al carbón de 2" x 1/4" para los soportes de las llantas. Decidimos hacerlas de acero, porque son las partes que se someten a mayor esfuerzo y por lo tanto, las que más desgaste sufren.

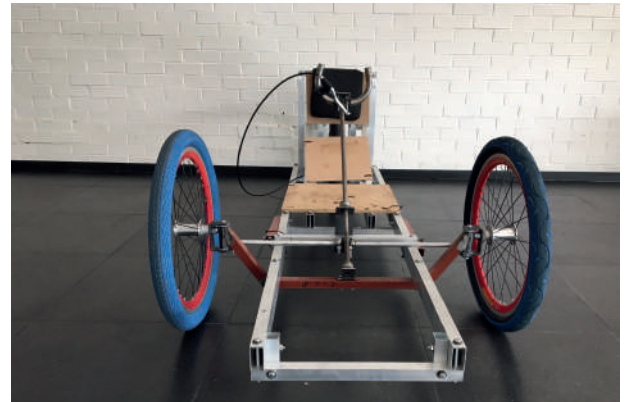
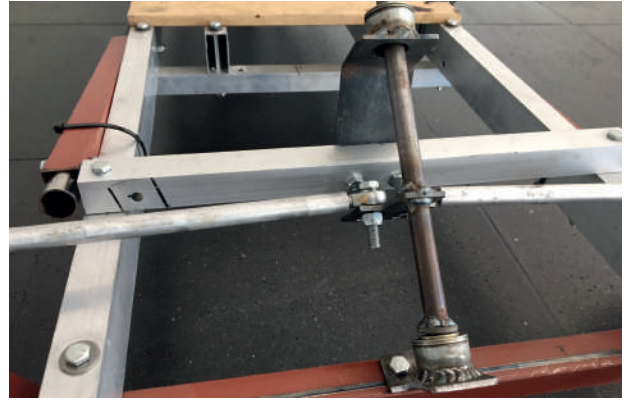
Utilizamos aluminio para los brazos de unión entre las palancas y los soportes de las ruedas y en el eje articulado que une los soportes de las ruedas, porque el desgaste y los esfuerzos que reciben estas piezas es menor al que se presenta en el resto de la dirección y nos ayuda a ahorrar peso.

Módulos.

Dirección con palancas



Dirección con volante



Conclusiones de la dirección

Después de analizar distintos sistemas de dirección llegamos a las siguientes conclusiones:

- Que el sistema de dirección de palancas es el más apto para el tipo de vehículo, aunque requiere de práctica para acostumbrarse al manejo.
- A diferencia del sistema de dirección tradicional con volante, el de palancas no interfiere con el manejo, el acceso, ni la visibilidad del piloto.
- Otro punto que consideramos importante es el contemplar un sistema que pueda ser reemplazado o reconfigurado de manera rápida y sencilla. Para lograrlo, encontramos que las uniones mecánicas resultan ser más eficientes que las de soldadura.

Al diseñar debemos tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Principio de Ackerman.
- Ubicación de las ruedas delanteras y la distancia que guarda con la rueda trasera.
- Ancho de vía.
- Posición del conductor.
- Facilidad de operación y pronta respuesta.

Simulador funcional

Hicimos distintas propuestas de direcciones, usando sistemas con volante y con palancas con el fin de confirmar los resultados de nuestro análisis.

En un principio optamos por fabricar todas las partes de la dirección en perfiles de aluminio de 1" x 1", al igual que otras partes del chasis. Sin embargo, al ser la dirección uno de los sistemas que mayor esfuerzo recibe, notamos que después de hacer algunas pruebas, el material sufría deformaciones y no conservaba su posición original. En tales circunstancias, sustituimos el aluminio por acero en las palancas de dirección, soportes y ejes. De igual manera, utilizamos bujes de nylon en los puntos de giro de todo el sistema, para obtener una respuesta más rápida y reducir el esfuerzo del conductor al momento de girar.

Sistema de dirección con volante.

En este simulador funcional notamos que el volante quedaba muy cerca de las piernas del conductor e interfería con la visibilidad. El sistema de volante requiere de un mayor número de partes (columna de dirección, volante, soporte y accionador), aumenta considerablemente el peso del chasis (de 12 a 16 kg) e incrementa el tiempo de armado y, en caso de choque, existe el gran riesgo de que el volante impacte al cuerpo del piloto.



Pruebas

Pruebas con diferentes percentiles

Con la finalidad de comprobar si el respaldo ayudaba en la posición de manejo, solicitamos a algunos voluntarios con un rango de altura y peso similar al de los pilotos que generalmente acuden a la competencia¹ a que participaran con nosotros en nuestro análisis y realizamos pruebas de posturas. Les pedimos que se colocaran de la forma que ellos consideraban más cómoda y encontramos que:

Sujeto 1.

Sexo: Femenino

Peso: 55kg

Estatura: 1620mm

Longitud brazo: 720mm

Longitud antebrazo: 410mm

Longitud pierna: 920mm

Altura poplítea: 450mm

Talla pie: 3



Observaciones.

Al colocarse en la posición de manejo que diseñamos, el casco sobresale del roll bar.

Piernas flexionadas con los pies apoyados en el suelo del vehículo, las rodillas alineadas a la altura de los ojos.

El cuello flexionado aproximadamente 90° respecto al tronco del cuerpo, causando fatiga. Esto también genera demasiado apoyo sobre hombros, cuello y no en la zona lumbar.

La sujeción de las palancas es correcta, ya que el brazo se mantiene flexionado y apoyado sobre el suelo del vehículo.

¹ Por lo general los pilotos oscilan en un tamaño de 1500 a 1700mm y entre 50 y 70kg de peso

Pruebas.

Sujeto 2.

Sexo: Femenino

Peso: 58kg

Estatura: 1580mm

Longitud brazo: 710mm

Longitud antebrazo: 390mm

Longitud pierna: 940mm

Altura poplíteica: 440mm

Talla pie: 4.5



Observaciones.

El casco sobresale del roll bar.

Piernas flexionadas, apoyadas en el suelo del vehículo, con las rodillas alineadas a la altura de los ojos.

El cuello flexionado aproximadamente 80° respecto al tronco del cuerpo, causando fatiga.

La mayor parte del apoyo se encuentra en la parte superior de la espalda y hombros por lo que necesita más esfuerzo en el cuello para poder colocar la cabeza en esa posición.

El brazo casi recto al sujetar las palancas, lo cual después de un rato puede causar fatiga.

Sujeto 3.

Sexo: Femenino

Peso: 62kg

Estatura: 1690mm

Longitud brazo: 730mm

Longitud antebrazo: 420mm

Longitud pierna: 1010mm

Altura poplíteica: 490mm

Talla pie: 5



Observaciones.

Aún ubicado en la posición de manejo que diseñamos, el casco sobresale del roll bar.

Piernas flexionadas con los pies apoyados en el suelo del vehículo, las rodillas alineadas a la altura de los ojos.

El cuello flexionado aproximadamente 90° respecto al tronco del cuerpo, causando fatiga. Esto también genera demasiado apoyo sobre hombros y cuello y no en la zona lumbar, como debería ocurrir.

El agarre de las palancas es correcto, ya que el brazo va flexionado y se apoya sobre el suelo del vehículo.

Pruebas.

Sujeto 4.

Sexo: Masculino

Peso: 66kg

Estatura: 1700mm

Longitud brazo: 740mm

Longitud antebrazo: 450mm

Longitud pierna: 910mm

Altura poplíteica: 490mm

Talla pie: 6



Observaciones.

Aunque el voluntario va en la posición de manejo que diseñamos, el casco sobresale del roll bar.

Piernas semiflexionadas con los pies apoyados en el travesaño frontal. Las rodillas están por debajo la altura de los ojos.

Menor esfuerzo en el cuello, pues la flexión respecto al tronco del cuerpo es de 70° aproximadamente.

El agarre de las palancas es correcto, ya que el brazo permanecía flexionado y se apoyaba sobre el suelo del vehículo.

Sujeto 5.

Sexo: Femenino

Peso: 60kg

Estatura: 1630mm

Longitud brazo: 670mm

Longitud antebrazo: 490mm

Longitud pierna: 950mm

Altura poplíteica: 480mm

Talla pie: 5



Observaciones.

El casco sobresale del roll bar.

Piernas semiflexionadas con los pies apoyados en el travesaño frontal.

El apoyo está en la zona lumbar y la cabeza, lo cual resulta incómodo y causa fatiga en la zona de los hombros y espalda alta.

Los brazos paralelos al suelo sin ninguna flexión, causando fatiga.

Pruebas

Sujeto 6.

Sexo: Femenino

Peso: 54kg

Estatura: 1500mm

Longitud brazo: 590mm

Longitud antebrazo: 390mm

Longitud pierna: 860mm

Altura poplíteica: 450mm

Talla pie: 3



Observaciones.

El casco sobresale del roll bar.

Piernas flexionadas con los pies apoyados en el suelo del vehículo. Rodillas por debajo de la altura de los ojos.

Apoyo en la parte baja de la espalda, zona lumbar y el lomo.

La persona no alcanza las palancas.

Conclusiones de las pruebas

El rango de altura de los pilotos es de 1500 a 1700mm, con un peso de 54 a 66 kg,. Es importante mencionar que en la competencia lo primordial es el mínimo peso.

En todos los casos el casco sobresalió del rollbar infringiendo el reglamento de competencia, por lo que esta parte debe de ser más alta. Cabe destacar que pedimos a los sujetos colocarse de la forma en que se sintieran más cómodos, pero la posición de manejo requiere ser más horizontal, es decir, que el piloto vaya más acostado.

Al colocarse en el vehículo, la posición que adopta el cuello en la mayoría de los casos resulta incómoda, pues éste está demasiado flexionado respecto al tronco del cuerpo. Sin embargo, cabe destacar que el tiempo de uso del vehículo en competencia no es mayor a 30 minutos, por lo que la fatiga no es mucha, además de que resulta primordial que el piloto mantenga la vista siempre al frente.

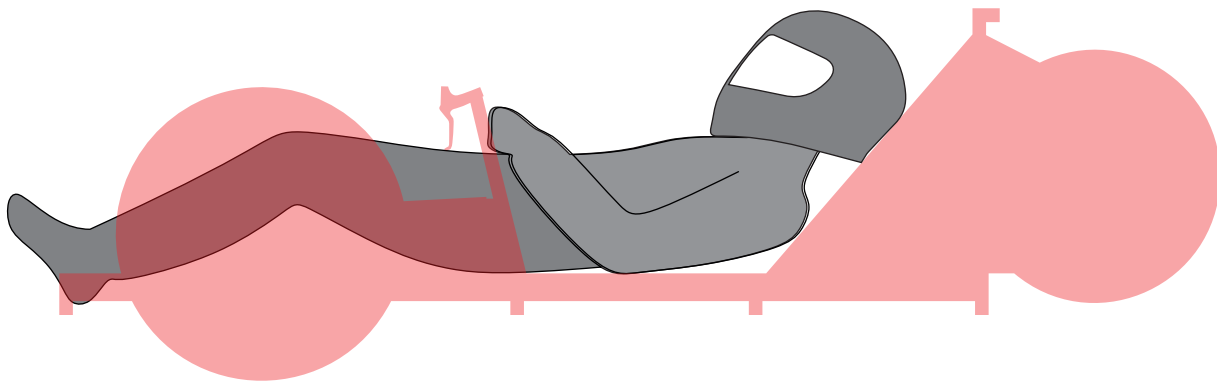
La mayoría de los sujetos de pruebas alcanzan a sujetar las palancas sin mayor dificultad, por lo que no es conveniente modificar esta pieza, ni su posición.

Al colocar peso, el chasis ya no sufre la deformación que se presentaba en el primer simulador. Esto debido al incremento de la altura respecto al suelo y principalmente por el uso del perfil rectangular de 2"x 1" calibre 14 en lugar del perfil cuadrado de 1"x1" calibre 18.

Análisis Ergonómico

Posición óptima de manejo

Dentro de las proporciones del vehículo, respetando la distancia entre ejes y de acuerdo a las diferentes pruebas realizadas encontramos que esta posición es la más adecuada, donde el piloto se encuentra lo más acostado posible, pero manteniendo la vista al frente y con control total sobre las palancas.



Seguridad

Si bien el vehículo es de pruebas, está diseñado conforme al reglamento de competencia, por lo que tomamos en cuenta todas las medidas de seguridad necesarias.

Por reglamento el piloto no puede ir con la cabeza hacia el frente.

Se tienen contemplados todos los puntos de sujeción del cinturón.

Cuenta con frenos que detienen por completo al vehículo.

El respaldo del asiento está diseñado para ser la pared cortafuego, separando el habitáculo del espacio de los componentes electrónicos.

El material, el sistema XYZ junto con las tuercas de seguridad utilizadas en todas las uniones garantizan que se mantenga la estructura del vehículo.

El radio de giro está calculado para que las ruedas nunca rocen con la carrocería.

El roll bar y las ruedas delanteras protegen al piloto en caso de volcadura.

La dirección mediante palancas laterales hace que no haya nada que estorbe al piloto, por lo que se puede abandonar muy rápidamente el vehículo.

Los brazos y pies cuentan con puntos de apoyo, lo que ayuda a tener un buen control del vehículo, ya que al ir recargado, se evita la fatiga.

Conclusiones ergonómicas

En la competencia “Shell Eco-marathon” el objetivo primordial es el logro del mejor rendimiento. Se hace un gran énfasis en que la inspección técnica se realiza para garantizar ante todo la seguridad del piloto. Por lo mismo, el diseño del chasis está fundamentado y basado en el reglamento de competencia, donde se establecen todos los puntos que se tienen que considerar para que sea seguro.

Si bien los aspectos funcionales son lo más importante, como diseñadores tenemos que considerar al usuario, en este caso el piloto, por lo que las pruebas y estudios que hemos realizado son en gran parte para hacer al vehículo lo más cómodo posible.

El vehículo está diseñado para personas en un rango de altura de 1520 a 1700mm. Alguien de mayor estatura cabe, pero no es lo ideal.

El diseño de varios componentes como la dirección del vehículo se hicieron para ayudar al piloto a tener el mejor control del vehículo y ser lo más confortable posible.

Pruebas de manejo.

Como cualquier otro vehículo, la resistencia y durabilidad es puesta a prueba cuando se maneja. Para ello, le montamos un motor eléctrico de 2 caballos con transmisión (cadena) y unas baterías de 36v a 10A como fuente de energía. Varias personas en un rango de peso de 50 a 90kg y una altura de 1500 a 1800mm lo condujeron y ningún módulo del chasis sufrió desgaste.



Altura: 1600mm
Peso: 60 kg



Altura: 1580mm
Peso: 58 kg



Altura: 1720mm
Peso: 70 kg

Los sujetos se acostumbraron rápidamente al control con volante, pero es posible ver que en general la posición de manejo no es la óptima.

Pruebas de manejo.

Con el fin de comprobar la versatilidad del chasis, montamos un motor de bicicleta eléctrica con su respectivo controlador y paquete de baterías de 36V y también fue conducido por varias personas en un rango de 60 a 110kg de peso y 1600 a 1840mm de altura y en esta ocasión se probaron ambas direcciones, tanto el control por volante como con palancas y nuevamente, ni la estructura, ni los elementos mecánicos del vehículo sufrieron deformaciones o desgaste.



Altura: 1700mm
Peso: 66 kg



Altura: 1840mm
Peso: 110 kg



Altura: 1620mm
Peso: 62 kg

Pruebas de manejo.

Con el mismo motor, montamos la dirección a base de palancas y comprobamos que tampoco hubo desgaste en la estructura y los conductores adoptaron la posición óptima de manejo antes discutida. A algunos conductores les fue más complicado acostumbrarse a manejar con las palancas, pero coincidieron en que era más sencillo no tener nada estorbando para salir del vehículo, ni la visibilidad.



Altura:1700mm
Peso: 66 kg



Altura:1650mm
Peso: 60 kg

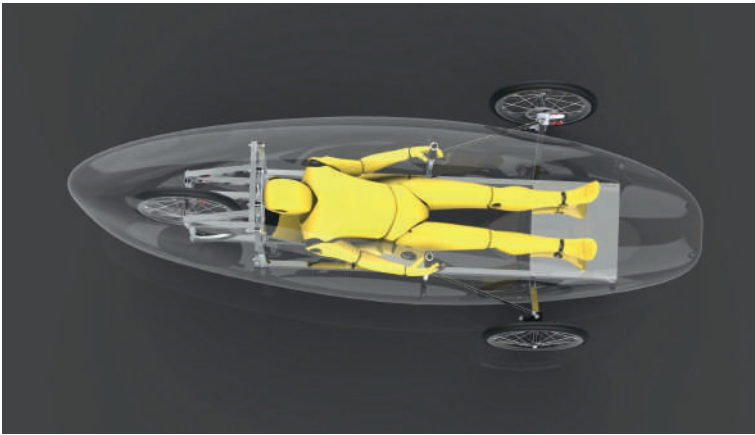


Altura:1720mm
Peso: N/A



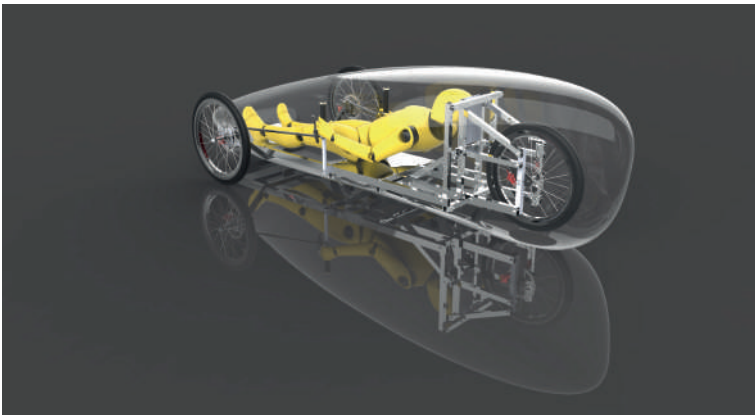
Altura:1620mm
Peso: 62 kg

Alcances futuros.

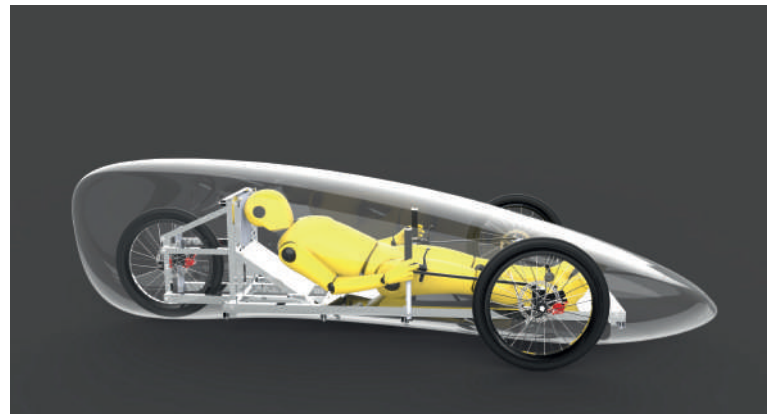


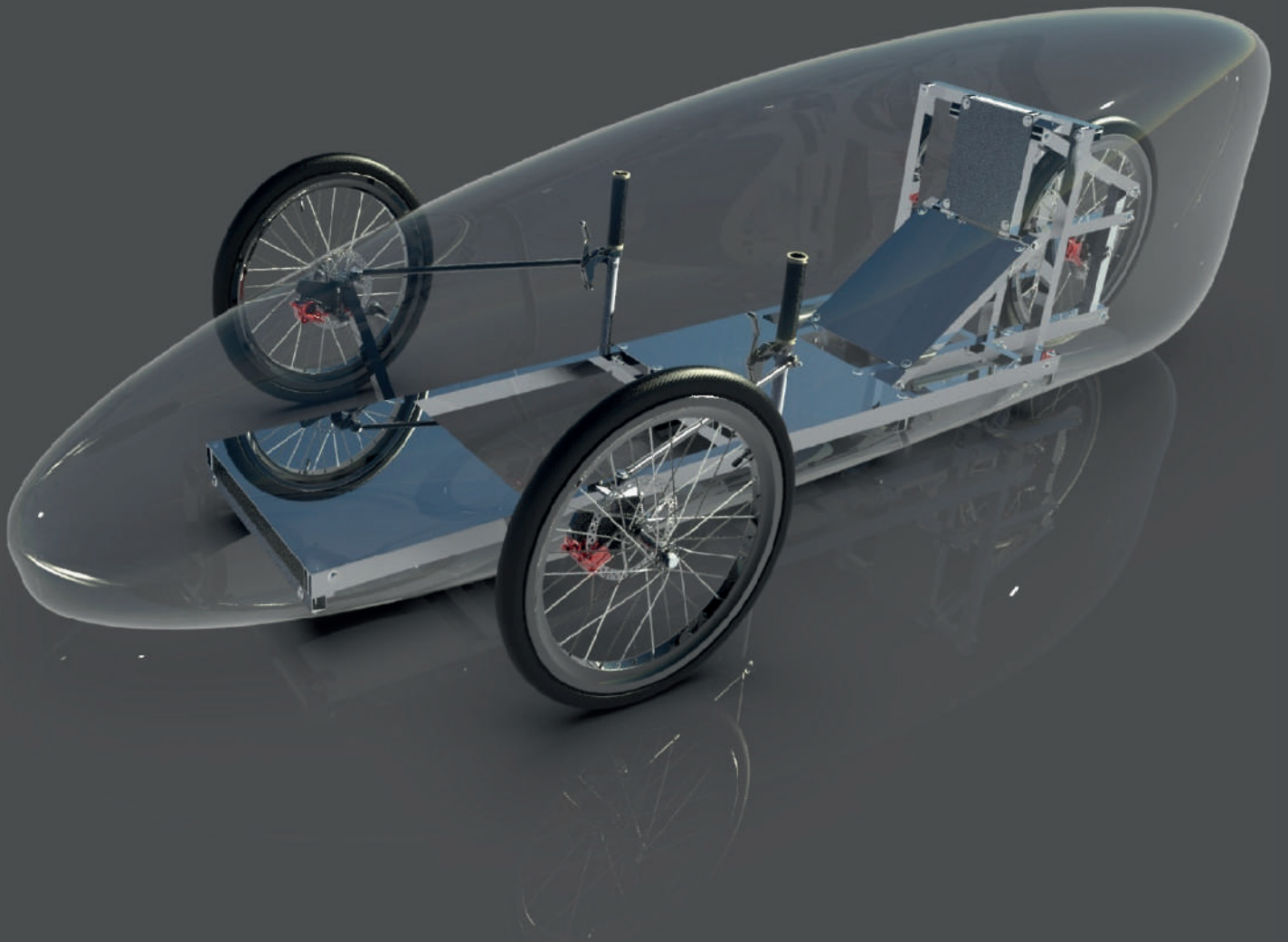
El chasis está diseñado en base al reglamento, pero para poder competir es necesario que tenga una carrocería cerrada. Con ello en mente, hicimos una propuesta conceptual volumétrica de como podría verse una carrocería montada sobre el chasis.

Como mencionamos antes, las carrocerías pueden construirse en distintos materiales, principalmente fibra de vidrio o de carbono, todo depende del presupuesto y de la disponibilidad de tiempo.



Nuestro objetivo con este trabajo fue tener un vehículo experimental de pruebas. Queremos dejar claro que esta carrocería es solo una propuesta conceptual y puede desarrollarse mucho más a fondo, es sólo un ejemplo del alcance que se puede llegar a tener.





Conclusión

Antonio

En este tipo de proyectos multidisciplinarios nuestra labor como diseñadores en muchas de las ocasiones se ve relacionada con la forma o la aerodinámica del vehículo dejando de lado la función, por eso decidimos abordar el problema desde una de las partes que nosotros consideramos más importantes: la experimentación y rápida reconfiguración.

En los 2 años que participé en la competencia me percaté que la mayor parte del tiempo los problemas que se tenían eran por no poder experimentar ni hacer cambios, no se contaba con un vehículo alterno en el cual pudieran ponerse a prueba los componentes.

La mayor parte del tiempo trabajamos en corregir los errores que se tenían en el monocasco que se diseñó en años anteriores, esto no nos permitía hacer las pruebas previas de manejo fundamentales para tener el mejor desempeño en competencia. Con el diseño que proponemos logramos tener un vehículo para hacer estas pruebas a un precio accesible comparado con un monocasco y en un tiempo de construcción más corto.

Creo que como diseñadores es importante adaptarse al contexto de la situación para lograr hacer el mejor papel.

Adolfo

De las muchas tareas que desempeñamos como diseñadores es que buscamos diferentes alternativas para mejorar lo ya existente, mediante la reinterpretación total del problema y comúnmente a través del cambio de pequeñas características que hacen a un producto mejor que el predecesor

El objetivo final del equipo es que el vehículo que se lleve a competir sea superior al pasado, ya que incluye el aprendizaje de años anteriores y algo fundamental para la mejoría son las pruebas previas a la competencia. Justamente el proyecto nace como respuesta a esta constante necesidad, ya que como vivimos de primera mano, muchos problemas podrían haberse evitado teniendo el suficiente tiempo para probar los diferentes componentes que hacen que el vehículo funcione. El chasis está diseñado para hacer y deshacer todo lo necesario a fin de que el día de la competencia se desempeñe el mejor papel. Llegar al punto de ver tu vehículo en pista en “Shell Eco-marathon” es sumamente gratificante, pero es un proceso muy difícil y largo. Esta tesis pretende auxiliar a las generaciones futuras en este camino que nosotros hemos emprendido.

Glosario

Aerodinámico: Que tiene la forma adecuada para reducir la resistencia del aire.

Caliper: Es la pieza que alberga las pastillas de frenado y los pistones de un sistema de frenos de disco, se trata de un sistema que no rota, es decir se encuentra fijo y su funcionamiento está basado en apretar el disco para que este comience a detener el movimiento de las ruedas.

Chasis: Es la estructura interna encargada de aportar rigidez y forma al vehículo. Sus funciones principales son: dar sujeción a los componentes mecánicos y a la carrocería, absorber de la mejor manera posible los impactos y evitar la deformación. Este sistema presenta una gran versatilidad. Soporta grandes esfuerzos estáticos y dinámicos.

Electratón: Es una competencia donde se construye un vehículo eléctrico mínimo de 3 ruedas, con dimensiones similares a las de un kart (250x200cm máximo) y es propulsado por un motor eléctrico y batería de plomo ácido de tipo comercial, este vehículo no puede superar los 45kg de peso.

Escantillón: Regla, plantilla o patrón que sirve para trazar las líneas y fijar las dimensiones según las cuales se han de labrar las piezas en diversos objetos.

Escuadrar: Acomodar o trabajar un objeto de modo que sus caras estén en ángulo recto.

Fuerza puntual: Carga que actúa sobre un área muy pequeña o un punto muy concreto de una estructura.

Honeycomb: Son estructuras que tienen la geometría de un panal para permitir minimizar la cantidad de material para alcanzar el peso mínimo y el costo mínimo de material.

Inserto: adj. Que está insertado.

Kevlar. Fibra artificial, ligera, robusta y con gran resistencia al calor, es 5 veces más resistente que el acero y no es afectado por la corrosión.

Kilovatio(kW): mide solo potencia. El kilovatio hora (kWh) calcula el consumo. Es un término de consumo y se define para ver la potencia utilizada durante un periodo de tiempo, en nuestro caso en una hora.

Lexan: Es un termoplástico técnico amorfo, caracterizado por sus excepcionales propiedades térmicas, eléctricas, ópticas y mecánicas.

Monocasco: Se denominan monocasco a unos tipos de chasis de vehículos construido de una sola pieza.

Monoplaza: Dicho de un vehículo: Que tiene una sola plaza o lugar.

Open source: Es un término que se utiliza para denominar a cierto tipo de software que se distribuye mediante una licencia que le permite al usuario final, si tiene los conocimientos necesarios, utilizar el código fuente del programa para estudiarlo, modificarlo y realizar mejoras en el mismo, pudiendo incluso hasta redistribuirlo.

Percentil: Es una medida de posición usada en estadística que indica que vez ordenados los datos de menor a mayor, el valor de la variable por debajo del cual se encuentra un porcentaje dado de observaciones en un grupo de observaciones. Por ejemplo, el percentil 20° es el valor bajo el cual se encuentran el 20 por ciento de las observaciones.

Glosario

PET: Es una resina plástica derivada del petróleo que pertenece al grupo de los materiales sintéticos denominados Poliéster. Es un termoplástico lineal el cual fue desarrollado inicialmente para hacer fibras textiles. Debido a sus excelentes propiedades intrínsecas se empezó a utilizar para la fabricación de envases.

Poplíteo: Es un músculo de la pierna que se encuentra en la parte posterior de la rodilla.

Recumbente: son un tipo de bicicletas reclinadas en las que la o el ciclista adopta una posición recostada. Las ventajas son la ergonomía y la aerodinámica

Solera: Es una placa de metal y sus medidas pueden variar, es comúnmente utilizada en la fabricación de herramientas o distintas estructuras metálicas dependiendo del tamaño de esta.

Referencias

Bañón Blázquez, Luis. Manual de carreteras. España. Disponible en:

https://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/01010302.pdf (consultado el 18 de mayo de 2017)

Santin, J.J., et al., The World's Most Fuel Efficient Vehicle. Suiza: ETH Zurich, 2007. Disponible en:

http://www.paccar.ethz.ch/book/Excerpt_12.10.07.pdf (consultado el 16 de mayo de 2017)

Cardona, Alberto, et al., Análisis de la Aerodinámica de un Automóvil de Competición. Argentina: Dpto. Mec. Aer., Facultad de Ingeniería, Instituto Universitario Aeronáutico, 2005. Disponible en:

<http://www.cimec.org.ar/ojs/index.php/mc/article/viewFile/464/446> (consultado el 24 de mayo de 2017)

Gómez, Iván Darío, et al., Diseño Ergonómico de un Automóvil para Uso Urbano en la Ciudad de Bogotá. Colombia, 2000.

Disponible en: http://www.unilibre.edu.co/revistaavances/avances-7/r7_art7.pdf (consultado el 27 de marzo de 2017)

González Figueroa, Alfonso. Vehículo Eléctrico Personal con Tecnología de Autobalanceo. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2016.

Grimes, Oliver et al., Design and Finite Element Analysis of a Composite Monocoque Chassis for the Shell ECO Marathon Car Project 2012. Reino Unido: Coventry University, Department of Engineering and Computing, 2012.

L. de Soria, Santiago. "El habitáculo de seguridad... .. y todo lo que le rodea" Centro Zaragoza No. 5 (2000), Disponible en: http://www.centro-zaragoza.com:8080/web/sala_prensa/revista_tecnica/hemeroteca/articulos/R5_A8.pdf (consultado el 7 de mayo de 2017)

Moneer, Al-Jawad, et al., SAE Shell Eco-marathon Final Presentation. Estados Unidos: Northern Arizona University Press, 2013.

Nevado, José. Diseño de Chasis Prototipo para Shell Eco Marathon. España: Universidad Carlos III de Madrid, 2011.

Osorio Montes, Kozvy. Caracterización Aerodinámica de un Vehículo Pesado. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2015.

Referencias

Shell Eco-marathon. Shell Eco-marathon 2016 Official Rules Chapter 1. 2016.

Velasco Sánchez, Emilio et al., Vehículos. El Sistema de Dirección. España. Disponible en:

<http://umh1796.edu.umh.es/wp-content/uploads/sites/272/2013/02/sistema-de-direccion-texto1.pdf> (consultado el 12 de abril de 2017)

Zitnik, Juan. Aerodinámica. Disponible en: http://juanzitnik1.tripod.com/sitebuildercontent/sitebuilderfiles/4_aerodinamica.pdf

(consultado el 24 de mayo de 2017)Shell Global información, reglamento y fotografías.

<https://www.shell.com/energy-and-innovation/shell-ecomarathon.html> https://www.flickr.com/photos/shell_eco-marathon/

Anexo 1. Piezas comerciales

Si bien construimos gran parte de los componentes del vehículo es necesario utilizar piezas comerciales, a continuación hay un listado de estas, incluimos las que consideramos óptimas para un vehículo para “Shell Eco-marathon”^o:

Motor Eléctrico para bicicleta Magic

Pie 4

Precio: 623,00 €

Cantidad: 1

Descripción: Encargado de mover el vehículo. Se instala en la llanta trasera y muchas otras piezas se conectan a el.

Referencia:

http://goldenmotor.es/product.php?id_product=197



Paquete de Baterías de 48V15AH LiFePO4 con cargador

Precio: \$950.00 USD

Cantidad: 1

Descripción: Fuente de energía del vehículo.

Referencia:

<http://www.goldenmotor.ca/products/48V15AH-LiFePO4-Battery-in-FREE-Eco-pack-Bag.html>



Llanta Michelin 44-406-H

Precio: \$74.00 USD c/u

Cantidad: 3

Descripción: Llantas diseñadas específicamente para los prototipos de la competencia.

Referencia:

http://www.eshopsem.com/boutique/product.php?id_product=73



^o Cabe destacar que muchas de las piezas que utilizamos en el chasis por cuestiones de presupuesto no son las óptimas, pero utilizamos unas que cumplen la función (Ver anexo 3)

Anexo 1. Piezas comerciales

Cámara para llanta de bicicleta

Precio: \$50.00 mxn c/u

Cantidad: 3

Descripción: Pieza que contiene el aire de las llantas.

Referencia:

www.danscomp.com/products/446006/Dans_Schraeder_Tube.html



Rin Kink Atlas 2

Precio: \$750.00 mxn c/u

Cantidad: 3

Descripción: Rin que al ser de aluminio, nos permite ahorrar peso.

Referencia:

https://www.danscomp.com/products/420175/Kink_Atlas_2_Rim.html



Bolsa de Rayos para bicicleta de 50 piezas de 179mm

Precio: \$400.00 mxn c/u

Cantidad: 3

Descripción: Cada rueda utiliza 36 piezas.

Referencia:

<http://www.blassbikes.com/productos/detalleProducto.aspx?cveCategoria=21&nombreCategoria=OTROS&cveProducto=26&nombreProducto=SPOKES%20COLOR%2050PC>



Anexo 1. Piezas comerciales

Maza Cannondale Lefty 28 H negro con centrador de disco delantero

Precio: \$40.00 USD c/u

Cantidad: 2

Descripción: Es el eje de cada rueda delantera, a diferencia de una maza de bicicleta normal donde hay dos puntos de anclaje en el eje, esta solo tiene uno.

Referencia:

<https://www.ebay.com/itm/NEW-Cannondale-Lefty-28H-Front-Disc-Hub-Black-/232502922932>



Caliper para Freno con disco

Precio: \$1250.00 mxn c/u

Cantidad: 3

Descripción: encargado de detener el vehículo. Se instala en cada llanta.

Referencia:

http://www.benotto.com.mx/s_seccion34000/html/elemento.exr?Clave_Elemento=CLPAVI0003&Precio=1150&Nombre=Caliper+para+Freno+de+Disco+Del.+o+Tras.Mecanico+con+Disco+BB7+G2CS+160+Avid&&Objeto=objeto29000N=0



Palanca de Freno Doble

Precio: \$750.00 mxn

Cantidad: 1

Descripción: Gatillo de freno con doble conexión para los dos frenos de las llantas delanteras.

Referencia:

<https://www.amazon.es/gp/product/B000AO7H16/?ie=UTF8&camp=3626&creative=24790&linkCode=ur2&tag=neuwdu-21>



Anexo 1. Piezas comerciales

Palanca de Freno

Precio: \$500.00 mxn

Cantidad: 1

Descripción: Gatillo de freno con una conexión para el freno trasero.

Referencia:

https://www.danscomp.com/products/486083/Eclat_Sniper_Brake_Lever.html



Chicote para frenos de bicicleta tandem de 3m

Precio: \$30.00 mxn

Cantidad: 1

Descripción: Cable de frenos para una bicicleta tandem. Necesitamos un cable largo para cubrir la distancia entre el freno trasero y las palancas de la dirección.

Referencia:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-6074032-46-chicote-de-freno-mtb-trasero-_JM?source=gps



Chicote para frenos trasero

Precio: \$10.00 mxn c/u

Cantidad: 2

Descripción: Cables de frenos traseros de bicicleta que utilizamos para los frenos delanteros.

Referencia:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-6074032-46-chicote-de-freno-mtb-trasero-_JM?source=gps



Anexo 1. Piezas comerciales

Claxon eléctrico

Precio: \$375.00 mxn

Cantidad: 1

Descripción: Por reglamento es necesario instalar un claxon de este tipo en la parte frontal del vehículo que cumpla con ciertos decibels y debe tocarse cada vez que se rebase a otro auto.

Referencia:

https://www.grainger.com.mx/producto/Manejo-de-Materiales/Partes-de-Reemplazo/Piezas/p/46J675?gclid=EAlaIQobChMI54D4_LuC2AIVjbrACh3dZww9EAQYAyABEgLRPD_BwE&s_kwid=AL!4181!3!223522841757!!!g!!



Convertidor de voltaje

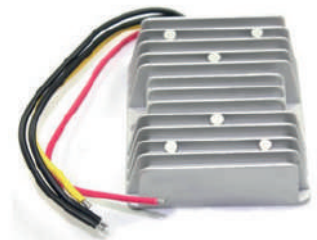
Precio: \$12.00 USD

Cantidad: 1

Descripción: el claxon debe ser alimentado por las mismas baterías que dan energía al resto del vehículo, pero el voltaje del claxon es diferente al de las baterías por lo que se utiliza el convertidor para hacer esto.

Referencia:

https://www.ebay.com/itm/Converter-Voltage-Reducer-Regulator-36V-Step-Down-to-12V-10A-120W-GOLF-CART-FAIT/222188868507?_ul=AR



Cinturón De Seguridad Sparco 5 Puntos Asiento Cubo Fia 2020

Precio: \$1990.00 mxn

Cantidad: 1

Descripción: por reglamento es necesario un cinturón de este tipo.

Referencia:

https://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-554286291-cinturon-de-seguridad-sparco-5-puntos-asiento-cubo-fia-2020-_JM



Anexo 1. Piezas comerciales

Velocimetro 8 Funciones CC-CD200N2 Astrale 8 CAT EYE

Precio: \$300.00 mxn

Cantidad: 1

Descripción: Medidor de velocidad, distancia y tiempo.

Referencia:

http://www.benotto.com.mx/s_seccion34000/html/elemento.ejr?Clave_Elemento=VELCAT0027&Precio=300&Nombre=Velocimetro+8+Funciones+CC-CD200N2+Astrale+8+CAT+EYE&&Objeto=objeto29000N=0



Bomba de Pie Profil MAX FP30 PSI/BAR Modelo 86301P ZEFAL

Precio: \$700.00 mxn

Cantidad: 1

Descripción: Se utiliza para inflar las llantas.

Referencia:

http://www.benotto.com.mx/s_seccion34000/html/elemento.ejr?Clave_Elemento=BOMZEF0099&Precio=700&Nombre=Bomba+de+Pie+Profil+MAX+FP30+PSI%2FBAR+Modelo+86301P+ZEFAL&&Objeto=objeto29000N=0



Radios Midland de dos vías GXT 860VP4 con auricular

Precio: \$ 2,099.00

Cantidad: 1

Descripción: Vía de comunicación entre el equipo y el piloto

Referencia:

<http://www.bestbuy.com.mx/productos/audio/radio-dos-vias-walkie-talkie/midland-midlandradio-de-dos-vias-gxt-860vp4.html>



Anexo 2. Tornillería

Los tornillos son la forma de ensamble del chasis, a continuación hay un listado de todos los tamaños utilizados:

Tornillos de cabeza hexagonal con tuerca de seguridad		
Ancho (pulgadas)	Largo (pulgadas)	Cantidad
1/4	1.5	8
1/4	2.5	26
1/4	3	20
1/4	3.5	2
5/16	1	2
5/16	1.5	2
1/2	3.5	2

Referencia:

http://elreydeltornillo.com/producto_sub/TOR_CHEX5/GALVANIZADO



Rótulas de 5/16" de ancho con cuerda derecha 5/16" y 1" de largo

Precio: \$75.00 mxn

Cantidad: 4

Descripción: Facilita el movimiento de la dirección, es la comunicación entre el mando y las ruedas y nos ayuda a ajustar con mayor precisión la alineación de las mismas.

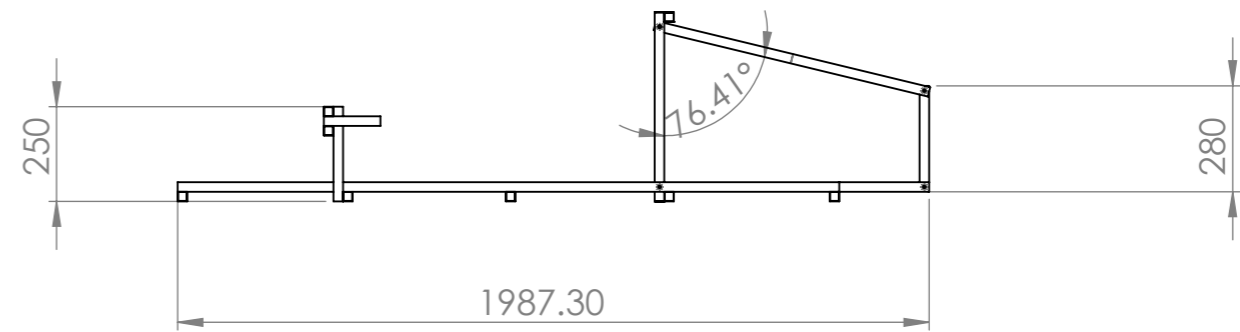
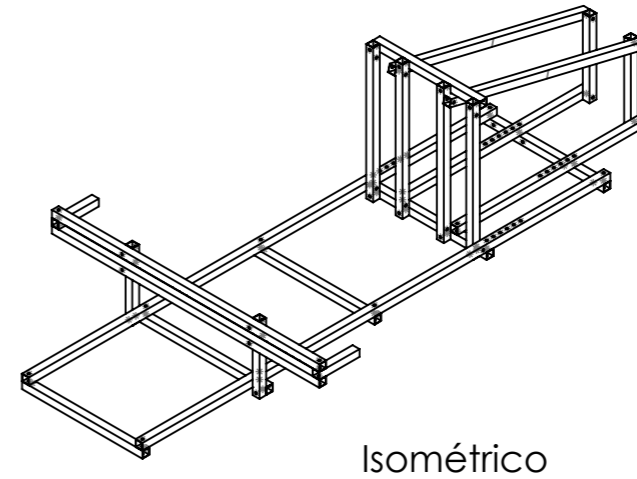
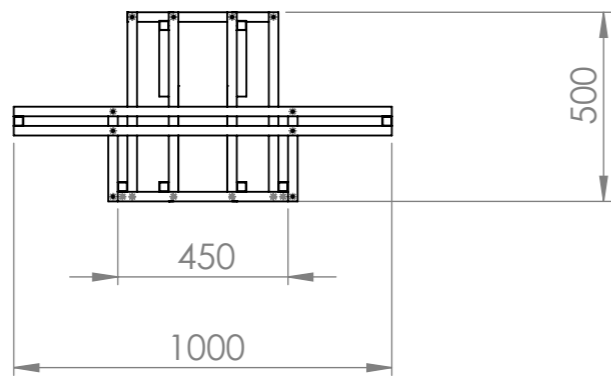
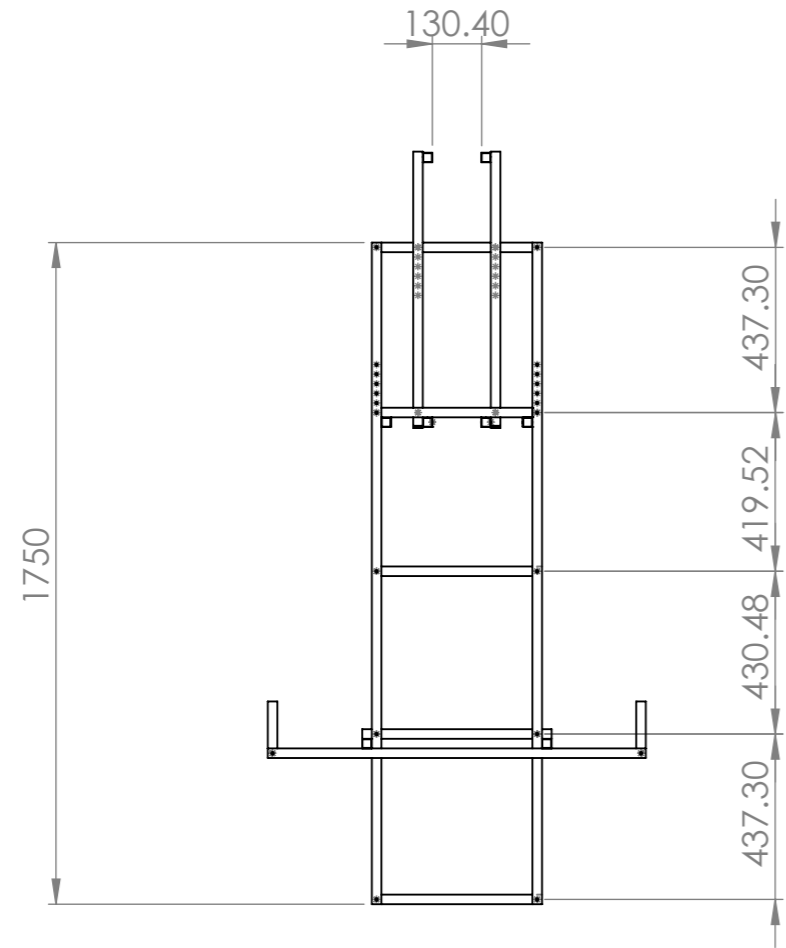


Anexo 3. Tabla de costos

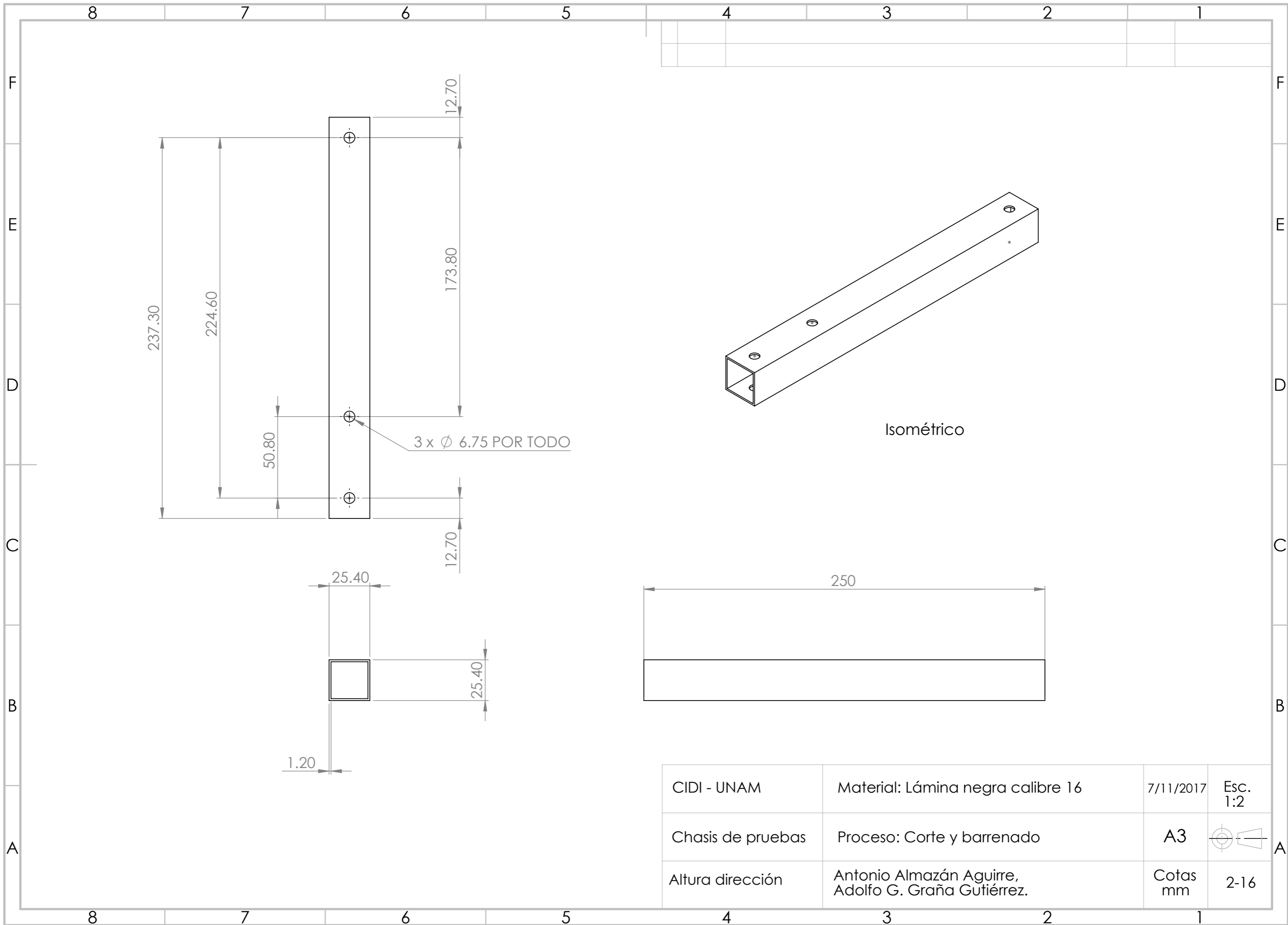
Pieza o material	Costo en pesos
2 perfiles rectangular de aluminio de 2" x 1" Cal. 14	\$528.00 (\$264.00 x perfil)
2 tubos cuadrado de aluminio de 1" x 1" Cal. 14	\$439.00 (\$219.50 x tubo)
Lámina de acero Cal. 16	\$100.00
Tornillería	\$350.00
4 rótulas	\$300.00 (\$75.00 x rótula)
Nylon	\$50.00
3 rines (aro, masa y rayos)	\$2520.00 (840.00 x rin)
3 llantas	\$600.00 (\$200.00 x llanta)
3 cámaras	\$150.00 (\$50.00 x cámara)
Frenos (palancas, chicotes, calipers y discos)	\$1500.00 (\$500.00 x frenos)
Kit electrónico (motor, baterías, controlador y acelerador) *	\$8000.00
Total	\$14537.00

*este kit fue un préstamo del DILAB de bicicletas y su coordinador Roberto González Torres y fue utilizado para las pruebas de conducción del chasis. (En competencia no se permite el uso de controladores comerciales)

Planos primer simulador.



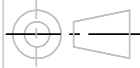
CIDI - UNAM	Material: perfil de aluminio.	7/11/2017	Esc. 1:20
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Vistas generales	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	1-16

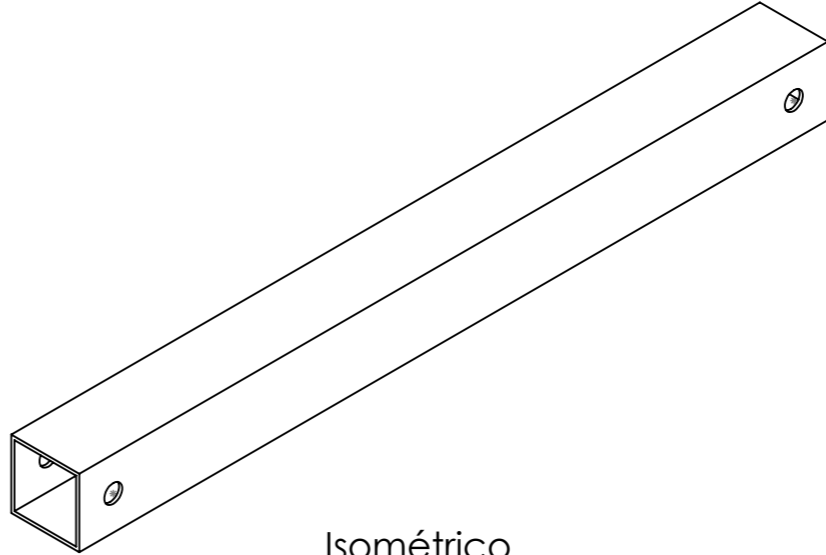
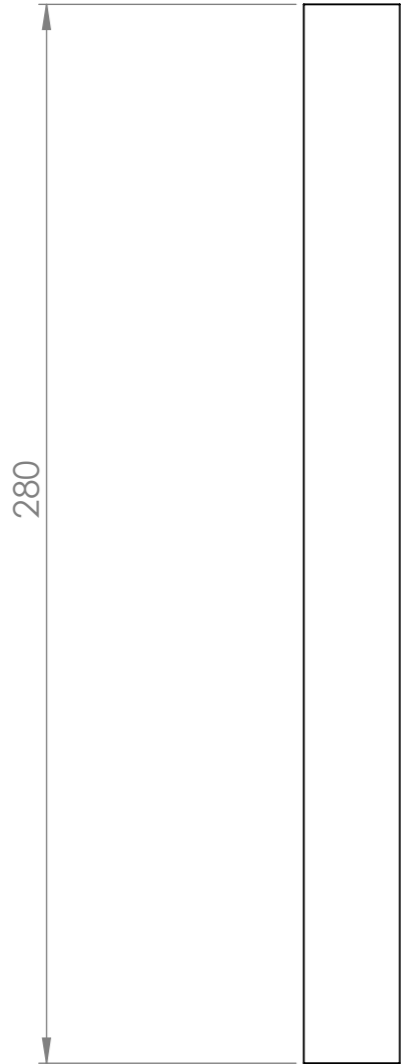
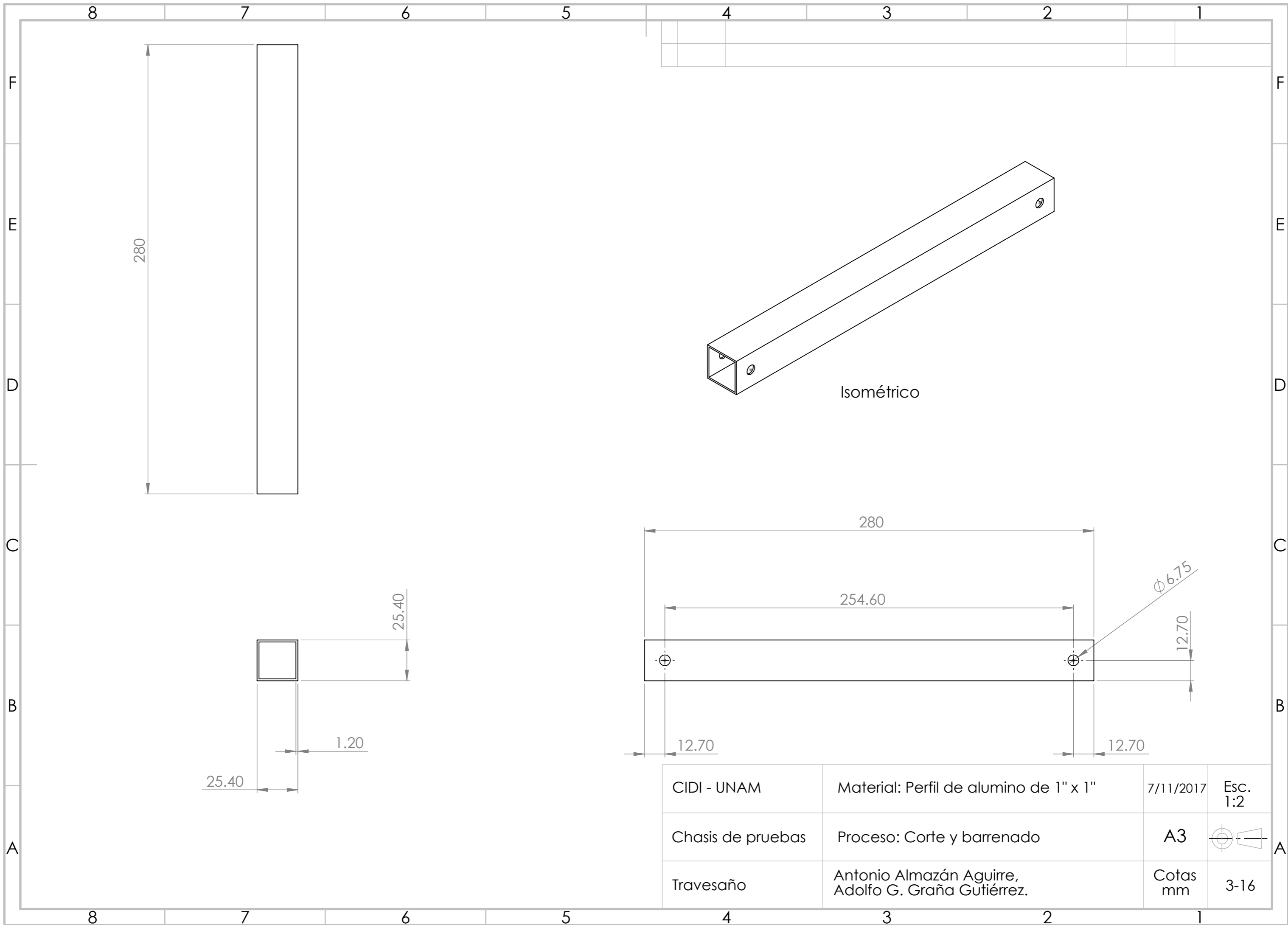


3 x \varnothing 6.75 POR TODO

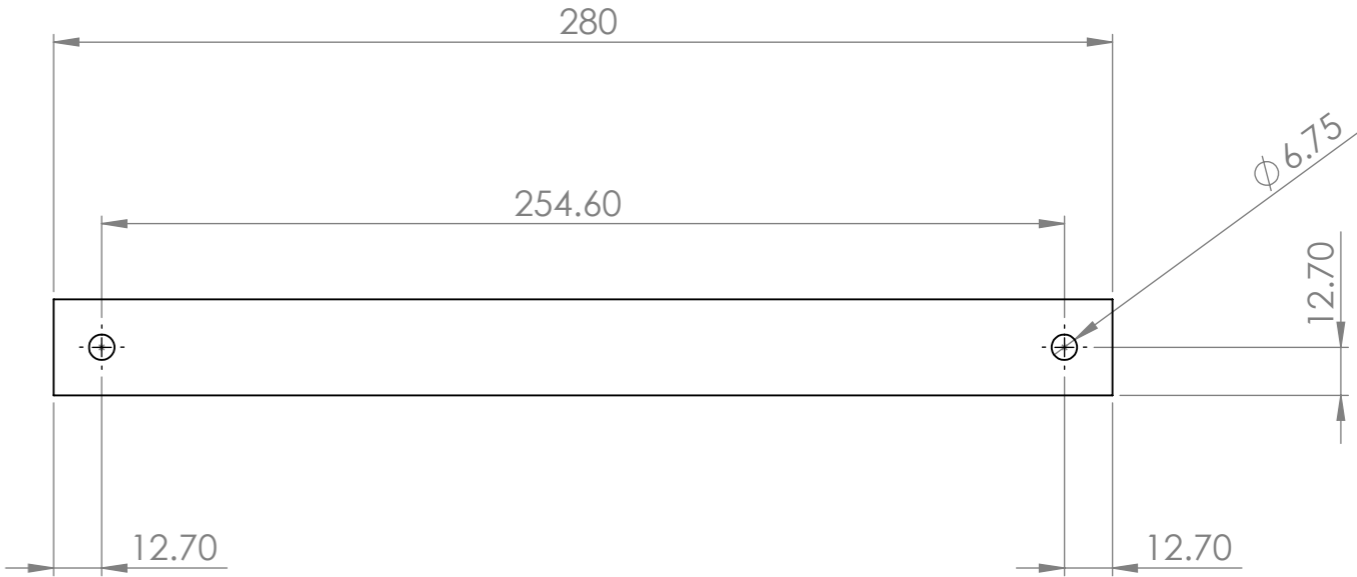
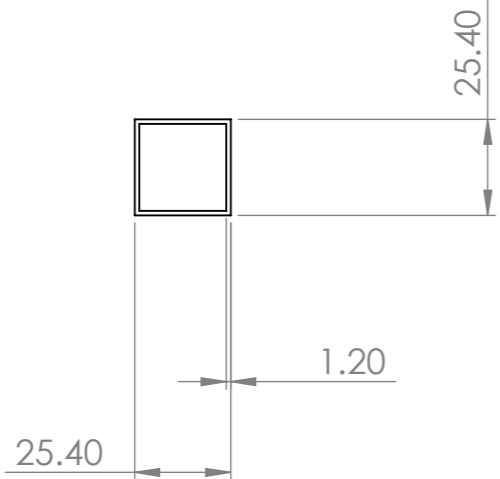
Isométrico

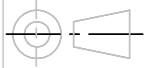
250

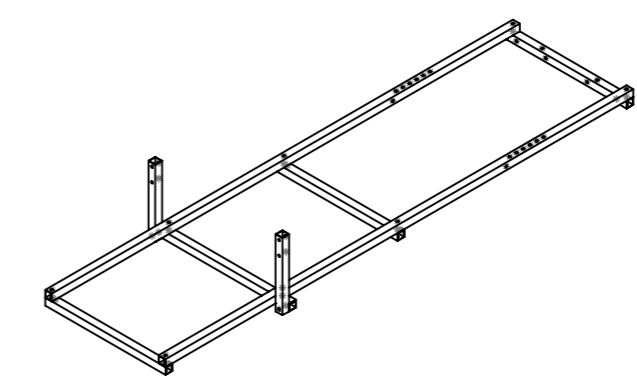
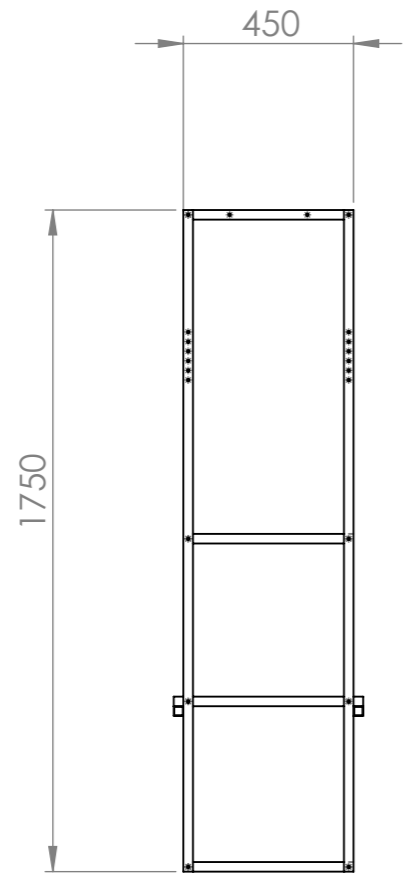
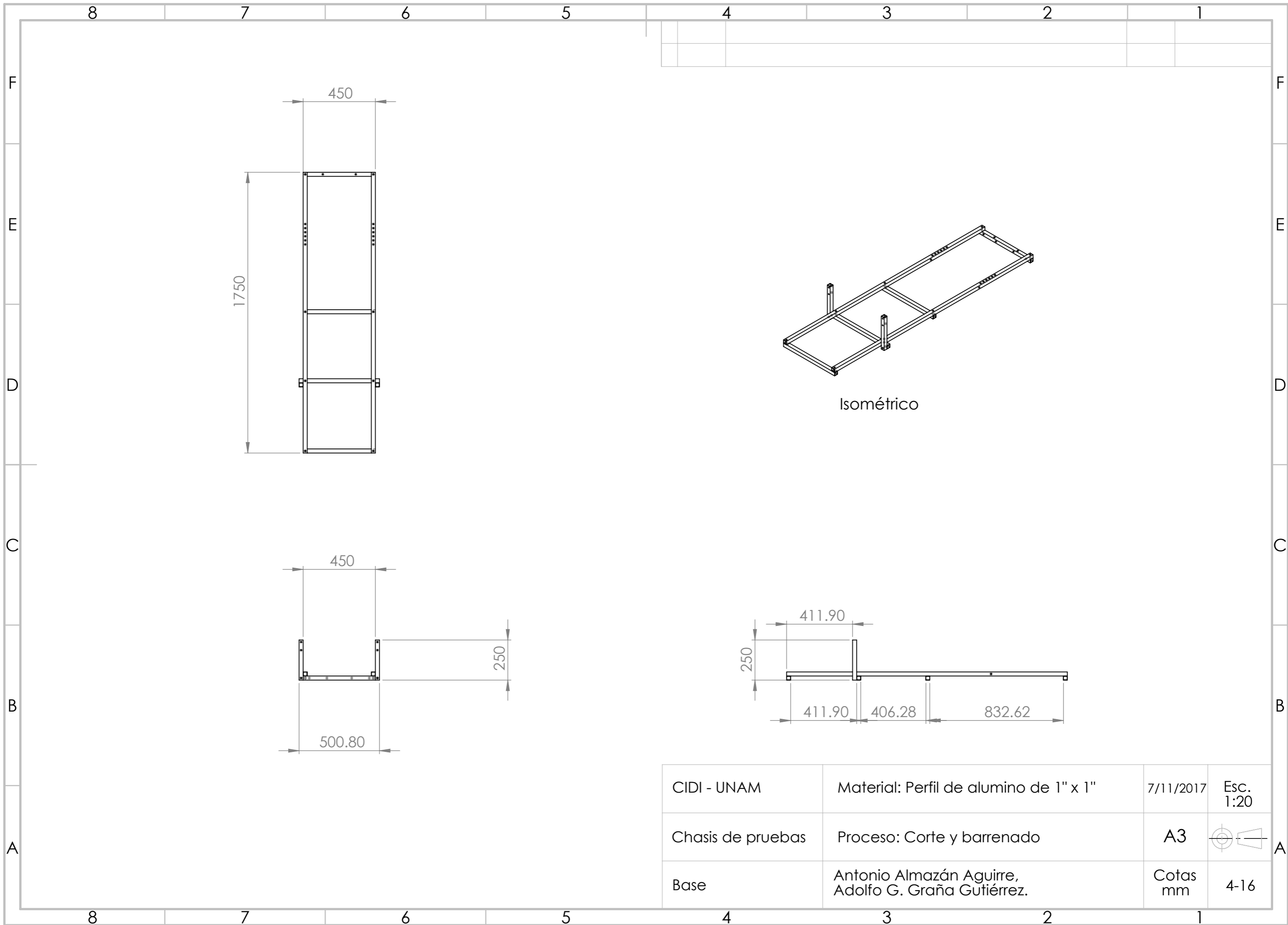
CIDI - UNAM	Material: Lámina negra calibre 16	7/11/2017	Esc. 1:2
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Altura dirección	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	2-16



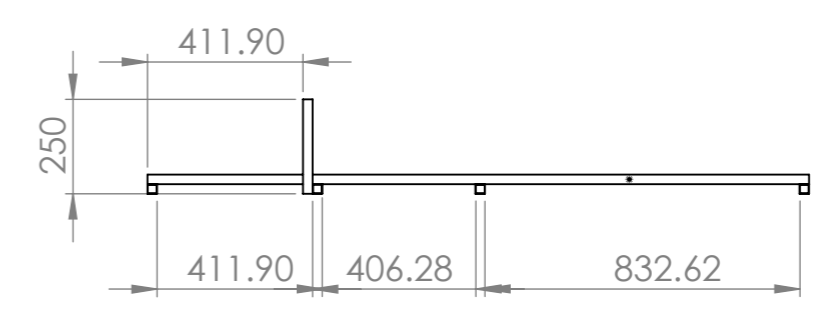
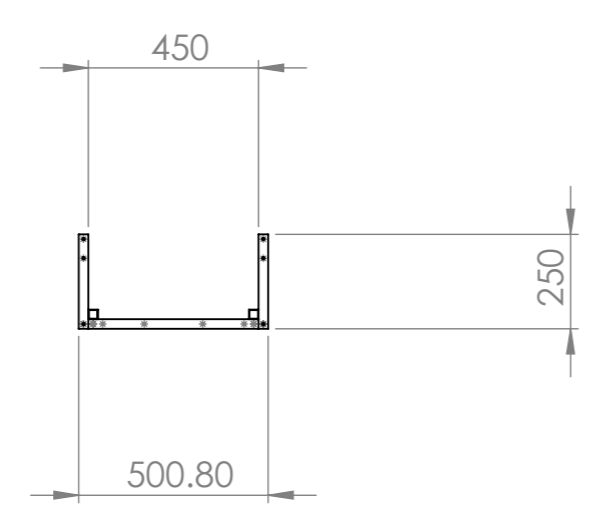
Isométrico



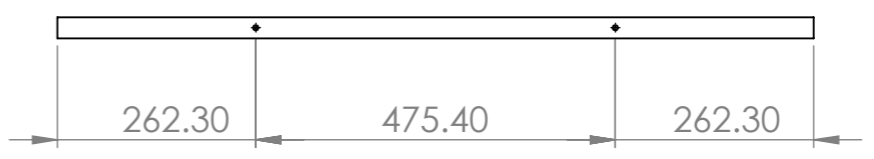
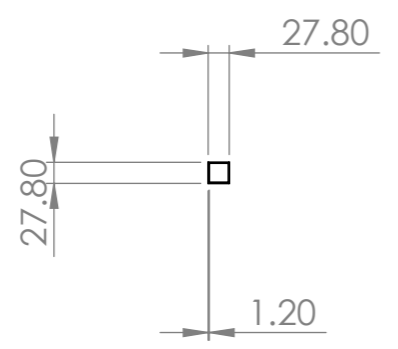
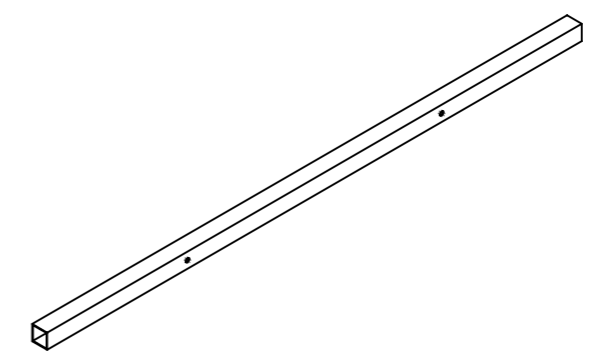
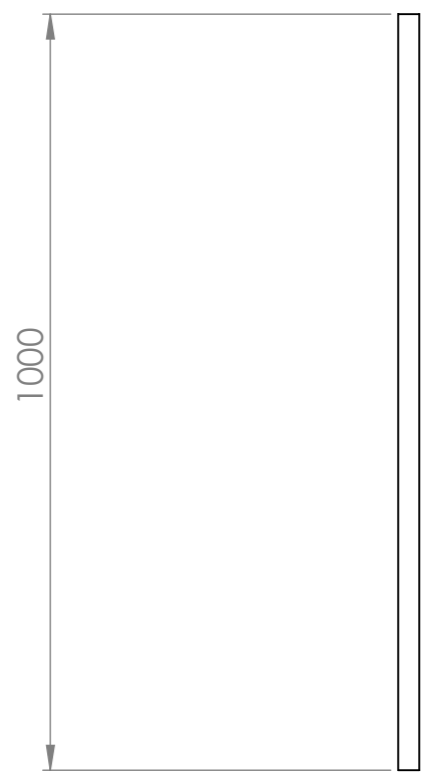
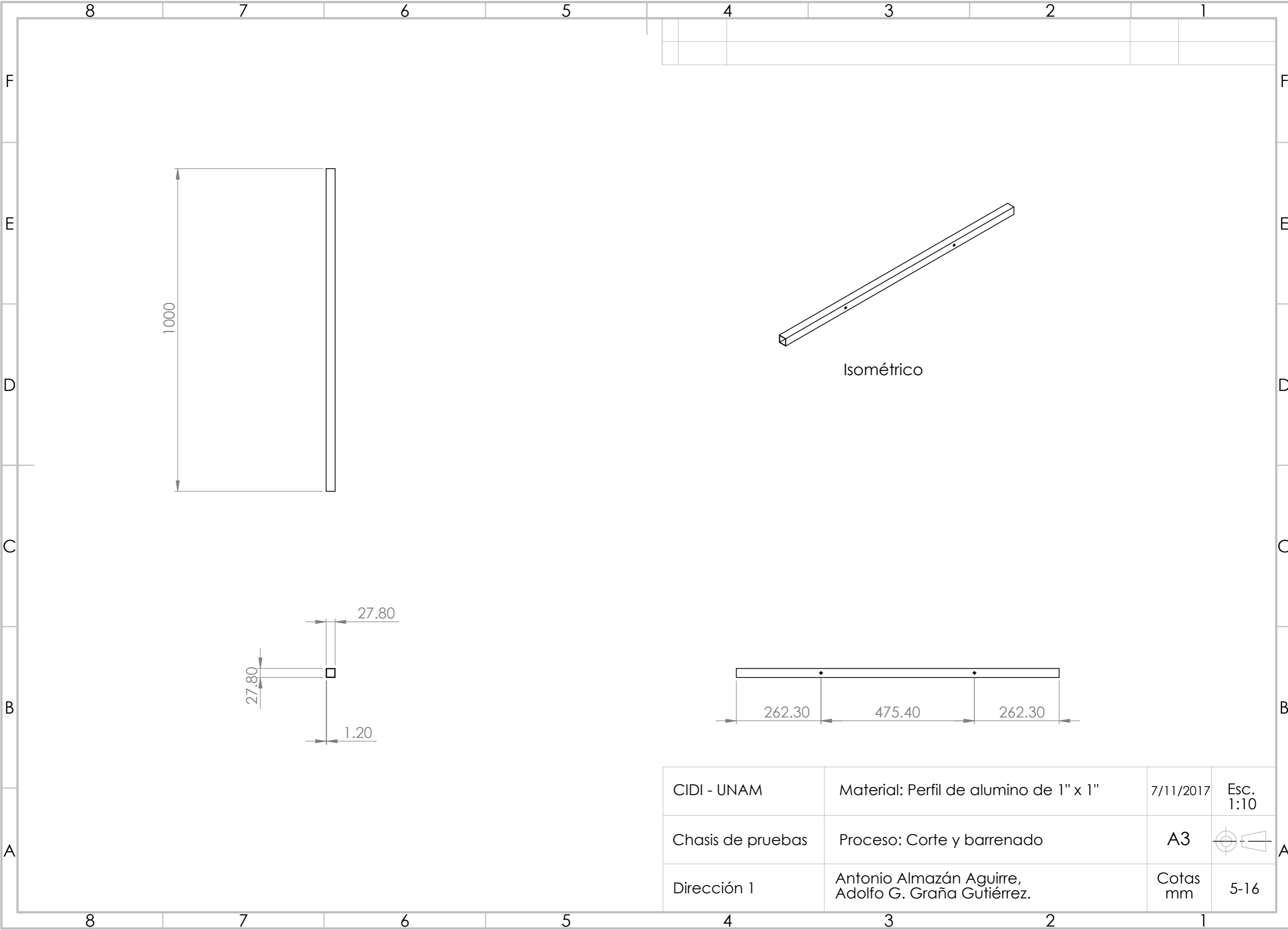
CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:2
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Travesaño	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	3-16



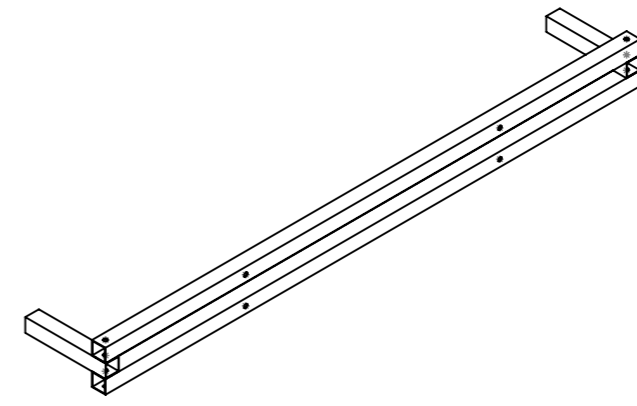
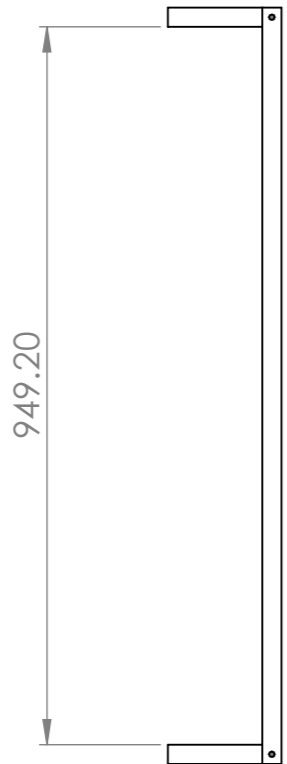
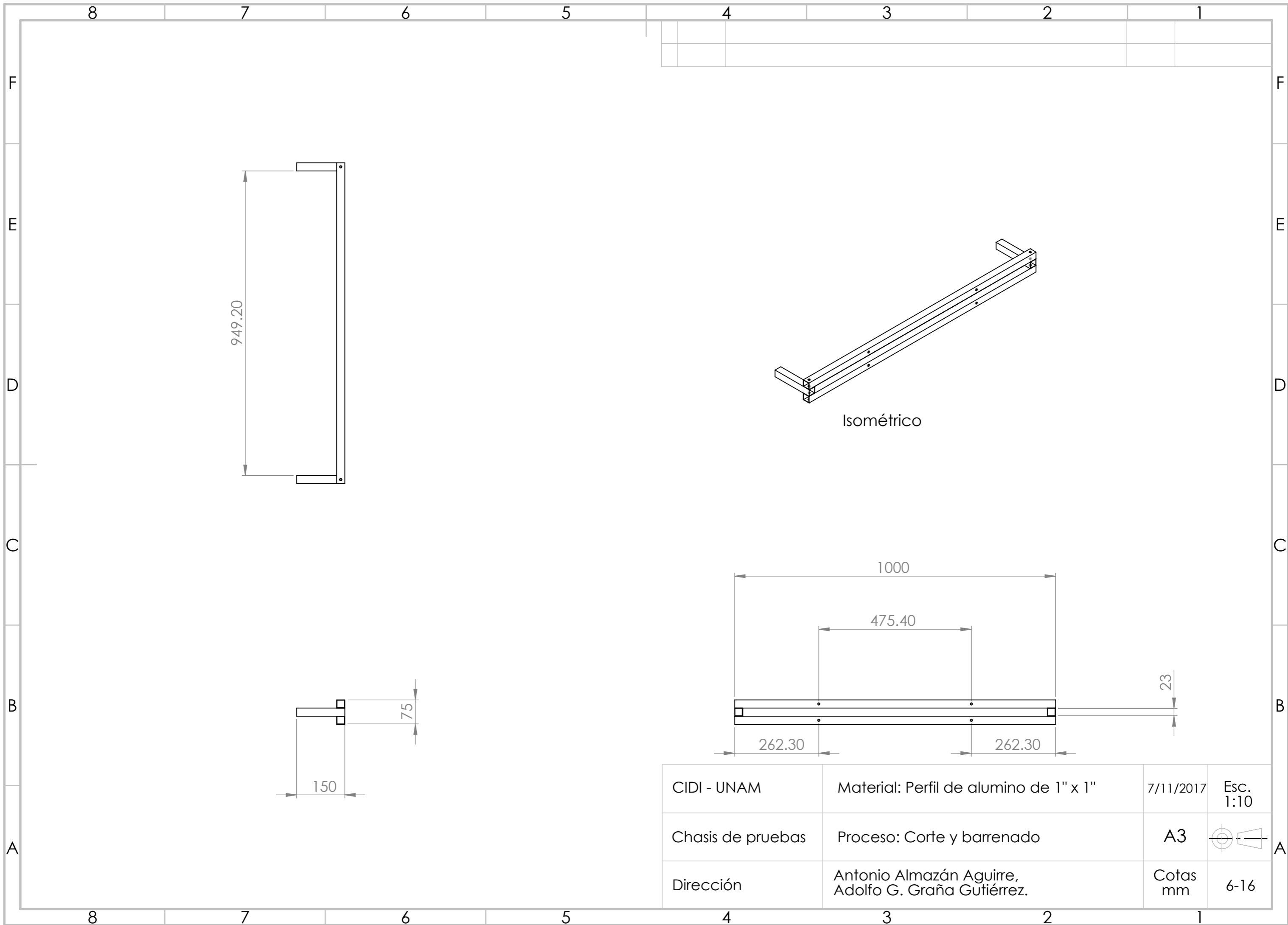
Isométrico



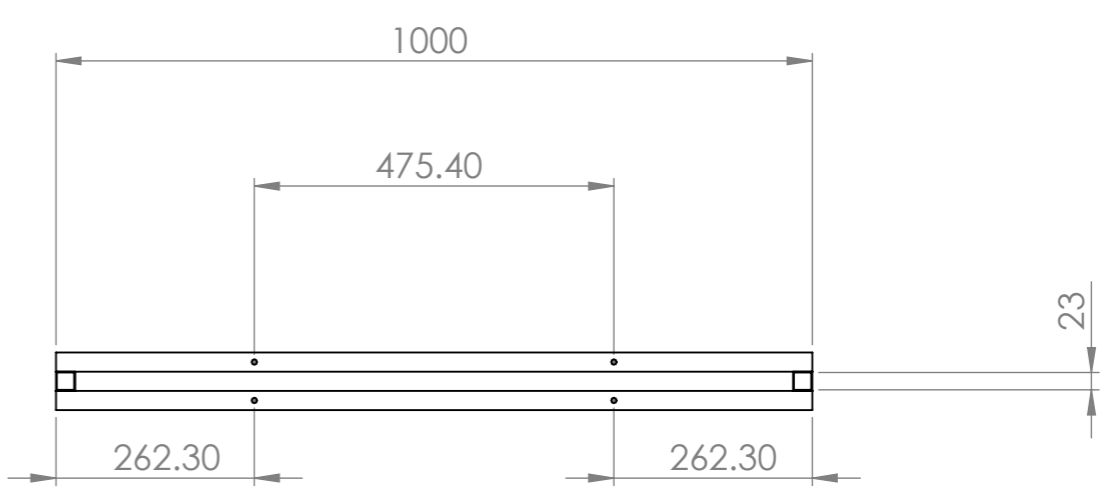
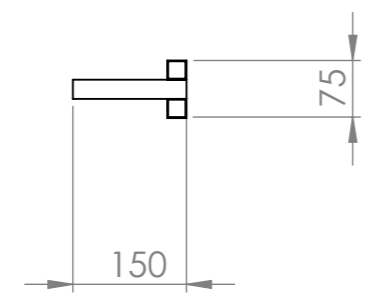
CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:20
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Base	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	4-16

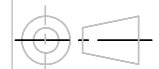


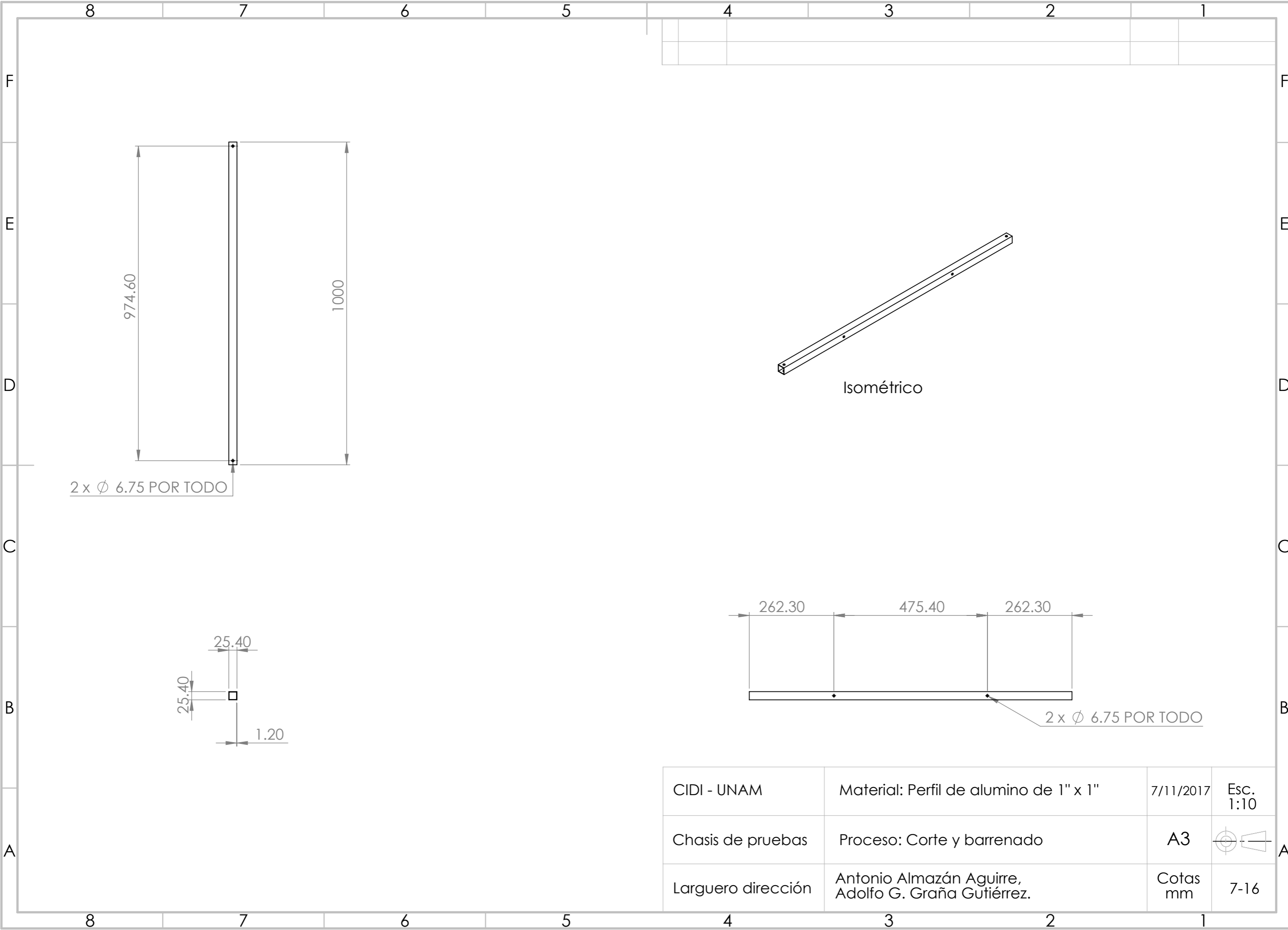
CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:10
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Dirección 1	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	5-16



Isométrico



CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:10
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Dirección	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	6-16

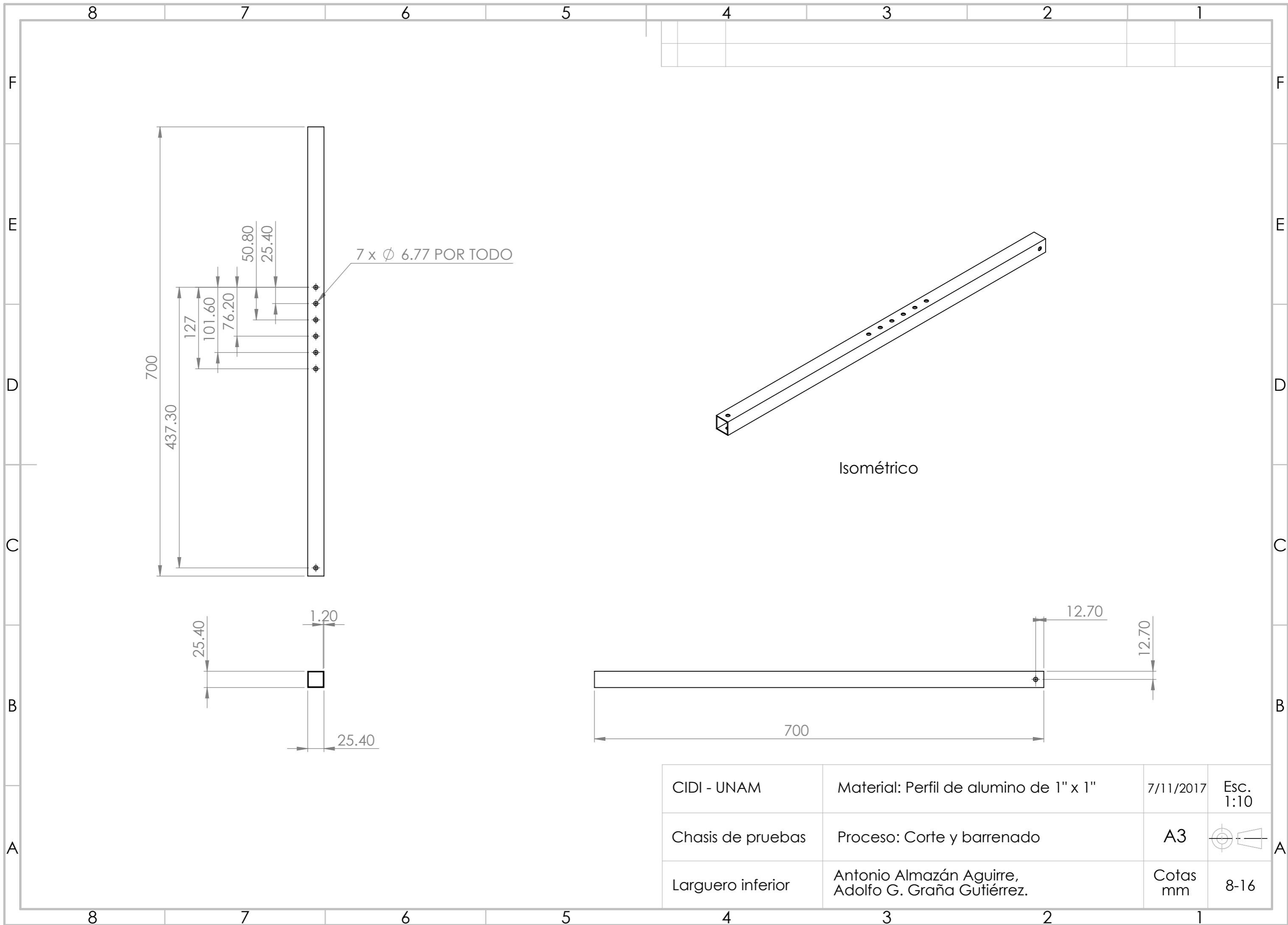


2 x Ø 6.75 POR TODO

Isométrico

2 x Ø 6.75 POR TODO

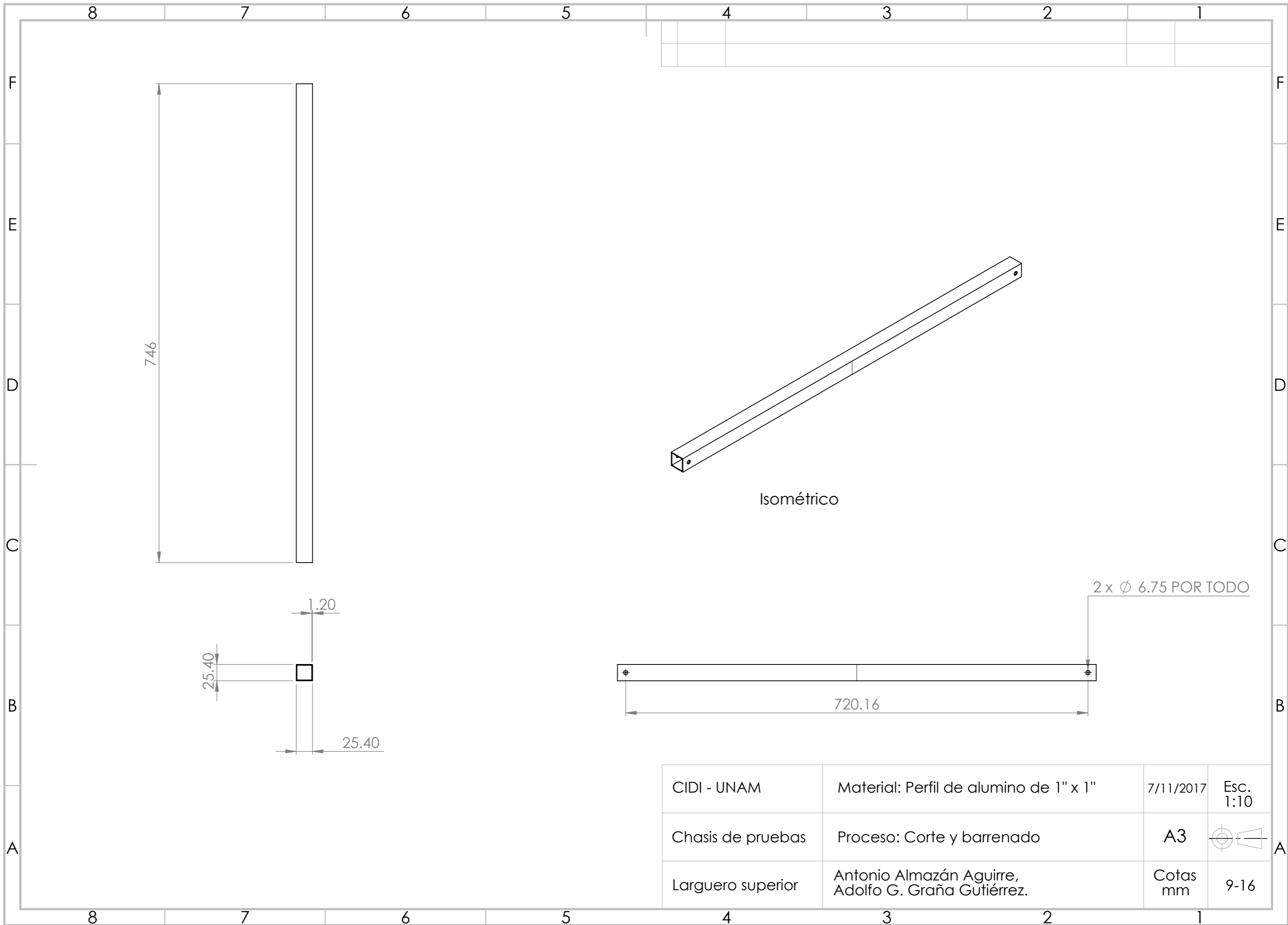
CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:10
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Larguero dirección	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	7-16



7 x ϕ 6.77 POR TODO

Isométrico

CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:10
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Larguero inferior	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	8-16

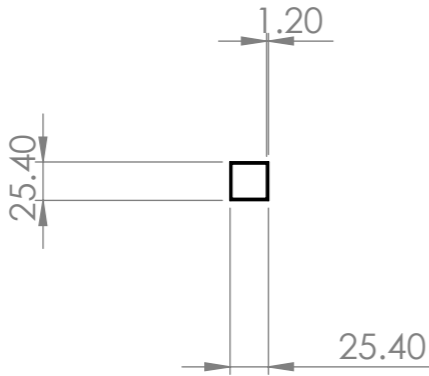


746

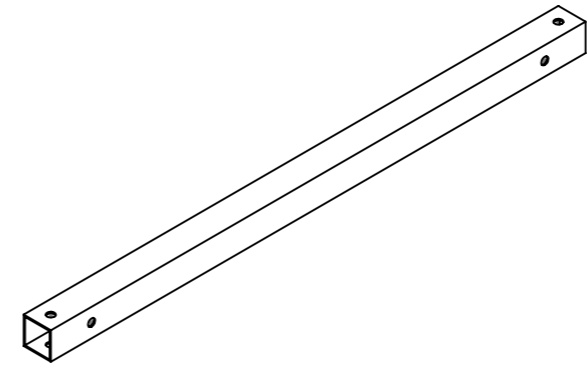
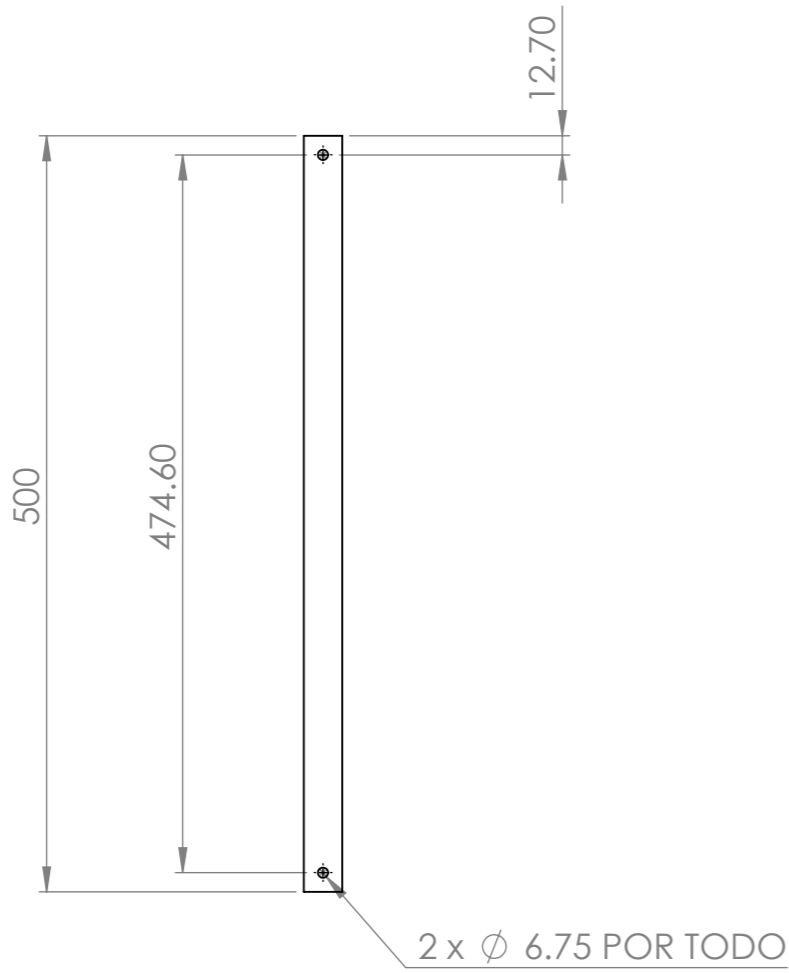
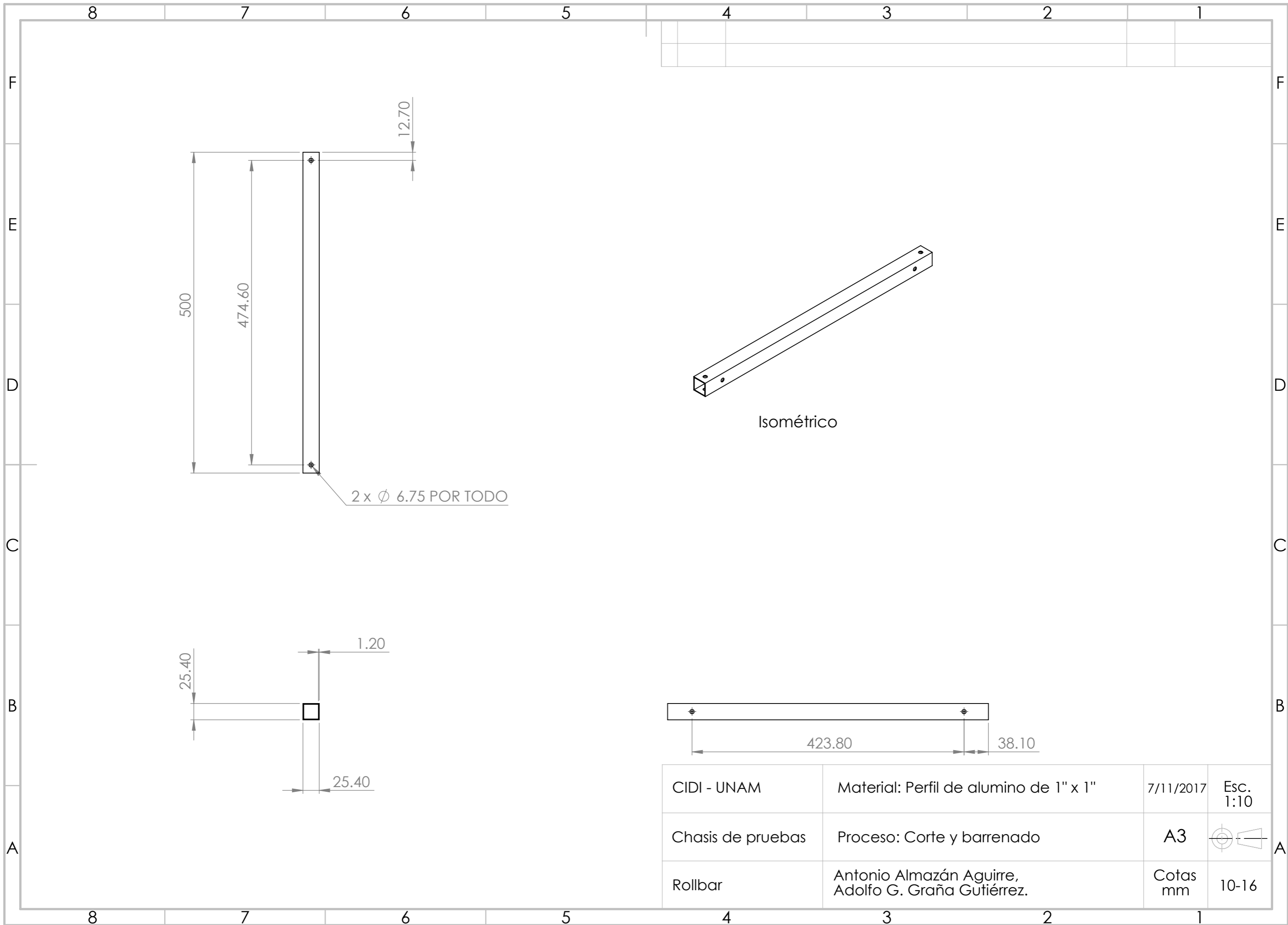
Isométrico

2 x ϕ 6.75 POR TODO

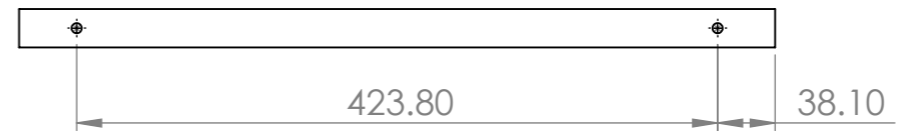
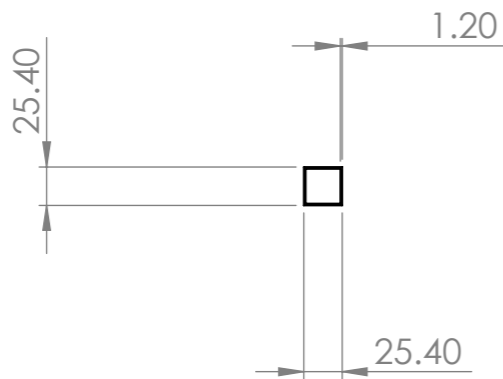
720.16



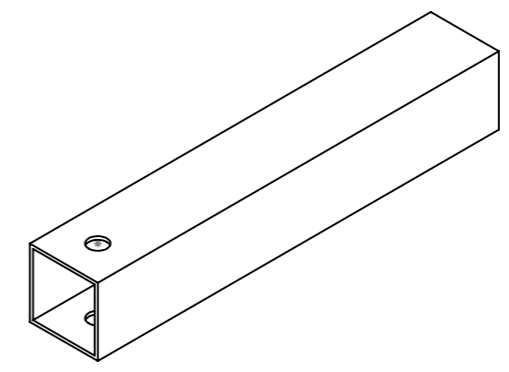
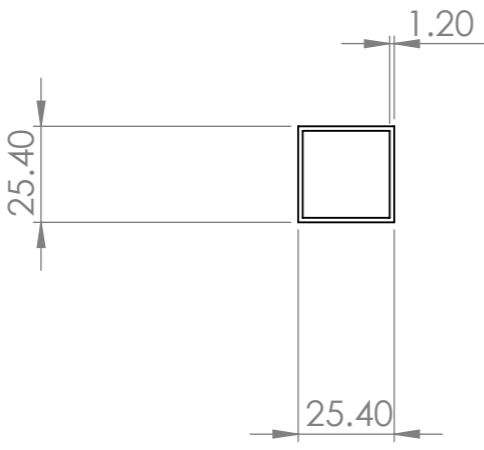
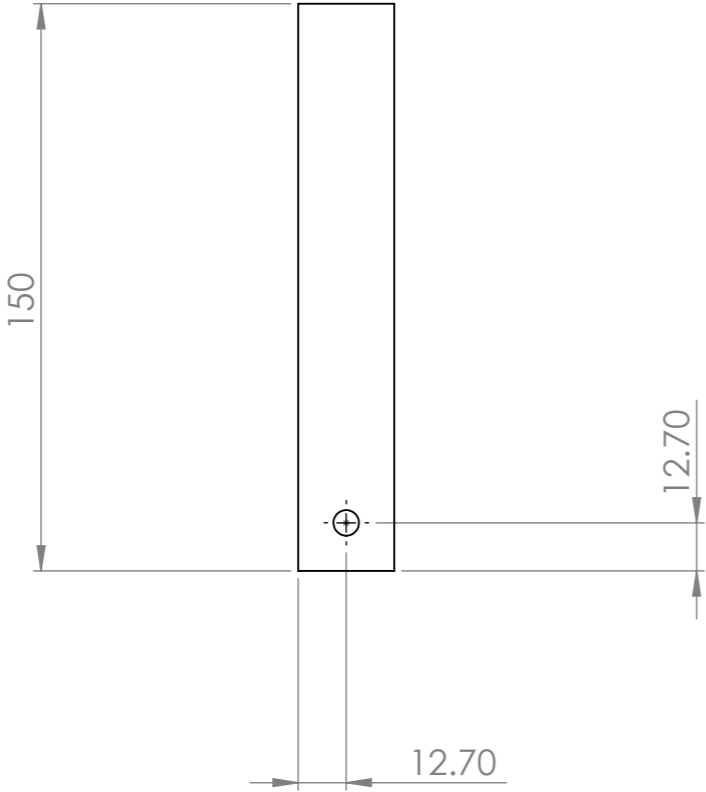
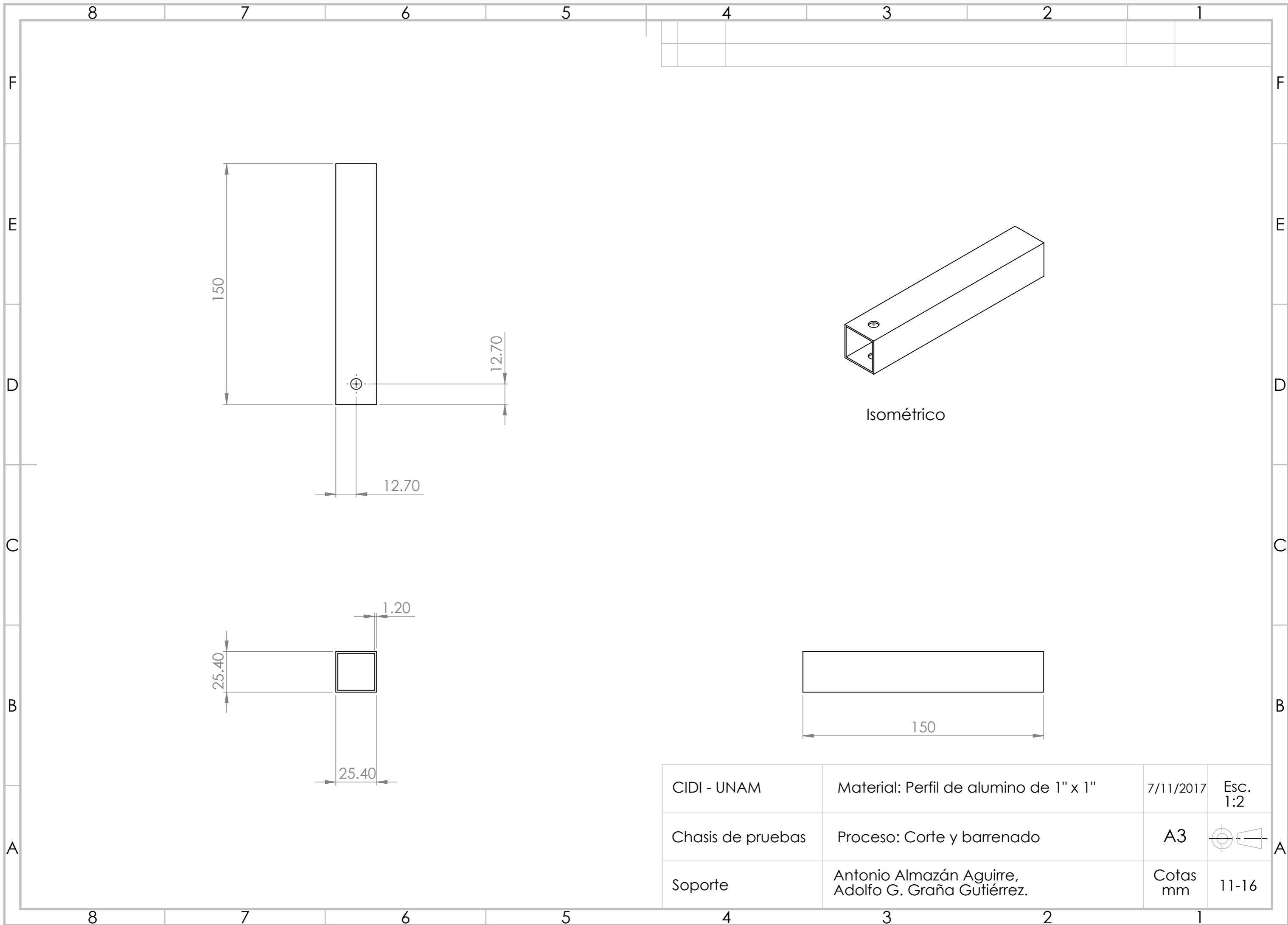
CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:10
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Larguero superior	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	9-16



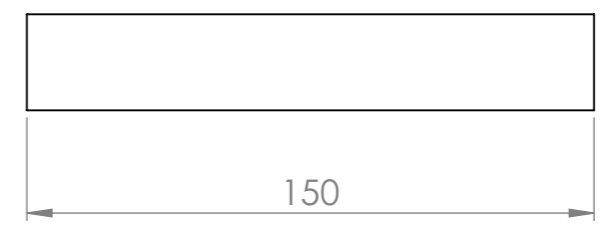
Isométrico

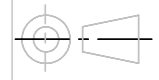


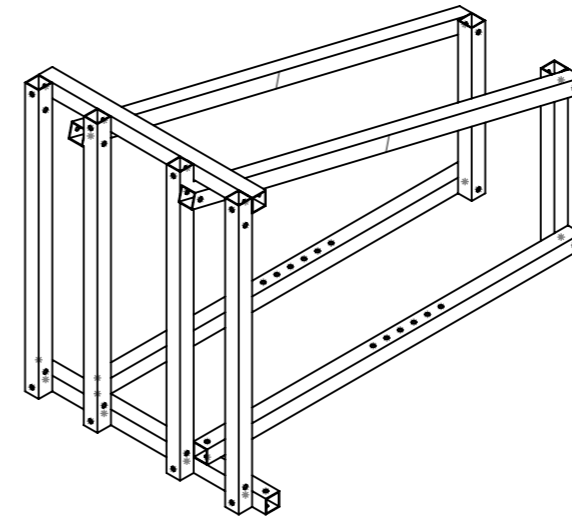
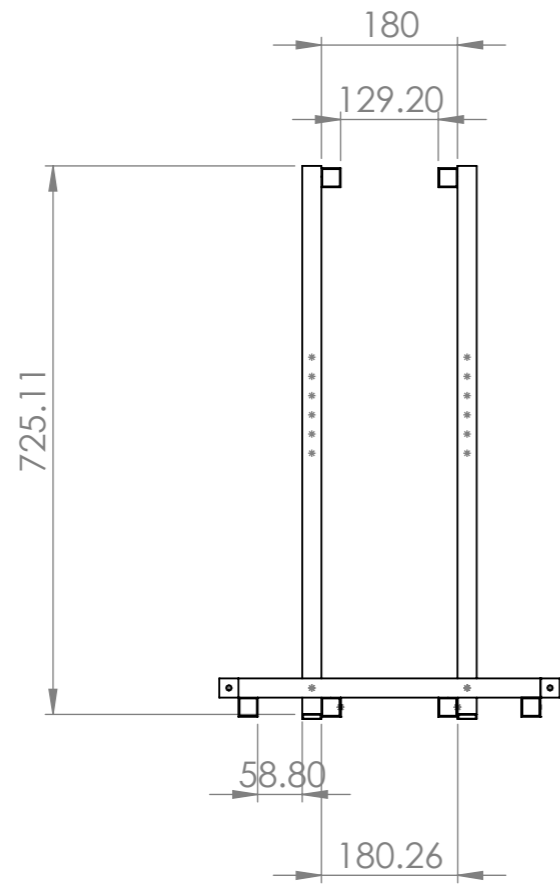
CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:10
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Rollbar	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	10-16



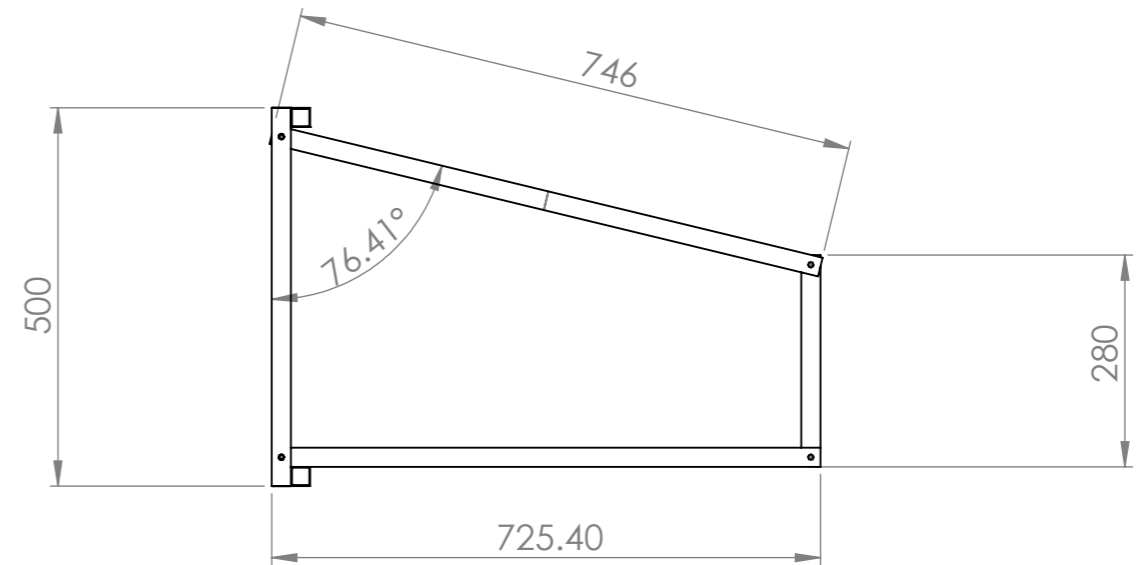
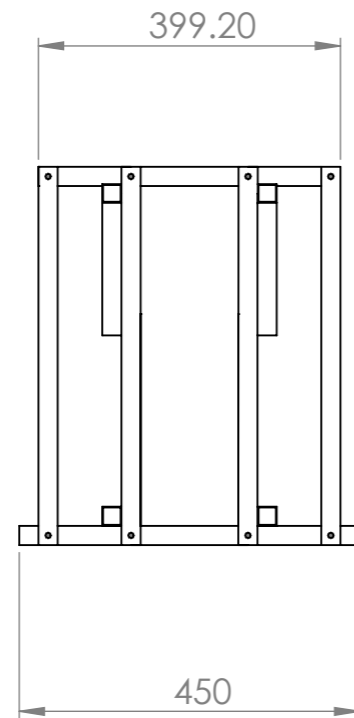
Isométrico

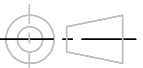


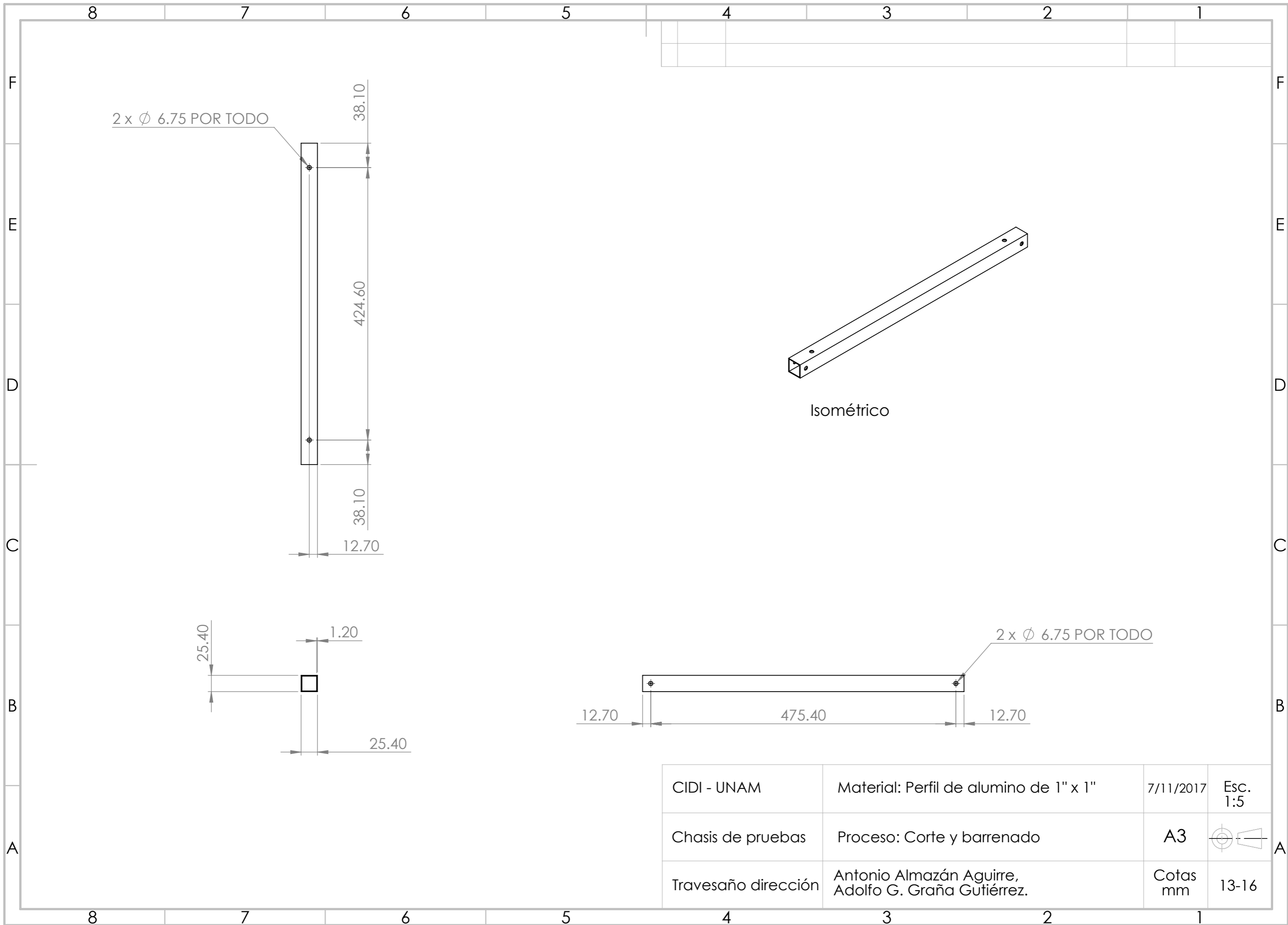
CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:2
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Soporte	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	11-16

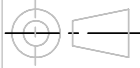


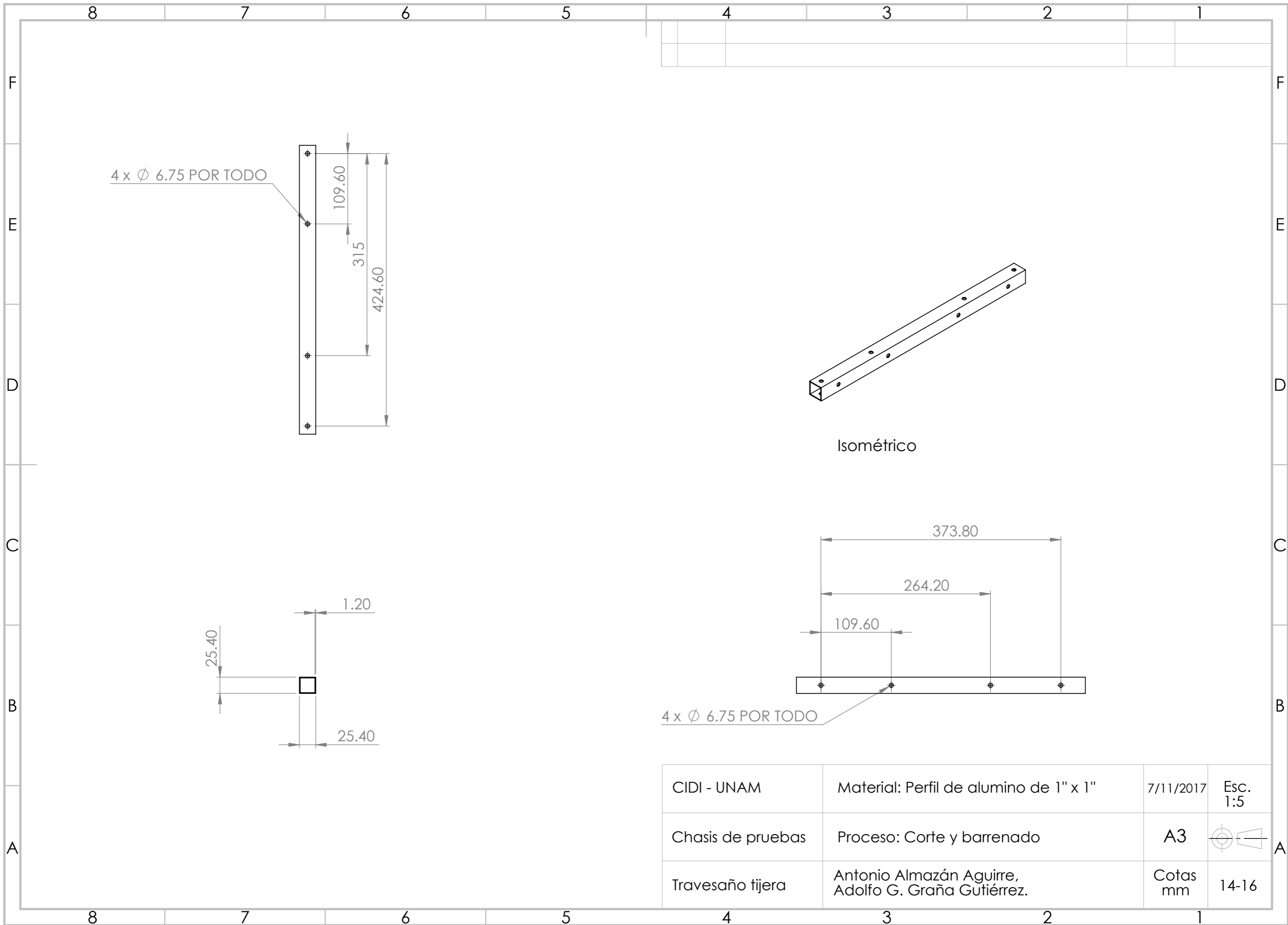
Isométrico



CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:10
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Tijera	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	12-16



CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Travesaño dirección	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	13-16

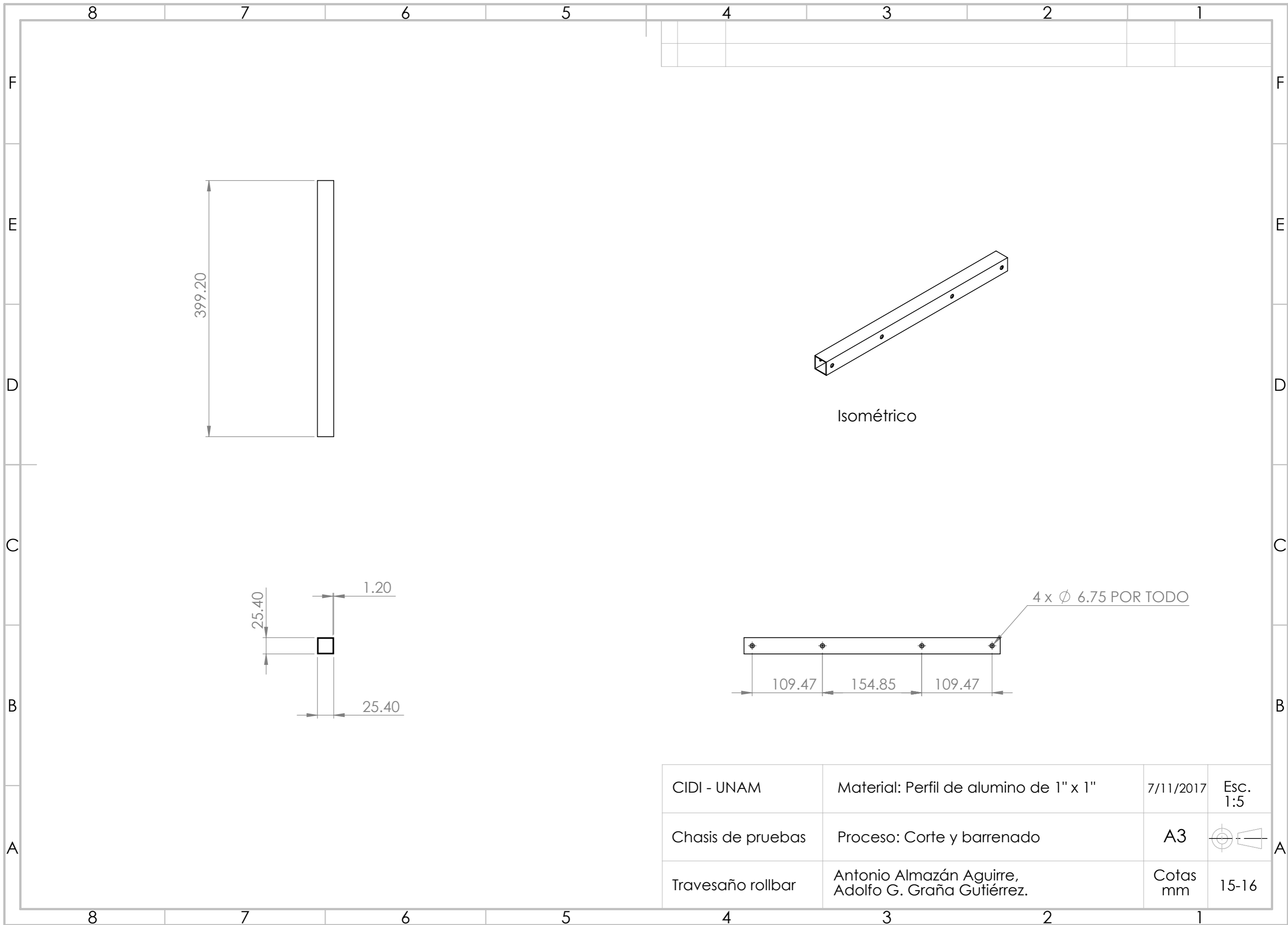


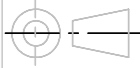
4 x ϕ 6.75 POR TODO

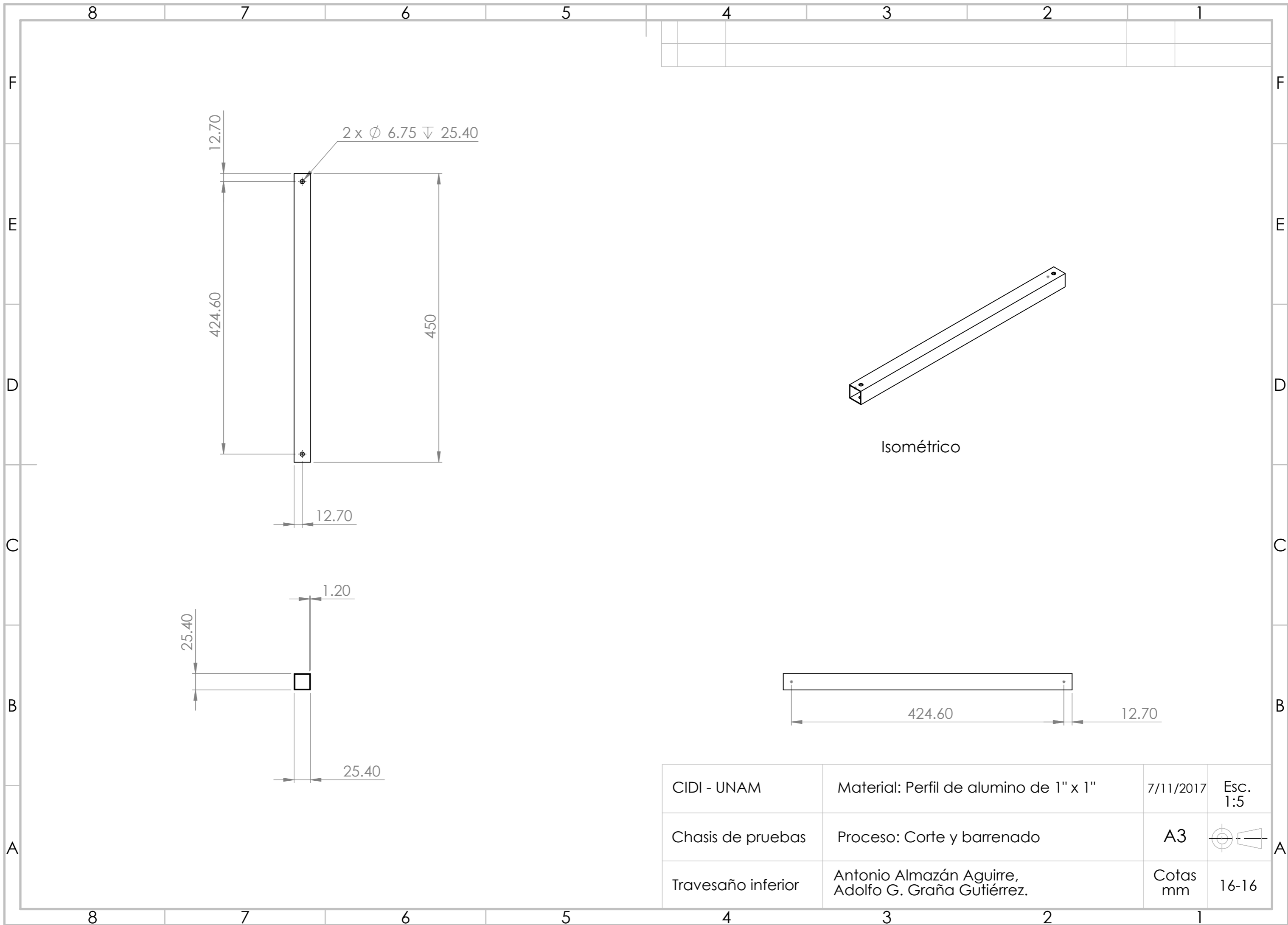
Isométrico

4 x ϕ 6.75 POR TODO

CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Travesaño tijera	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	14-16

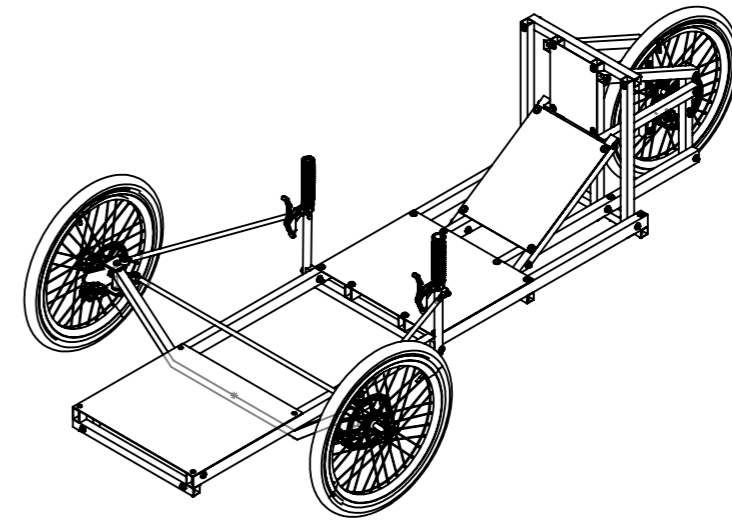
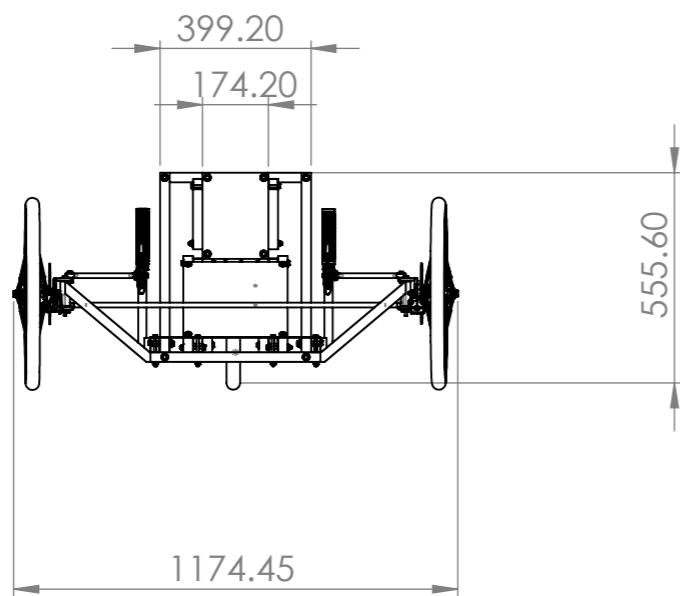
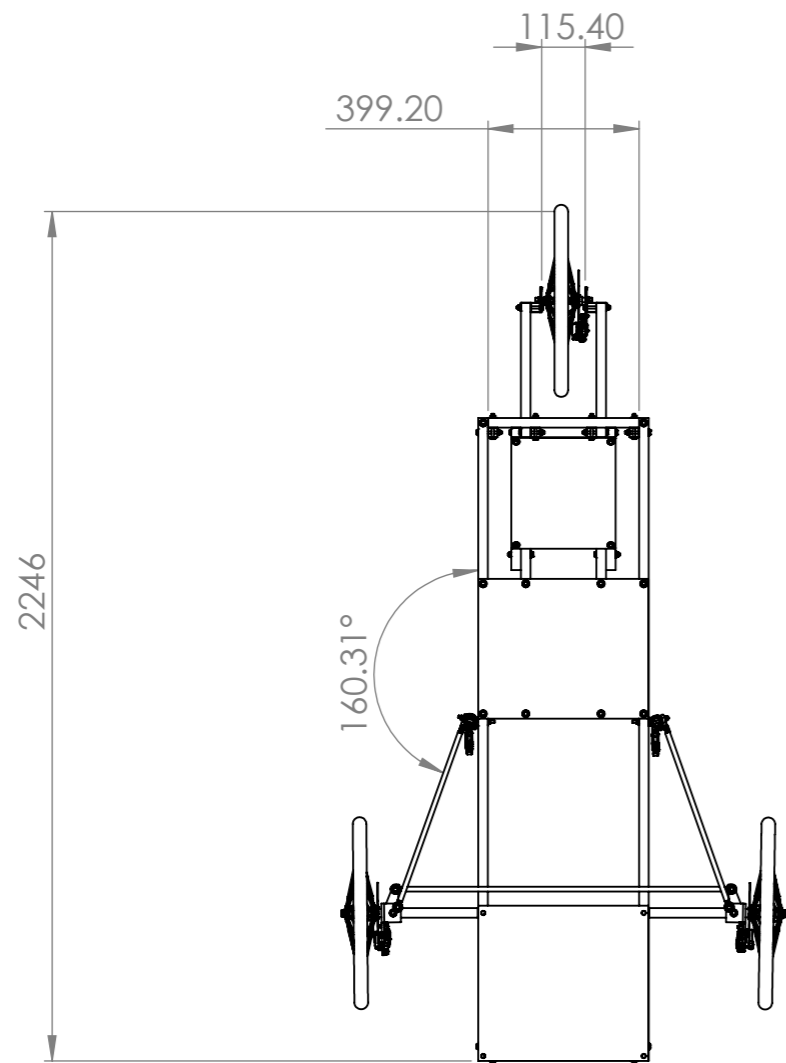


CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Travesaño rollbar	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	15-16

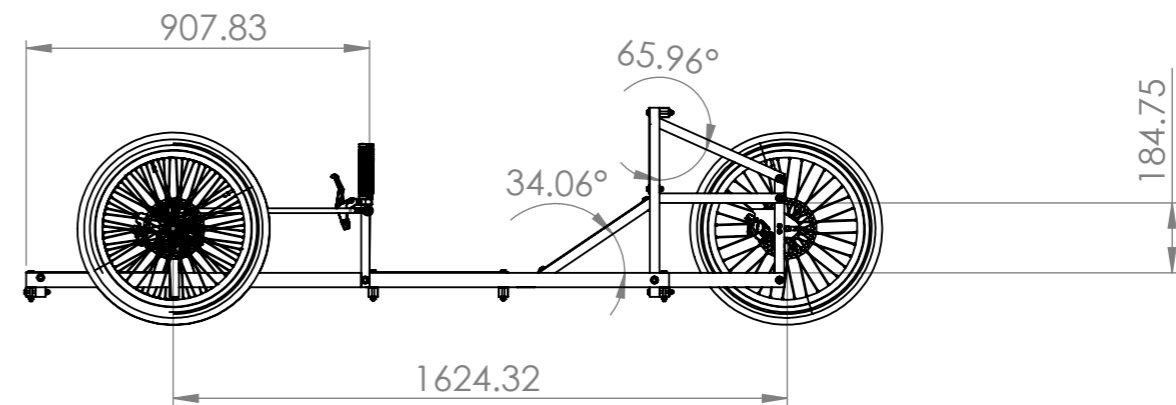


CIDI - UNAM	Material: Perfil de aluminio de 1" x 1"	7/11/2017	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Travesaño inferior	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	16-16

Planos propuesta final.

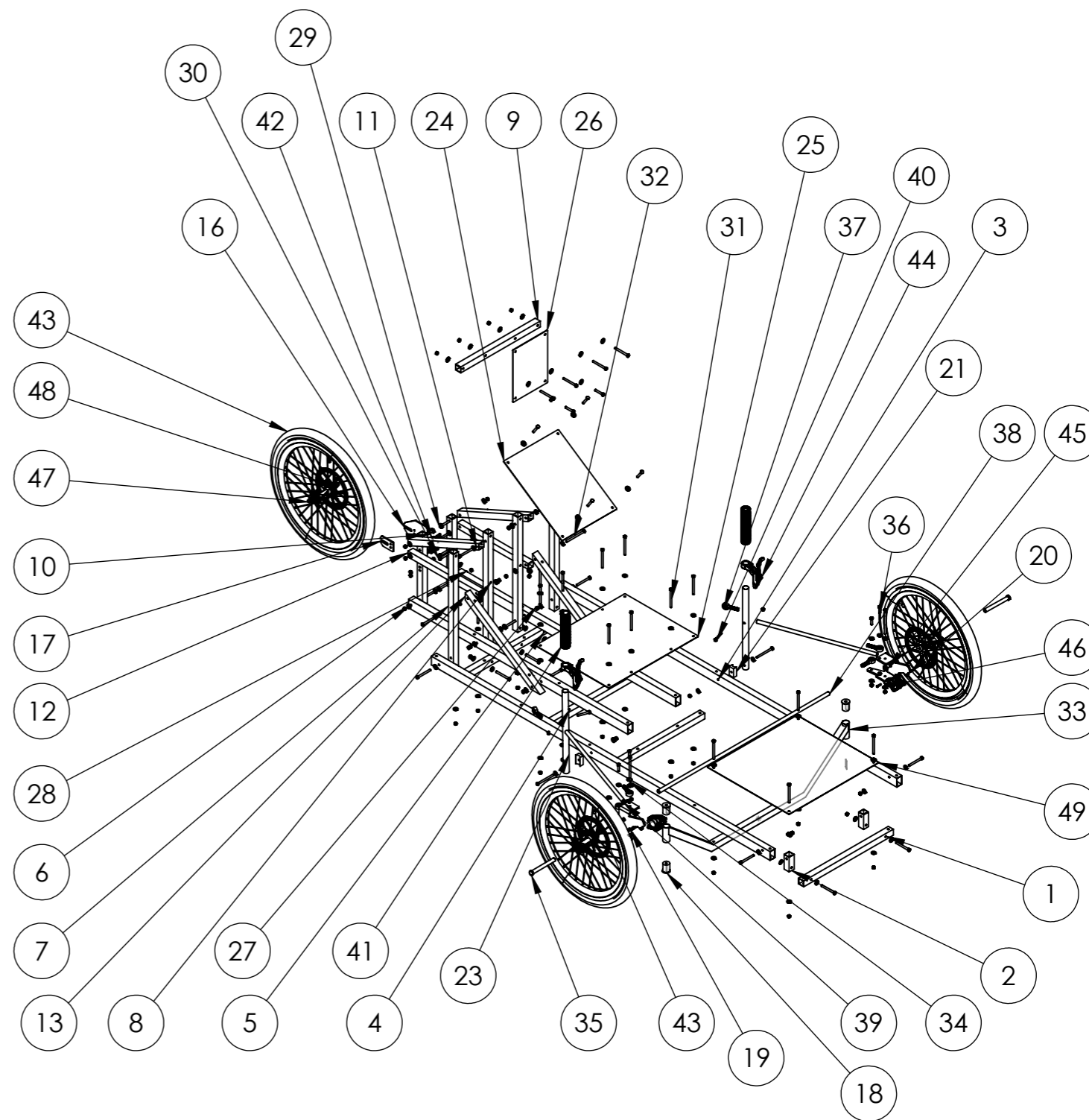


Isométrico

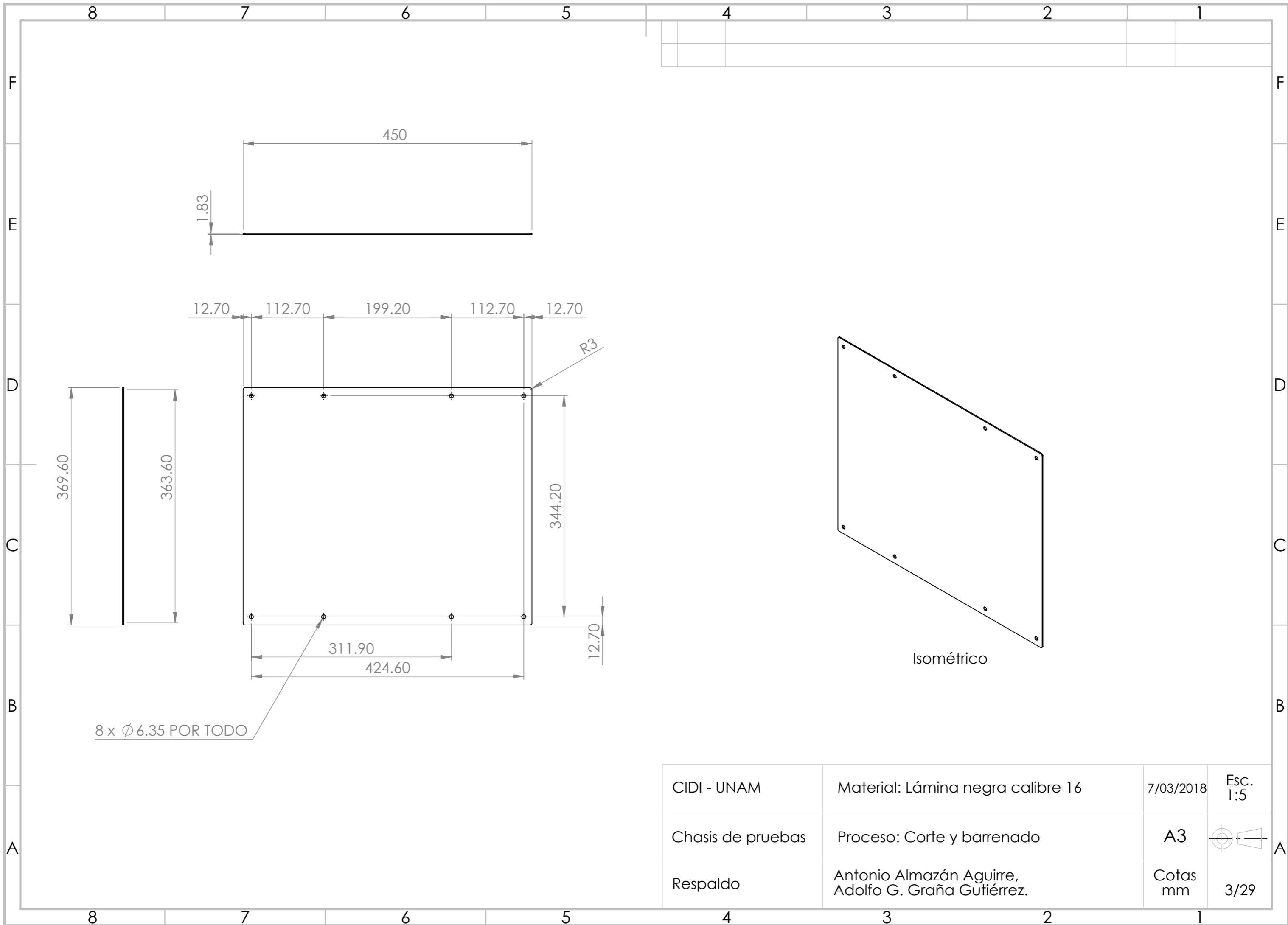


CIDI - UNAM	Material: Aluminio, acero, nylamid, lámina negra y placa de acero	7/03/2018	Esc. 1:20
Chasis de pruebas	Proceso: -----	A3	
Vistas generales	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	1/29

8	7	6	5
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	Travesaño frontal	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	1
2	Travesaño vertical	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	2
3	Larguero	Perfil rectangular de aluminio de 2" x 1"- corte y barrenado	2
4	Travesaño central	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	2
5	Travesaño posterior	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	1
6	Larguero tijera	Perfil rectangular de aluminio de 2" x 1"- corte y barrenado	2
7	Rollbar lateral	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	2
8	Rollbar central	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	2
9	Rollbar superior	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	1
10	Tijera 3	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	2
11	Tijera1	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	2
12	Tijera2	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	2
13	Respaldo	Perfil cuadrado de aluminio de 1"x1"- corte y barrenado	2
16	Dropout derecho	Placa de acero calibre 8 - corte láser	1
17	Dropout izquierdo	Placa de acero calibre 8 - corte láser	1
18	Buje	Barra cilíndrica de nylamid de 1"- torneado	4
19	Soportederecho	Placa de acero de 1/4"- corte láser	1
20	Soporte izquierdo	Placa de acero de 1/4"- corte láser	1
21	Buje manubrio	Barra cuadrada de nylamid de 1 1/2 x 1 1/2"- corte y barrenado	2
23	Palanca	Tubo de acero al carbón de 7/8 - corte y barrenado	2
24	Lámina respaldo	Lámina negra calibre 16 - corte y barrenado	1
25	Asiento	Lámina negra calibre 16 - corte y barrenado	1
26	Cabecera	Lámina negra calibre 16 - corte y barrenado	1
27	Tuerca	Pieza comercial	64
28	Rondana	Pieza comercial	112
29	Tornillo 1/4 x 2 1/2	Pieza comercial	26
30	Tornillo 1/4 x 1 1/2	Pieza comercial	10
31	Tornillo 1/4 x 3	Pieza comercial	18
32	Tornillo 1/4 x 3 1/2	Pieza comercial	2
33	Dirección	Acero al carbón de 1" - corte, barrenado y soldadura	1
34	Tornillo 1/4 x 4	Pieza comercial	2
35	Tornillo 1/2 x 4	Pieza comercial	2
36	Tornillo 1/4 x 1	Pieza comercial	4
37	Rótula	Pieza comercial	6
38	Flecha central	Barra de aluminio de 1/2" - corte, barrenado y machueleado	1
39	Flecha lateral	Barra de aluminio de 1/2" - corte, barrenado y machueleado	2
40	Tornillo 1/4 x 2	Pieza comercial	2
41	Grip	Pieza comercial	2
42	Cáliper	Pieza comercial	3
43	Rin	Pieza comercial	3
44	Palanca de freno	Pieza comercial	2
45	Tuerca 1/2	Pieza comercial	2
46	Tornillo caliper	Pieza comercial	12
47	Eje	Pieza comercial	1
48	Tuerca eje	Pieza comercial	2
49	Posapies	Lámina negra calibre 16 - corte y barrenado	1



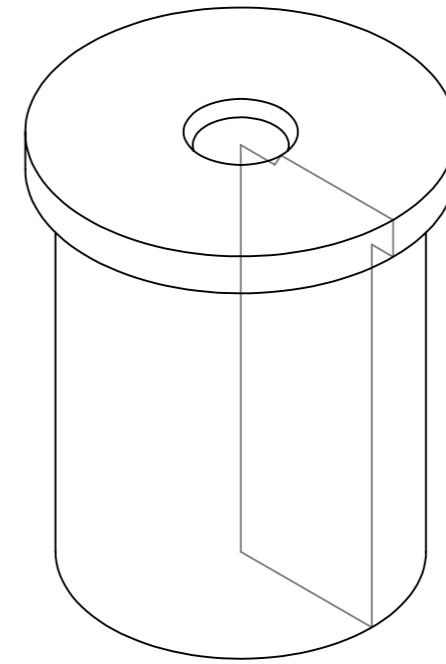
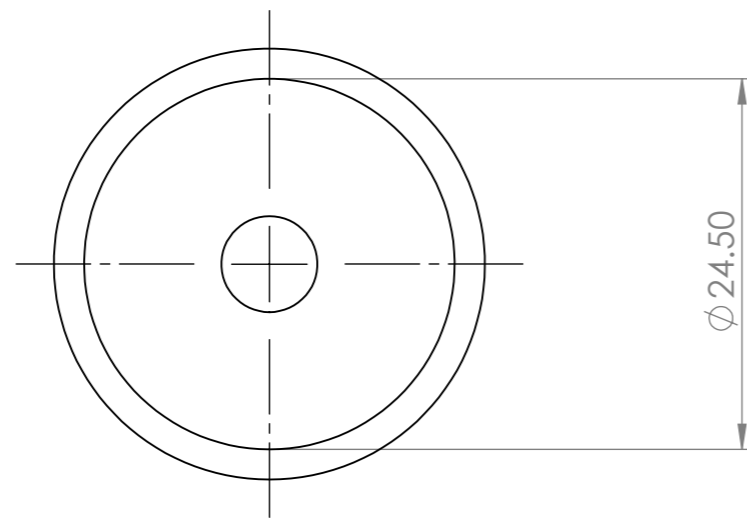
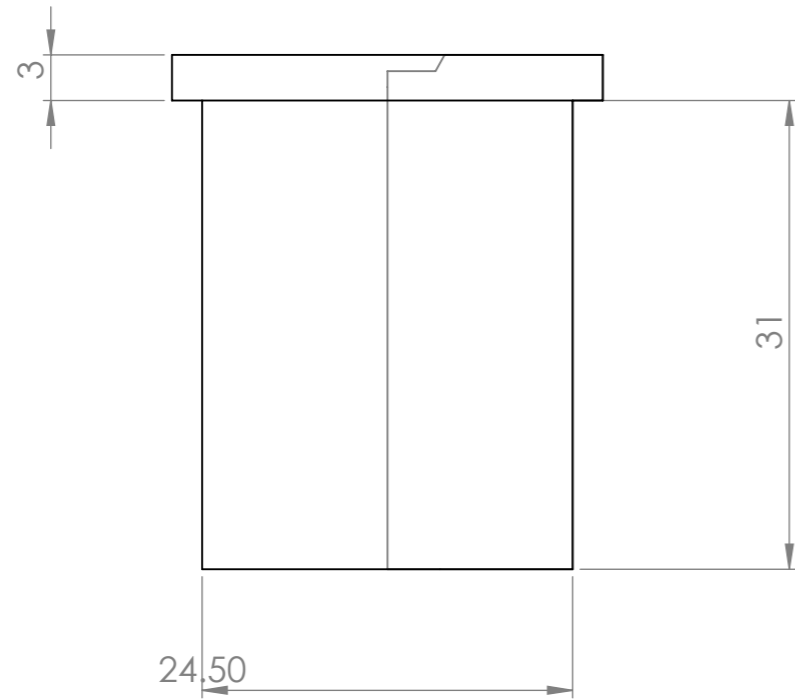
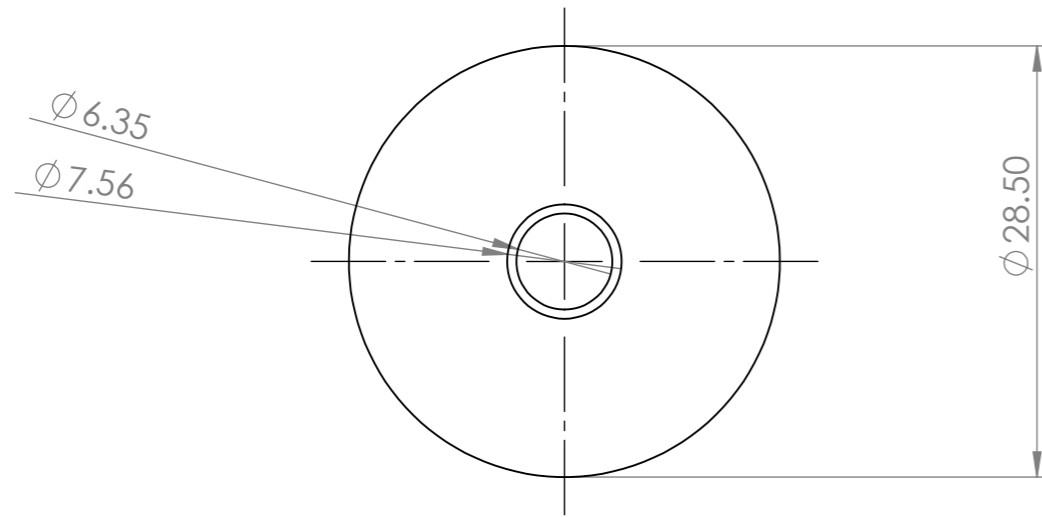
CIDI - UNAM	Material:	7/03/2018	Esc. 1:20
Chasis de pruebas	Proceso:	A3	
Vistas generales	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	2/29



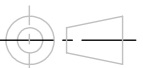
8 x ϕ 6.35 POR TODO

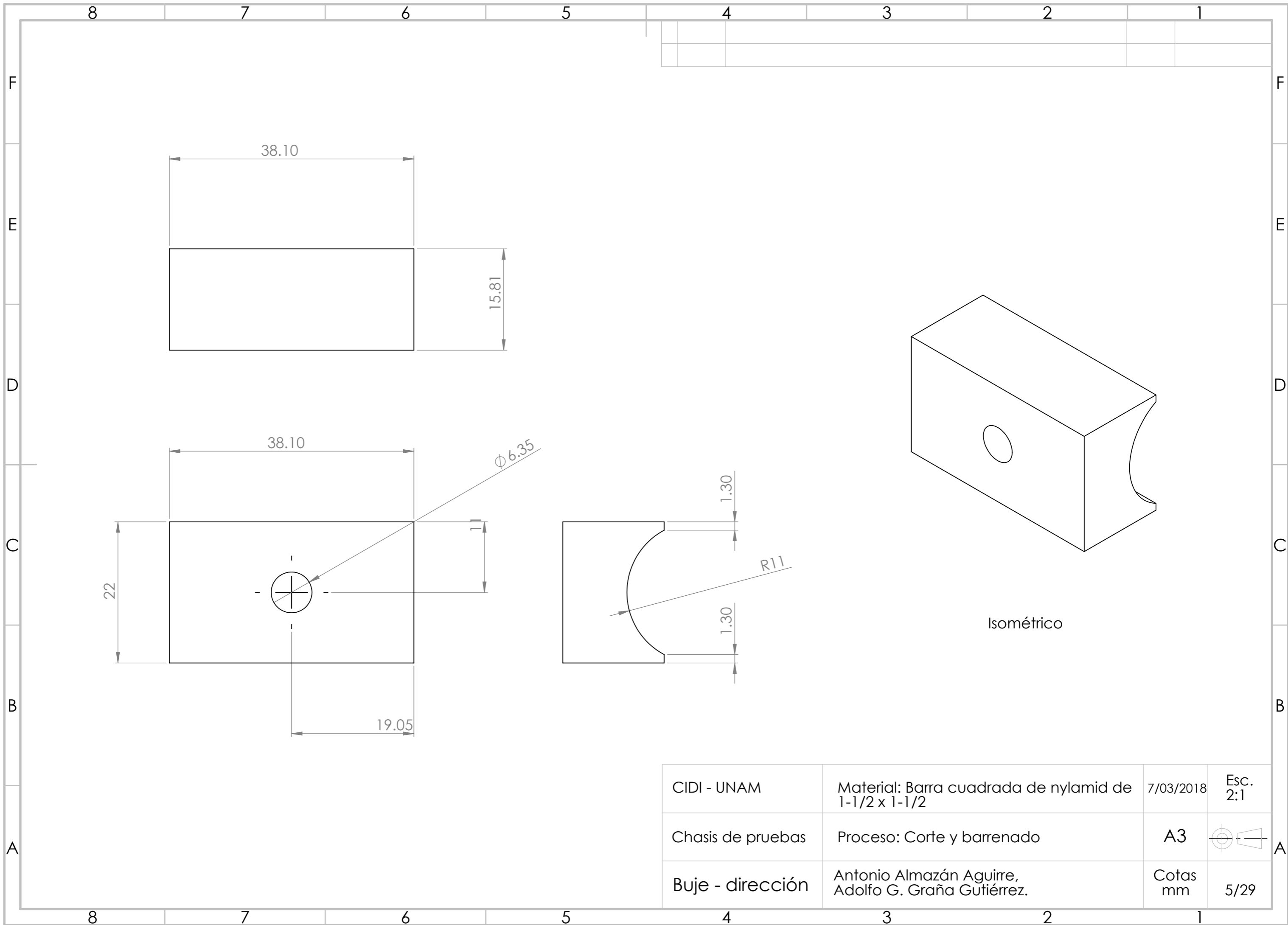
Isométrico

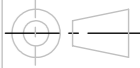
CIDI - UNAM	Material: Lámina negra calibre 16	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Respaldo	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	3/29

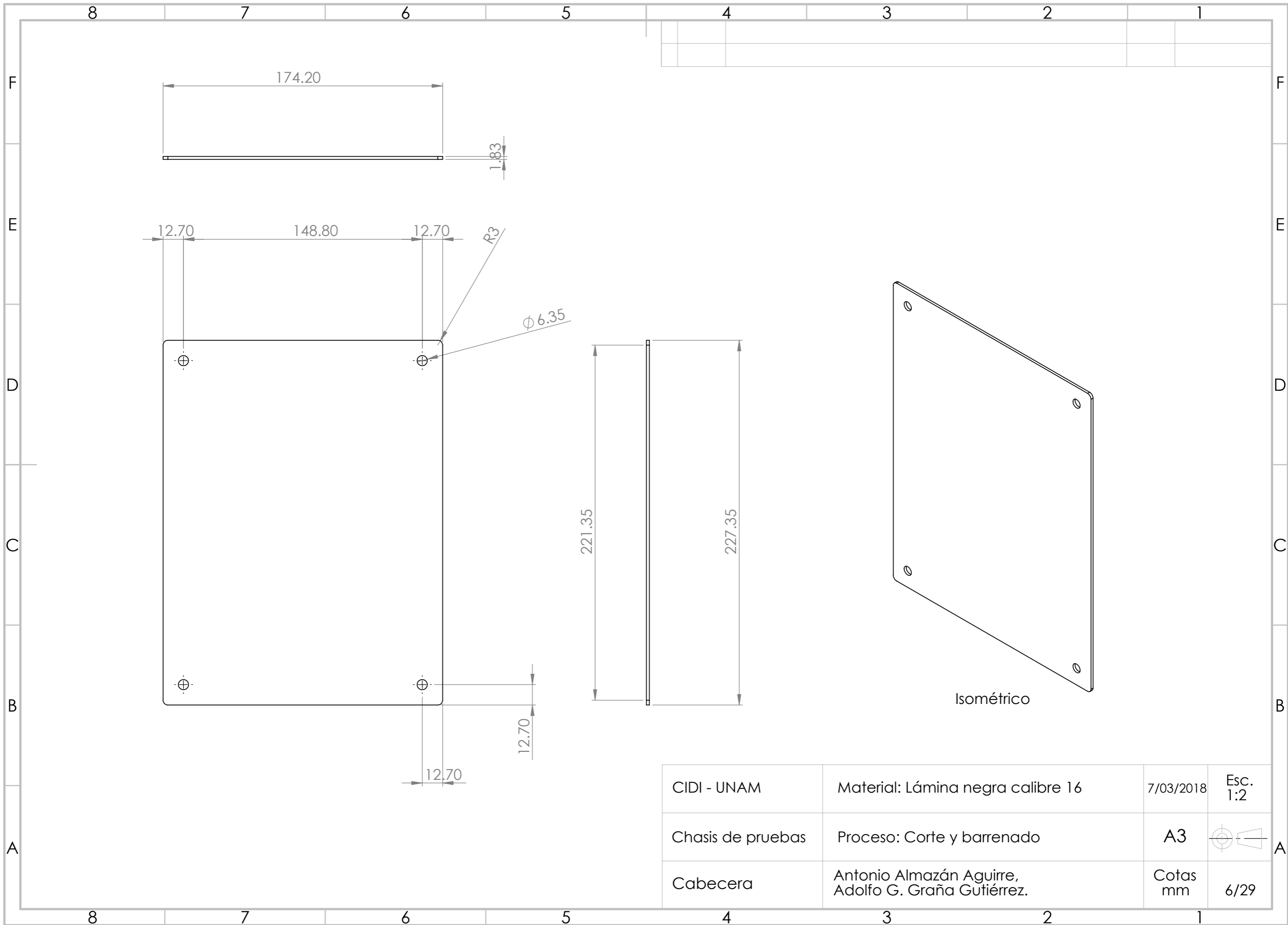


Isométrico

CIDI - UNAM	Material: Barra cilíndrica de nylonid de 1"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Torneado	A3	
Buje 1	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	4/29



CIDI - UNAM	Material: Barra cuadrada de nylamid de 1-1/2 x 1-1/2	7/03/2018	Esc. 2:1
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Buje - dirección	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	5/29



8 7 6 5 4 3 2 1

F

E

D

C

B

A

8 7 6 5 4 3 2 1

F

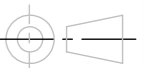
E

D

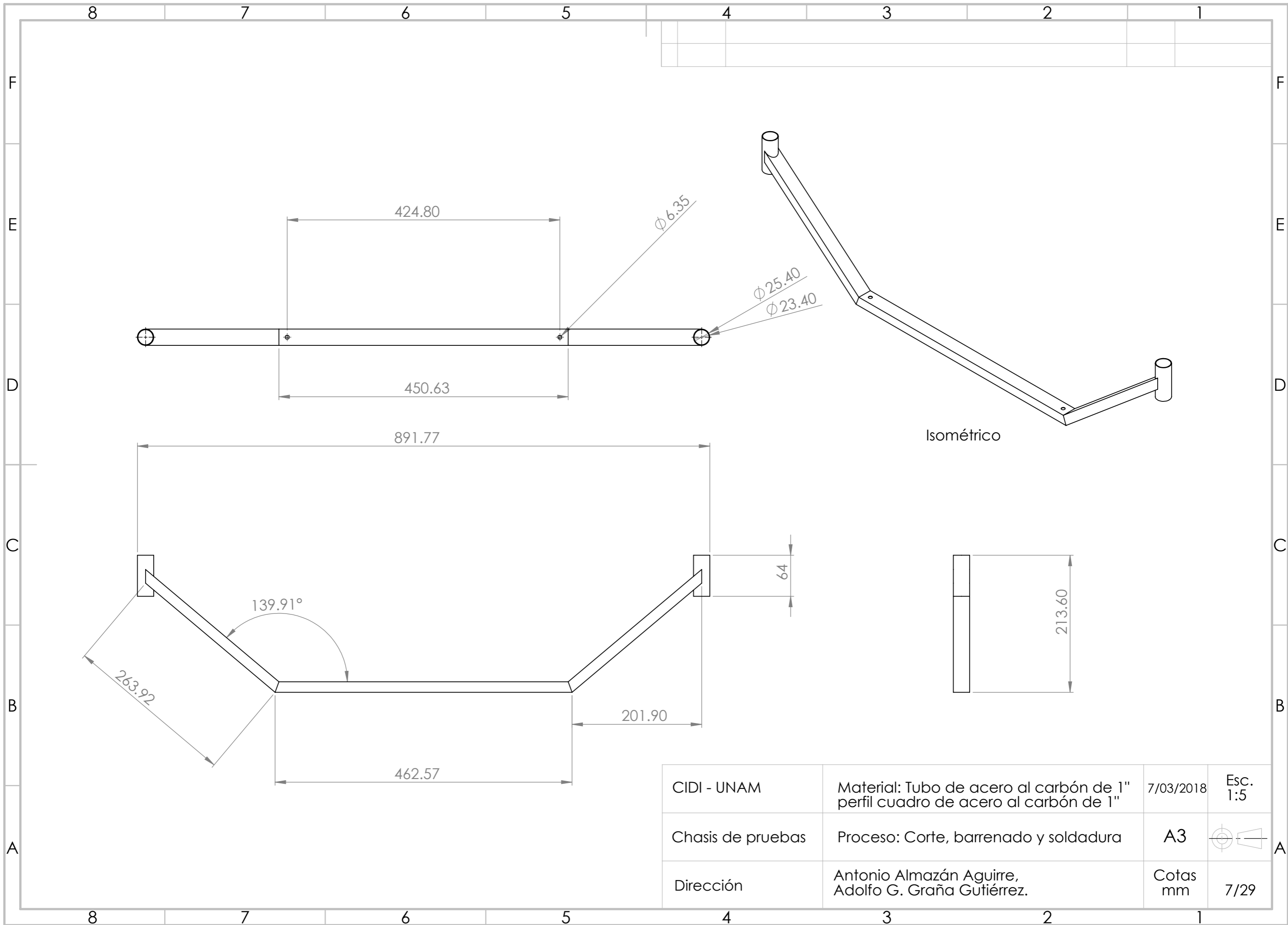
C

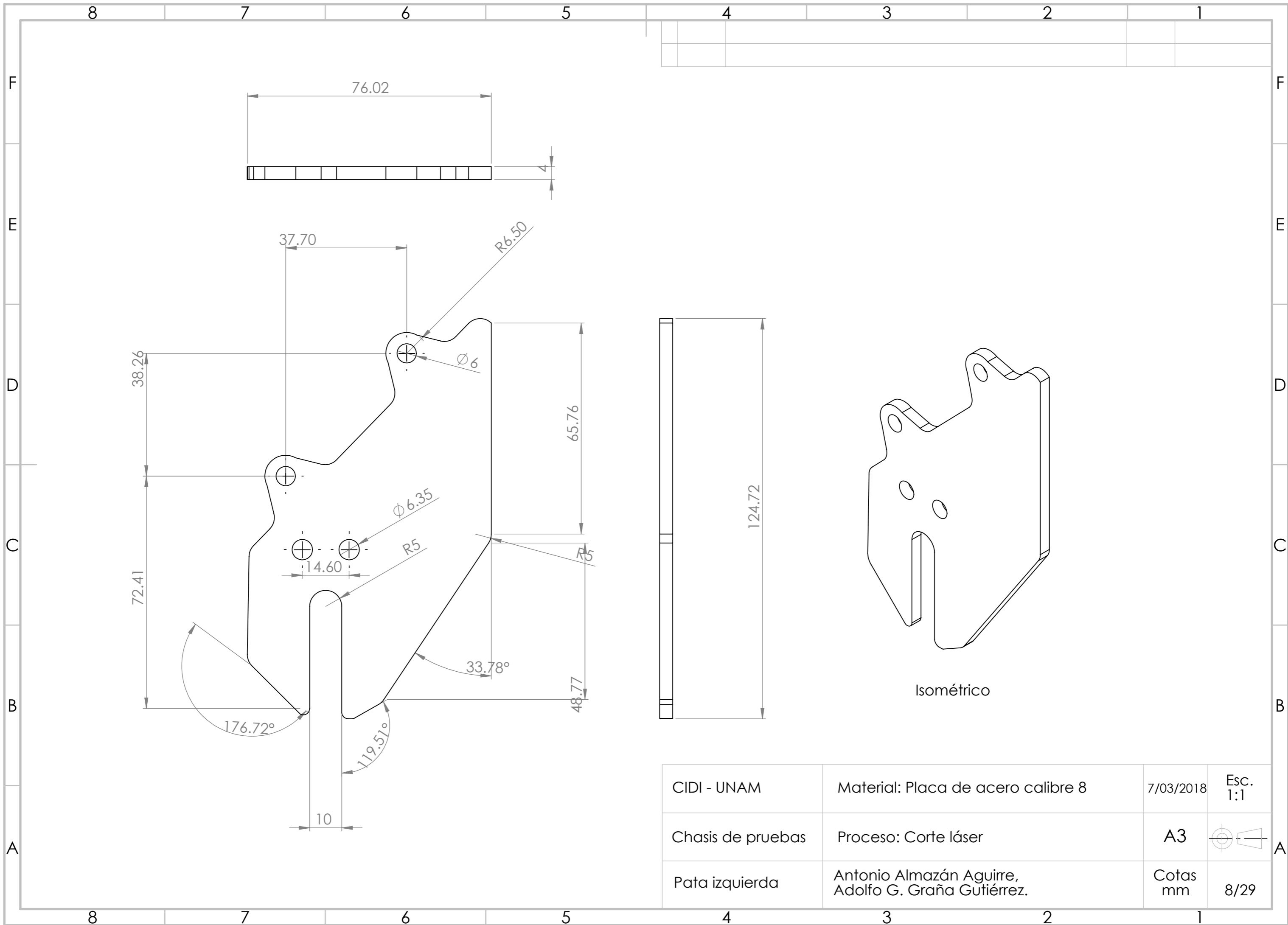
B

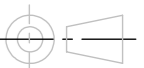
A

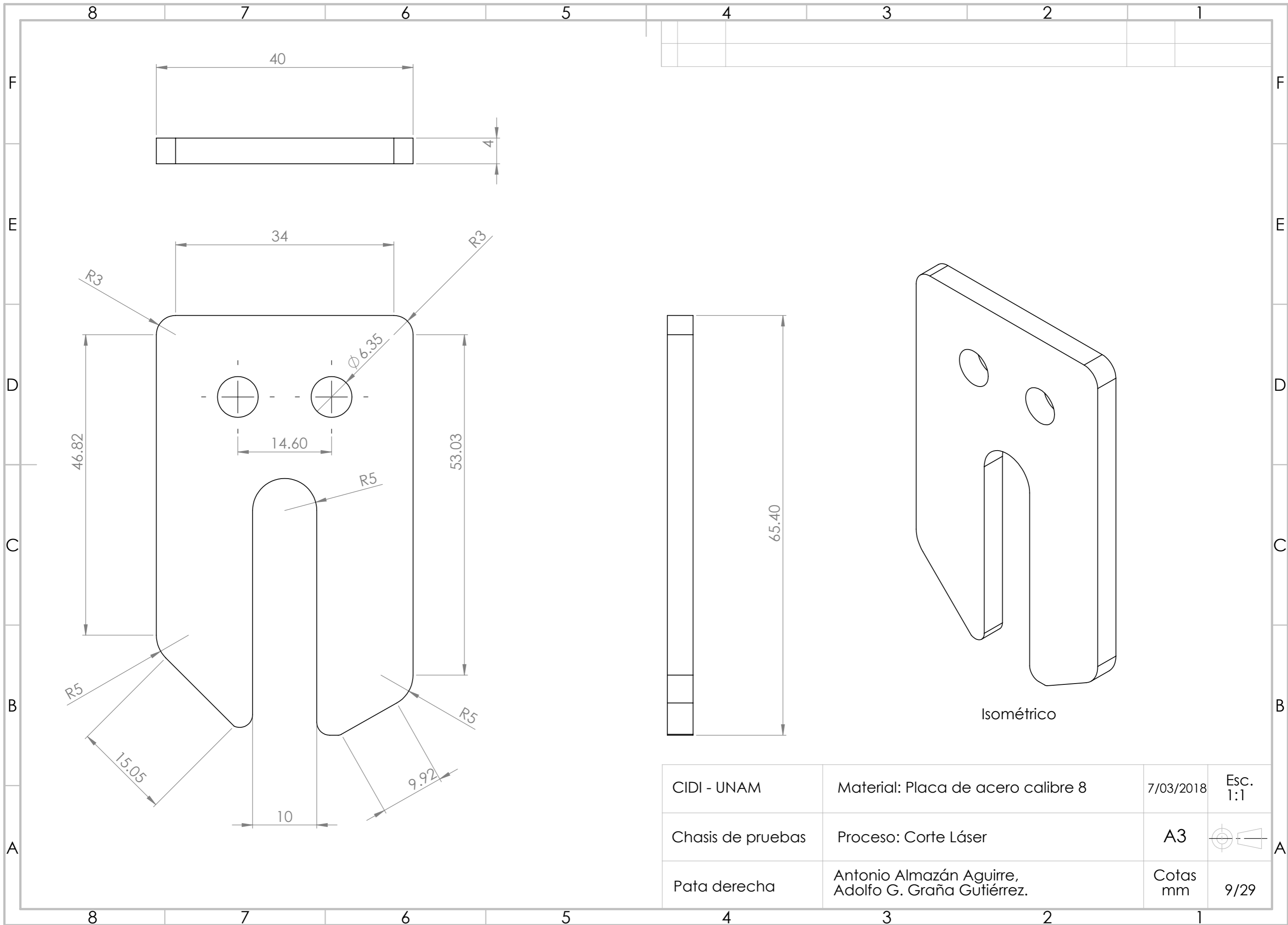
CIDI - UNAM	Material: Lámina negra calibre 16	7/03/2018	Esc. 1:2
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Cabecera	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	6/29

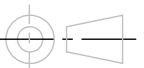
Isométrico

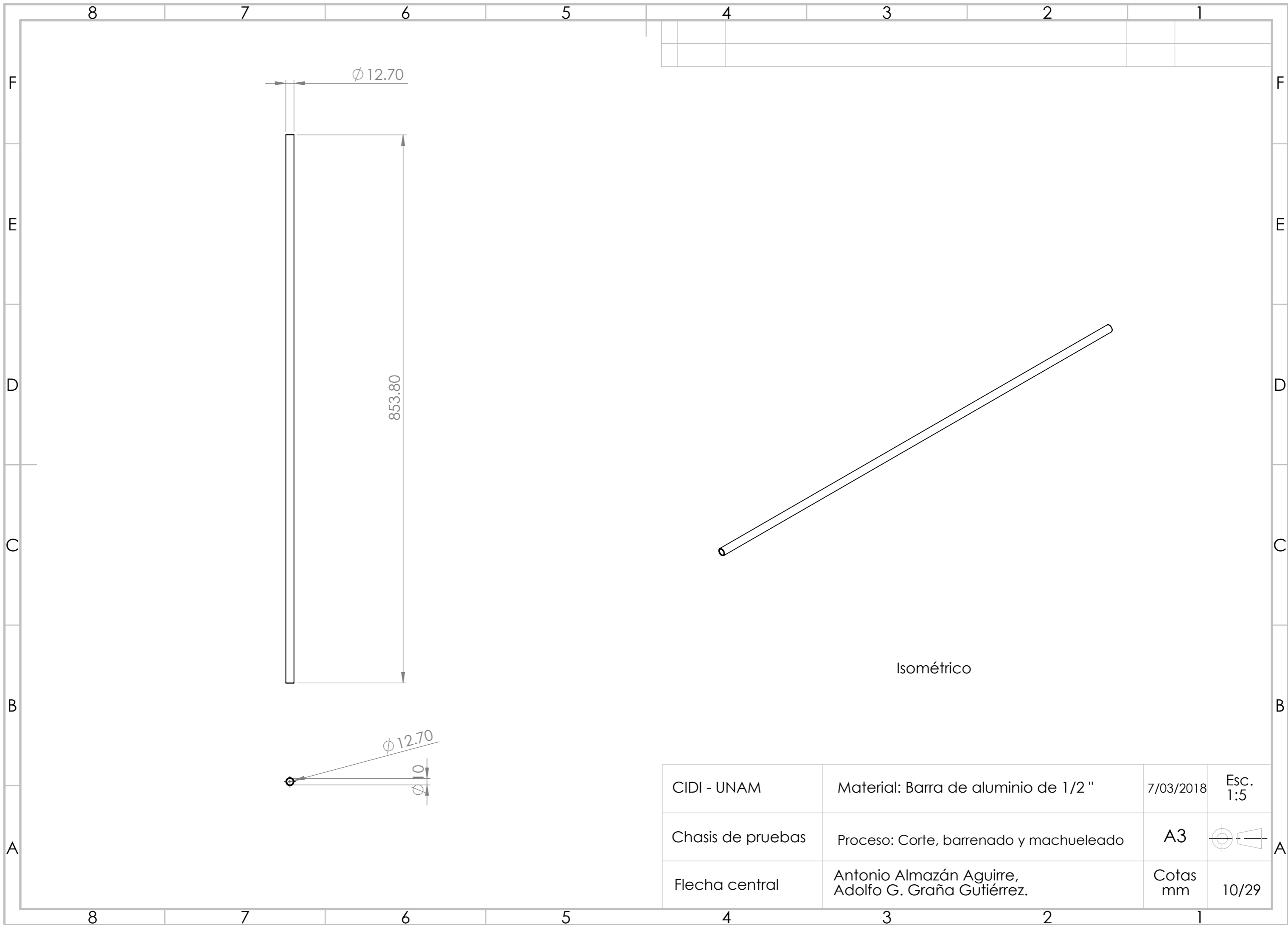


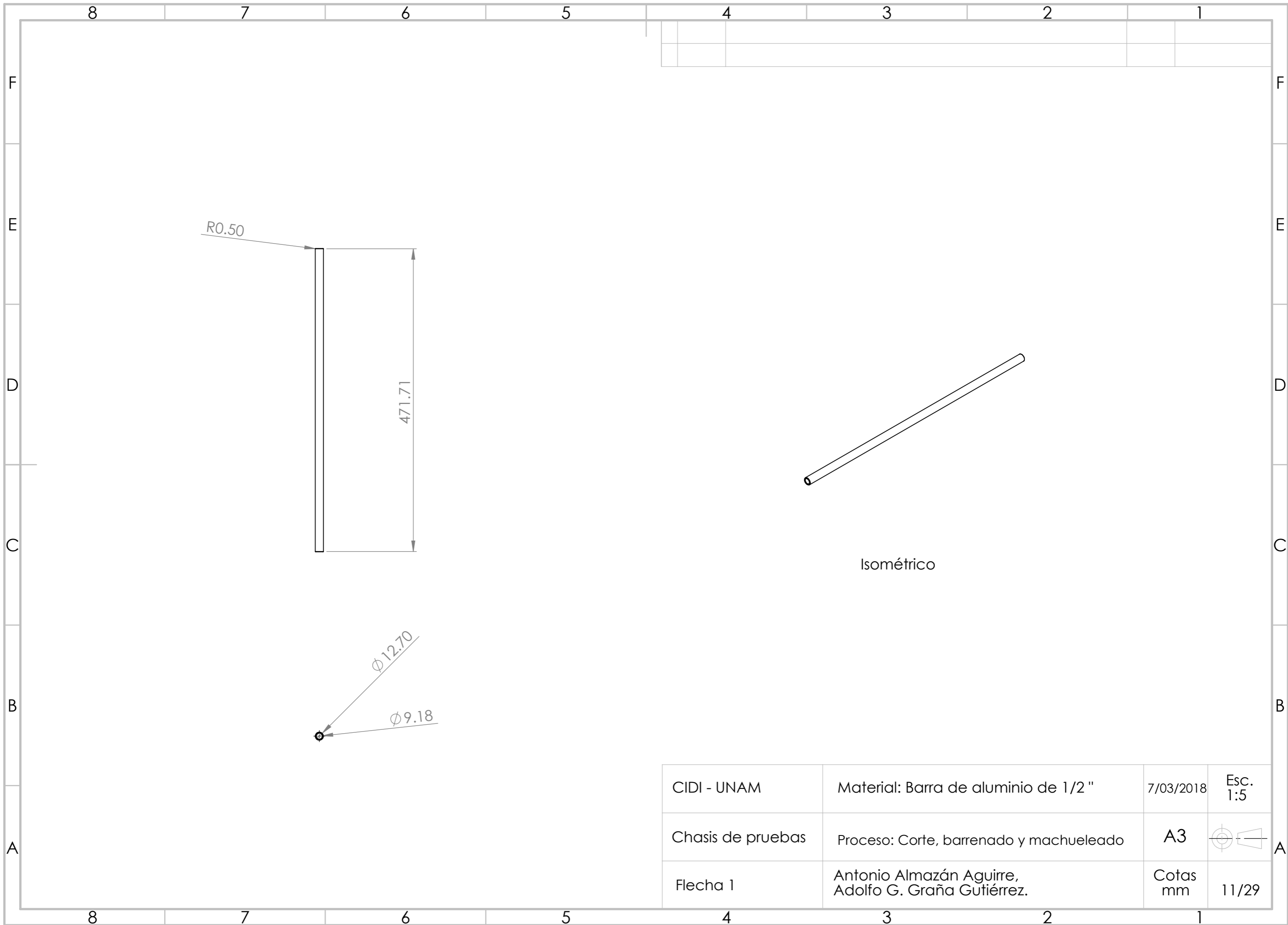


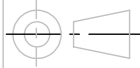
CIDI - UNAM	Material: Placa de acero calibre 8	7/03/2018	Esc. 1:1
Chasis de pruebas	Proceso: Corte láser	A3	
Pata izquierda	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	8/29

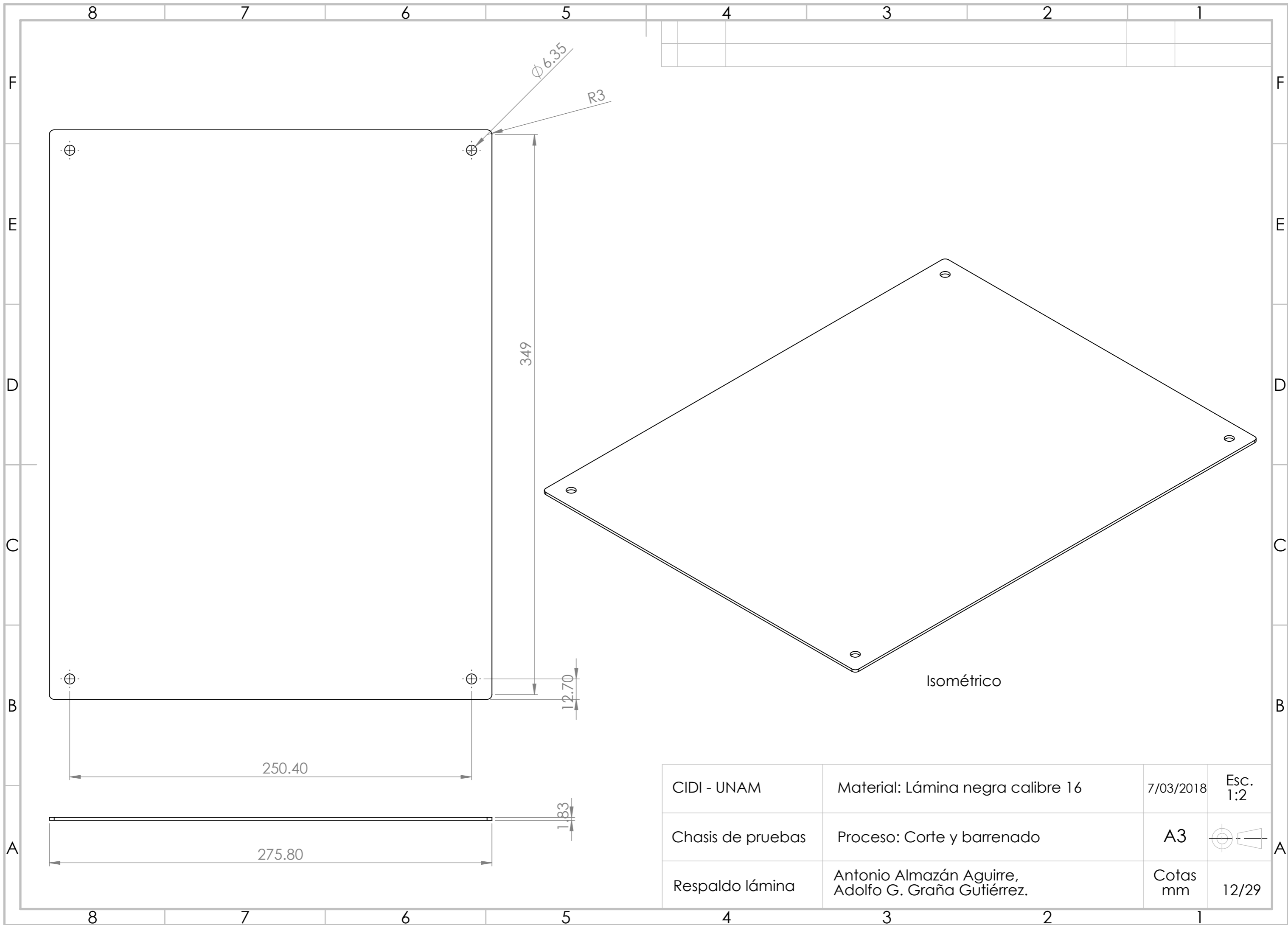


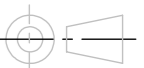
CIDI - UNAM	Material: Placa de acero calibre 8	7/03/2018	Esc. 1:1
Chasis de pruebas	Proceso: Corte Láser	A3	
Pata derecha	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	9/29

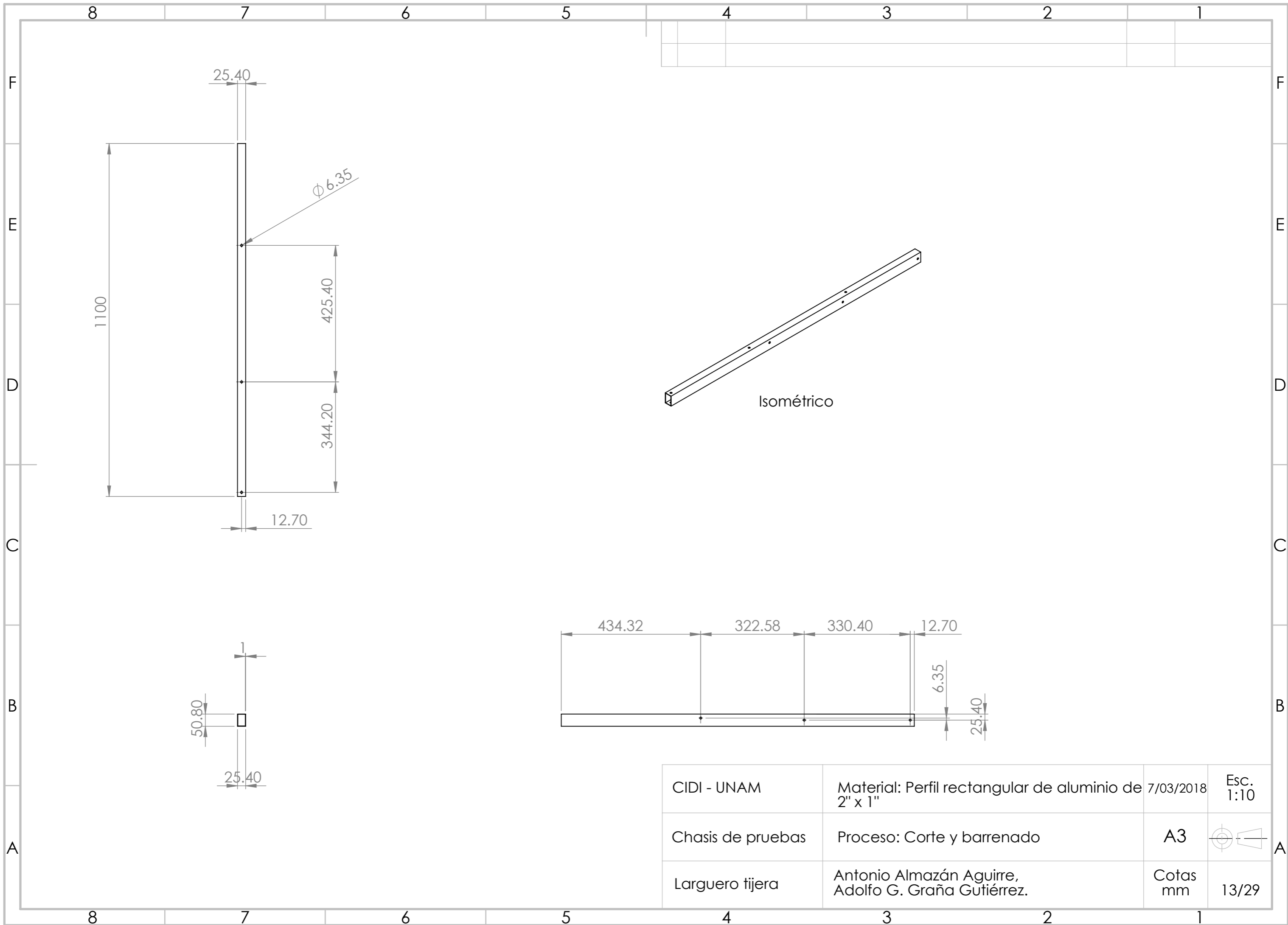




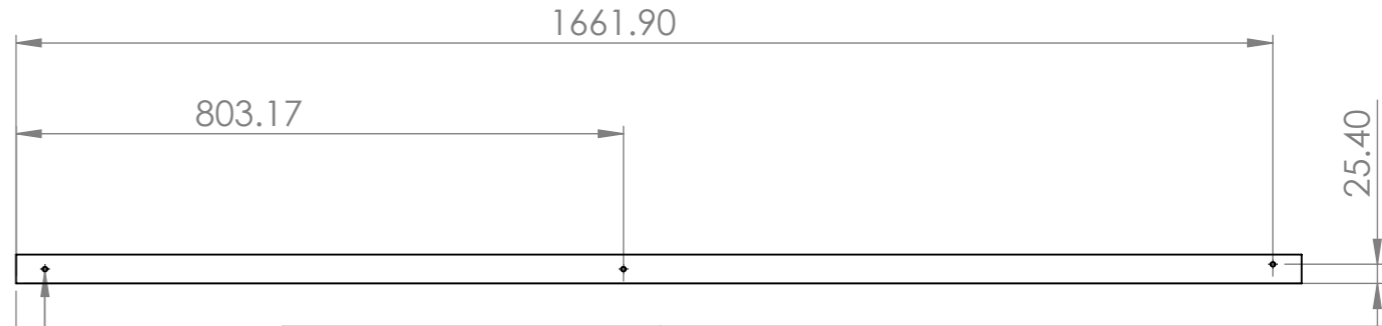
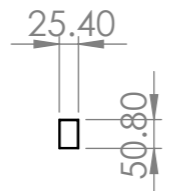
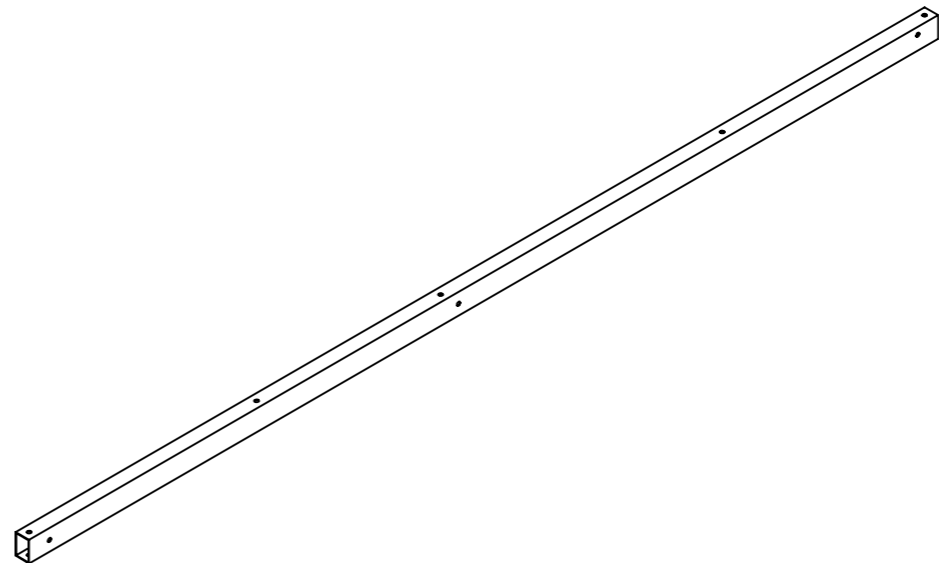
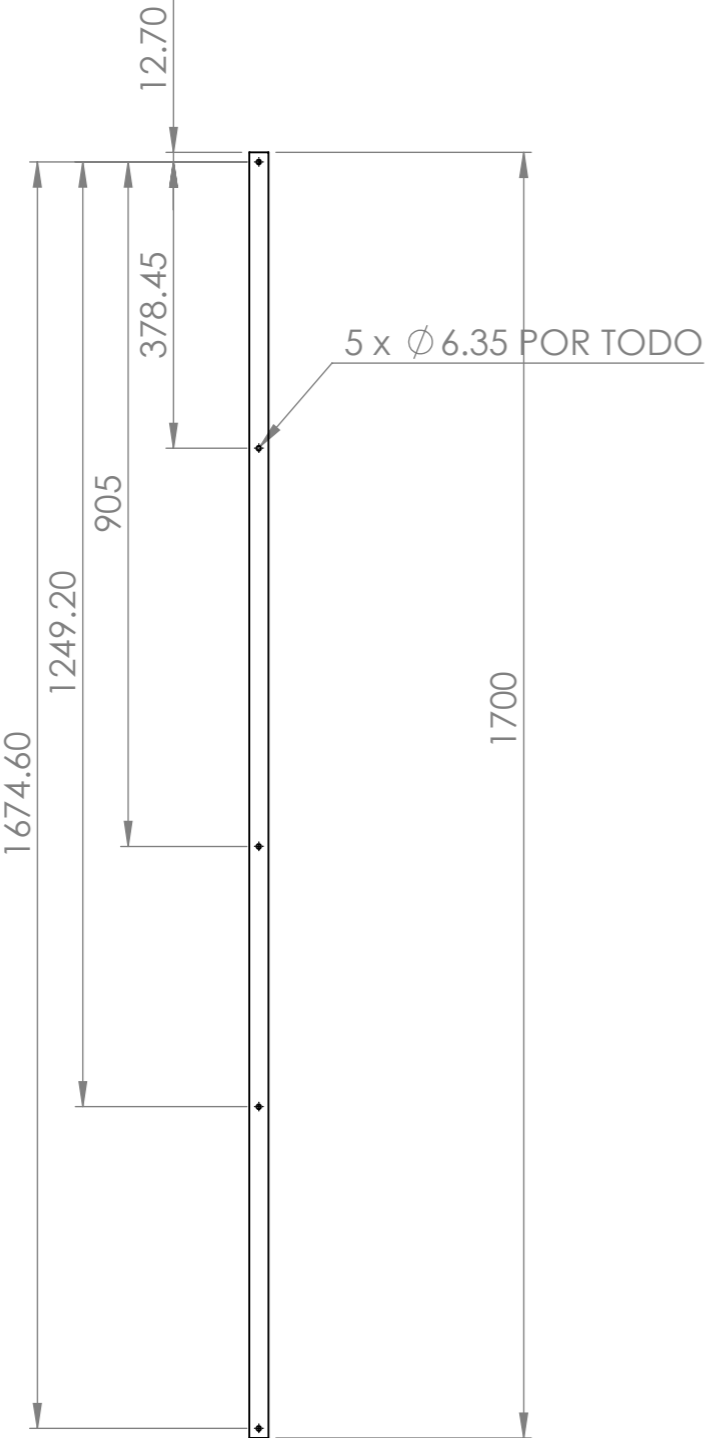
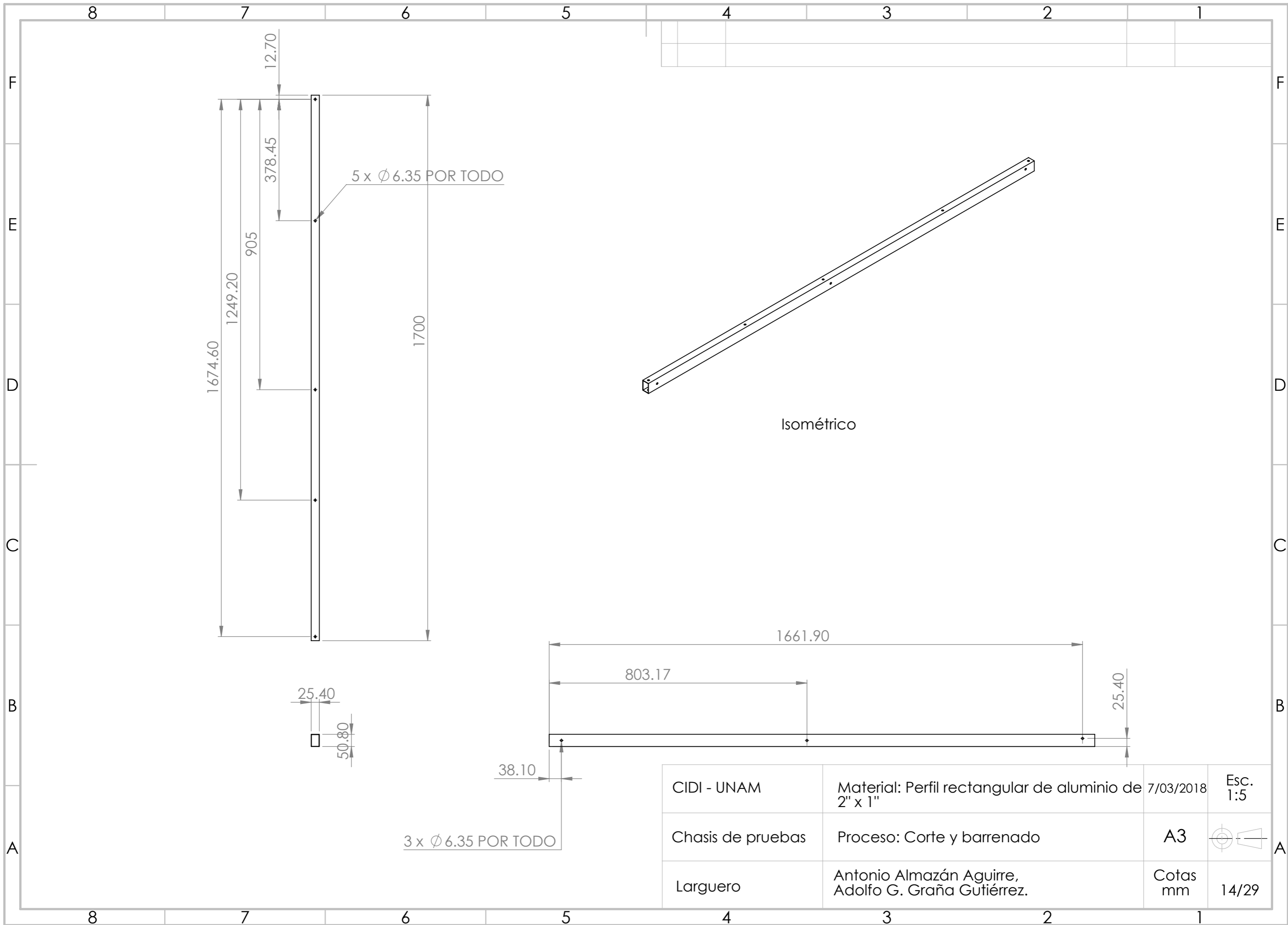
CIDI - UNAM	Material: Barra de aluminio de 1/2"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte, barrenado y machueleado	A3	
Flecha 1	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	11/29



CIDI - UNAM	Material: Lámina negra calibre 16	7/03/2018	Esc. 1:2
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Respaldo lámina	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	12/29

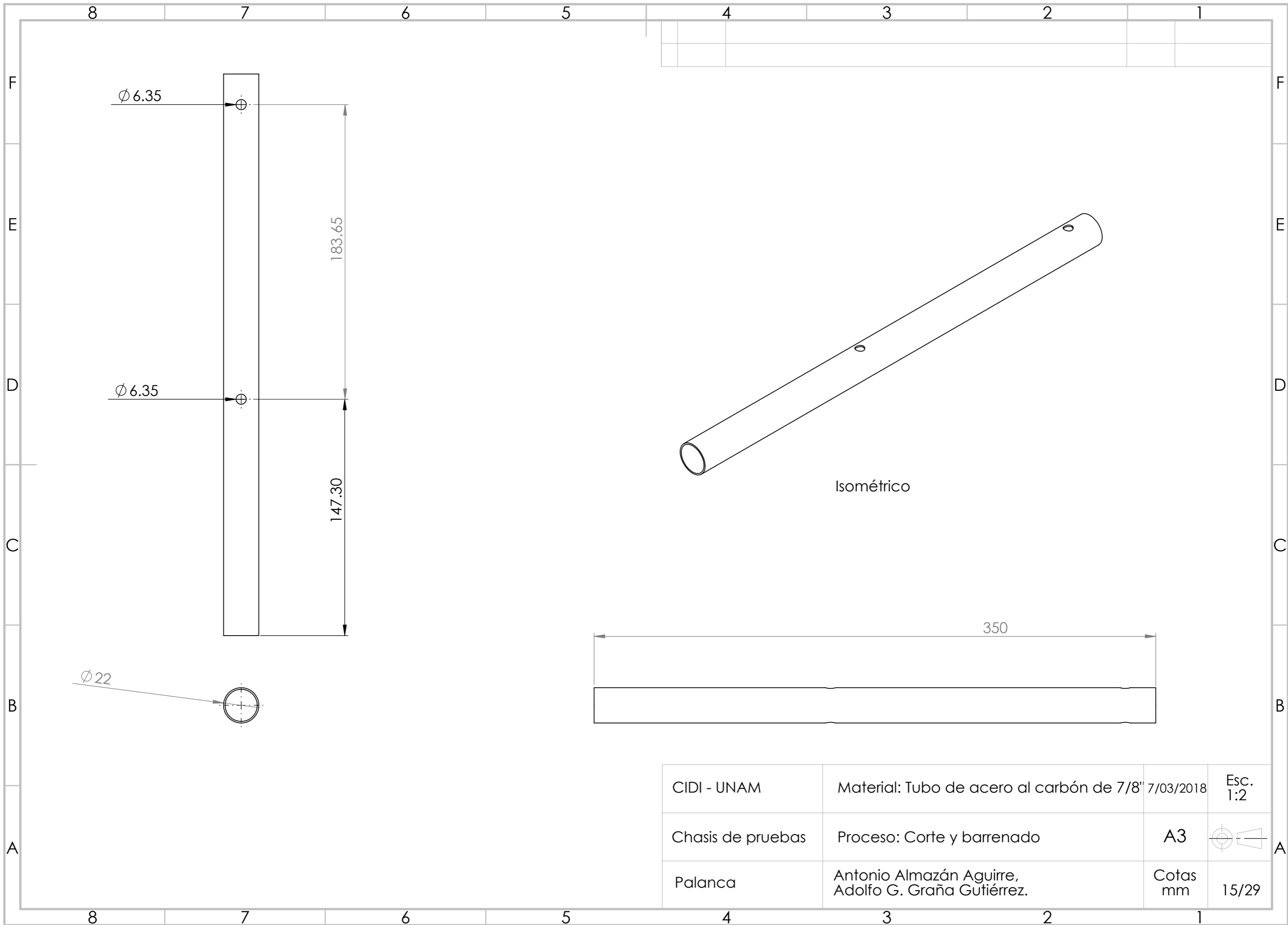


CIDI - UNAM	Material: Perfil rectangular de aluminio de 2" x 1"	7/03/2018	Esc. 1:10
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Larguero tijera	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	13/29



3 x ϕ 6.35 POR TODO

CIDI - UNAM	Material: Perfil rectangular de aluminio de 2" x 1"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Larguero	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	14/29



Ø 6.35

183.65

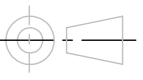
Ø 6.35

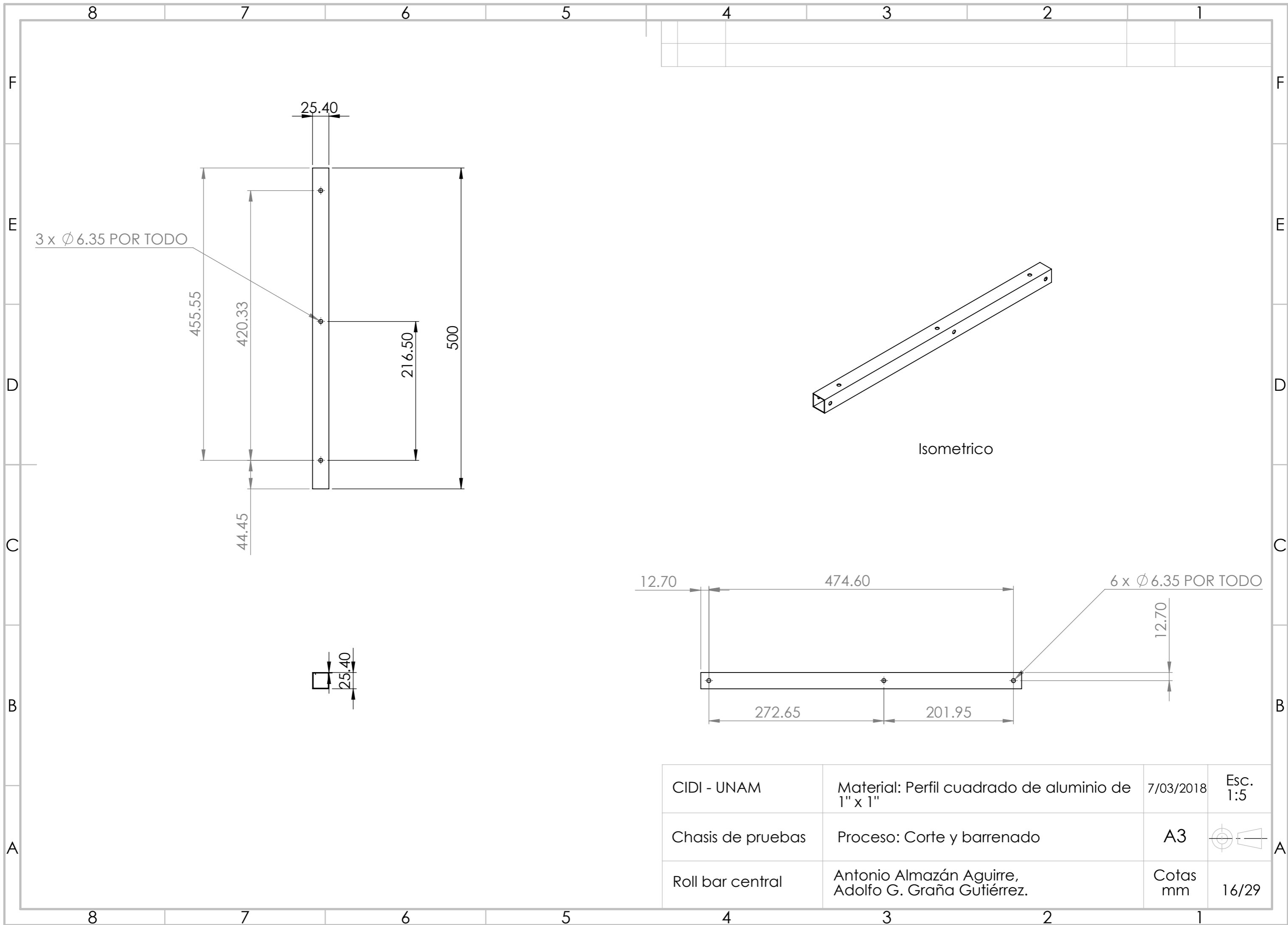
147.30

Ø 22

Isométrico

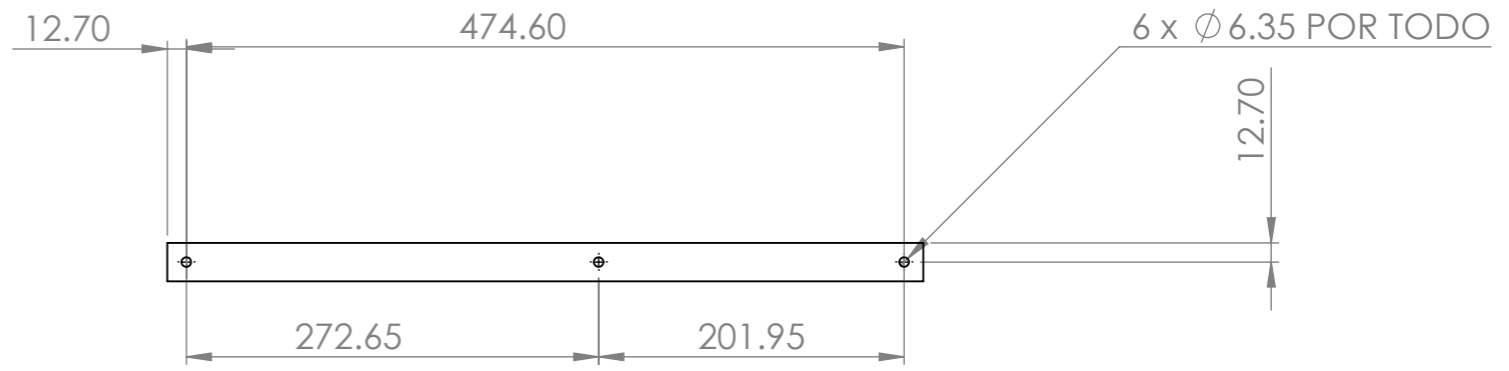
350

CIDI - UNAM	Material: Tubo de acero al carbón de 7/8"	7/03/2018	Esc. 1:2
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Palanca	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	15/29

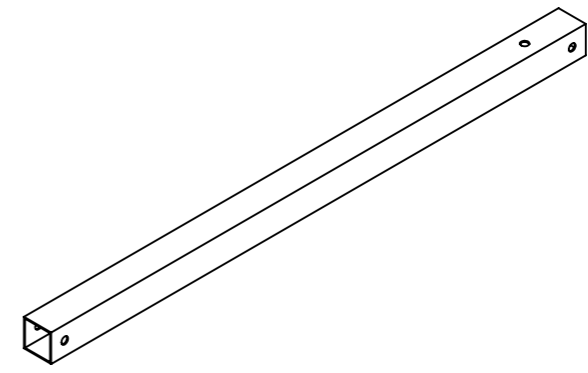
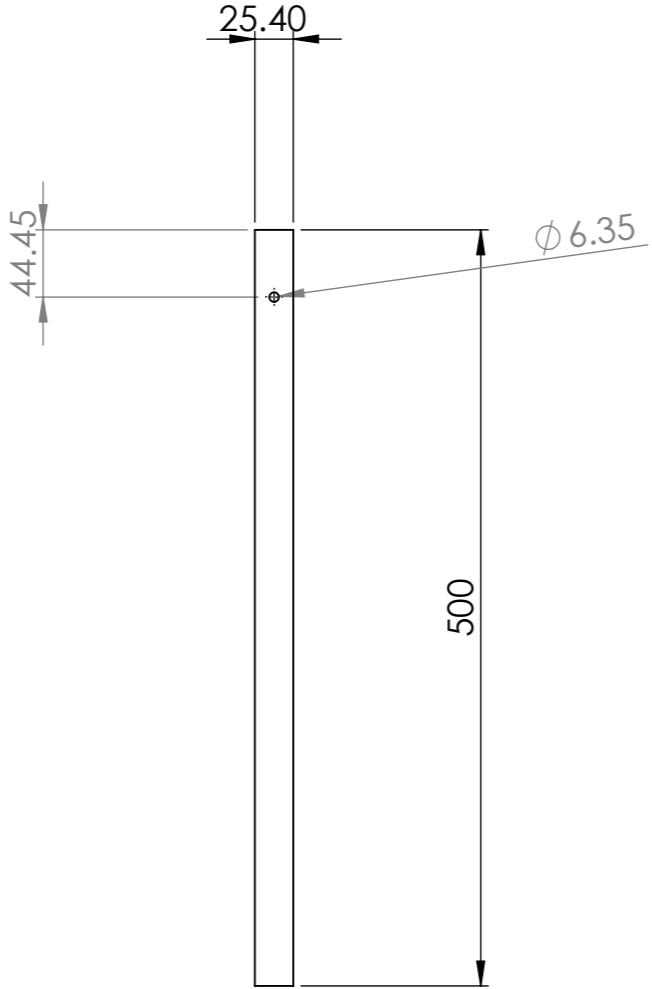
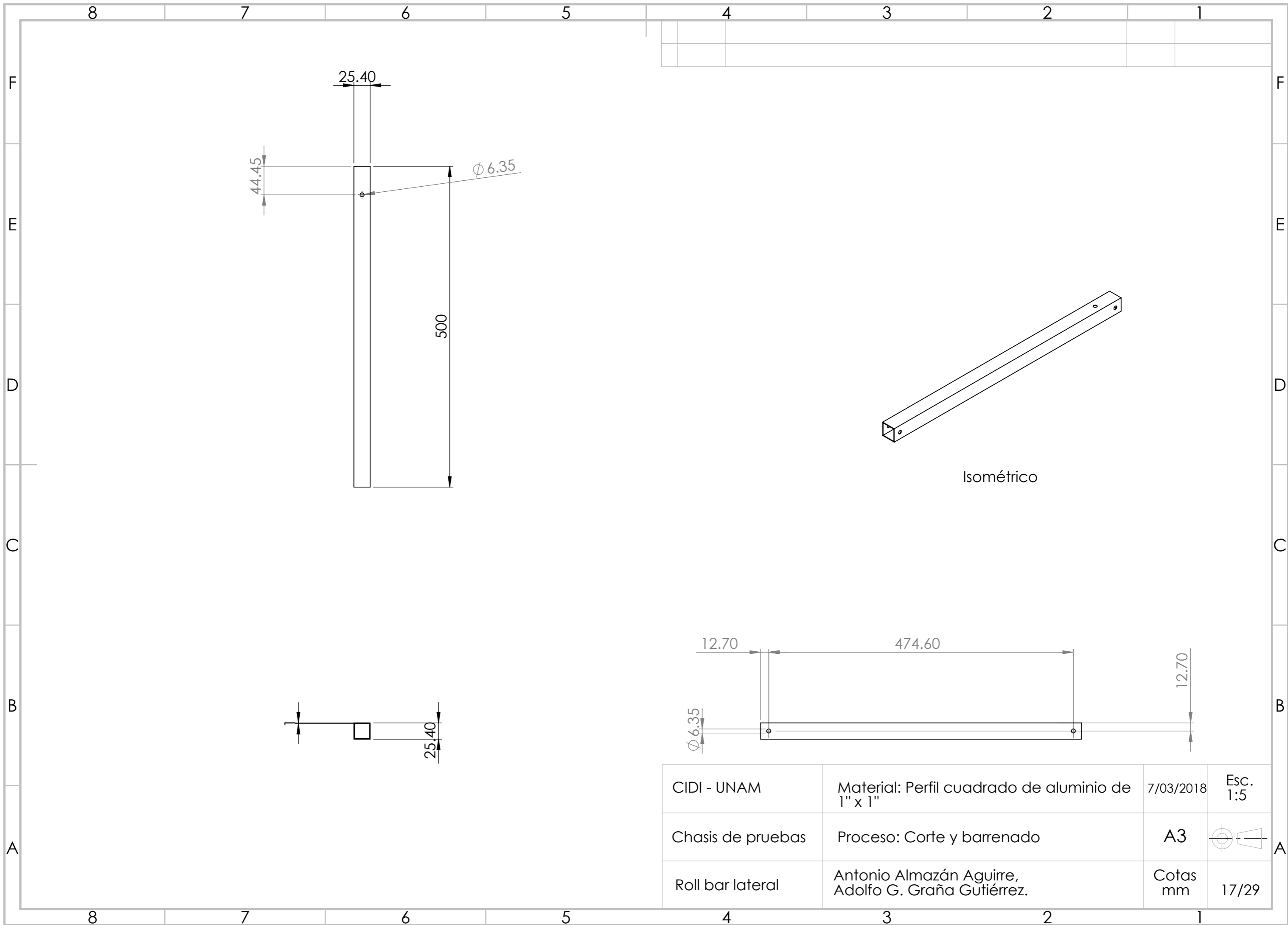


3 x ϕ 6.35 POR TODO

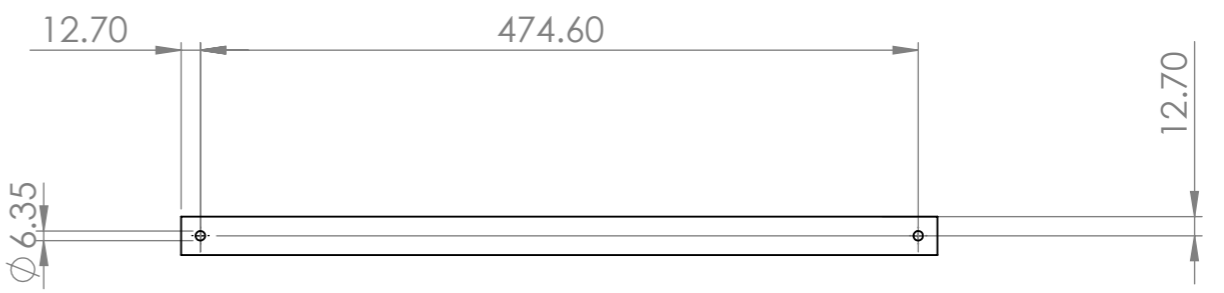
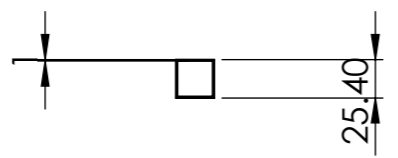
Isometrico

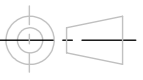


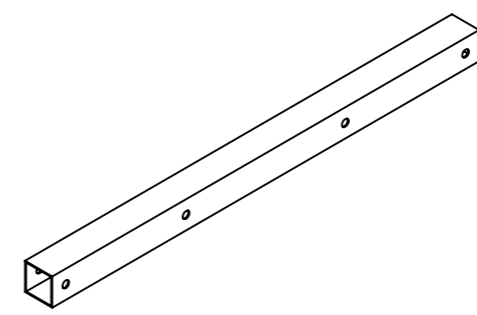
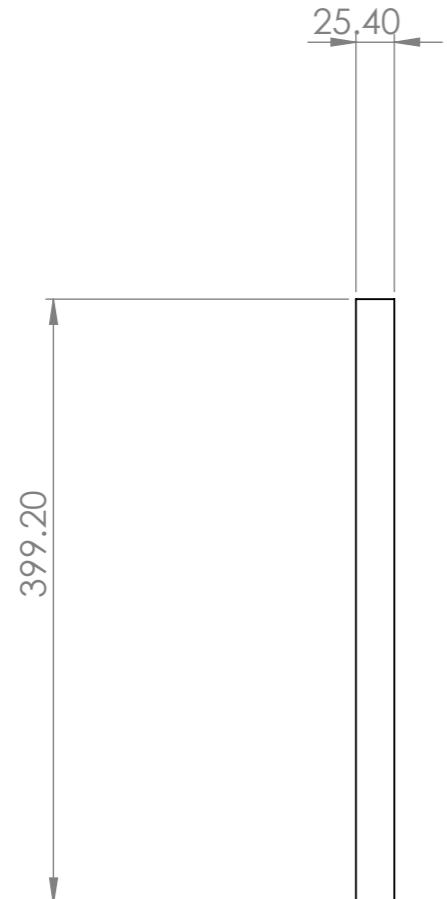
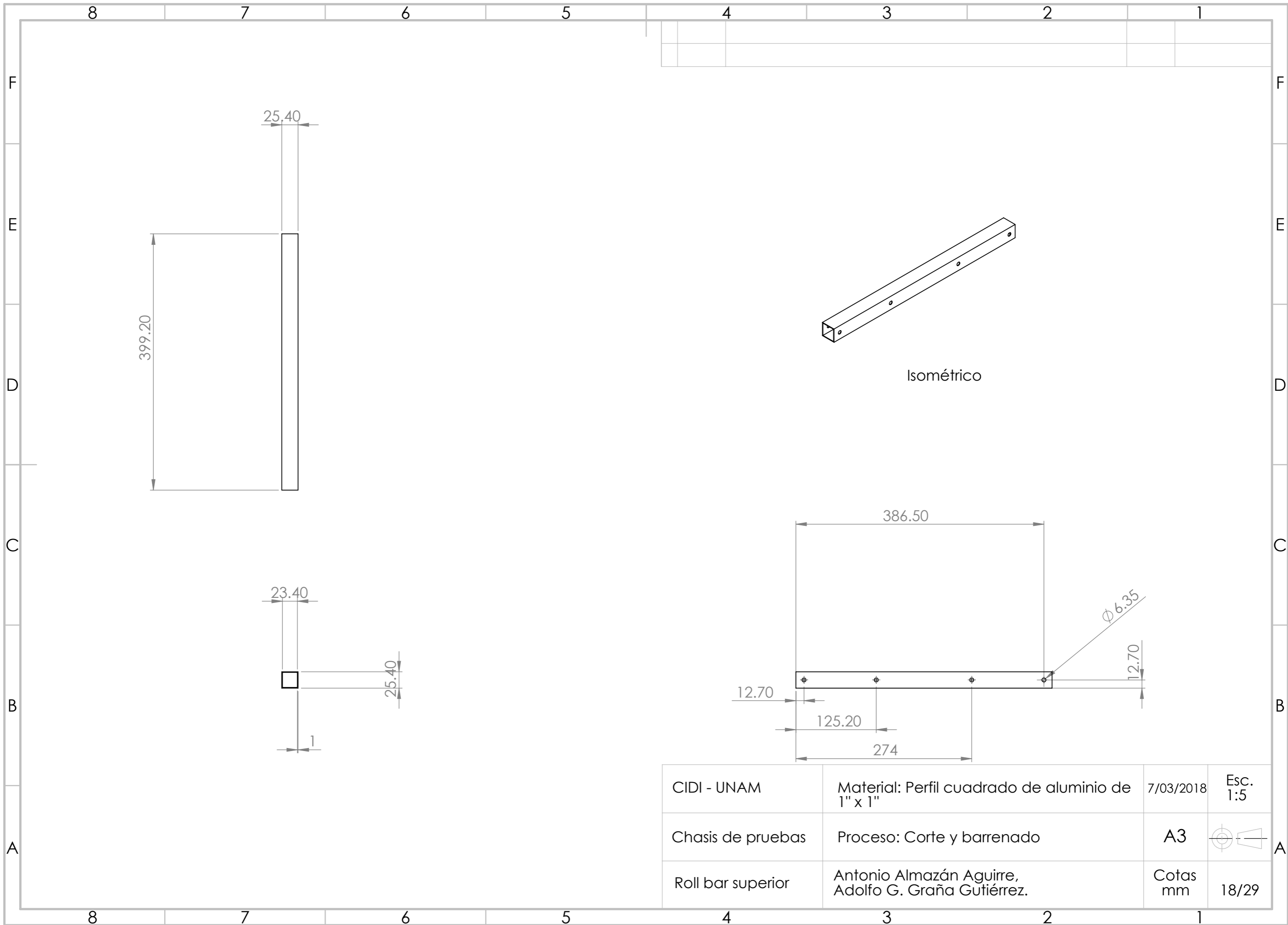
CIDI - UNAM	Material: Perfil cuadrado de aluminio de 1" x 1"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Roll bar central	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	16/29



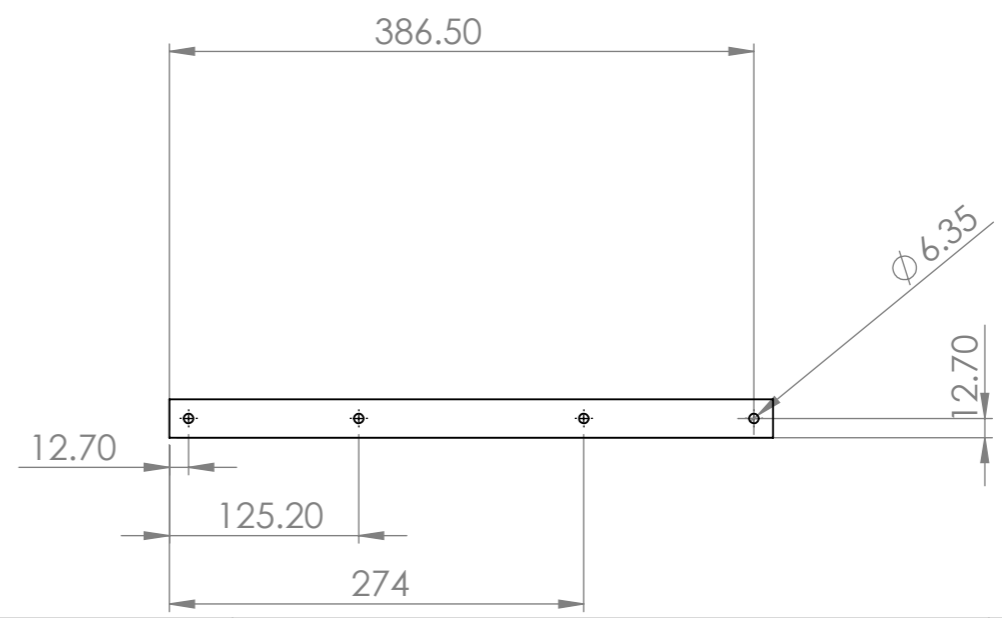
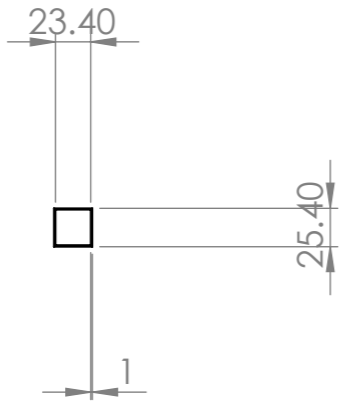
Isométrico



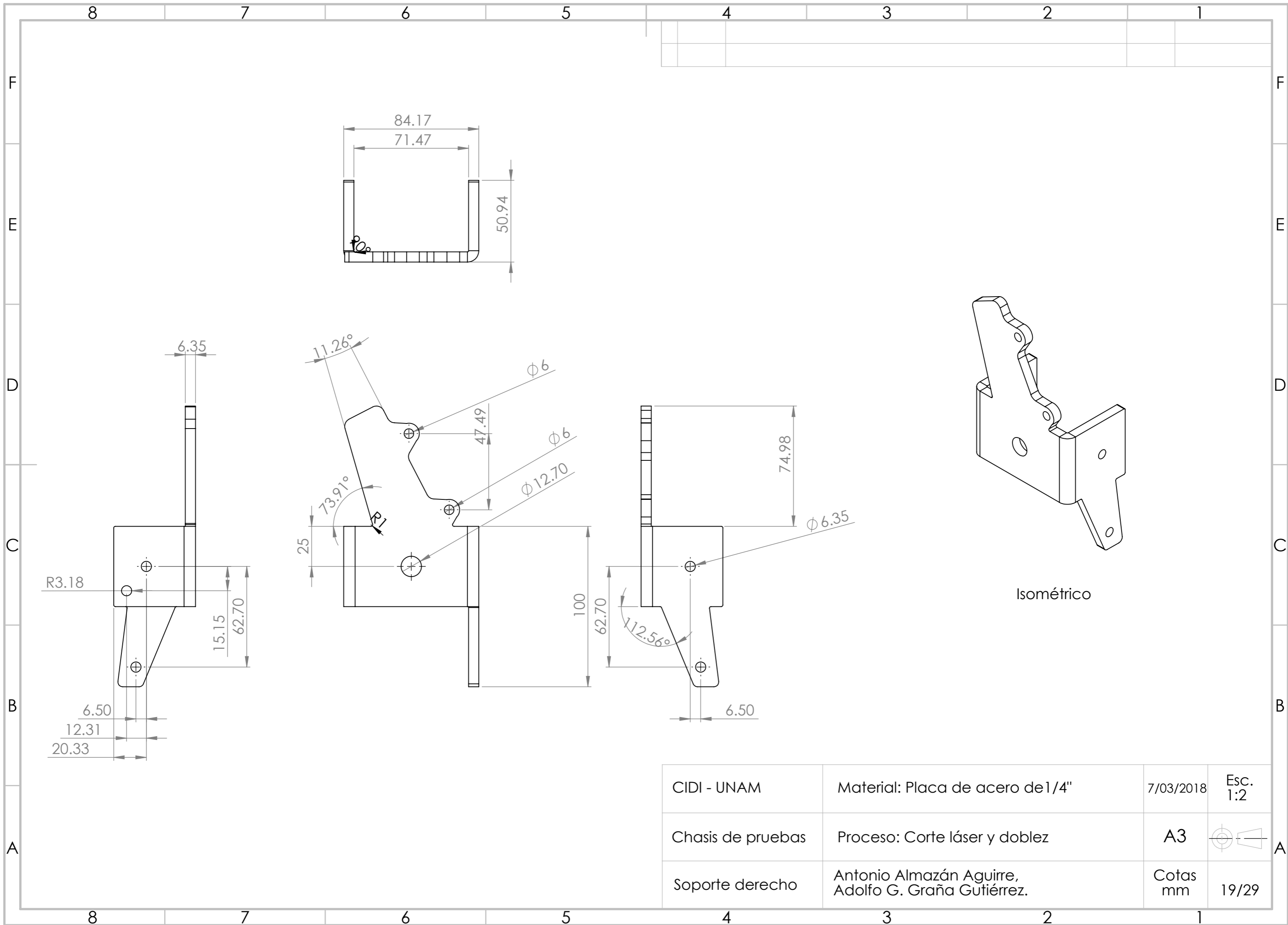
CIDI - UNAM	Material: Perfil cuadrado de aluminio de 1" x 1"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Roll bar lateral	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	17/29



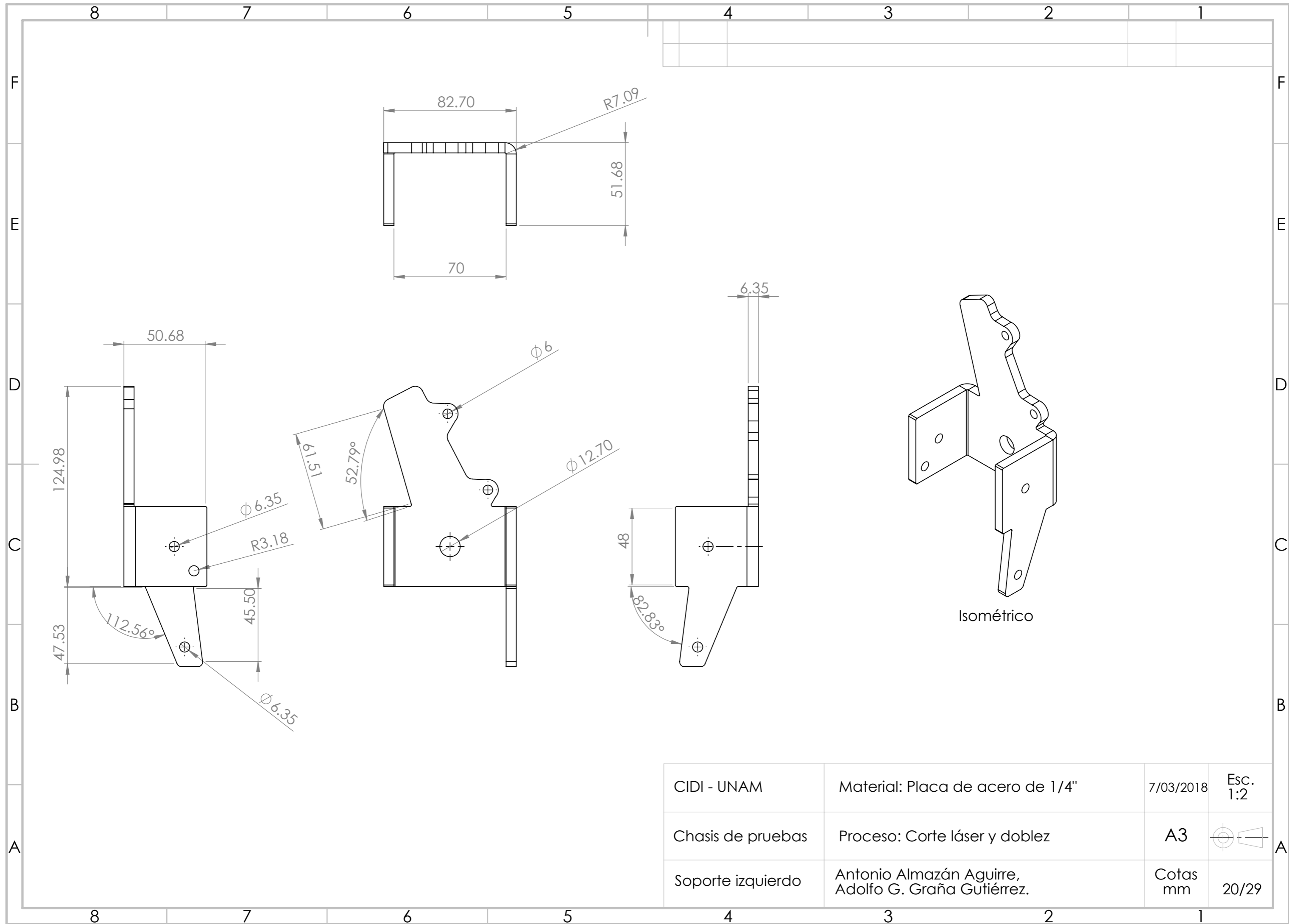
Isométrico



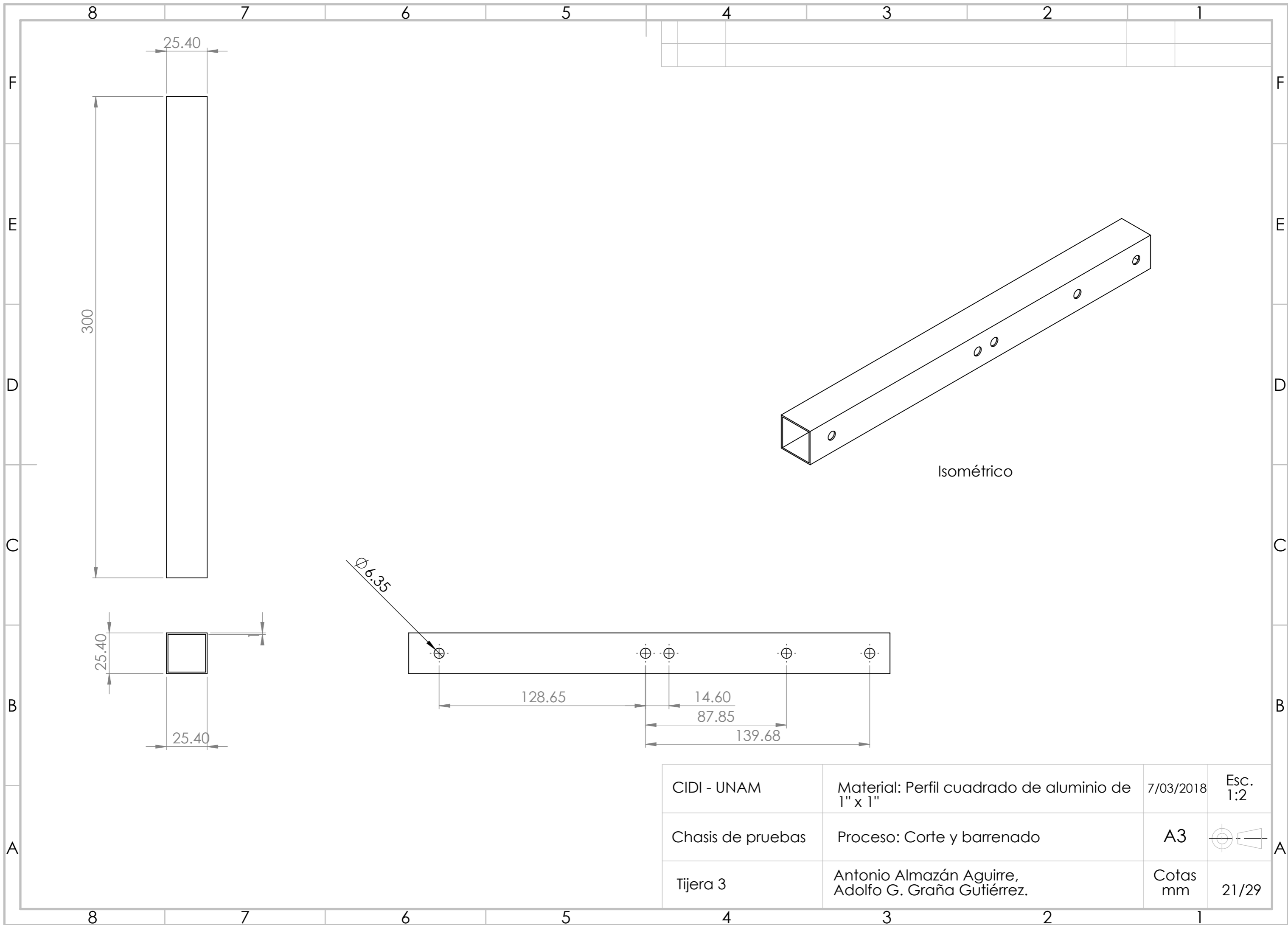
CIDI - UNAM	Material: Perfil cuadrado de aluminio de 1" x 1"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Roll bar superior	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	18/29

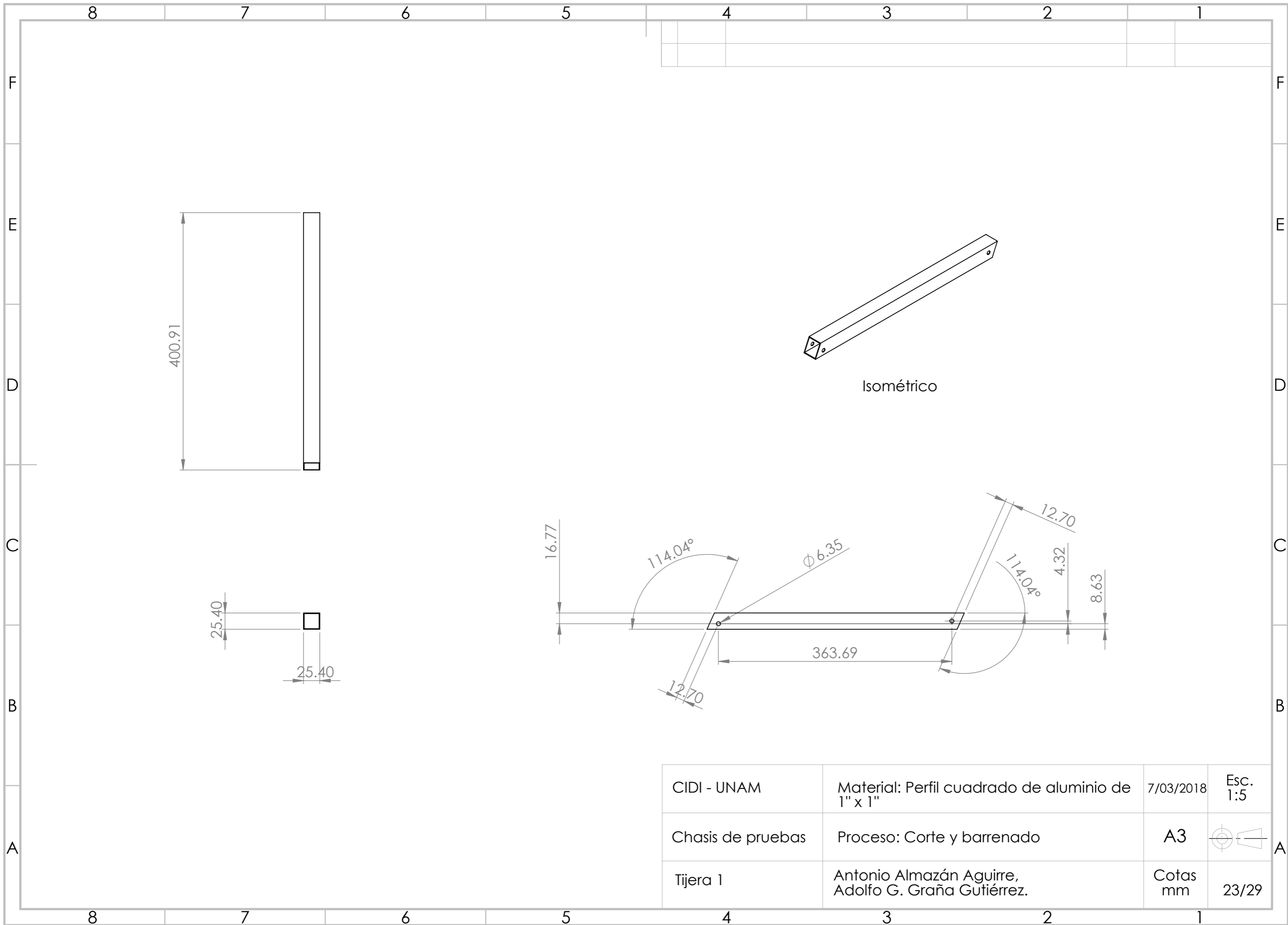


CIDI - UNAM	Material: Placa de acero de 1/4"	7/03/2018	Esc. 1:2
Chasis de pruebas	Proceso: Corte láser y dobléz	A3	
Soporte derecho	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	19/29

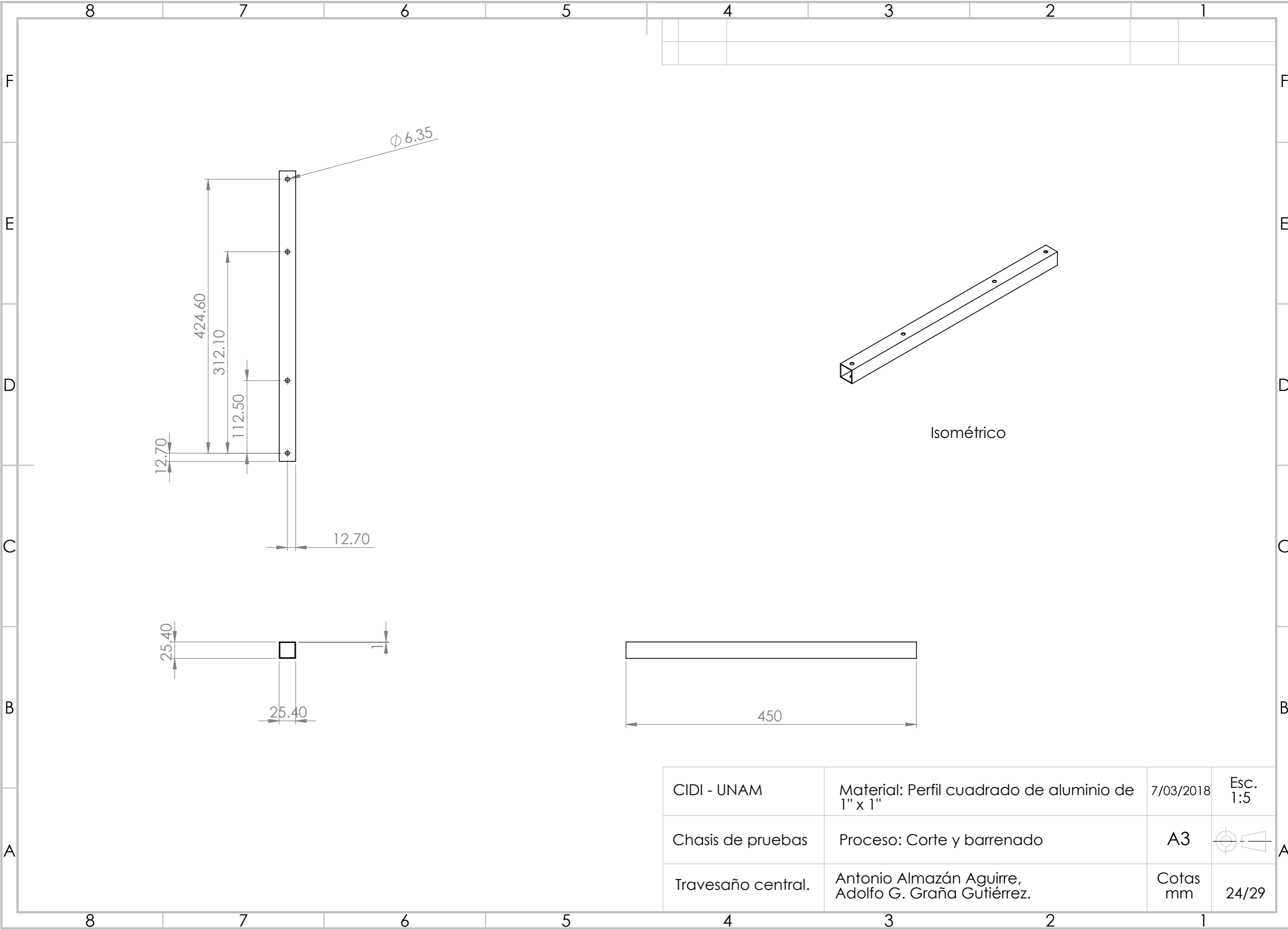


CIDI - UNAM	Material: Placa de acero de 1/4"	7/03/2018	Esc. 1:2
Chasis de pruebas	Proceso: Corte láser y dobléz	A3	
Soporte izquierdo	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	20/29

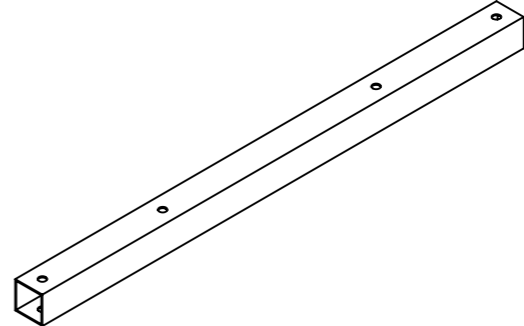
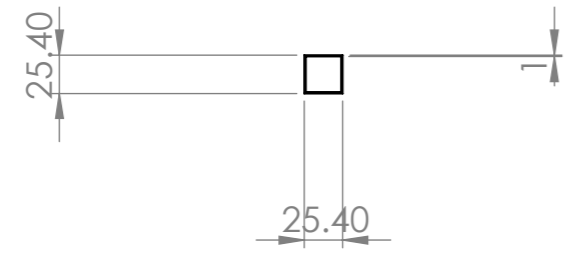
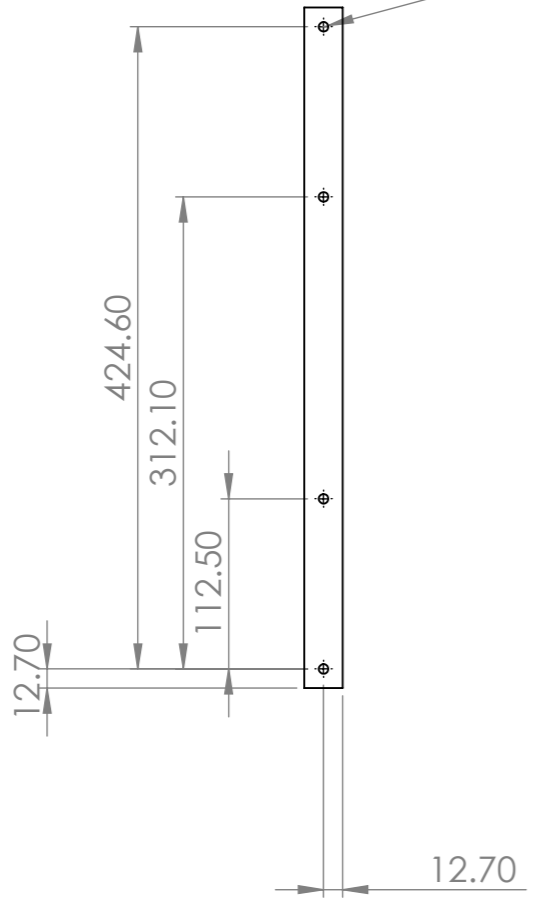




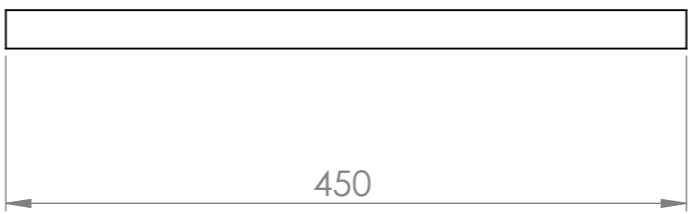
CIDI - UNAM	Material: Perfil cuadrado de aluminio de 1" x 1"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Tijera 1	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	23/29



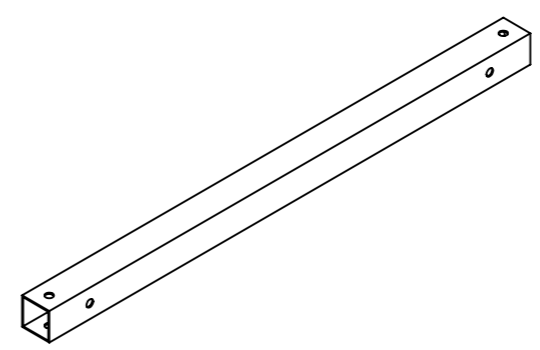
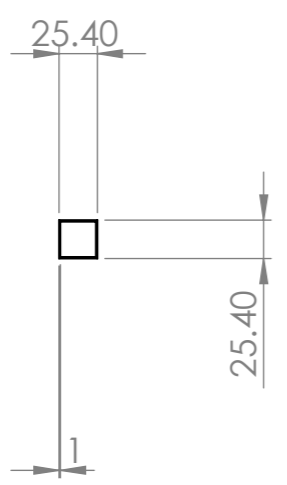
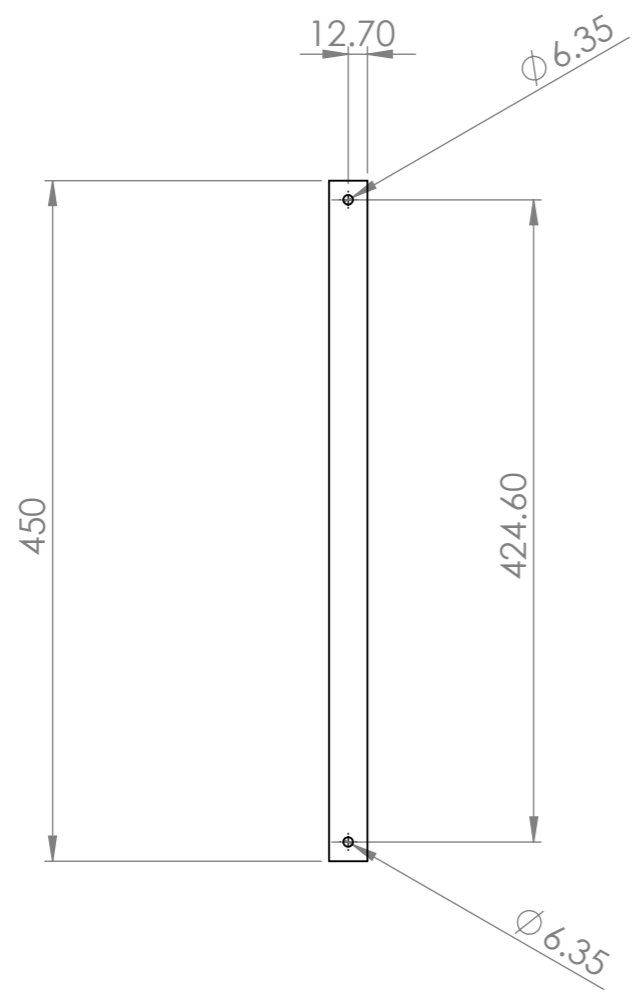
$\phi 6.35$



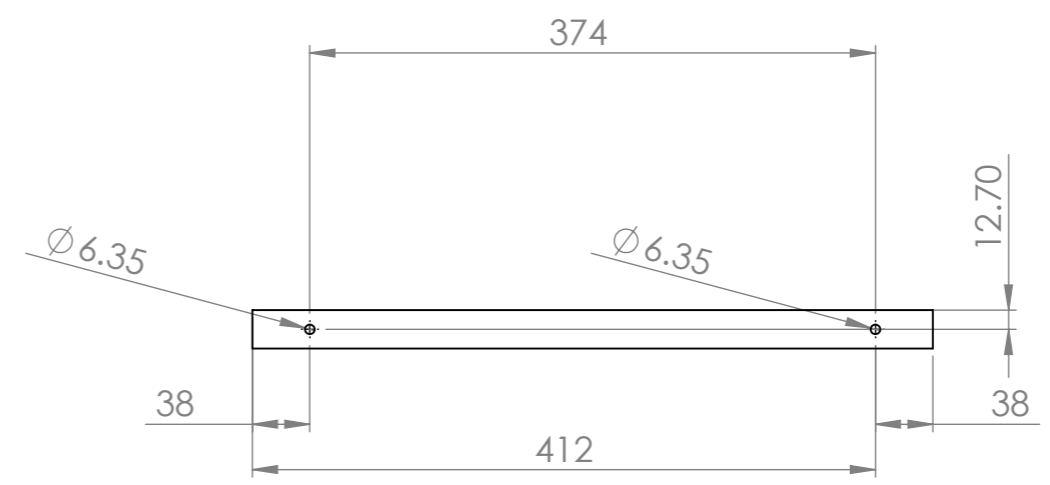
Isométrico

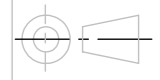


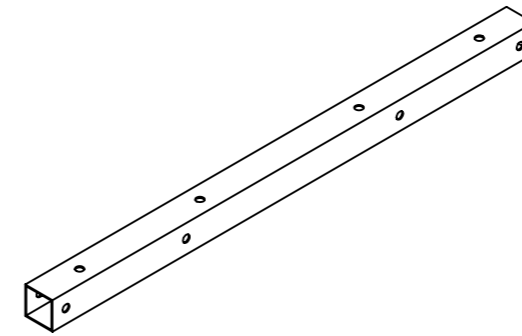
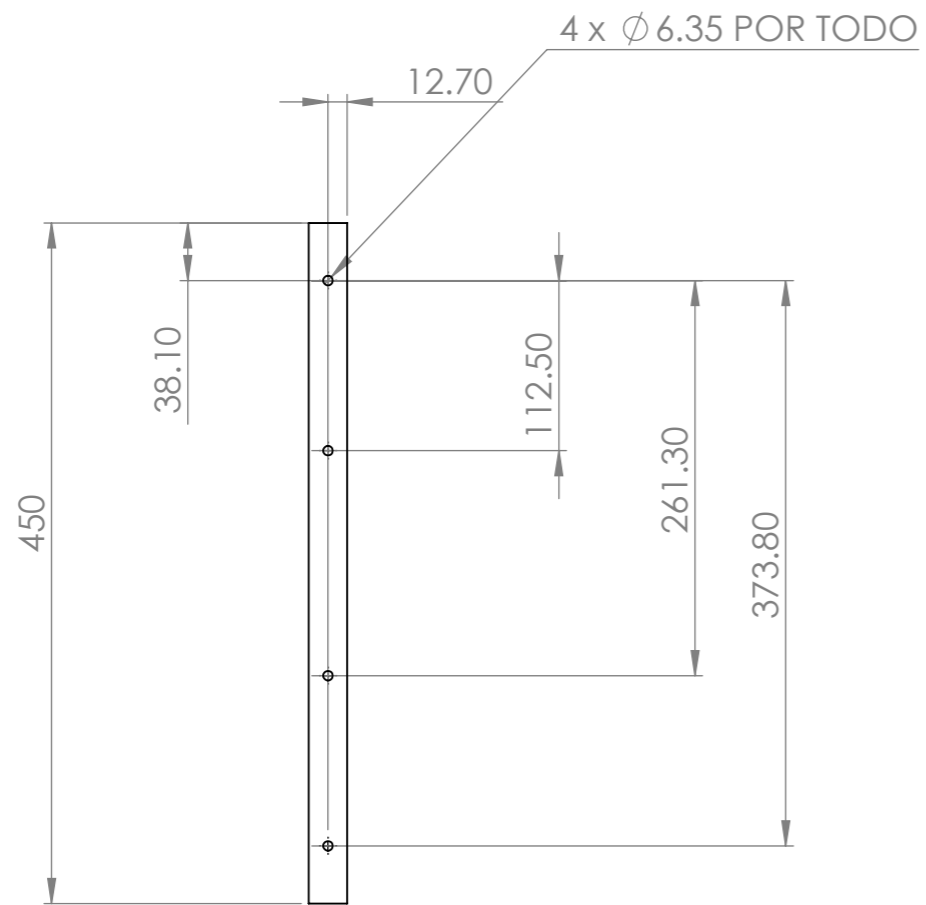
CIDI - UNAM	Material: Perfil cuadrado de aluminio de 1" x 1"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Travesaño central.	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	24/29



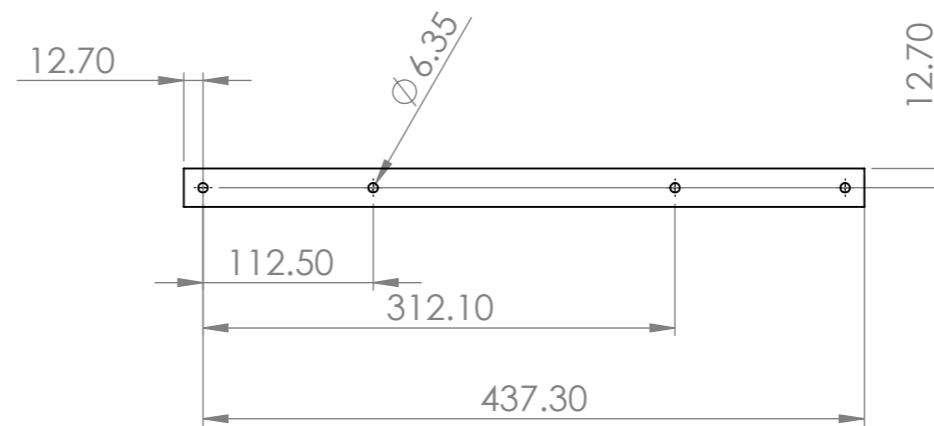
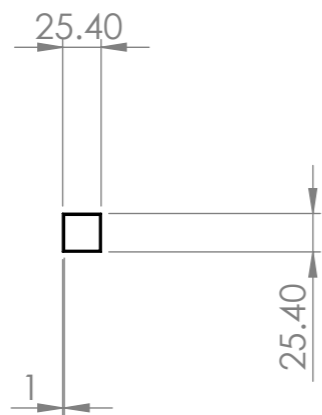
Isométrico



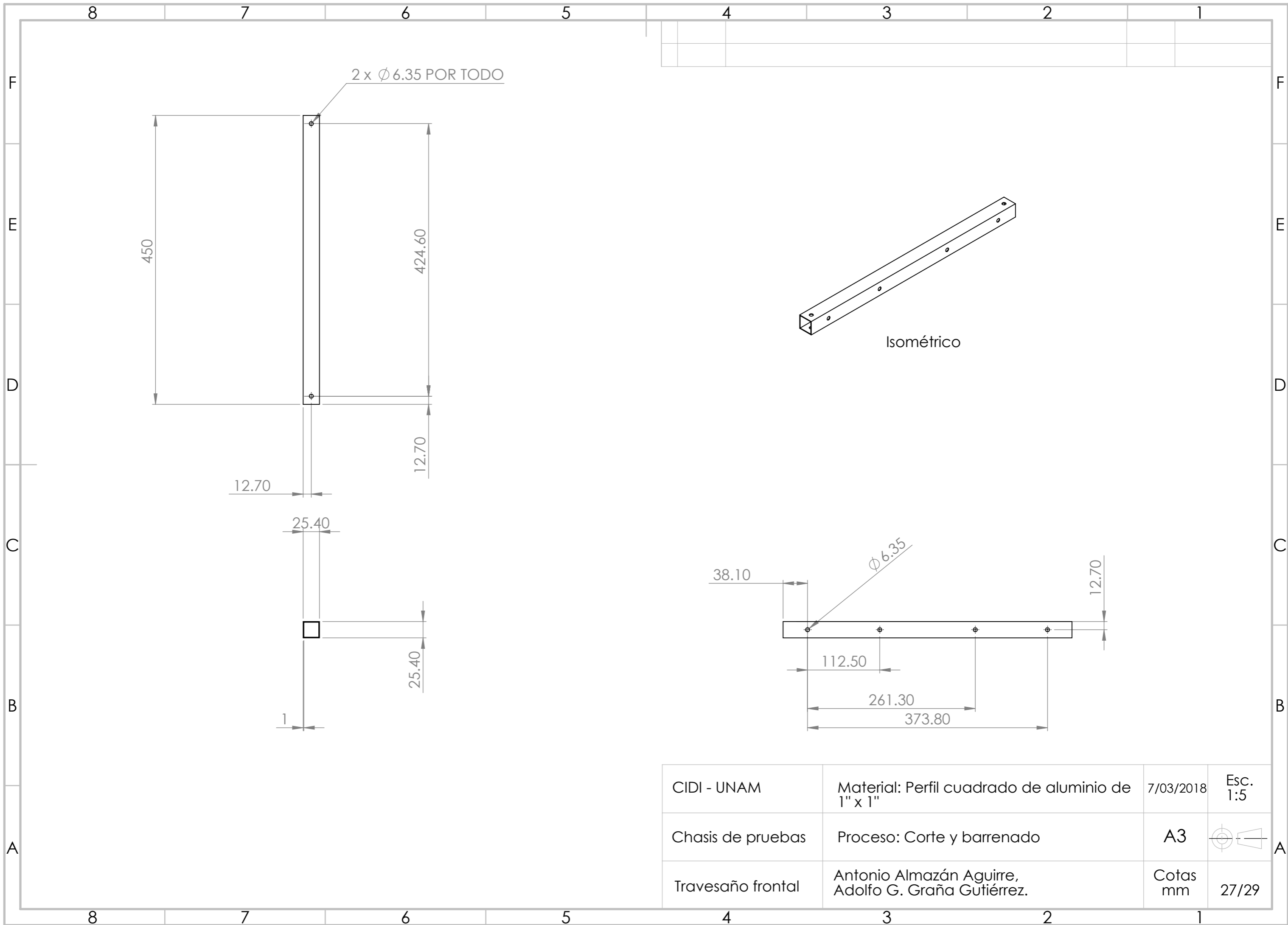
CIDI - UNAM	Material: Perfil cuadrado de aluminio de 1" x 1"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Travesaño frontal	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	25/29

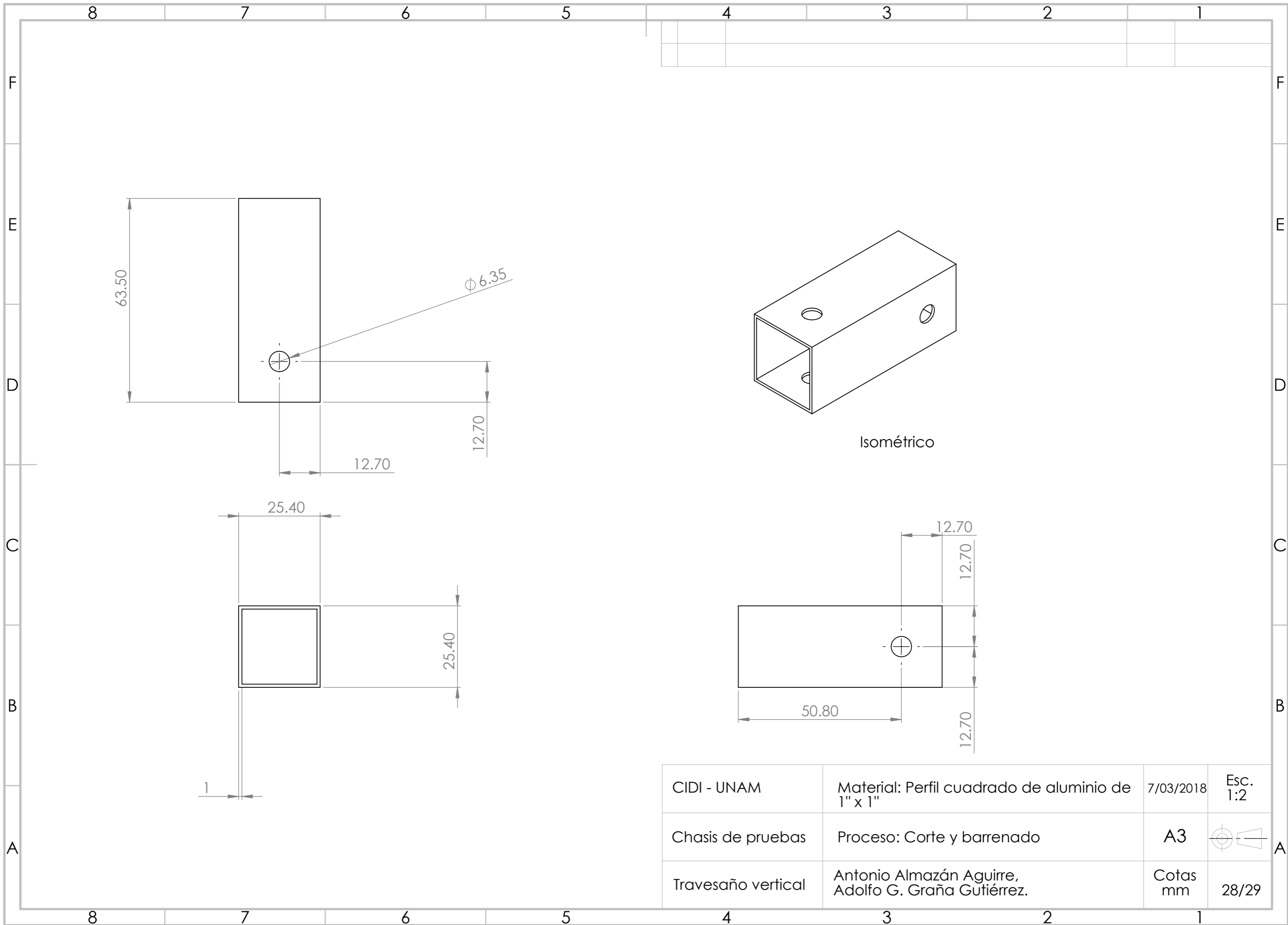


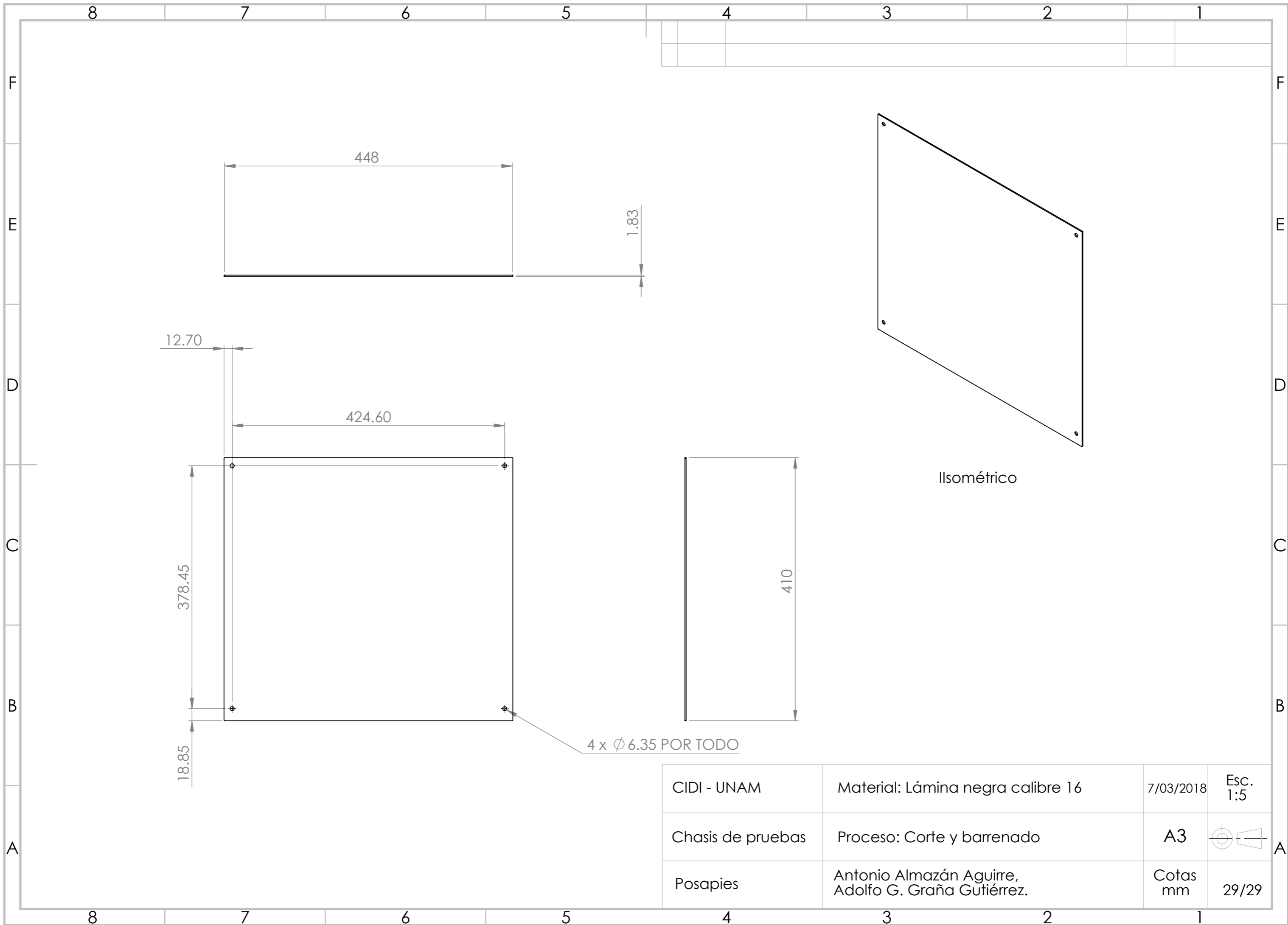
Isométrico



CIDI - UNAM	Material: Perfil cuadrado de aluminio de 1" x 1"	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Travesaño posterior	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	26/29







4 x \varnothing 6.35 POR TODO

Isométrico

CIDI - UNAM	Material: Lámina negra calibre 16	7/03/2018	Esc. 1:5
Chasis de pruebas	Proceso: Corte y barrenado	A3	
Posapies	Antonio Almazán Aguirre, Adolfo G. Graña Gutiérrez.	Cotas mm	29/29