

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

DISEÑO DE SISTEMA DE ALIMENTACIÓN AUTOMÁTICO APLICADO EN TROQUELADORAS Y SIERRAS CIRCULARES PARA INCREMENTAR PRODUCTIVIDAD EN PROCESOS DE CORTE EN LA INDUSTRIA METALMECANICA CI COLAUTO SAS.

FABIO DUBAN QUINTERO MONTOYA

DAVID ENRIQUE FLORIAN MAESTRE

INGENIERIA MECATRONICA

INGENIERIA ELECTROMECHANICA

Director(es) del trabajo de grado

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

2019

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

En el presente proyecto se desarrolla un sistema de alimentación de barras y tuberías cilíndricas implementado en máquinas de corte como troqueladoras y sierras circulares de la empresa Colauto SAS.

Para ello se realiza una matriz de priorización de criterios como, bajo costo en la inversión, alto potencial de ahorros para la compañía, mejora en la velocidad del proceso actual y facilidad de implementación. Se hace una selección del tipo sistema y mecanismo más apropiado según las características de la máquina. Una vez seleccionada la mejor opción, se realizan los cálculos respectivos de cada una de las partes que componen el mecanismo, dentro de los cuales se encuentran tanto las partes a fabricar como los elementos normalizados.

En conclusión, el diseño de este alimentador se logra por medio del modelado a través de un software llamado Inventor. Cuyo propósito es mejorar el producto final de las máquinas de corte en cuanto a calidad, asimismo anular el riesgo mecánico al que se expone el operario al trabajar con sus manos cerca del proceso.

Palabras clave: Alimentador de barras, sistema de alimentación, automatización, procesos de corte.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecer a Dios por habernos fortalecido en los momentos difíciles y por bendecirnos con la oportunidad de formarnos cada día.

Agradecer al Instituto Tecnológico Metropolitano que es un espacio idóneo para el aprendizaje, nos hizo parte suyo y nos dio las herramientas necesarias durante estos años.

A todos los docentes que hicieron parte de esta carrera, por guiar, formar y entregar lo mejor de sí, para formar profesionales capaces de afrontar las diferentes circunstancias que se presentaran en la vida laboral.

A la empresa Colauto S.A.S la cual brindo apoyo y espacio para la ejecución de este proyecto.

Y finalmente a nuestros compañeros que, como un buen equipo, forjamos nuestro rumbo para llevar a cabo los objetivos propuestos, aprendimos de los errores y aprendimos a hacer las cosas de la mejor manera, para ser profesionales íntegros que le aporten a la sociedad y al mundo que nos rodea.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

Ec Ecuación

Fadm Fuerza máxima admitida

\emptyset Diámetro

Fr Fuerza de fricción

Laser Light amplification by stimulated emission of radiation

CNC Control Numérico por Computadora

Chip Consolidated Highly Integrated Processor

GFRP Glass-Fiber Reinforced Plastic

Θ_n ángulo normal de presión

HRC dureza Rockwell C

Lb libras

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1.	INTRODUCCION	6
1.1	Objetivo general.....	7
1.2	Objetivos específicos.	7
1.3	Justificación.....	7
2.	MARCO TEÓRICO	8
2.1	Alimentadores de barras.....	8
2.2	Prensas excéntrica o balancines.	9
2.3	Sistemas de alimentación.	12
2.4	Descripción general y componentes de una red de aire comprimido.....	14
2.5	Cilindros neumáticos.....	16
2.6	Datos de materiales.	23
2.7	Piñones sinfín corona.....	25
3.	METODOLOGÍA	31
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1	Toma de datos	39
4.2	Pruebas de calidad en proceso actual.	43
4.3	Aplicación Matriz de Selección.	45
4.4	Diseño inicial.	46
4.5	Sistema de tope alimentador.....	48
4.6	Cálculos de diseño.....	50
4.7	Sistema neumático.....	69
5.	CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	72
5.1	Conclusiones.	72
5.2	Recomendaciones.....	72
5.3	Trabajo futuro.	73
6.	REFERENCIAS	74
7.	APÉNDICE	76

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. INTRODUCCION

Con base en los conocimientos adquiridos durante el proceso académico, se cuenta con la capacidad de elaborar un proyecto que involucre diferentes conceptos de áreas como diseño industrial, neumática y automatización con el fin de suplir una necesidad bastante evidente en la empresa CI Colauto SAS.

Por medio de un diagnóstico general de los procesos realizados en la compañía, se detecta una necesidad asociada a uno de estos. El hallazgo más visible muestra varias inconsistencias en la operación de máquinas industriales, en este caso sierras circulares y troqueladoras las cuales son utilizadas para corte de tubería y de ejes, respectivamente.

Se evidencia que estos procesos productivos se realizan de una forma completamente manual, donde el operario se encuentra expuesto a movimientos repetitivos, los cuales generan diferentes riesgos de carácter ergonómico.

Por ello, la finalidad de este proyecto es diseñar un alimentador que sea aplicable en procesos de corte realizados en sierras circulares y troqueladoras. La iniciativa del alimentador surge principalmente por la necesidad de disminuir el riesgo de accidentalidad al que se expone el operario, y a su vez aumentar la productividad.

En el marco teórico se detalla información valiosa para la realización del proyecto obtenida por medio de consultas en bases de datos y fuentes digitales enfocadas en diferentes sistemas de alimentación.

Dentro de la metodología podemos encontrar cada uno de los pasos necesarios para lograr cumplir con los objetivos trazados durante la realización de este proyecto. En este capítulo se enumeran uno a uno los sistemas de alimentación obtenidos de las consultas y las posibles opciones para el diseño final.

El capítulo resultados muestra todos los hallazgos, datos e información recopilada durante las muestras tomadas directamente en el proceso. En esta parte del proyecto se encuentra diligenciada la matriz de selección que facilitó la escogencia del sistema correcto y todos los cálculos de diseño realizados.

Al finalizar todas las actividades asociadas a la realización del proyecto, se encuentran varias conclusiones las cuales se evidencian en el capítulo 5 del documento.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1.1 Objetivo general.

Diseñar un sistema de alimentación automática aplicado en troqueladoras y sierras circulares, que permita aumentar la seguridad de los operarios y productividad en procesos de corte en la industria metalmecánica en Colauto SAS.

1.2 Objetivos específicos.

- Diagnosticar el proceso por medio de monitoreo y toma de datos en la operación actual.
- Investigar sistemas de automatización para procesos de corte en sierras y troqueladoras del sector metalmecánico y posteriormente utilizar una técnica de visualización con las diferentes soluciones de diseño.
- Seleccionar por medio de una técnica de evaluación, un sistema de alimentación que cumpla con las condiciones del proyecto y que se adapte a los recursos de la compañía.
- Elaborar planos de fabricación, presupuesto del costo y esquemas de control detallados del concepto seleccionado.

1.3 Justificación.

En la actualidad se evidencian procesos de corte y troquelado de la compañía Colauto SAS, los cuales se realizan en máquinas industriales como son las sierras y las troqueladoras. Los procesos de corte y troquelado, poseen deficiencia en cuanto a productividad, calidad y riesgo mecánico para las personas que interactúan en el proceso.

En productividad, el proceso es realizado de manera manual, paso a paso, la cantidad de piezas producidas dependen de la agilidad y la experiencia de la persona. Como todo proceso productivo, se requiere que el producto final cuente con los estándares de calidad, cumplimiento adecuado de las especificaciones del cliente y la entrega oportuna del producto, priorizando fundamentalmente en este proceso la seguridad integral del operario, pues los riesgos que asumen quienes realizan estas tareas son evidentes (amputación, heridas y aplastamientos), debido a que trabajan con sus manos expuestas a un disco de corte que gira alrededor de 1720 rpm, así como también su cercanía a un proceso de troquelado con capacidad de golpe cercanas a las 30 toneladas.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Alimentadores de barras.

La historia de los alimentadores de barras a nivel mundial, surge tras una idea patentada por la compañía alemana Breuning Irco en 1960, con el modelo IRCO. El cual era un mecanismo accionado por medio de una pesa a un extremo del alimentador, y contaba con un tubo guía de carga, el cual trabajaba como disipador de sonido a la vez. (Breslin, 2003)

Una de las empresas más reconocidas en fabricación de maquinaria industrial del procesamiento de tubo se llama SOCO, fundada en 1979, dedicada a corte de barras y tubos, con el transcurrir del tiempo se desarrollaron procesos de dobles de tubería. SOCO ha construido su reputación al ofrecer tecnología avanzada y un rendimiento en maquinaria insuperable, con varias instalaciones de producción en todo el mundo, se encuentran maquinas tales como cortadoras por medio de láser de fibra, máquinas de corte de tubo, cortadoras CNC, diseñadas para diferentes tipos de materiales, para altas y bajas producciones.

Entre los principales logros obtuvieron, ser el primer fabricante de sierras circulares en Taiwán (sierra en frio), primer fabricante de sierra láser de tubo en Taiwán (Fundación de SOCO Machinery en Taichung, 1979).

Las opciones para el corte de tubo de acero avanzan cada vez más, las demandas de producción por parte de las industrias aumentan en gran magnitud y los desarrollos constantes de la industrialización hacen crecer más las necesidades de las compañías, pasando de cortes tradicionales a procesos con detección por infrarrojos para la activación de la operación de corte en tiempo real. Todos los sistemas tienen carencias y poseen errores estadísticos que se pueden detectar con toma de datos en las diferentes etapas. Los problemas centrales del corte están enfocados en transferir la distancia de corte al movimiento y la señal digital que busca mejorar la precisión del corte. El diseño de un software para el sistema de control del corte de tubo consiste en procesadores de doble chip individual, donde pretende configurar la información del usuario y entregar al controlador, el cual es el encargado de manejar las señales de los sensores infrarrojos, de recibir y enviar la señal de corte con la velocidad requerida. (Ming-Ming, 2011).

Además de los materiales convencionales para la fabricación de tubos de pared delgada, se estudió el rendimiento de los tubos de acero circulares de paredes delgadas reforzadas con fibra de vidrio (GFRP) bajo cargas de impacto axial mediante métodos numéricos y experimentales. Los modos de falla de cada una de las muestras, los efectos del diámetro, ángulo de enrollamiento, la velocidad de impacto, todo

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

esto se estudió a través de pruebas, que fueron validadas mediante el análisis de elementos finitos. (Zhi Xudong, 2018).

Los procesos de mecanizado para corte consumen recursos naturales como flujos de entrada y generan un intenso calor durante el proceso de corte, todo esto debido a la fricción y cizalladura, afectando la vida útil de la herramienta, la tolerancia del corte y el acabado en la superficie. Esta aplicación de fluidos tiene un gran impacto ambiental, tanto por su composición química, como la demanda de agua para la refrigeración del proceso; estos fluidos son tóxicos y no biodegradables, además el costo de su eliminación es muy alto. (Zhi Xudong, 2018).

Por otro lado se encuentra la prensa de forjado en frío que ofrece importantes ventajas en su operación, reduciendo los desperdicios de material entre un 40% y 60%, adicional proporciona mejores características mecánicas en cuanto a la tolerancia. (STAMTEC, 1949).

Otro sistema de alimentación de arrastre, consiste en un mecanismo que funcione por medio de controlador lógico programable en un torno CNC. La ubicación del sistema de arrastre será algo novedoso, en el sentido que, no irá en el lugar convencional de otros modelos de alimentadores (en la parte posterior de husillo, en la torreta porta herramientas, etc.), por el contrario, irá montado en el carro transversal del mismo torno, donde se dispone de un lugar bastante amplio para que no cause ningún problema al momento del trabajo y sea funcional al momento del arrastre y alimentación de las barras. (PÁEZ, 2016).

2.2 Prensas excéntrica o balancines.

El trabajo metálico de láminas es uno de los procesos de transformación de materiales más utilizados en la industria. Comprende operaciones de corte y formado (plegado y embutido) que se realizan usualmente en frío sobre chapas delgadas de metal que provienen del proceso de laminado, cuyo espesor varía, por lo general, de 0,4 mm a 6mm.

Las máquinas que realizan estos trabajos son las prensas, de las que existen infinidad de tipos y modelos, de acuerdo con la función que realizan, como por ejemplo las plegadoras de chapas.

La función general que distingue a las prensas que efectúan las operaciones en láminas es el troquelado (o estampado) y las herramientas utilizadas son punzones y dados o matrices. Por lo tanto, las prensas que realizan estos trabajos se conocen con el nombre genérico de prensas troqueladoras.

En el mercado se dispone de prensas troqueladoras de varias capacidades, sistemas de potencia y clases de armazón. Dentro de la variada gama, los diseños más simples y menos rigurosos comprenden los llamados balancines o prensas excéntricas. En algunos países estos dos términos se manejan como sinónimos. En otros, se reconocen diferencias mínimas entre ambos, en el sentido que los balancines ejercen menor presión, pero poseen mayor velocidad que otras prensas. Y finalmente, estas máquinas también se conocen con el nombre de prensas mecánicas, troqueladoras

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

mecánicas, prensas excéntricas inclinables o balancines mecánicos. A los fines prácticos, en este artículo vamos a unificar la denominación como balancín.

Como podemos apreciar en la Figura 1 el diseño básico de los balancines es muy similar al de las prensas más sencillas.

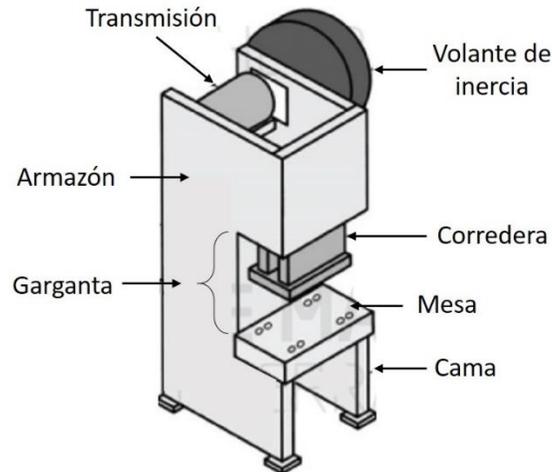


Figura 1. Prensa excéntrica o balancín (De Maquinas y Herramientas, 2013)

Se trata de una máquina herramienta formada por una cama o bastidor, una mesa fija o desplazable y una corredera o pisón que se mueve verticalmente. Sobre la mesa se coloca la matriz y en la corredera se fija el punzón. La corredera está accionada por un mecanismo de excéntrica unida a una biela, que transforma el movimiento circular del eje accionado por un motor, en un movimiento de vaivén. El esfuerzo deformador se obtiene de la energía cinética producida por el giro de un volante de inercia. El movimiento de giro del volante es transformado en movimiento lineal vertical de la corredera por medio de un husillo. Como el volante puede girar en ambos sentidos, la corredera puede bajar y subir. El disparo de un balancín se realiza mediante el accionamiento de un pedal y su correspondiente conjunto de palancas, aunque los modelos más modernos incorporan un sistema de disparo eléctrico. (De Maquinas y Herramientas, 2013)

Tipos de balancines.

Teniendo en cuenta su estructura, el tipo más común de balancín es el de cuello de cisne, que puede ser de simple efecto (admiten solamente el desplazamiento de la corredera) o de doble efecto (desplazamiento independiente y simultáneo de la mesa y la corredera). La denominación cuello de cisne proviene de las máquinas más antiguas, cuyo armazón presentaba un arco en esa forma. Hoy en día ese tipo de armazón ha caído en desuso, pero conserva su forma de "C", con una garganta (o escote) de gran amplitud que permite el acceso a la mesa de trabajo desde el frente y los laterales. Por lo general, los

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

balancines de potencia media-alta incorporan dos barras tensoras en la garganta, a fin de evitar roturas y poder utilizar la máquina en trabajos más severos. Algunos modelos también presentan excéntricas de dos bielias independientes, capaces de realizar dos fases sucesivas de troquelado/estampado por ciclo de trabajo.

Hay dos subtipos de balancines de cuello de cisne:

Volante lateral: en este tipo la excéntrica tiene dos puntos de apoyo y las máquinas pueden ser inclinables. Son los más usados y se emplean para trabajos de mediana magnitud con potencias de 10 a 100 toneladas.

Volante frontal: la excéntrica posee un solo punto de apoyo y por tal razón se emplean en trabajos livianos donde se requiere poca potencia. (De Maquinas y Herramientas, 2013)

Parámetros de los balancines.

Al igual que con muchas otras prensas, los parámetros que distinguen los balancines se vuelven importantes a la hora de elegir un modelo, por lo que se deben tener en cuenta estas características básicas que varían ampliamente.

Tipo de armazón: como ya señalamos, el diseño más empleado de balancines es una estructura en “C” llamada cuello de cisne. Pueden incluir tensores de refuerzo y ser de volante frontal o lateral; en este último caso, también pueden ser inclinables.

Fuerza nominal: la fuerza generada por la máquina (expresada en toneladas) varía a lo largo de su recorrido en función del ángulo de aplicación de la fuerza. Cuanto más próximo esté el punto de aplicación al punto muerto inferior mayor será la fuerza, siendo en este punto teóricamente infinita. La fuerza nominal de un balancín es proporcional a su tamaño, pudiendo encontrarse en el mercado desde pequeños balancines de banco de 1-2 toneladas hasta grandes máquinas de 200-250 toneladas.

Velocidad: la velocidad de un balancín está dada por el número de golpes por minuto. Así, y dependiendo del tamaño de la máquina, los modelos convencionales ofrecen entre 12-200 golpes por minuto.

Tipo de carrera: el desplazamiento o carrera de una corredera es la distancia en que dicha corredera se mueve desde el punto muerto superior al punto muerto inferior y determina la altura o longitud máxima de la pieza a procesar. Los balancines pueden ser de carrera fija o regulable. La regulación de la carrera se realiza mediante un sistema dentado capaz de ofrecer un gran número de longitudes disponibles. Naturalmente, la carrera regulable es la que más utilidad ofrece.

Otros parámetros como la profundidad de la garganta, las dimensiones de la mesa de trabajo, de la corredera y de la propia máquina brindarán una idea del tamaño y la solidez de las piezas que puede soportar cada balancín.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

De amplio uso en la industria metalúrgica tanto para trabajos ligeros como medianos, el balancín permite realizar generalmente una sola operación en cada golpe, tiene baja productividad y normalmente es necesario el uso de otras prensas para concluir una pieza. Su uso más difundido es para fabricar piezas sencillas como arandelas, accesorios y pequeñas piezas de electrodomésticos. (De Maquinas y Herramientas, 2013)

2.3 Sistemas de alimentación.

Se deben poner a consideración varios tipos de sistemas para la fabricación del alimentador, entre los más usados en la industria tenemos los siguientes:

Sistema hidráulico.

Los fluidos, ya sean líquidos o gases son importantes medios para transmitir señales y/o potencias, y tienen un amplio campo de aplicación en las estructuras productivas. Los sistemas en el que el fluido puesto en juego es un líquido se llaman sistemas hidráulicos. El líquido puede ser, agua, aceites, o sustancias no oxidantes y lubricantes, para evitar problemas de oxidación y facilitar el desplazamiento de las piezas en movimiento.

Los sistemas hidráulicos tienen un amplio campo de aplicación, podemos mencionar, además de la prensa hidráulica, el sistema hidráulico de accionamiento de los frenos, elevadores hidráulicos, el gato hidráulico, los comandos de máquinas herramientas o de los sistemas mecánicos de los aviones, etc., en estos casos el líquido es aceite. Estos mecanismos constan de una bomba con pistón de diámetro relativamente pequeño, que al trabajar genera una presión en el líquido, la que al actuar sobre un pistón de diámetro mucho mayor produce una fuerza mayor que la aplicada al pistón chico, y que es la fuerza utilizable.

Los circuitos hidráulicos básicos están formados por cuatro componentes:

Un depósito para guardar el fluido hidráulico, una bomba para forzar el fluido a través del circuito, válvulas para controlar la presión del fluido y su flujo, y uno o más actuadores que convierten la energía hidráulica en mecánica. Los actuadores realizan la función opuesta a la de las bombas. El depósito, la bomba, las válvulas de control y los actuadores son dispositivos mecánicos. (Castiñeira, s.f.)

Sistemas robóticos.

La integración de sistemas robóticos en ambientes industriales es una opción atrayente para empresas que quieren automatizar sus procesos de fabricación. Los robots pueden aumentar la eficiencia, la productividad y el control de calidad.

Para algunas tareas, robots pueden ser superiores a los seres humanos en términos de la calidad del trabajo que es producido, principalmente en los casos donde se exige alta precisión de posición, alto nivel de repetitividad, ningún desvío debido a la fatiga e inspección de alta precisión.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

También con relación a la flexibilidad, los robots son siempre más flexibles para cambios que la automatización fija, y casi siempre son más rápidos de lo que se espera de las soluciones más flexibles donde se usa la mano de obra humana.

El principal aspecto limitante de la introducción de un robot para una empresa es la inversión inicial y necesaria para sacar el máximo provecho de la curva de aprendizaje. Dependiendo del proyecto, usted puede ser capaz de recuperar su inversión dentro de un año. Además de los aspectos financieros, usted también debe considerar que la introducción de robots en un proceso de fabricación también puede significar mejoría de producción. En realidad, como el robot irá a ayudar a los empleados a alcanzar sus metas de producción, habrá menos estrés y más valor agregado a los trabajos realizados en la fabricación del producto.

Robots colaborativos y robots de fuerza limitada están diseñados para aprender y adaptarse a las nuevas tareas, según sea necesario, al igual que un compañero humano. Esto requiere un movimiento controlado y seguro activado por un motor servo controlado de alta calidad con el fin de operar con seguridad junto con sus homólogos humanos. La versatilidad de la colaboración entre el ser humano y el robot promete traer nuevas capacidades y eficiencias a sectores tan diversos como el envasado, la automatización industrial, procesamiento de alimentos y bebidas, ciencias de la vida, la automatización médica, y otras más.

El uso de robots automatizados en líneas de producción industrial es una realidad consolidada en todo el mundo y ha mostrado un crecimiento exponencial en los últimos años. En la industria fue de 4,0, la demanda de soluciones de automatización está creciendo de manera constante en prácticamente todos los sectores. (Rua Monsenhor Alcindo Carlos Veloso de Siqueira, 2015).

Sistemas neumáticos.

La palabra neumática se refiere al estudio del movimiento del aire y así en sus comienzos el hombre utilizó el viento en la navegación y en el uso de los molinos para moler grano y bombear agua. En 1868 George Westinghouse fabricó un freno de aire que revolucionó la seguridad en el transporte ferroviario. Es a partir de 1950 que la neumática se desarrolla ampliamente en la industria con el desarrollo paralelo de los sensores.

Los sistemas de aire comprimido proporcionan un movimiento controlado con el empleo de cilindros y motores neumáticos y se aplican en herramientas, válvulas de control y posicionadores, martillos neumáticos, pistolas para pintar, motores neumáticos, sistemas de empaquetado, elevadores, herramientas de impacto, prensas neumáticas, robots industriales, vibradores, frenos neumáticos, etc.

Las ventajas que presenta el uso de la neumática son el bajo coste de sus componentes, su facilidad de diseño e implementación y el bajo par o la fuerza escasa que puede desarrollar a las bajas presiones con que trabaja (típico 6 bar) lo que constituye un factor de seguridad.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Otras características favorables son el riesgo nulo de explosión, su conversión fácil al movimiento giratorio, así como al lineal, la posibilidad de transmitir energía a grandes distancias, una construcción y mantenimiento fáciles y la economía en las aplicaciones.

Entre las desventajas figura la imposibilidad de obtener velocidades estables debido a la compresibilidad del aire, los altos costes de la energía neumática y las posibles fugas que reducen el rendimiento. (Solé, 2011)

2.4 Descripción general y componentes de una red de aire comprimido

Una red de aire comprimido es el conjunto de todas las tuberías que parten del depósito, colocadas fijamente unidas entre sí y que conducen el aire comprimido a los puntos de toma para los equipos consumidores individuales.

En general una red de aire comprimido de cualquier industria cuenta con los siguientes 8 dispositivos mostrados a continuación.

Equipos de filtración previos al compresor. Estos dispositivos son utilizados para eliminar las impurezas del aire antes de la compresión con el fin de proteger al compresor y evitar el ingreso de contaminantes al sistema.

Compresor. Es el encargado de convertir la energía mecánica, en energía neumática comprimiendo el aire. La conexión del compresor a la red debe ser flexible para evitar la transmisión de vibraciones debidas al funcionamiento del mismo.

Equipos de enfriamiento del aire comprimido. Los equipos de enfriamiento o postenfriadores son la inversión más rentable para reducir las altas temperaturas del aire comprimido que sale del compresor. Es necesario enfriar el aire a 30°C – 35°C antes de que entre al secador o filtro en el tratamiento posterior del aire comprimido.

- **Postenfriador aire – aire.** En lugares donde el aire tiene alta presencia de contaminantes, la utilización de este equipo es cuestionable, ya que, aunque el fluido de trabajo es gratuito (menor costo de operación), la cantidad de mantenimiento aumenta los costos.
- **Postenfriador aire – agua.** Tiene alta eficiencia, menor necesidad de espacio y mayor costo de operación por el fluido de trabajo y la instalación.

Depósitos. Almacenan el aire comprimido y equilibran las pulsaciones del aire procedente del compresor, a la vez que suministra una superficie grande de intercambio de calor que permite disminuir parcialmente la alta temperatura del aire luego de la compresión. Los tanques o pulmones tienen como función principal regular el caudal, evitar cambios bruscos en la presión y el asentamiento de partículas y humedad.

Equipos de filtración en línea. Se encargan de filtrar y eliminar las partículas de polvo del aire comprimido hasta una calidad adecuada para el promedio de aplicaciones conectadas a la red.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Secadores. Se utilizan para aplicaciones que requieren un aire supremamente seco.

Red de conductos. Se pueden dividir en conductos principales, que conectan el compresor con el anillo de distribución, y las tuberías o ramales de distribución, desde los que se alimentan las derivaciones a cada herramienta o punto de consumo.

Equipos adicionales. Equipos de purga, unidades de mantenimiento (formadas por filtro, regulador de presión y lubricador), secadores adicionales, instrumentación, etc.

Entre los equipos adicionales podemos encontrar los siguientes, ver Figura 2.



Figura 2. Equipos adicionales para el sistema de aire comprimido. (Sistemas Neumaticos, 2012)

Las válvulas de alivio, Ver figura 2A. Son elementos diseñados para proteger un sistema cuando la presión de un fluido supera un valor determinado, evitando explosiones en tuberías y otros elementos involucrados en la red neumática.

Entre otros elementos importantes encontramos el manómetro neumático, ver figura 2B. Este elemento es el encargado de marcar la medida de la presión actual de un sistema, con este elemento se puede hacer seguimiento y control a las presiones requeridas.

En los sistemas neumáticos es indispensable contar con aire de calidad, para esto se utiliza la unidad de mantenimiento, ver figura 2C. Este elemento es de gran importancia en toda red neumática, está dividido en tres partes donde cada una cumple una tarea distinta.

Filtro de aire: Tiene la función de separar todas las impurezas (Partículas de metal, suciedad, etc.) del aire comprimido y el agua condensada. En la actualidad las maquinas requieren una entrada de aire de excelente calidad.

Regulador de presión: Su principal función es mantener la presión de trabajo en un valor adecuado para el componente que lo requiere y además dicho valor debe ser constante.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Lubricador de aire: Este componente tiene la misión de lubricar los elementos neumáticos ubicados a la salida de la unidad de mantenimiento, con el objetivo de prevenir desgaste exagerado de las piezas móviles, reducir el rozamiento y proteger los elementos contra la corrosión.

2.5 Cilindros neumáticos.

Elementos capaces de transformar la energía neumática en mecánica por medio de un conjunto formado entre un embolo que se desliza sobre la parte interior de una camisa y un vástago que es el encargado de ejercer la fuerza de salida. Los cilindros neumáticos más utilizados son los siguientes:

Cilindros de simple efecto: Los cilindros de simple efecto son aquellos que solo realizan un trabajo cuando se desplaza su elemento móvil (vástago) en un único sentido; es decir, realizan el trabajo en una sola carrera de ciclo. El retroceso se produce al evacuar el aire a presión de la parte posterior, lo que devuelve al vástago a su posición de partida.

Estos cilindros se utilizan para trabajos de desplazamientos cortos en los que el vástago del cilindro no realice carreras superiores, generalmente, a 100 mm.

Para aplicaciones de fijación o de remache de piezas, por ejemplo, se emplean también cilindros de membrana, en los cuales, una membrana de plástico o de metal reemplazan al embolo. Las carreras en este caso son mucho más cortas que las anteriores, aproximadamente 50 y 80 mm. (Sistemas Neumaticos, 2012).

En la siguiente representación apreciamos un cilindro de simple efecto y sus partes. Ver Figura 3

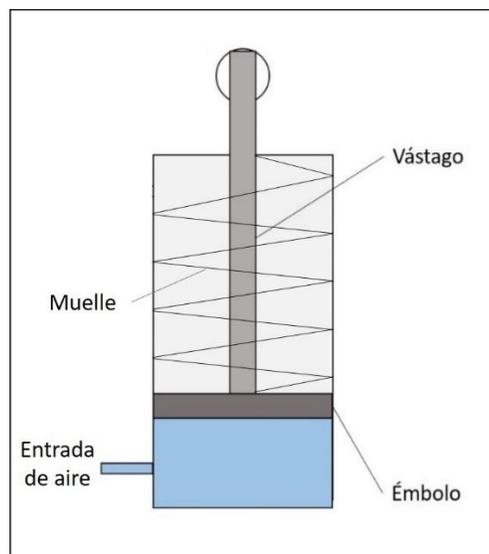


Figura 3. Cilindro de simple efecto. (Sistemas Neumaticos, 2012)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Cilindros de doble efecto: Los cilindros de doble efecto son capaces de producir trabajo útil en dos sentidos, ya que disponen de una fuerza activa tanto en avance como en retroceso. Se construyen siempre en formas de cilindros de embolo y poseen dos tomas para aire comprimido, cada una de ellas situada en una de las tapas del cilindro, ver Figura 4.

Se emplea, en los casos en los que el émbolo tiene que realizar también una función en su retorno a la posición inicial. La carrera de estos cilindros suele ser más larga (hasta 200 mm) que, en los cilindros de simple efecto, hay que tener en cuenta el pandeo o curvamiento que puede sufrir el vástago en su posición externa.

Cuando el aire comprimido entra por la toma situada en la parte posterior (1), desplaza el émbolo y hace salir el vástago (avance). Para que el émbolo retorne a su posición inicial (retroceso), se introduce aire por la toma situada en la tapa delantera (2). De esta manera, la presión actúa en la cara del émbolo en la que está sujeta el vástago, lo que hace que la presión de trabajo sea algo menor debido a que la superficie de aplicación es más pequeña. Hay que tener en cuenta que en este caso el volumen de aire es menor, puesto que el vástago también ocupa volumen. (Sistemas Neumaticos, 2012)

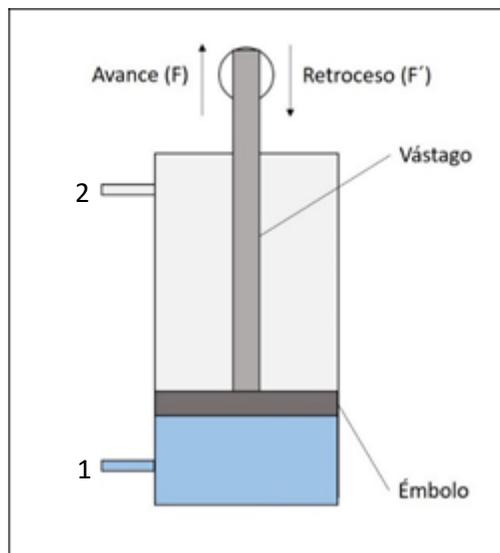


Figura 4. Cilindro de doble efecto. (Sistemas Neumaticos, 2012)

Partes del cilindro de doble efecto.

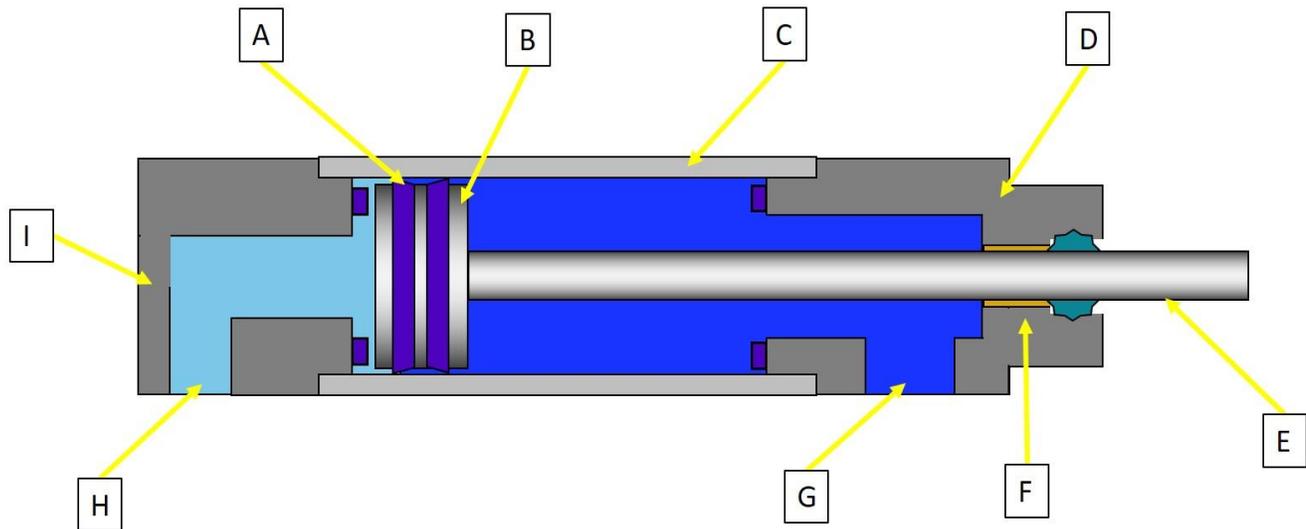


Figura 5. Partes cilindro de doble efecto. (Autoría propia)

- A. **JUNTAS DINAMICAS:** Las juntas dinámicas alrededor del pistón cumple la función de sellos para evitar fugas de aire entre las cámaras del cilindro, se le llama juntas dinámicas ya que se encuentran realizando un movimiento contante al interior del cilindro cuando este se acciona, ver Figura 5.
- B. **PISTON:** Es un disco que se ajusta firmemente a la parte interna del cilindro. Este se mueve en un sentido u otro dependiendo del extremo en el cual entra el aire comprimido en el cilindro. El aire comprimido que empuja contra el pistón mueve un conjunto de pistón y vástago, ver Figura 5.
- C. **CAMISA:** De esta manera se le conoce a la parte interna del cilindro por donde realiza el desplazamiento el pistón, ver Figura 5.
- D. **TAPA DELANTERA:** Esta se encarga de realizar tope al pistón cuando el conjunto entre pistón y vástago han llegado a su máximo avance, ver Figura 5.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- E. **VASTAGO:** Esta parte en forma de eje va adherida al pistón realizando de manera conjunta el movimiento dentro del cilindro, a diferencia del pistón, el vástago realiza su desplazamiento sobre los sellos instalados en la tapa delantera del cilindro, ver Figura 5.
- F. **JUNTAS ESTATICAS:** A diferencia de las juntas dinámicas, estas juntas o sellos no realizan movimiento alguno, en el caso del cilindro es el vástago el que se desplaza sobre estas, su principal función es evitar fugas de aire durante el accionamiento, ver Figura 5.
- G. **ENTRADA/SALIDA AIRE DELANTERA:** Orificio por el cual ingresa el aire al cilindro realizando el movimiento de retroceso del conjunto pistón – vástago, ver Figura 5.
- H. **ENTRADA/SALIDA AIRE TRASERA:** Contrario a la anterior definición, al ingresar aire por este orificio, el conjunto pistón – vástago realiza el movimiento de avance llevando el vástago hasta el punto de máximo recorrido, ver Figura 5.
- I. **TAPA TRASERA:** Tope donde reposa el pistón en su punto inicial de recorrido, ver Figura 5.

Coeficiente de pandeo de un cilindro.

La fuerza máxima admitida por un vástago está relacionada con el pandeo del mismo, el cual es un factor limitado en la selección de un cilindro. Éste se manifiesta por una flexión lateral del vástago que genera esfuerzos radiales sobre bujes y camisa de los cilindros, acortando su vida útil hasta produciendo la rotura. (MICRO, 2019)

A continuación se relaciona la fuerza admisible para que el vástago del cilindro no este expuesto a flexión, a través de la Ec (1)

$$f_{adm} \leq \frac{20350 \varnothing^4}{C^2 * K^2} \quad \text{Ec (1)}$$

Fadm= fuerza máxima admitida

\varnothing = diámetro del vástago (mm)

C= carrera de trabajo.

K= coeficiente de compresión dependiendo del montaje,

El coeficiente de compresión depende del montaje como se muestra en la Figura 6

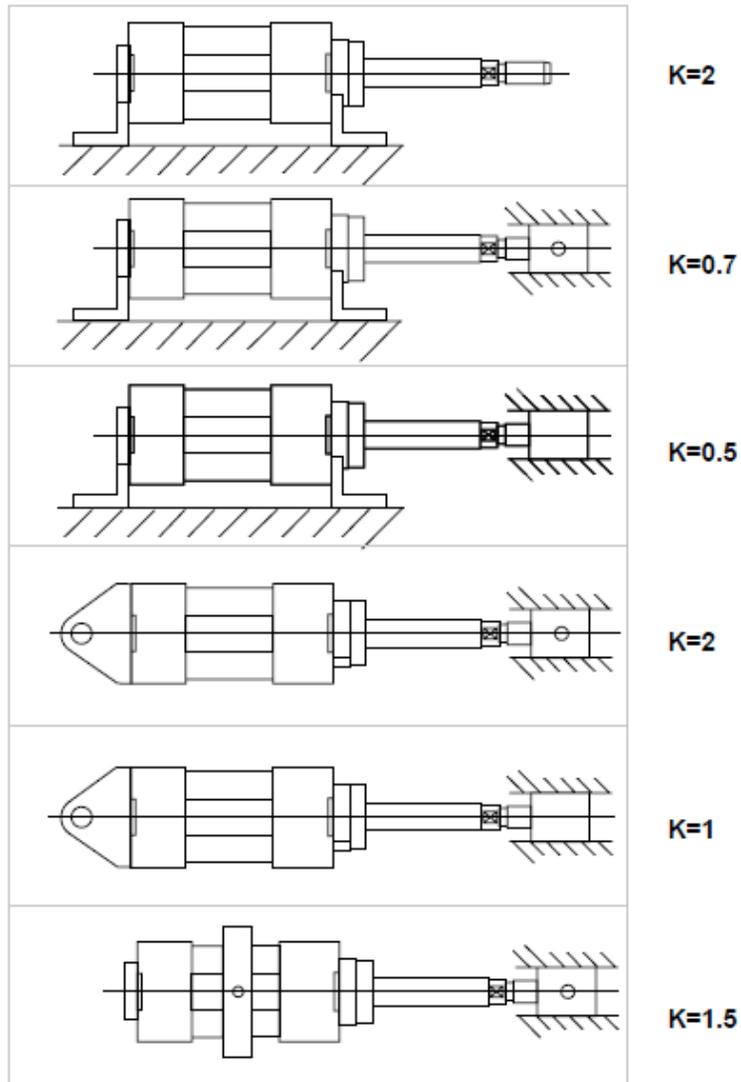


Figura 6. Coeficientes de pandeo. (MICRO, 2019)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Troqueladora.

Este proceso a diferencia del realizado en la sierra circular, no cuenta con una mordaza que amarre el material al momento del corte. Esto no solo afecta en cuanto a la productividad, sino que genera un riesgo mayor a la salud del operario, quien opera la máquina recibe todo el impacto en sus extremidades superiores puesto a que la función de la troqueladora es realizar el corte de material con la ayuda del herramental de corte por medio de un golpe seco, ver Figura 7.

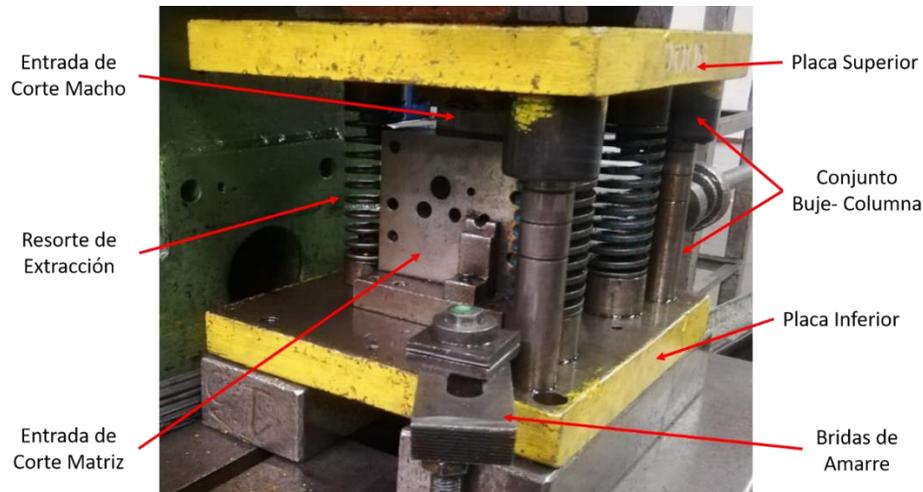


Figura 7. Herramental de Corte. (Auditoria propia)

El troquel o herramental de corte está compuesto por varias partes como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, entre ellas encontramos las siguientes:

Placas superior e inferior: Estas placas son muy importantes en la fabricación de un troquel ya que son la base para soportar todos los elementos por los cuales está compuesto y adicional a esto sirven como superficie de amarre del herramental a la máquina.

Resortes de extracción: Este componente es el encargado de reposicionar la placa superior luego de que la troqueladora impacta sobre ella para generar el corte, estos se utilizan para troqueles cuyo amarre solo se hace en la parte inferior.

Bridas de amarre: Este elemento metálico es el encargado de fijar la placa inferior del herramental a la mesa de la troqueladora.

Conjunto buje – columna: Este conjunto consta de un buje metálico y una columna de diámetro similar al diámetro interior del buje, la diferencia entre estos diámetros es de 3 centésimas para lograr un ajuste deslizante entre ellos haciendo las veces de guías del herramental.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Entrada de material matriz: Esta parte es una de las encargadas de generar el corte por cizallamiento al material, está compuesta por agujeros de diferentes los cuales son utilizados dependiendo de la medida del material a cortar.

Entrada de material macho: Este bloque metálico se encuentra instalado dentro de la matriz antes mencionada, el macho realiza la fuerza en la parte superior de la varilla generando el cizallamiento junto con la matriz.

Las medidas del material cortado en estas máquinas varían tanto en diámetro como en longitud. La matriz de entrada de material fue diseñada con diámetros diferentes de acuerdo a la necesidad mientras que la longitud es regulable por medio de un tope metálico ubicado a la salida del herramental.

El sistema de tope para la troqueladora es igual a la sierra circular con el agravante que no cuenta con la mordaza y el operario es el único responsable que el material conserve su posición al momento del corte.

Realizando una visita al sitio del proceso se evidencia que el operario debe mantener las manos lo más cerca posible al herramental de corte con el fin de garantizar la medida del producto final, ver Figura 8. El operario expresa que muchas veces se presentan elevadas diferencias en medidas debido a que el tope se desplaza a medida que se golpea con el extremo de las varillas.

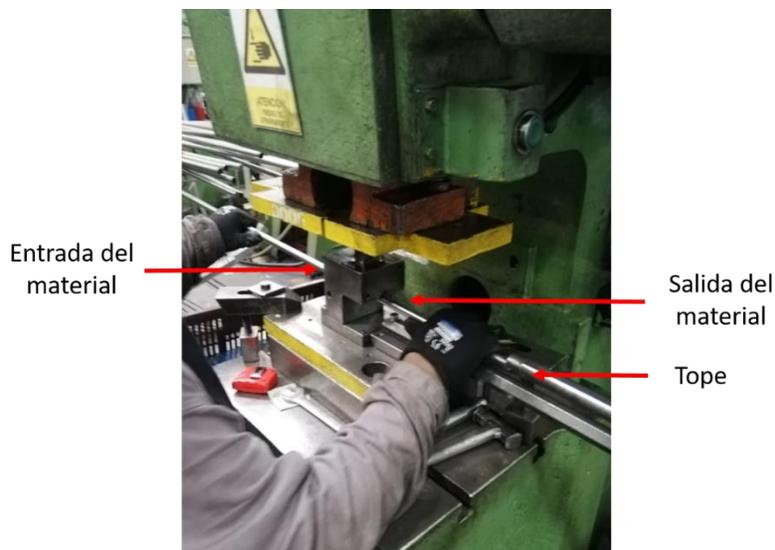


Figura 8. Corte de eje por troquelado (Auditoria propia)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.6 Datos de materiales.

El cálculo del peso está relacionado con la densidad de material, donde este se define como la masa por unidad de volumen, en la Tabla 1, se evidencian los valores correspondientes para cualquier material. (ÇENGEL, 2011).

Tabla 1. Propiedades de los materiales (ÇENGEL, 2011)

Propiedades de líquidos, sólidos y alimentos comunes (Conclusión)					
Sólidos (los valores son para temperatura ambiente, excepto que se indique otra cosa)					
Sustancia	Densidad ρ kg/m ³	Calor específico c_p kJ/kg · K	Sustancia	Densidad ρ kg/m ³	Calor específico c_p kJ/kg · K
METALES			NO METALES		
Acero dulce	7,830	0.500	Arena	1520	0.800
Aluminio			Arcilla	1000	0.920
200 K		0.797	Asfalto	2110	0.920
250 K		0.859	Caucho (blando)	1100	1.840
300 K	2,700	0.902	Caucho (duro)	1150	2.009
350 K		0.929	Concreto	2300	0.653
400 K		0.949	Diamante	2420	0.616
450 K		0.973	Grafito	2500	0.711
500 K		0.997	Granito	2700	1.017
Bronce (76% Cu, 2% Zn, 2% Al)	8,280	0.400	Hielo		
Cobre			220 K		1.71
-173°C		0.254	240 K		1.86
-100°C		0.342	260 K		2.01
-50°C		0.367	273 K	921	2.11
0°C		0.381	Ladrillo común	1922	0.79
27°C	8,900	0.386	Ladrillo refractario (500°C)	2300	0.960
100°C		0.393	Madera contrachapada (abeto Douglas)	545	1.21
200°C		0.403	Maderas duras (maple, encino, etc.)	721	1.26
Hierro	7,840	0.45	Maderas suaves (abeto, pino, etc.)	513	1.38
Latón amarillo (65% Cu, 35% Zn)	8 310	0.400	Piedra	1500	0.800
Magnesio	1,730	1.000	Piedra caliza	1650	0.909
Níquel	8,890	0.440	Vidrio para ventanas	2700	0.800
Plata	10,470	0.235	Vidrio pirex	2230	0.840
Plomo	11,310	0.128	Yeso o tabla de yeso	800	1.0
Tungsteno	19,400	0.130			

Resistencia a la fatiga.

La resistencia a la fatiga de un material es la capacidad de resistir cargas a la fatiga. En general es el valor del esfuerzo que puede resistir un material durante una cantidad de ciclos de carga. (Shigley, 2008)

Factor del material.

Tabla 2. Factor de material (Mott, 2006)

FACTOR DE MATERIAL C_m			
Acero forjado	$C_m = 1.0$	Hierro colado maleable	$C_m = 0.80$
Acero colado	$C_m = 0.80$	Hierro gris	$C_m = 0.70$
Acero pulverizado	$C_m = 0.76$	Hierro colado dúctil	$C_m = 0.66$

Factor de confiabilidad.

Tabla 3. Factor de confiabilidad. (Mott, 2006)

CONFIABILIDAD DESEADA	
0.50	1.0
0.90	0.90
0.99	0.81
0.999	0.75

Fuerza de fricción.

Cuando un cuerpo en movimiento se desliza sobre una superficie existe una resistencia contraria la cual es llamada fuerza de fricción, dependiendo de la magnitud de la fuerza aplicada su comportamiento tiene dos reacciones, fuerza de fricción estática y fuerza de fricción cinética. (Serway, 2008).

$$F_r = \mu * n \quad \text{Ec (2)}$$

Donde;

F_r = fuerza de fricción.

μ = coeficiente de fricción.

n = Fuerza normal

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 4. Coeficientes de fricción. (Serway, 2008)

COEFICIENTES DE FRICCIÓN		
<i>Material</i>	μ_s	μ_k
Hule sobre concreto	1.0	0.8
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Vidrio sobre vidrio	0.94	0.4
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Madera sobre madera	0.25–0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Madera encerada sobre nieve seca	—	0.04
Metal sobre metal (lubricado)	0.15	0.06
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Hielo sobre hielo	0.1	0.03
Articulación sinovial en humanos	0.01	0.003
Nota: Todos los valores son aproximados. En algunos casos el coeficiente de fricción puede superar 1.0.		

2.7 Piñones sinfín corona.

Autor retención es la condición en la que el sinfín impulsa la corona, pero si al eje de la corona se le aplica un par torsional, el sinfín no gira. El atoramiento se debe a la fuerza de fricción entre las roscas del sinfín y los dientes de la corona, que dependen mucho del ángulo de avance.

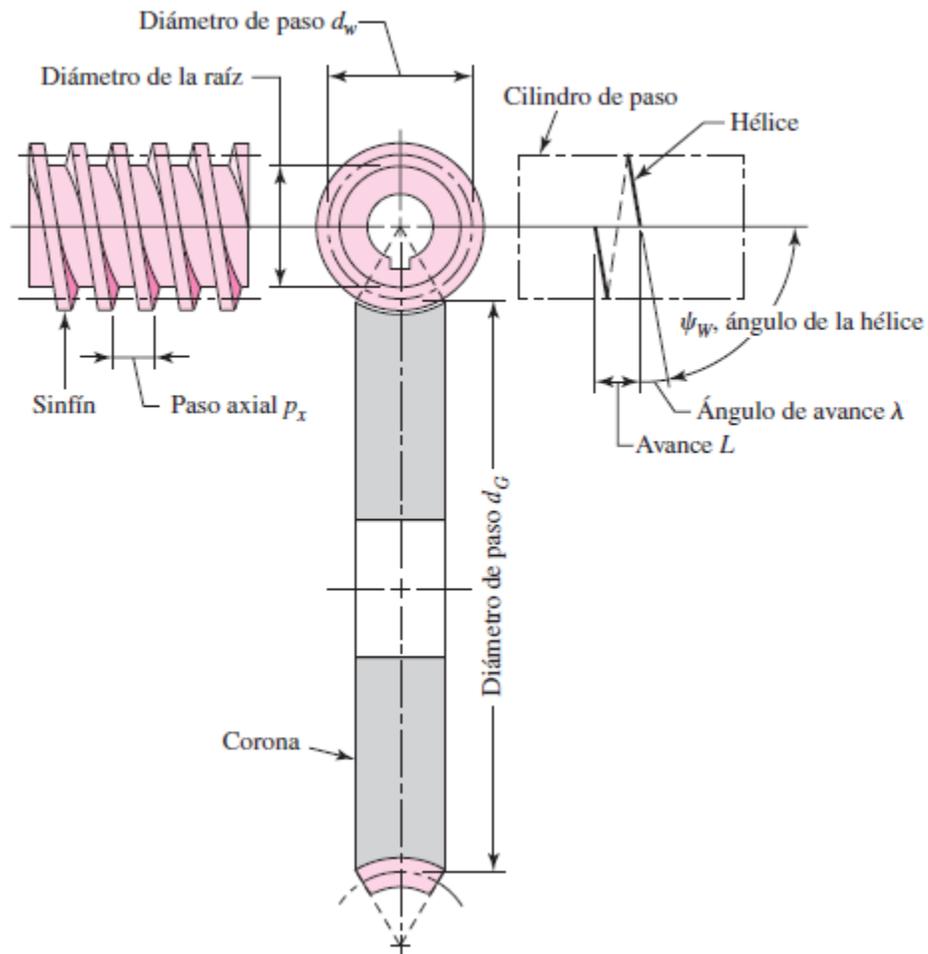


Figura 9. Engranaje sinfín corona. (Shigley, 2008)

El paso axial es el mismo que el paso circular transversal del engrane, dado por Ec (3)

$$P_x = P_t$$

Ec (3)

Norma ANSI/AGMA 6034-B92.

Esta norma se aplica a la clasificación y el diseño de reductores de velocidad de tornillo sin fin cilíndrico y motorreductores con ejes de salida sólidos o huecos y reducciones simples o múltiples, incluidos otros tipos de engranajes utilizados en conjunto con el tornillo sin fin cilíndrico. La clasificación y las consideraciones de diseño contenidas en esta norma son válidas para velocidades de rotación que no superen las 3600 rpm y velocidades de deslizamiento en la malla de no más de 6000 pies / min (30 m / s). (AGMA, 2016)

Según la norma AGMA se relaciona la fuerza tangencial permisible en el diente de del engrane del sinfín, la cual está definida por los siguientes factores.

$C_s =$ factor del material, ver Figura 10.

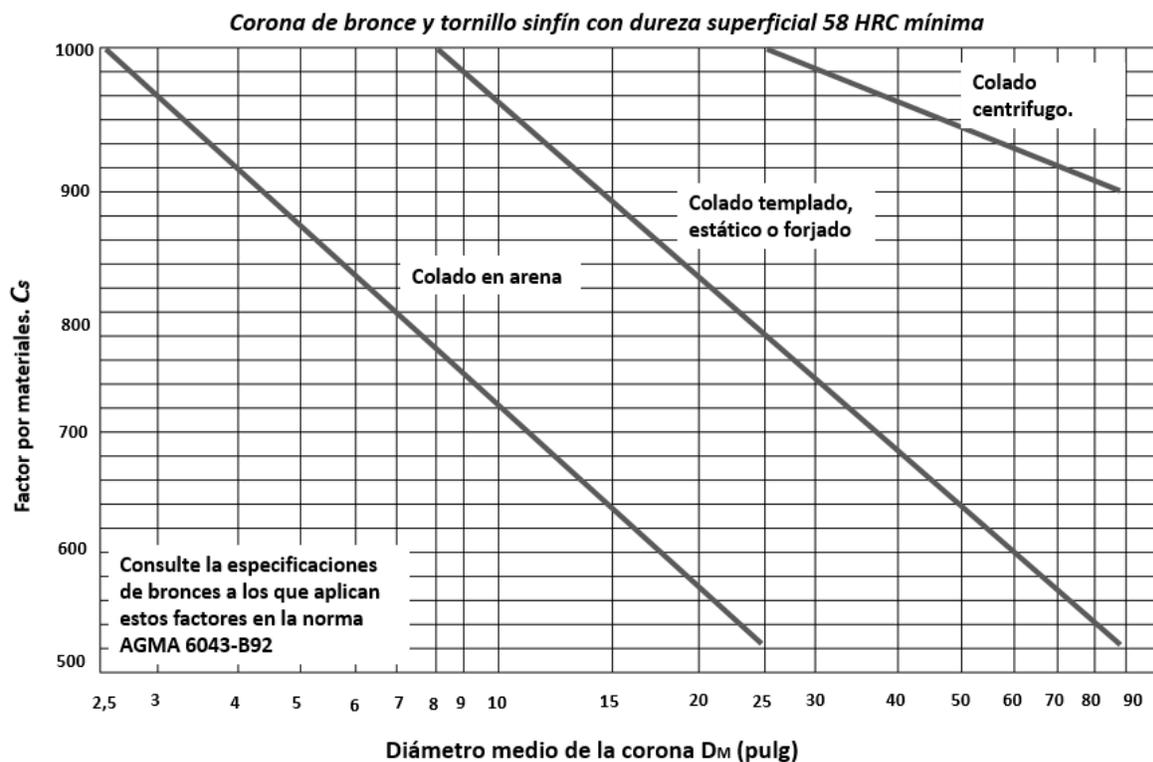


Figura 10. Factor del material C_s . (Mott, 2006)

También se encuentra definido por la Ec (4). (Mott, 2006)

$$C_s = 270 + 10,37 C^3 \quad C \leq 3 \text{ pulg} \quad \text{Ec (4)}$$

Para engranajes fundidos en arena se tiene un factor de material es por medio de la siguiente Ec (5). (Mott, 2006)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$C_s = \begin{cases} 1000 & C > 3 \text{ pulg} & D_g \leq 2,5 \text{ pulg} \\ 1190 - 477 \log D_g & C > 3 \text{ pulg} & D_g > 2,5 \text{ pulg} \end{cases} \quad \text{Ec (5)}$$

Para engranajes enfriados en fundición el factor del material está dado por la siguiente Ec (6). (Mott, 2006)

$$C_s = \begin{cases} 1000 & C > 3 \text{ pulg} & D_g \leq 8 \text{ pulg} \\ 1412 - 456 \log D_g & C > 3 \text{ pulg} & D_g > 8 \text{ pulg} \end{cases} \quad \text{Ec (6)}$$

Para engranajes hecho en fundición centrífuga se define el factor de material por medio de la Ec (7)

$$C_s = \begin{cases} 1000 & C > 3 \text{ pulg} & D_g \leq 25 \text{ pulg} \\ 1251 - 180 \log D_g & C > 3 \text{ pulg} & D_g > 25 \text{ pulg} \end{cases} \quad \text{Ec (7)}$$

El favor de relación de corrección se puede definir por medio de la

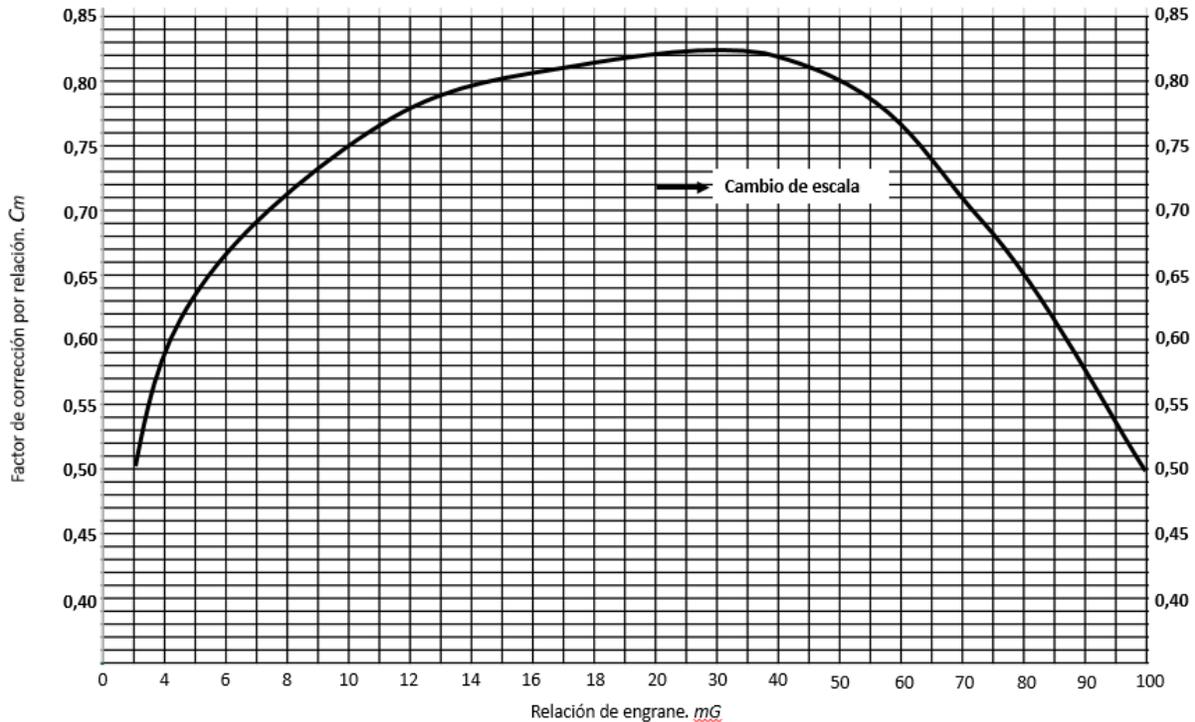


Figura 11. Factor de corrección de relación.

El factor de corrección está dado por la Ec (8)

$$C_m = \begin{cases} 0,2 \sqrt{-m_G^2 + 40 m_G - 76 + 0,46} & 3 < m_G \leq 20 \\ 0,0107 \sqrt{-m_G^2 + 56 m_G + 5145} & 20 < m_G \leq 76 \\ 1,1483 - 0,00658 m_G & m_G > 76 \end{cases} \quad \text{Ec (8)}$$

Donde

C_m = Factor de correccion de relacion.

El factor de velocidad está dado por la Ec (9), también se puede hallar por medio de la Figura 12. (Mott, 2006)

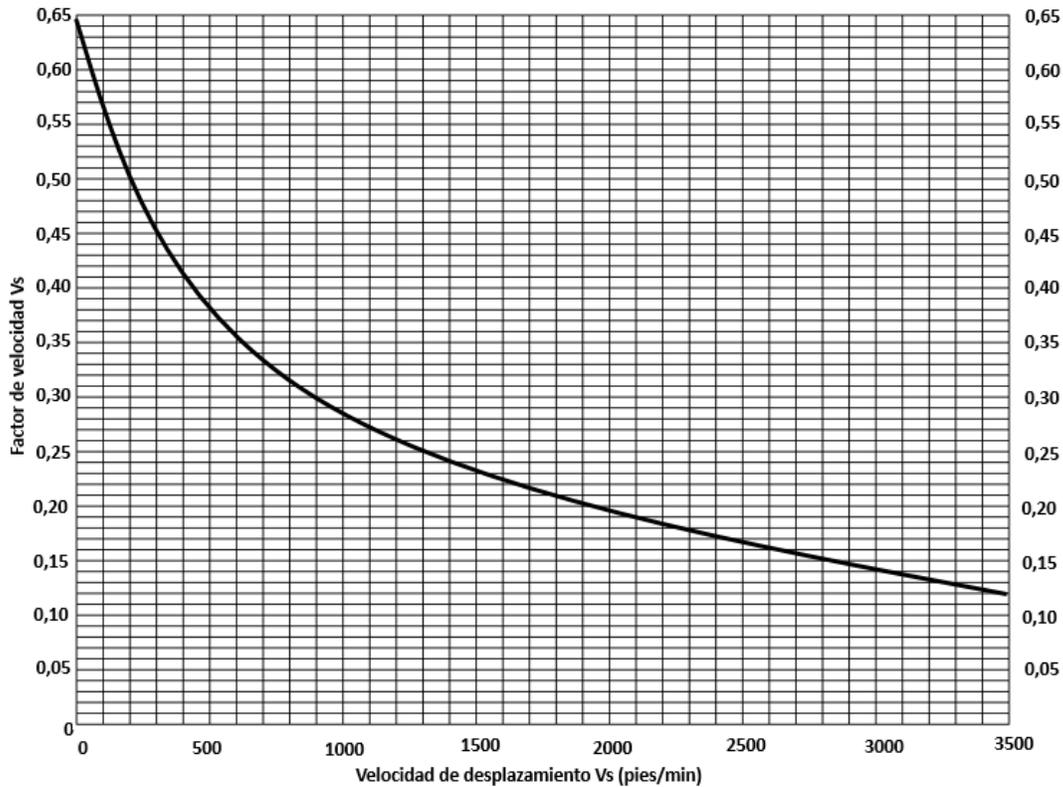


Figura 12. Factor de velocidad. (Mott, 2006)

$$C_v = \begin{cases} 0,659 \exp(-0,0011V_s) & V_s < 700 \frac{\text{pies}}{\text{min}} \\ 13,31 V_s^{-0,571} & 700 \leq V_s < 3000 \frac{\text{pies}}{\text{min}} \\ 65,52 V_s^{-0,774} & V_s > 3000 \frac{\text{pies}}{\text{min}} \end{cases} \quad \text{Ec (9)}$$

Donde,

C_v = Factor de velocidad

Coefficiente de fricción.

La fricción juega un papel muy importante en el funcionamiento de un conjunto de tornillo sinfín porque tiene de forma inherente un contacto de desplazamiento entre las roscas del gusano y los dientes de la corona. Este depende de los materiales usados el lubricante y la velocidad de desplazamiento. (Mott, 2006), ver Figura 13.

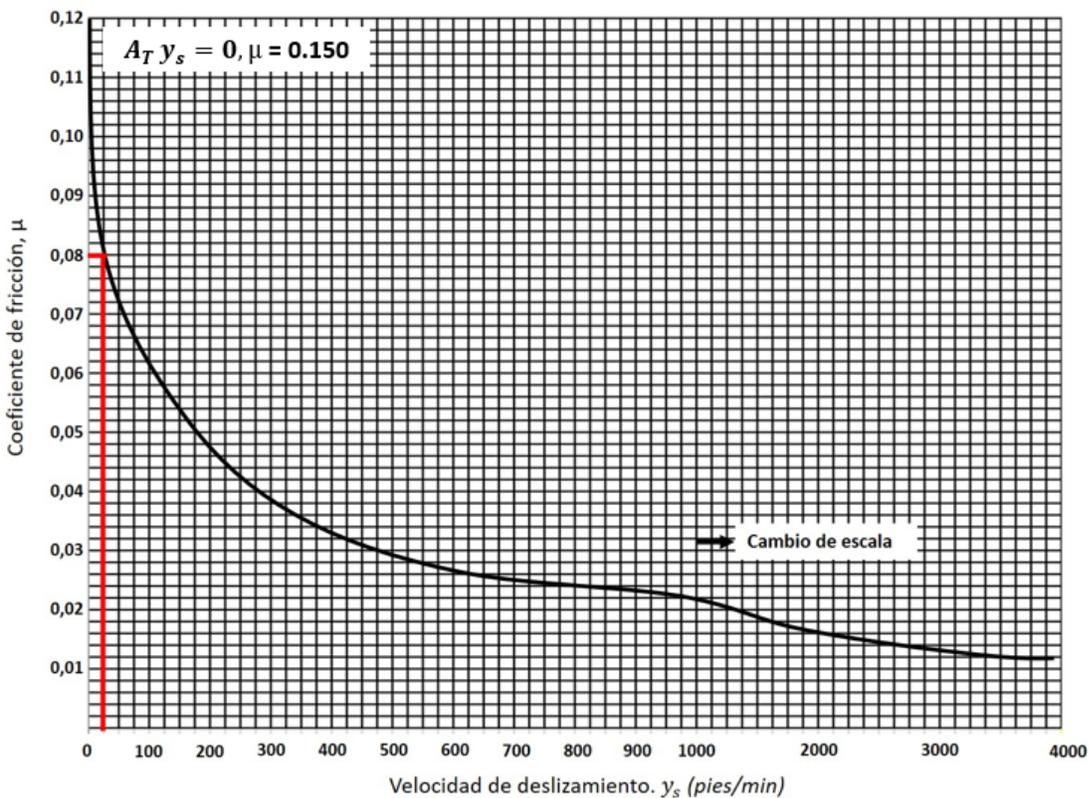


Figura 13. Coeficiente de fricción. (Mott, 2006)

También se puede hallar por medio de la Ec (10). (Mott, 2006)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$f = \begin{cases} 0,15 & V_s = 0 \\ 0,124 \exp(-0,074 V_s^{0,645}) & 0 < V_s \leq 10 \frac{\text{pies}}{\text{min}} \\ 0,103 \exp(-0,110 V_s^{0,450}) + 0,012 & V_s > 10 \frac{\text{pies}}{\text{min}} \end{cases} \quad \text{Ec (10)}$$

3. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo la ejecución del presente trabajo y cumplir con los objetivos establecidos se desarrolló la siguiente metodología, partiendo del diagnóstico del proceso de corte en la compañía Colauto SAS, fue necesario realizar una toma de datos en las máquinas troqueladoras y sierras circulares, lo cual nos permitió evaluar la situación actual. Todas las evidencias se reportaron por medio de la realización de un registro fotográfico completo, allí se reflejan las condiciones actuales de los procesos.

Una vez obtenida esta información, se realizó una matriz de selección por medio de la cual se determinó el que más se adapta a las necesidades y recursos de la compañía. Por último, ya con el sistema seleccionado se realizaron los cálculos de diseño para la fabricación del alimentador.

Entre las opciones encontradas en consultas sobre alimentadores de ejes y tubos existen varios tipos, dentro de los cuales tenemos:

- Alimentadores de barras hidráulicos.
- Alimentadores de barras neumáticos.
- Alimentadores de barras por banda.
- Alimentadores por brazo robótico.

En la siguiente tabla se encuentran listados varios criterios de elección a los cuales se le dará una calificación usando una escala del 1 al 5, siendo 5 el más asimilable al ideal. Ver Tabla 5.

Tabla 5 Matriz de selección. (Autoría Propia)

CRITERIOS	SISTEMAS DE ALIMENTADORES			
	ALIMENTADOR HIDRAULICO	ALIMENTADOR NEUMATICO	ALIMENTADOR POR BANDA	ALIMENTADOR BRAZO ROBOTICO
COSTO DE FABRICACION				
TIEMPO DE IMPLEMENTACION				
FACIL MANEJO				
RETORNO DE INVERSION				
PRECISION EN LA OPERACIÓN				
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS ACTUALES				
FACIL MANTENIMIENTO				
VELOCIDAD DE OPERACIÓN				

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Se contactaron varios proveedores encargados de suministrar maquinaria industrial, donde se les indicó el proceso que se pretende mejorar, con la finalidad de obtener diferentes cotizaciones, de esta manera realizar una comparación de costos y definir cuál es la mejor opción para invertir.

Cálculo de diseño.

A continuación, se relacionan las ecuaciones aplicadas para los cálculos del diseño, donde se estimaron variables y materiales, para luego ser validados.

Para calcular la fuerza ejercida de un cilindro se determinó el área de trabajo, la cual está definida por la Ec (11). (MICRO, 2019)

$$A = \pi R^2 \qquad \text{Ec (11)}$$

Una vez obtenida el área se procede a hallar la fuerza ejercida por el cilindro por medio de la Ec (12). (MICRO, 2019)

$$F = P * A \qquad \text{Ec (12)}$$

Por medio de la ecuación Ec (1), se determina la fuerza admisible por el vástago del cilindro para garantizar que este componente no tenga fatigas aceleradas durante la operación. (MICRO, 2019)

Se debe calcular el peso de sus componentes con la finalidad de analizar si el cilindro si tiene la capacidad de mover el sistema, el peso está dado por la Ec (13). (MICRO, 2019)

$$w = b * h * L * \rho \qquad \text{Ec (13)}$$

Donde cada variable es:

W = peso

b= base

h= altura

L= longitud

$\rho = \text{densidad}$

Una vez obtenida la capacidad del cilindro, el peso de los componentes asociados, incluyendo la materia prima se analizan la fuerza que se requiere de empuje para que exista un desplazamiento y se compara con la fuerza ejercida por el cilindro para determinar si la selección fue viable.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Se realiza la selección de un material para analizar los esfuerzos cortantes y los momentos flectores. Asimismo por medio del software MDSolid se validan los cálculos realizados, ver Figura 14.

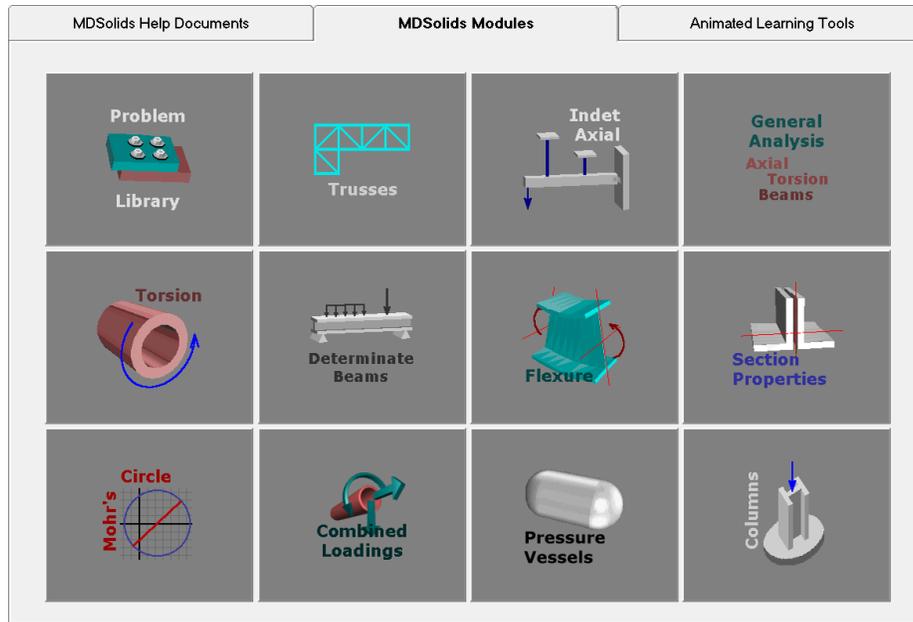


Figura 14. Software MDSolids. (Tomada de MDSolids)

Posteriormente se calcula la resistencia a la fatiga teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Factor del material
- Factor de tipo de esfuerzo.
- Factor de confiabilidad
- Factor de tamaño.

Luego de obtener estos factores mencionados anteriormente se calcula la resistencia a la fatiga estimada por medio de la Ec (14) para luego obtener la resistencia a la fatiga real. (Shigley, 2008)

$S'_n = \text{resistencia a la fatiga real.}$

$$S'_n = S_n * C_{st} * C_m * C_s * C_R \quad \text{Ec (14)}$$

Posteriormente se procede a calcular el diámetro ideal para el eje guía por la Ec (15). (Shigley, 2008)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$D = \left[\frac{32N}{\pi} \sqrt{\left(\frac{K_t * M}{S'_n}\right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{T}{S_y}\right)^2} \right]^{1/3} \quad \text{Ec (15)}$$

Las teorías de Newton explican las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, pueden ser analizadas en estado de reposo o cuando se mueven a través de una línea recta, la segunda ley de newton analiza un objeto que tiene una o más fuerzas que actúen sobre él y está definido por medio de la Ec (16). (Serway, 2008)

$$F = m * g \quad \text{Ec (16)}$$

Calculo Sinfin

Cálculo del engranaje sinfín corona se realiza por medio de la validación de los datos ya estimados donde por medio de las siguientes ecuaciones se obtendrán los resultados óptimos para analizar su funcionalidad.

- Relación de transmisión dada por la Ec (17). (Shigley, 2008)

$$m_G = \frac{N_G}{N_w} = \frac{N_2}{N_1} \quad \text{Ec (17)}$$

Donde:

N_G = numero de dientes de la corona

N_w = numero de dientes del sinfin

N_1 = numero de vueltas del engrane

N_2 = numero de vueltas del sinfin

θ_n = angulo normal de presion

- Paso circular está dado por medio de la Ec (18). (Shigley, 2008)

$$p = \pi \frac{D_G}{N_G} \quad \text{Ec (18)}$$

Donde:

D_G = diametro de paso de la corona.

- Paso diametral está dado por la Ec (23). (Shigley, 2008)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$P_d = \frac{D_G}{N_G} \quad \text{Ec (19)}$$

- Validación de diámetro de paso se realiza por medio de la siguiente Ec (20). (Shigley, 2008)

$d_w = \text{diametro de paso}$

$$\frac{C^{0,875}}{3} \leq d_w \leq \frac{C^{0,875}}{1,7} \quad \text{Ec (20)}$$

- Cálculo de distancia entre centros se obtiene a partir de la siguiente Ec (21). (Shigley, 2008)

$C = \text{distancia entre centros}$

$$C = \frac{d_w}{2} + \frac{D_G}{2} \quad \text{Ec (21)}$$

- Cálculo del avance, por medio de la siguiente Ec (22). (Shigley, 2008)

$$L = P_x * N_w \quad \text{Ec (22)}$$

- Cálculo de ángulo de avance por medio de la Ec (23). (Shigley, 2008)

$$\tan \lambda = \frac{L}{\pi d_w} \quad \text{Ec (23)}$$

Donde:

$\lambda = \text{angulo de avance.}$

- Fuerza tangencial permisible en el diente del engrane del tornillo, la cual está representada por la Ec (24)

$$W^t = C_s * D_m^{0,8} * F_e * C_m * C_v \quad \text{Ec (24)}$$

Donde,

$C_s = \text{factor del material}$

$D_m = \text{diametro medio de la rueda, inch, mm}$

$F_e = \text{Ancho efectivo de cara de la corona, pero sin exceder } 0,67 D_m$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$C_m =$ Factor de corrección de relación.

$C_v =$ Factor de velocidad

Para calcular el factor de velocidad se debe hallar la velocidad de desplazamiento del sinfín la cual se halla por medio de la Ec (25). (Shigley, 2008)

$$V_s = \frac{\pi d N_w}{12 \cos \lambda} \quad \text{Ec (25)}$$

Donde,

$d =$ diametro del sinfin

El ancho efectivo de la corona debe cumplir la siguiente condición planteada en la Ec (26). (Shigley, 2008)

$$F_e < 0,667 D_m \quad \text{Ec (26)}$$

Se debe hallar el coeficiente de fricción por medio de la Figura 13, donde

$\mu =$ coeficiente de fricción

- Par torsional a la salida del tornillo sinfín dado por la Ec (27).

$$T_o = \frac{63000 * P_o}{N_G} \quad \text{Ec (27)}$$

Donde,

$P_o =$ potencia de entrada (hp)

$n_g =$ velocidad de salida (rpm)

$$\text{Potencia} = \frac{\text{trabajo}}{\text{tiempo}} = \frac{\text{fuerza} * \text{distancia}}{\text{tiempo}} \quad \text{Ec (28)}$$

- Fuerza tangencial del engrane está dada por la Ec (29). (Shigley, 2008)

$$W_G^t = \frac{2 T_o}{D_G} \quad \text{Ec (29)}$$

- Fuerza tangencial del sinfín Ec (30). (Shigley, 2008)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$W_w^t = W_G^t * \frac{\cos \phi_n * \sin \phi_n + f \cos \lambda}{\cos \phi_n * \sin \phi_n - f \cos \lambda} \quad \text{Ec (30)}$$

En caso de tener ausencia de fricción se define por medio de la Ec (31). (Shigley, 2008)

$$W_w^t = W_G^t \tan \lambda \quad \text{Ec (31)}$$

Por medio de un software llamado FluidSIM se realiza el diagrama de estado y plano del sistema neumático. Ver Figura 15.



Figura 15. Software Fluidsim. (Tomado de FluidSim)

Se usó el software Autodesk Inventor para realizar de una manera más ágil el diseño y la modelación de cada pieza.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 16. Inventor autodesk inventor. (AUTODESK, s.f.)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Toma de datos

Sierra Circular.

A lo largo de un turno operativo de la sierra circular se realizó una toma de datos cada 2 horas con el fin de definir cuantos cortes en promedio puede realizar la maquina por minutos, a continuación, se deja reflejado el resultado de estas mediciones.

Tabla 6. Piezas cortadas sierra circular. (Auditoria propia)

MEDICION	Primera medición 7:00	Segunda Medición 9:00	Tercera Medición 11:00	Cuarta Medición 13:00
TIEMPO DE MEDICION	4 Minutos	4 Minutos	4 Minutos	4 Minutos
# DE PIEZAS CORTADAS	10	8	8	7
# PIEZAS POR MINUTO	2,5	2	2	1,75

Teniendo en cuenta los datos tomados en máquina y aplicando el cálculo para obtener el promedio nos arroja un total de 2.0625 piezas cortadas por minuto en un turno comprendido de 8 horas.

$$\text{Promedio Piezas } \times \text{ Minuto} = \frac{2,5 + 2 + 2 + 1,75}{4} = 2,0625$$

En la toma de datos en campo se logró apreciar que la persona encargada de operar la máquina debe realizar movimientos que no agregan valor al proceso pero que son necesarios debido a que la máquina no tiene los automatismos suficientes.

Observando con detención el paso a paso del proceso, se pueden enumerar cada uno de esos movimientos que realiza el operario.

- **Alimentación manual de tubería:** El operario desplaza la tubería manualmente sobre varias estructuras metálicas ubicadas una tras otra haciendo las veces de soporte, ver Figura 17. Ingresar el extremo de los tubos por medio de las mordazas de la sierra hasta llegar al tope mecánico regulado previamente por el operario para obtener la medida deseada.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Figura 17. Soportes tubería sierra circular. (Autoría propia)

- **Accionamiento de máquina:** Una vez ubicado el extremo de la tubería en el tope la máquina debe ser accionada por medio de un pedal que activa el cierre de mordazas y a su vez inicia el proceso de corte de la sierra, el operario mantiene firmemente la tubería junto al tope hasta que la mordaza haga el amarre.
- **Retiro de material cortado:** El operario mantiene sus manos sobre la tubería a la salida del proceso para retirarla rápidamente al momento en que la máquina termine el corte y vuelva a abrir sus mordazas.
- **Medir pieza cortada:** Teniendo en cuenta todo lo anteriormente mencionado en cuanto a la operación, si el operario no realiza un fuerte agarre antes de que la mordaza logre asegurar el tubo la medida del producto puede variar. Por este motivo el operario debe realizar medición pieza por pieza para garantizar la calidad del producto.

Adicional a la medición realizada durante el proceso, el área de producción lleva el control de cada pieza cortada en estas máquinas mediante una tabla que contiene datos como tiempos de trabajo y número de piezas cortadas.

Haciendo una comparación entre los datos obtenidos con toma de tiempos y los datos de tablas suministrados por el área de producción, ver Tabla 6. Piezas cortadas sierra circular y Tabla 7. Datos entregados por producción se evidencia cierta similitud entre ellos. A continuación, uno de los datos obtenidos de estas tablas.

Tabla 7. Datos entregados por producción. (Autoría Propia)

FECHA	INICIO	FIN	TOTAL MIN.	# DE PIEZAS
10/04/2019	10:20am	11:45am	85 MIN	210

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$Piezas \times Minuto = \frac{210}{85min} = 2,47$$

Teniendo en cuenta los datos de la Tabla 6, es muy notoria la reducción del número de piezas cortadas por minuto a medida que avanza el turno. Esto está relacionado al agotamiento del operario el cual le imposibilita mantener un ritmo constante de producción.

En datos entregados por el área de producción se encontró que la medida máxima de tubería cortada en esta máquina es de una pulgada de diámetro, la mordaza utilizada por esta máquina tiene una geometría adecuada para hacer amarre de cuatro tubos a la vez. Las actualmente utilizadas no sacan provecho de esto ya que no cuentan con las medidas correctas. Ver Figura 18.

h: Altura de mordaza

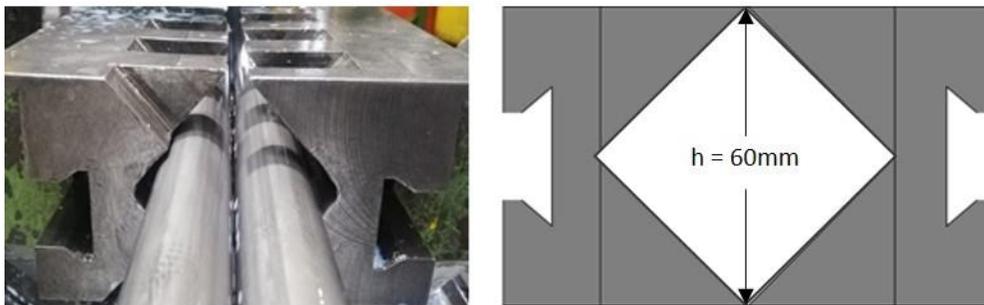


Figura 18. Medida actual de mordaza. (Autoría Propia)

La idea es que el alimentador cuente con mordazas correctas para la sujeción de los 4 tubos de pulgada,

Figura 19 y Figura 20

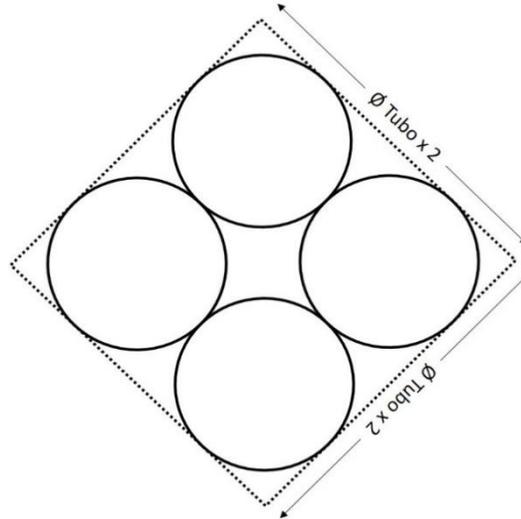


Figura 19. Cálculo mordaza. (Autoría Propia)

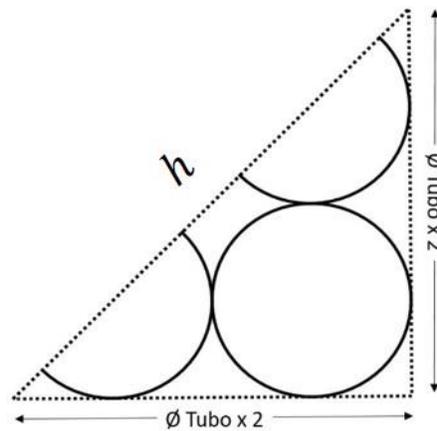


Figura 20. Cálculo mordaza. (Autoría Propia)

Con la siguiente Ec (1) se calcula la medida correcta que debe tener la mordaza para que el proceso sea más productivo.

$$h = \sqrt{(\varnothing_{Tubo} * 2)^2 + (\varnothing_{Tubo} * 2)^2} \quad \text{Ec (32)}$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$\varnothing_{Tubo} = 25,4\text{mm}$$

La mordaza actual tiene una medida de 60mm como muestra la Figura 18, realizando el cálculo nos podemos dar cuenta si la medida actual es la correcta o no.

4.2 Pruebas de calidad en proceso actual.

La mordaza de la sierra circular realiza un amarre a la tubería segundos antes de que el disco de corte haga contacto con esta, pero se debe tener en cuenta que segundos antes del amarre el operario es quien la mantiene presionada al tope lo cual no garantiza calidad del producto. Realizando varias mediciones de tubería cortada se nota cierta variación en cuanto a las medidas, ver Figura 21.

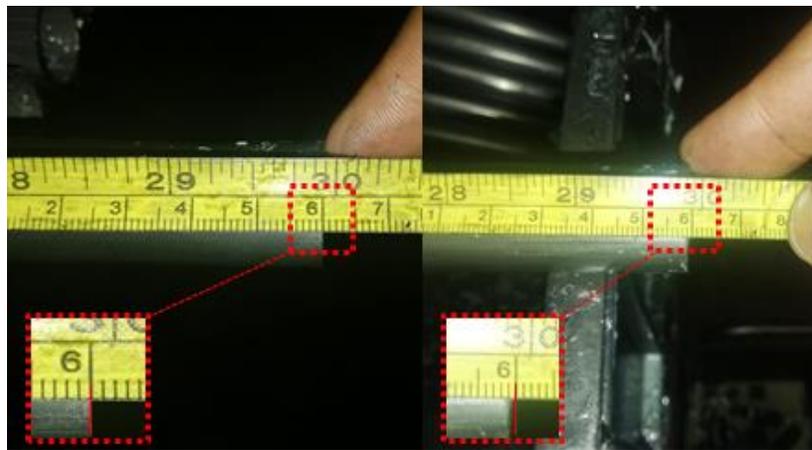


Figura 21. Variación en medidas de piezas. (Autoría Propia)

A continuación, queda en evidencia los datos tomados en máquina.

Tabla 8. Toma de medidas, prueba de calidad. (Autoría Propia)

CORTE	HORA	ESPECIFICACION CLIENTE (CM)	MEDIDA DE CORTE (CM)
1	7:05	76	76
2	8:10	76	75,8
3	8:13	76	75,8
4	9:15	76	76
5	9:18	76	75,9
6	9:25	76	75,8
7	10:01	76	75,9
8	10:06	76	76
9	10:45	76	75,8
10	11:16	76	75,8
11	13:05	76	75,9
12	14:07	76	76

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

13	14:10	76	76
14	14:50	76	75,7
15	14:55	76	75,8

Desde el área de producción se tomó la determinación de realizar medición en cada pieza cortada debido a la evidente variación de las medidas en tuberías, este paso retrasa de gran manera el proceso, ver Figura 22.



Figura 22. Medida tomada por operario. (Autoría Propia)

Con el diseño del alimentador se pretende eliminar todos estos pasos que impiden sacar el máximo provecho a la sierra circular la cual está en la capacidad de realizar 6 cortes por minuto, es decir aproximadamente 3,5 más de los que está efectuando en la actualidad con el sistema de alimentación manual.

Ahora, analizando el caso del proceso de corte por medio de troqueladora, la variación de medida también es evidente como se muestra en la Figura 23.



Figura 23. Medida de corte en troqueladora. (Autoría Propia)

4.3 Aplicación Matriz de Selección.

Una vez seleccionada la técnica adecuada para elegir el sistema de alimentación que se va a fabricar. Ver Tabla 9, iniciamos a dar valores.

Tabla 9. Resultado matriz de selección. (Autoría Propia)

MATRIZ DE SELECCIÓN				
CRITERIOS	SISTEMAS DE ALIMENTADORES			
	ALIMENTADOR HIDRAULICO	ALIMENTADOR NEUMATICO	ALIMENTADOR POR BANDA	ALIMENTADOR BRAZO ROBOTICO
COSTO DE FABRICACION	3	4	2	1
TIEMPO DE IMPLEMENTACION	3	3	1	1
FACIL MANEJO	5	5	2	2
RETORNO DE INVERSION	4	4	3	3
PRECISION EN LA OPERACIÓN	4	4	5	5
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS ACTUALES	4	5	1	1
FACIL MANTENIMIENTO	4	4	3	1

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

VELOCIDAD DE OPERACIÓN	4	4	4	5
VALOR TOTAL DE SISTEMA	31	33	21	19

Como resultado obtuvimos un sistema de alimentación neumática. Por consiguiente, el enfoque en cuanto a cálculos e investigaciones se centró netamente en todo lo relacionado con este sistema.

De las cotizaciones realizadas se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 10. Resultados de cotizaciones

PROVEEDORES	PROVEEDOR 1	PROVEEDOR 2	PROVEEDOR 3
DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO	ALIMENTADOR CNC BARRAS	CENTRO DE CORTE HIDRAULICO	FABRICACION Y ENSAMBLE ALIMENTADOR SEGÚN PLANOS
VALOR TOTAL	\$ 78.572.956	\$ 48.166.077	\$ 21.967.638

De acuerdo a los datos de la tabla 10. La diferencia en cuanto a costos se convierte en otro punto a favor para el diseño del alimentador.

4.4 Diseño inicial.

La realización de un diseño inicial, parte de la necesidad de determinar la capacidad de la máquina y comprobar si cada componente si es acto para la operación que se desea realizar, a continuación en la se puede observar la propuesta para el mecanismo a realizar, ver **Figura 24**

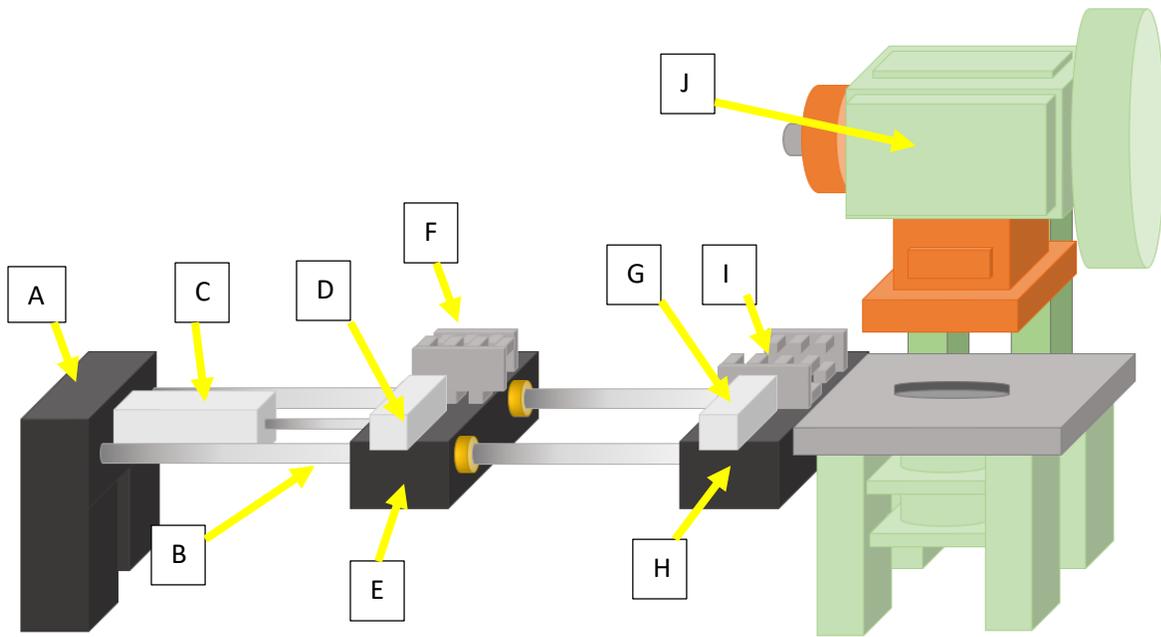


Figura 24. Diseño inicial. (Autoría Propia)

- A. BASE:** Esta es la estructura por el cual va soportado todo el mecanismo.
- B. GUIAS:** Estas se encargan de guiar el mecanismo móvil en una longitud determinada.
- C. CILINDRO DE AVANCE:** Este componente cumple la función de realizar los avances a bloque móvil.
- D. CILILINDRO DE CIERRE:** Su función es realizar una fuerza a las mordazas de cierre, para sujetar el material.
- E. BLOQUE MOVIL:** Esta se encuentra en las guías cilíndricas del mecanismo, esta se desplaza en ambos sentidos con la ayuda del cilindro.
- F. MORDAZAS DE CIERRE:** Estas son las encargadas de amarrar el material una vez este posicionado, con la ayuda del cilindro de cierre ejercen la fuerza de cierre.
- G. CILINDRO DE SOSTENIMIENTO:** Su función es ejercer una fuerza a las mordazas de sostenimiento para así sostener en posición el material una vez se esté procesando por la máquina.
- H. BASE DE POSICIONAMIENTO:** En esta base se encuentra el componente que se encargan de sostener el material mientras es procesado por la máquina.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- I. **MORZAS DE SOSTENIMIENTO:** Su función es sostener el material mientras la maquina está realizando si proceso de corte.
- J. **MAQUINA:** Como su nombre el indica es el equipo encargado de realizar el proceso de corte, esta máquina puede ser una troqueladora o una sierra circular.

4.5 Sistema de tope alimentador.

El alimentador a fabricar tendría un bloque graduable por medio de un tornillo sinfín el cual se gira manualmente con una manivela ubicada al costado del alimentador ajustándolo a la medida deseada y garantizando que el coche móvil el cual desplaza el material siempre trabaje en la misma longitud y no exista variación en la medida, ver Figura 25.

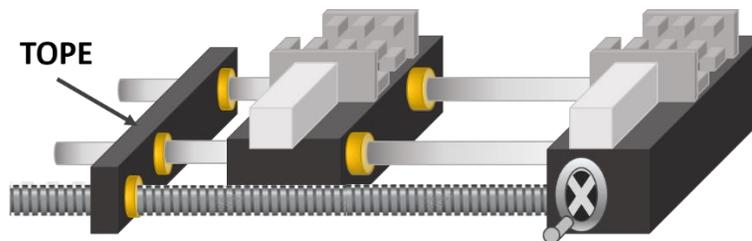


Figura 25. Tope alimentador. (Autoría Propia)

El movimiento generado por el giro de la manivela se produce gracias a un sistema de sinfín corona ubicado en la parte interna del bloque el cual permite la graduación del bloque a la posición que se requiera.

Calculo mordaza.

Reemplazando datos en la Figura 19 y Figura 20 se obtiene lo siguientes figuras:

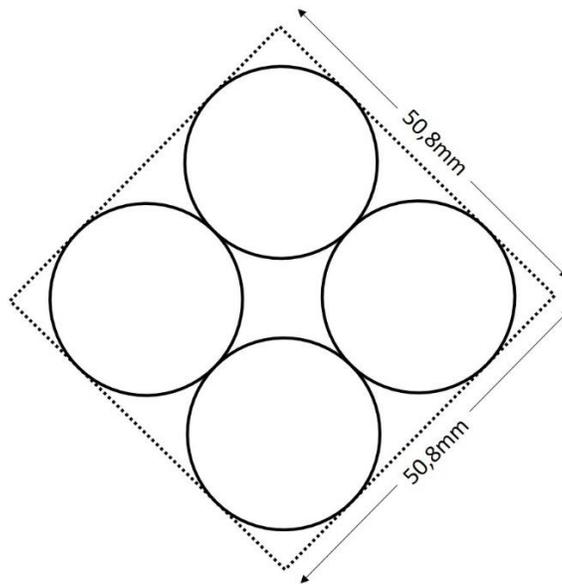


Figura 26. Cálculo mordaza. (Autoría Propia)

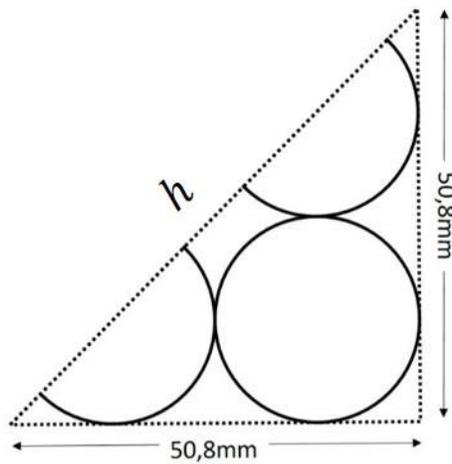


Figura 27. Cálculo mordaza. (Autoría Propia)

Dado los valores de la figuras Figura 26 y Figura 27 y remplazándolos en la Ec (32), se obtiene el valor de h.

$$h = \sqrt{(50,8)^2 + (50,8)^2} = 71,8mm$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Luego de conocer el resultado de la ecuación se puede afirmar que las mordazas utilizadas actualmente en el proceso no son las adecuadas. Las nuevas mordazas para el alimentador cuentan con la medida de 71.8mm.

4.6 Cálculos de diseño.

Calculo del cilindro.

Por medio de la Ec (11), se demuestra el área perteneciente a un cilindro cuyo diámetro tiene 50 mm en su interior, por medio de esta variable se calcula la fuerza ejercida por el cilindro a una determinada presión.

Diámetro de camisa= 50 mm = 0,025 m

$$A = \pi (0,025m)^2$$

$$A = 0,0019635 m^2$$

$$1 \frac{L}{pulg^2} = 1 psi$$

Por medio de la ecuación anterior se obtiene el valor correspondiente de psi a pascal.

$$1 psi = 6894,76 \frac{N}{m^2} = 6894,76 Pa$$

Para una presión de 80 psi se obtiene el valor en Pascal de la siguiente manera.

$$80 * 6894,76 \frac{N}{m^2}$$

$$551580,8 \frac{N}{m^2} = 551580,8 Pa$$

De la Ec (12) se obtiene el valor de la fuerza ejercida por el cilindro.

$$F = 551580,8 \frac{N}{m^2} * 0,0019635 m^2$$

Las unidades de un newton son las siguientes.

$$N = \frac{kg * m}{s^2}$$

Por lo tanto, se obtiene la fuerza en Newton,

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$F = 1083,028901 N$$

Ambos cilindros poseen la misma área pero diferente longitud por ende la fuerza es la misma para ambos cilindros, en la Tabla 11 se relaciona la fuerza ejercida a diferentes presiones. También se obtiene una fuerza efectiva la cual es la equivalente al 80% de la capacidad teórica. (MICRO, 2019)

Tabla 11. Fuerza cilindro. (Autoría Propia)

PRESION (psi)	FUERZA (Kg) teórica	FUERZA (Kg) efectiva	PASCAL	FUERZA EN (N) teórica	FUERZA EN (N) efectiva
1			6894,76		
10	13,8141441	11,0513153	68947,6	135,378613	108,30289
20	27,6282883	22,1026306	137895,2	270,757225	216,60578
30	41,4424324	33,1539459	206842,8	406,135838	324,90867
40	55,2565766	44,2052613	275790,4	541,51445	433,21156
50	69,0707207	55,2565766	344738	676,893063	541,51445
60	82,8848649	66,3078919	413685,6	812,271676	649,81734
70	96,699009	77,3592072	482633,2	947,650288	758,120231
80	110,513153	88,4105225	551580,8	1083,0289	866,423121
90	124,327297	99,4618378	620528,4	1218,40751	974,726011

Calculo de fuerza máxima admitida por el vástago.

Fuerza admisible cilindro de avance.

De acuerdo a la información obtenida en Figura 6, se define $K=1,5$ para el cálculo de la fuerza máxima admisible por medio de la E_c (1), adicionalmente se estima una carrera del cilindro de 1160 mm y un diámetro de vástago de 18mm.

$$f_{adm} \leq \frac{20350 * (18mm)^4}{(1160mm)^2 * (1,5)^2}$$

$$f_{adm} \leq 705,595 N$$

Fuerza admisible cilindro de cierre.

Para el este cilindro se define $K=1,5$ para el cálculo de la fuerza máxima admisible se da por medio de la E_c (1), adicionalmente se estima una carrera del cilindro de 65 mm y un diámetro de vástago de 30 mm.

$$f_{adm} \leq \frac{20350 * (30mm)^4}{(65mm)^2 * (1,5)^2}$$

$$f_{adm} \leq 1733964,49 N$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Peso de componentes.

Peso bloque móvil.

El bloque móvil tiene una medidas de b= 260mm, h= 85mm, L= 200 mm se considera un material como el hierro el cual contiene una densidad de $7840 \text{ Kg}/\text{m}^3$, por medio de la Ec (13) podemos obtener el peso del bloque móvil, este cálculo se determina con la geometría de la pieza asumiendo que el bloque metálico que aún no está mecanizado.

$$m_1 = 260 \text{ mm} * 85 \text{ mm} * 200 \text{ mm} * 7840 \text{ Kg}/\text{m}^3 * 10^3 \frac{\text{m}^3}{\text{mm}^3}$$

$$m_1 = 34,6528 \text{ Kg}$$

Peso base cilindro.

Este componente se encuentra ubicado encima del bloque móvil, por ende, también se debe determinar el peso y hacer toda la sumatoria para determinar si el cilindro calculado si tiene la capacidad de empujar el sistema.

$$m_2 = 160 \text{ mm} * 101 \text{ mm} * 160 \text{ mm} * 7840 \text{ Kg}/\text{m}^3 * 10^3 \frac{\text{m}^3}{\text{mm}^3}$$

$$m_2 = 20,271104 \text{ Kg}$$

Calculo bloque móvil.

Sin fricción.

Para este cálculo se representan las fuerzas ejercidas sobre el bloque móvil en Figura 28. Adicionalmente se demuestra que la fuerza ejercida por el cilindro si tiene la capacidad de moverlo.

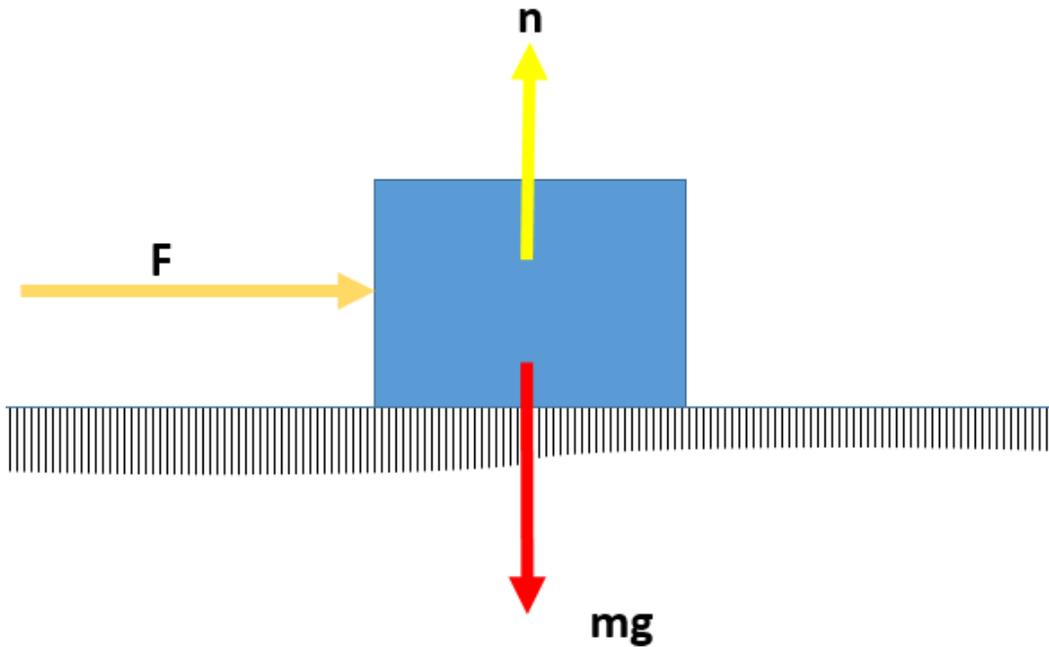


Figura 28. Diagrama de fuerza bloque móvil sin fricción. (Autoría Propia)

El peso de bloque móvil se obtiene de la suma de los resultados obtenidos en los pesos anteriores, donde el peso es de 54,92 kg

$$m = m_1 + m_2 = 54,92 \text{ Kg}$$

$$w = mg \tag{Ec (33)}$$

$$w = 54,92 \text{ kg} * 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$w = 538,8034982 \text{ N}$$

Teniendo en cuenta la figura 28 y asumiendo que no hay fricción se procede a calcular la aceleración del sistema.

$$\sum F_x = 0$$

$$F_x = m * a \tag{Ec (34)}$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$\sum F_y = 0$$

$$n - mg = 0$$

Ec (35)

Por medio de la Ec (34) se obtiene la aceleración del sistema, donde tenemos una fuerza admisible del vástago de 705,595 N la cual produce el desplazamiento del bloque móvil.

$$F = m * a$$

F= fuerza

M= masa

a = aceleración.

$$a = \frac{F}{m}$$

Ec (36)

$$a = \frac{705,595 \text{ N}}{54,9239 \text{ kg}} = 12,84 \text{ m/s}^2$$

Con fricción.

En la Figura 29 se muestran la representación de fuerzas ejercidas teniendo en cuenta el comportamiento de la fuerza de fricción.

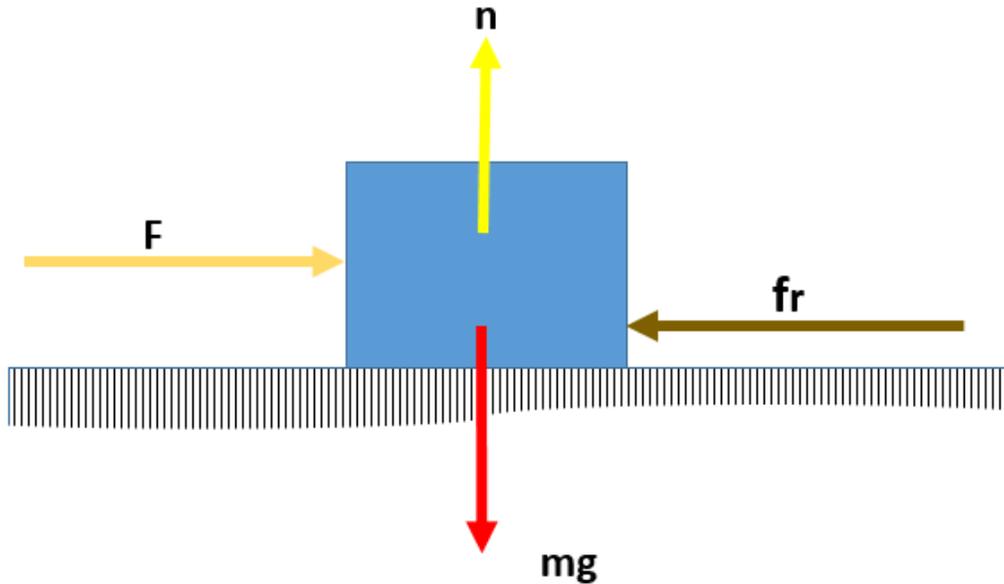


Figura 29. Diagrama de fuerzas con fricción. (Autoría Propia)

$$\sum F_y = 0$$

$$n - mg = 0$$

$$n = mg = w$$

De la Ec (33) se obtiene el valor de w el cual corresponde a 538,803 N, para iniciar el movimiento de trabaja con el coeficiente de fricción estático.

$$\sum F_x = 0$$

$$F_x - F_r = m * a \qquad \text{Ec (37)}$$

De la Ec (37) se concluye de que la aceleración en el punto inicial es cero por lo tanto se obtiene a partir de ese concepto la siguiente ecuación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$F_r = F_x$$

$$F_r = 705,595 \text{ N}$$

La fuerza de fricción al momento de iniciar el movimiento es igual a la fuerza aplicada, solo porque en ese punto inicial su comportamiento es estático. Por medio de la Ec (2) se obtiene el valor correspondiente al coeficiente de fricción estático.

$$\mu = \frac{F_r}{n}$$

$$\mu = \frac{705,595 \text{ N}}{538,803 \text{ N}} = 1,309$$

Por medio de Tabla 4 se calculan la fuerza en los dos estados asumiendo fricción de acero sobre acero.

Calculo de fuerza fricción estática con un coeficiente de 0,74, a partir de la Ec (2)

$$\mu = 0,74$$

$$n = mg = w = 538,803 \text{ N}$$

$$F_r = \mu * n = 0,74 * 538,803 \text{ N}$$

$$F_r = 398,7145887 \text{ N}$$

Calculo de fuerza fricción cinética con un coeficiente de 0,54, a partir de la Ec (2)

$$\mu = 0,54$$

$$F_r = \mu * n = 0,54 * 538,803 \text{ N}$$

$$F_r = 290,953889 \text{ N}$$

Cálculo de los ejes guías.

Selección de material.

Se asume de entrada el material con el cual se va a trabajar el más recomendable es AISI 4140 OQT1300, cuyas propiedades fueron tomadas del libro diseño de elementos de máquinas (Mott, 2006).

- Resistencia a la tensión.

$$S_u = 95 \text{ Ksi} = 655 \text{ Mpa}$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Resistencia a la fluencia.
 $S_y = 60 \text{ Ksi} = 413,68 \text{ Mpa}$

- Ductilidad del 26%
- Dureza en brinell 197 HR.

Fuerza cortante y momento flector.

El bloque que se desliza por las guías tiene un peso estimado de 54,92 Kg, adicional a esto se debe tener presente el peso del material que se va transportar, para el diseño del alimentador se define una capacidad máxima de 20Kg,

La parte más crítica se concentra en la mitad de la longitud de la barra, por ende, en esta parte se estima la capacidad máxima donde se convierte el peso máximo a una fuerza a partir de la siguientes E_c (16).

$$P = 80 \text{ kg}$$

$$F = m * g$$

$$F = 80 \text{ kg} * 9,8 \text{ m/s}^2 = 784 \text{ N}$$

Una vez obtenida la fuerza se representa el diagrama de cuerpo libre por medio del software MDsolid, ver Figura 30.

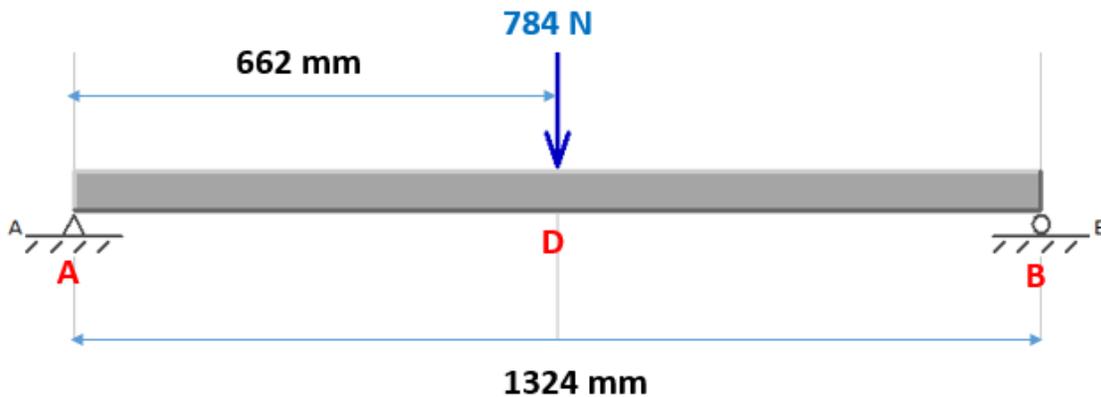


Figura 30. Diagrama fuerzas eje guía. (Autoría Propia)

A continuación, se calculan las reacciones de los puntos de apoyo A y B, para la reacción en A la obtenemos a partir de las siguientes ecuaciones.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$F = 784 \text{ N}$

$$-662(F) + (-1324) * (F_A) = 0$$

$$F_A = \frac{-662\text{mm} * (F)}{-1324\text{mm}}$$

$$F_A = \frac{-662\text{mm} * (-784 \text{ N})}{-1324\text{mm}} = 392 \text{ N}$$

Cálculo de reacción del punto B.

$$662(F) + (1324) * (F_B) = 0$$

$$F_B = \frac{662\text{mm} * (F)}{1324\text{mm}}$$

$$F_B = \frac{662\text{mm} * (-784 \text{ N})}{1324\text{mm}} = -392 \text{ N}$$

Por medio del software MDsolid se realiza la validación y la representación gráfica del Diagrama de fuerza cortante para el eje, ver Figura 31.

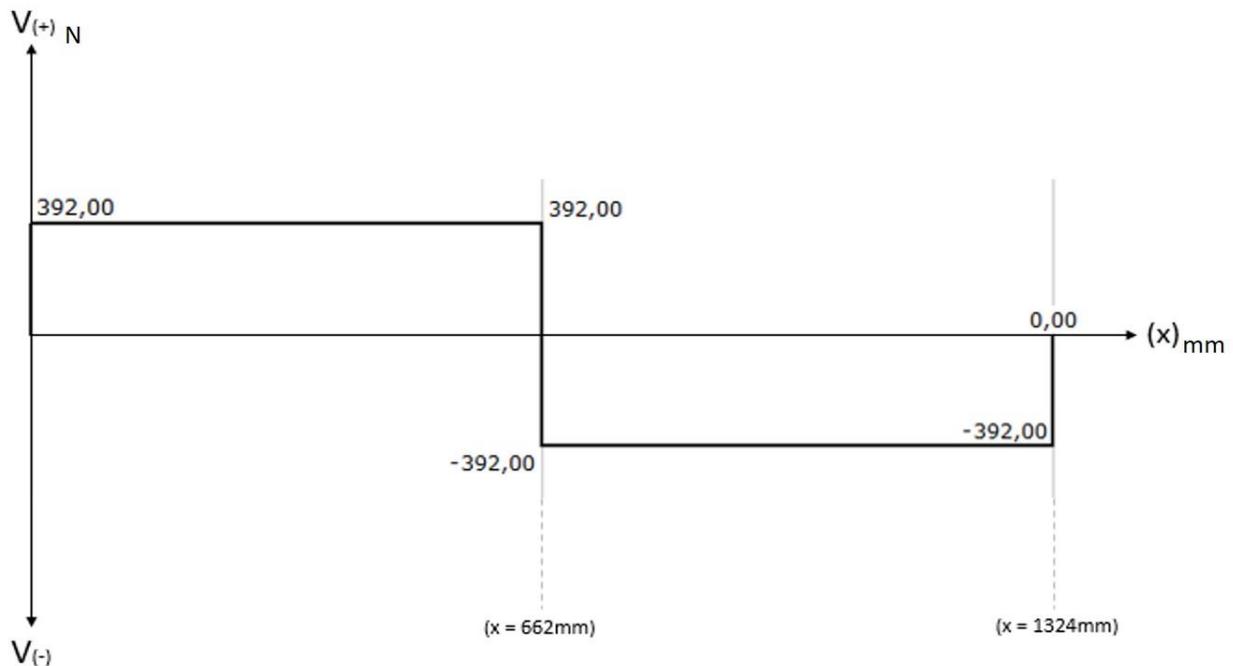


Figura 31. Diagrama de fuerza cortante. (Autoría Propia)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Diagrama de momento, para este se convierte la distancia que está dada en (mm) a metros, ver Figura 32.

$$M_{Ax} = 0$$

$$M_{Dx} = 662 * F_{AB} = 0,662 \text{ m} * 392 \text{ N} = 259,504 \text{ N} * \text{m}$$

$$M_{Bx} = 0$$

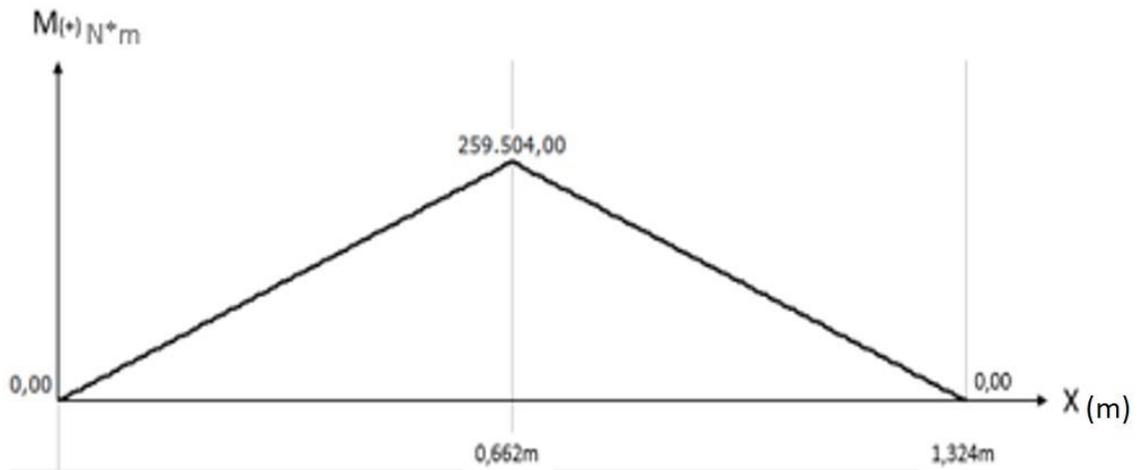


Figura 32. Diagrama de momento. (Autoría Propia)

Se calcula la fuerza cortante y el momento flector en diferentes trayectorias del movimiento con la finalidad de observar su comportamiento en la Figura 33, se observa el comportamiento al inicio de la trayectoria se calcula a una distancia de 441 mm

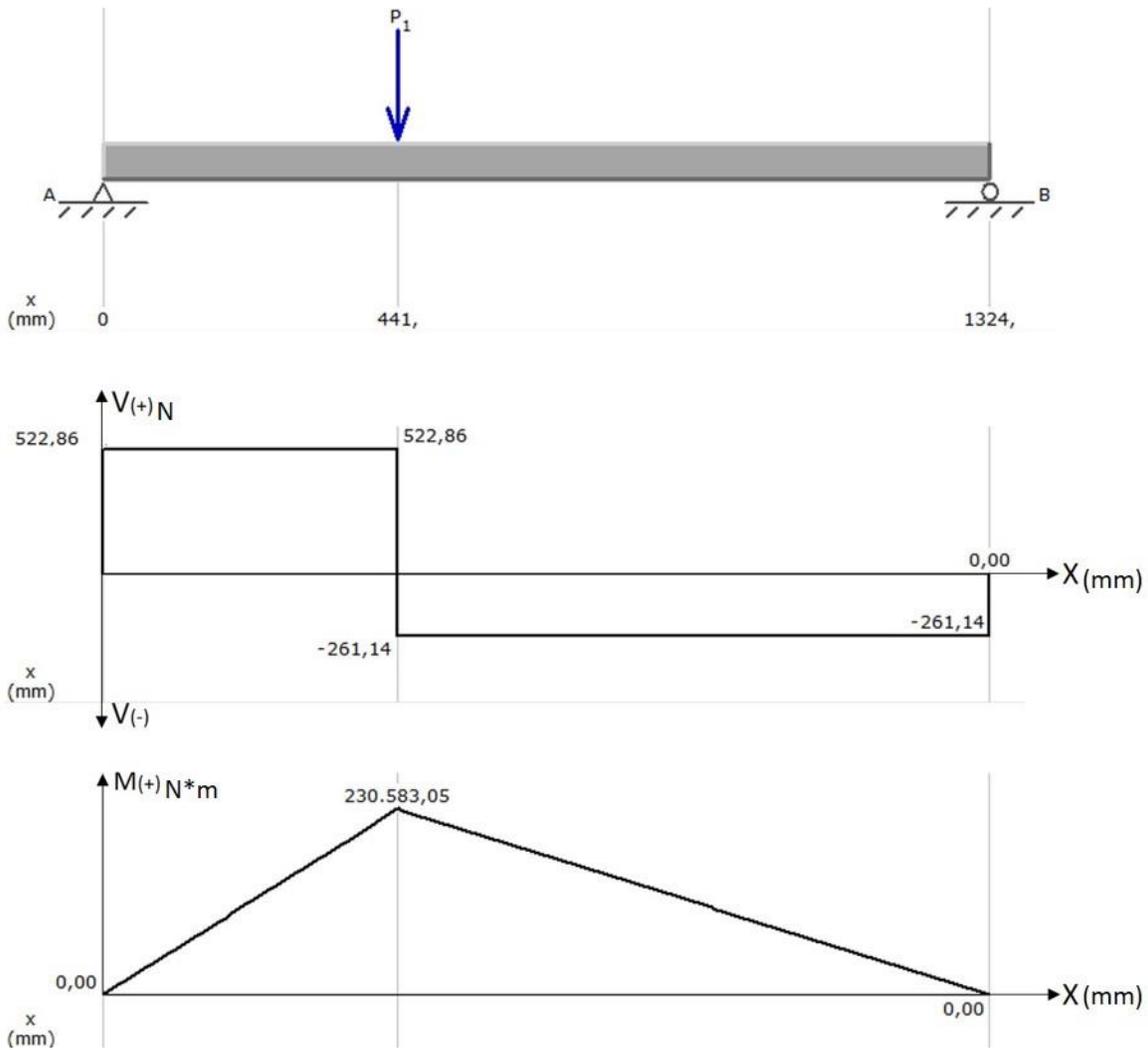


Figura 33. Diagrama fuerza cortante y momento flector a 441 mm. (Autoría Propia)

Para la siguiente Figura 34 se muestran los valores correspondientes a una distancia de 882 mm.

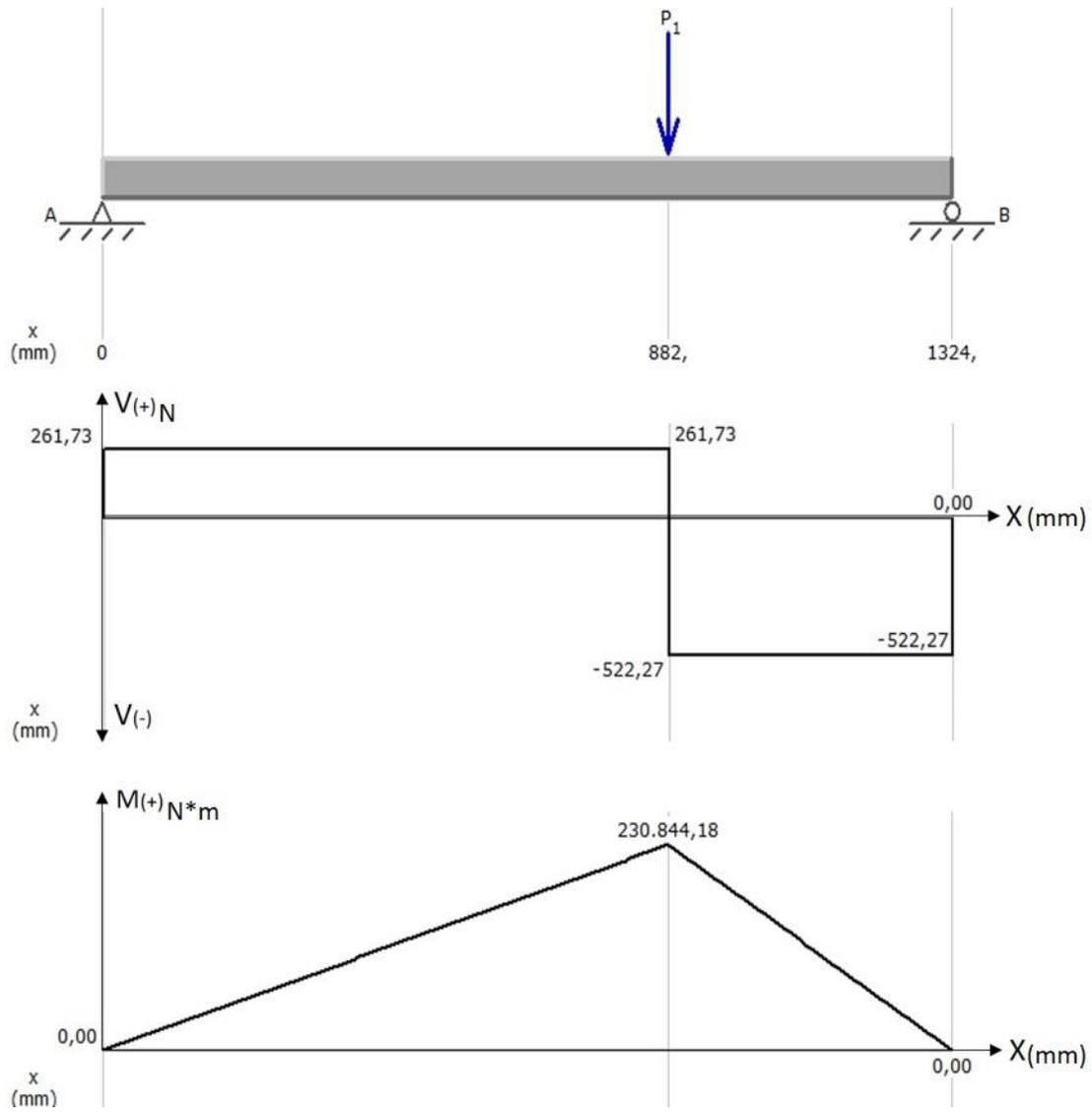


Figura 34. Fuerza cortante y momento flector a 882 mm. (Autoría propia).

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Resistencia a la fatiga.

Factor del material:

Se estima para este caso un acero forjado, ver Tabla 2. Donde se elige un factor de material $C_m=1$

Factor del tipo de esfuerzo:

“El resultado es que la resistencia a la fatiga de un material sometido a esfuerzo axial repetido e invertido es 80% de la resistencia que tiene a la flexión repetida e invertida. Por lo anterior, se recomienda aplicar un factor $C_{st}=1.0$ para esfuerzo de flexión, y $C_{st}=0.80$ para carga axial”. (Mott, 2006)

Dado lo anterior, se recomienda utilizar un factor de esfuerzo de flexión $C_{st}=1$

Factor de confiabilidad:

Por medio de la Tabla 3. Factor de confiabilidad. , se selecciona el factor de confiabilidad

$C_R=0,81$ con un 99% de confiabilidad. (Mott, 2006)

Factor de tamaño

Se estima un diámetro aproximado de 50mm para el eje de acuerdo a la Figura 35

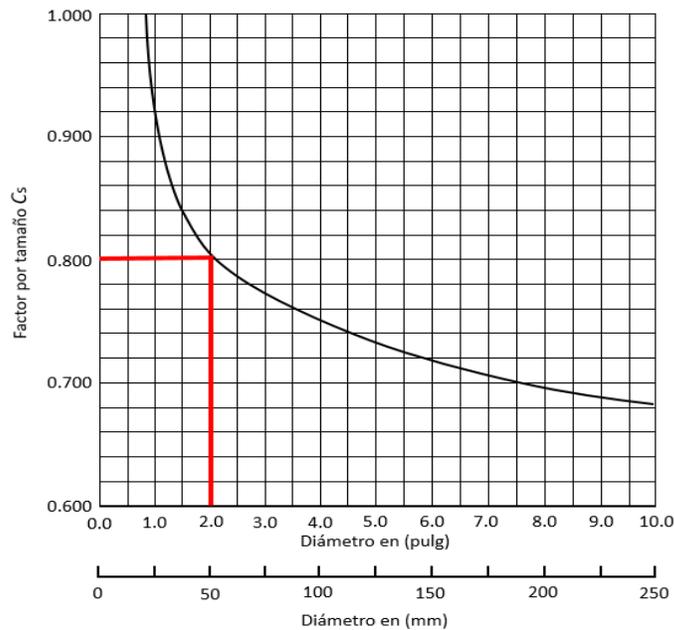


Figura 35. Factor de tamaño. (Mott, 2006)

Se elige.
 $C_s=0,8$

Resistencia a la fatiga estimada

Por medio de la Figura 36, se obtiene dicho valor.

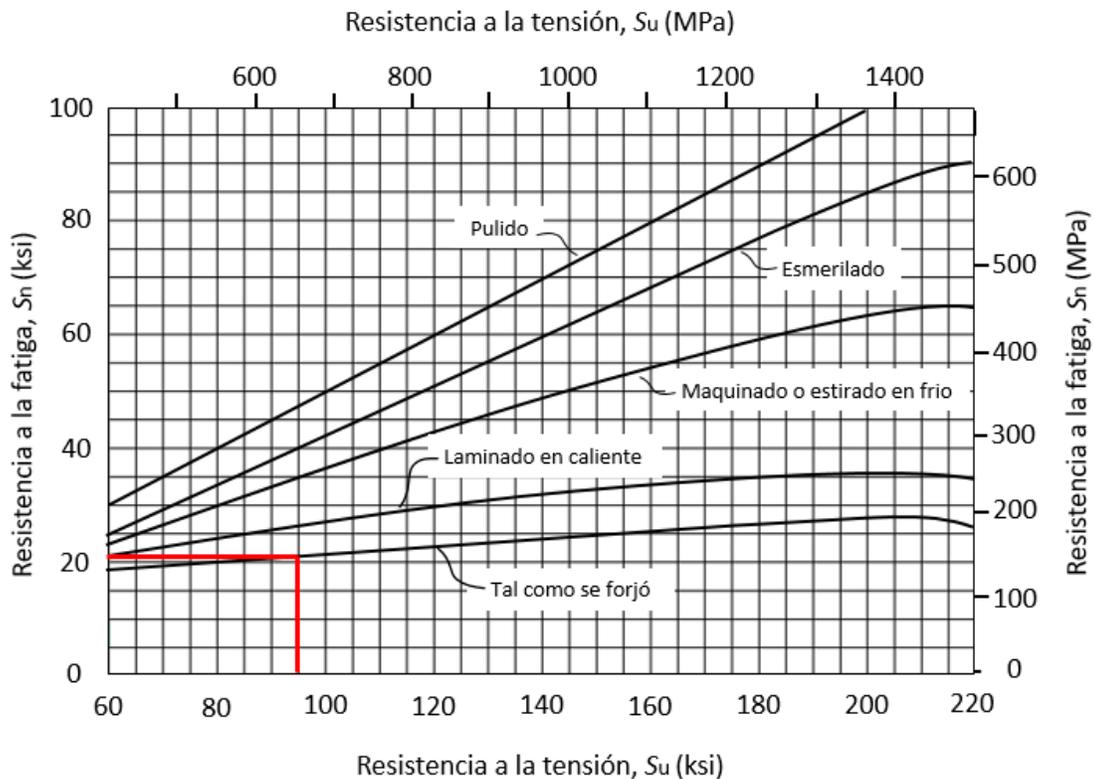


Figura 36. Resistencia a la fatiga. (Mott, 2006)

Donde se obtiene

$$S_n = 20 \text{ Ksi} = 137,89 \text{ Mpa}$$

La resistencia real a la fatiga estimada: Por medio de la Ec (14) se obtiene el valor de la resistencia a la fatiga estimada.

$$S'_n = 20 \text{ Ksi} * 1 * 1 * 0,81 * 0,8$$

$$S'_n = 12,96 \text{ ksi} = 89,35 \text{ Mpa}$$

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Calculo de diámetro del eje guía.

Se aplica una concentración de esfuerzos (K_t) de 3 y factor de diseño (N) de 2, por medio de la E_c (15) se determina el diámetro estimado para el eje.

Donde:

- $M = 259,504 \text{ Mpa}$ (momento máximo flexionante)
- $K_t = 3$ (se estima la máxima concentración de esfuerzos).
- $S_y = 413,68 \text{ Mpa}$ (resistencia a la fluencia de acuerdo al material)
- $S'_n = 89,35 \text{ Mpa}$ (resistencia a la fatiga real)
- $T = 0$ (torque es cero porque solo está sometido a flexión).

$$D = \left[\frac{32 * 2}{\pi} \sqrt{\left(\frac{3 * 259,504 \text{ N} * \text{m}}{89,35 \text{ Mpa}} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{0}{413,68 \text{ Mpa}} \right)^2} \right]^{1/3}$$

$$D = \left[\frac{32 * 2}{\pi} \sqrt{\left(\frac{3 * 259,504 \text{ N} * \text{m}}{89,35 * 10^6 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}} \right)^2 + \frac{3}{4} \left(\frac{0}{413,68 \text{ Mpa}} \right)^2} \right]^{1/3}$$

$$D = 0,0528 \text{ m} = 52,88 \text{ mm}$$

Los valores anteriores calculados definen el diámetro de un eje guía, para dar un mejor factor de seguridad al sistema se contempla el diseño con dos ejes.

Calculo sinfín corona.

Para el sistema de graduación del tope se diseña un sistema de transmisión por medio de un sinfín corona, donde se estima un rediseño y posteriormente se valida por medio de las ecuaciones si este si tiene la capacidad de realizar la función requerida.

Datos iniciales:

$$Z_1 = 15 = \text{numero de dientes de la corona}$$

$$Z_2 = 1 = \text{numero de dientes del sinfin}$$

$$n_G = \text{rpm corona} = ?$$

$$n_w = \text{revoluciones sinfin} = 60 \text{ rpm}$$

$$D_G = 60 \text{ mm} = 2,362 \text{ in}$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$\theta_n = 20^\circ$$

$$D_{ext} = 68mm$$

Por medio de la ecuación de relación de transmisión Ec (17), se puede hallar las revoluciones de la corona y la relación del engranaje

$$N_1 = \frac{N_2 * N_w}{N_G} = \frac{1 * 1}{15} = 0,06$$

$$m_G = \frac{N_G}{N_w} = \frac{15}{1} = 15$$

Por medio de la ecuación Ec (18) se obtiene el paso circular

$$p = \pi \frac{60 \text{ mm}}{15} = 12,56 \text{ mm}$$

Por medio de la ecuación Ec (23) se obtiene el paso diametral.

$$P_d = \frac{60 \text{ mm}}{15} = 4 \text{ mm}$$

Por medio de la Ec (21) se obtiene la distancia entre centros del sinfín corona.
Donde:

$$d_w = 24mm = 0,94 \text{ in}$$

$$C = \frac{24mm}{2} + \frac{60mm}{2}$$

$$C = 42mm = 1,65 \text{ in}$$

Validación de diámetro de paso del sinfín se realiza por medio de la Ec (20). Donde las medidas se deben realizar en pulgadas.

$$\frac{1,65^{0,875}}{3} \leq 0,94 \leq \frac{1,65^{0,875}}{1,7}$$

$$0,51 \text{ in} \leq 0,94 \text{ in} \leq 0,97 \text{ in}$$

De acuerdo al resultado anterior las proporciones del tornillo sinfín y la corona están dentro de los rangos permisibles.

El avance del tornillo sinfín se calcula de acuerdo a la siguiente Ec (22)

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$L = 12,57\text{mm} * 1 = 12,57 \text{ mm}$$

Posteriormente se procede con el cálculo del ángulo de avance por medio de la Ec (23)

$$\tan \lambda = \frac{12,57 \text{ mm}}{\pi * 24 \text{ mm}} = 0,166$$

$$\lambda = \tan^{-1} 0,166 = 9,46^\circ$$

Calculo de la fuerza tangencial permisible, para poder hallar esta fuerza se debe hallar los respetivos factores:

Factor de material el cual está dado por de la Ec (5), dicho valor también se obtener por medio de la Figura 10, donde los bronces son colados en arena y el sinfín es templado a 58 HRC

$$C = 42\text{mm} = 1,65 \text{ in}$$

$$C_s = 1000$$

Factor de corrección de relación se obtiene por medio de la Ec (8), pero antes se debe obtener el valor de la relación de engranajes hallada anteriormente por medio de la Ec (17) donde,

$$m_G = 15$$

Una vez obtenida la relación de engranajes se calcula el factor de corrección de relación por medio de la Ec (8) donde se define que cumple la siguiente condición.

$$3 < m_G \leq 20$$

$$C_m = 0,2 \sqrt{-15^2 + 40 (15) - 76} + 0,46$$

$$C_m = 1,007$$

El factor de velocidad se obtiene por medio de Figura 12, donde primero se halla la velocidad de desplazamiento del sinfín por medio de la ecuación Ec (25). Para este cálculo se obtiene que del diámetro del sinfín es de 32mm (1,25 pulg), donde también se define una velocidad máxima de 60 rpm

$$V_s = \frac{\pi 1,25 60}{12 \cos 9,46^\circ} = 20,06 \frac{\text{Pies}}{\text{min}}$$

Ya obtenida la velocidad de desplazamiento se procede a calcular el factor de velocidad el cual está dado por la Ec (9) y cumple la siguiente condición.

$$V_s < 700 \frac{\text{pies}}{\text{min}}$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$C_v = 0,659 \exp\left(-0,0011 * (20,06 \frac{Pies}{min})\right)$$

$$C_v = 0,64$$

A continuación se relaciona el cambio del factor de velocidad variando las rpm del sinfín, ver Tabla 12.

Tabla 12. Tabla factor de velocidad

Nw	Vs (pies/min)	Vs (m/s)	Cv
5	1,671888443	0,008493193	0,65789915
10	3,343776885	0,016986387	0,65680013
15	5,015665328	0,02547958	0,65570295
20	6,687553771	0,033972773	0,65460761
25	8,359442214	0,042465966	0,65351409
30	10,03133066	0,05095916	0,6524224
35	11,7032191	0,059452353	0,65133253
40	13,37510754	0,067945546	0,65024449
45	15,04699598	0,07643874	0,64915826
50	16,71888443	0,084931933	0,64807385
55	18,39077287	0,093425126	0,64699124
60	20,06266131	0,101918319	0,64591045

El ancho efectivo de la corona debe cumplir la condición establecida en la Ec (26).

$$15 \text{ mm} < 0,667 * (60 \text{ mm})$$

$$15 \text{ mm} < 40 \text{ mm}$$

Según lo anterior el ancho definido cumple la condición planteada en la Ec (26).

La validación del diámetro del sinfín se obtiene por medio de la Ec (20), donde dicha validación cumple con el diámetro seleccionado.

$$\frac{1,6^{0,875}}{3} \leq 0,94 \leq \frac{1,6^{0,875}}{1,7}$$

$$0,51 \leq 0,94 \leq 0,97$$

Una vez obtenido todos los factores se procede con el cálculo de la fuerza tangencial permisible por medio de la Ec (24).

$$W^t = 1000 * 2,36^{0,8} \text{ pulg} * 0,59 \text{ pulg} * 1,007 * 0,64$$

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$W^t = 764,3 \text{ lb F}$$

El coeficiente de fricción es obtenido por medio de la Figura 13, donde.

$$\mu = 0,08$$

El coeficiente de fricción también se puede obtener por medio de la Ec (10) y cumpliendo la siguiente condición.

$$0 < V_s \leq 10 \frac{\text{pies}}{\text{min}}$$

$$f = 0,103 \exp(-0,110 * 20,06^{0,450}) + 0,012$$

$$f = 0,079$$

La potencia dada en hp está dada por la Ec (28)

$$1 \text{ hp} = \frac{330 \text{ lbF} * 100 \text{ pies}}{1 \text{ min}} = 33000 \frac{\text{lbF} * \text{pie}}{\text{min}} = 550 \frac{\text{lbF} * \text{pie}}{\text{s}}$$

Se estima que la fuerza promedio permisible por una persona es de 25 kg (55,11 lb) y el diámetro del dial estimado es de 4,33 pulg.

Distancia de aplicación de la fuerza (pies)

$$P_0 = \frac{55,11 \text{ lbF} * 0,18 \text{ pies}}{\text{s}}$$

$$P_0 = 9,9198 \frac{\text{lbF}}{\text{s}} = 0,018 \text{ hp}$$

De acuerdo a la potencia de entrada se define el par torsional a la salida del tornillo sinfín por medio de la Ec (27).

$$T_o = \frac{63000 * 0,018 \text{ hp}}{4 \text{ pulg}} = 284,067 \text{ lb}$$

Fuerza tangencia del engrane obtenido por medio de la ecuación Ec (29).

$$W_G^t = \frac{2 * 284,067 \text{ lb}}{2,46 \text{ pulg}} = 240,51 \frac{\text{lb}}{\text{pulg}}$$

Calculo de fuerza tangencial del sinfín por medio de la Ec (30)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

$$W_w^t = 240,51 \frac{lb}{pulg} * \frac{\cos 20^\circ * \sin 20^\circ + 0,079 * \cos 9,4^\circ}{\cos 20^\circ * \sin 20^\circ - 0,079 * \cos 9,4^\circ}$$

$$W_w^t = 734,8876 \frac{lb}{pulg}$$

Sin ausencia de fricción la fuerza tangencia se obtiene por medio de la Ec (31)

$$W_w^t = 240,51 \frac{lb}{pulg} \tan 9,4^\circ = 40,094 \frac{lb}{pulg}$$

4.7 Sistema neumático.

Para mayor entendimiento del circuito cada actuador está definido por las letras (A, B y C), donde la secuencia es: "A+ B+ C+ /A- B- / -C"

Donde,

A= Cilindro de cierre.

B= cilindro de avance.

C= Cilindro de sostenimiento.

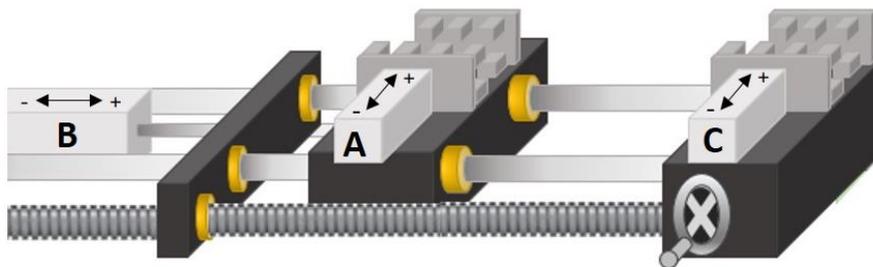


Figura 37. Configuración cilindros alimentador. (Autoría Propia)

Esta secuencia indica que primero avanza el cilindro A, finalizando el avance inicia el cilindro B, finalizado el recorrido de B, inicia el progreso del cilindro C; finalizado este avance retroceden los cilindros A y B. Ya por ultimo retorna el cilindro C.

Los movimientos de los actuadores se representan mejor en diagramas así los movimientos pueden reflejarse en función de la fase de trabajo para los circuitos secuenciales y en función del tiempo para los circuitos temporizados. Ver Figura 38.

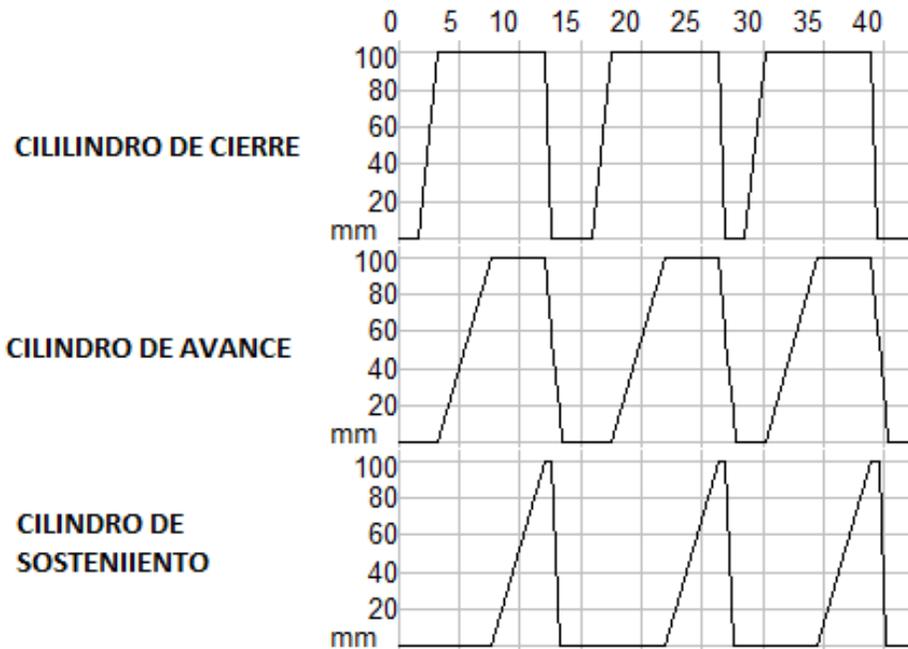


Figura 38. Diagrama de estado del sistema neumático. (Autoría Propia)

El sistema neumático está compuesto Inicialmente por una unidad de mantenimiento la cual es la encargada de recibir el aire de la red, para luego contralar la presión de salida, suministrar aire puro y lubricar todos los componentes del sistema. También se tienen tres cilindros de doble efecto (A, B y C), los cuales en cada una de las entradas tiene unos controles de flujo para la regulación de la velocidad, que se encuentra graduados en 40% al 60% y adicional cuenta con una electroválvulas 5/2, que son accionadas eléctricamente y repositionadas por muelle su funcionamiento se puede observar en la Figura 39.

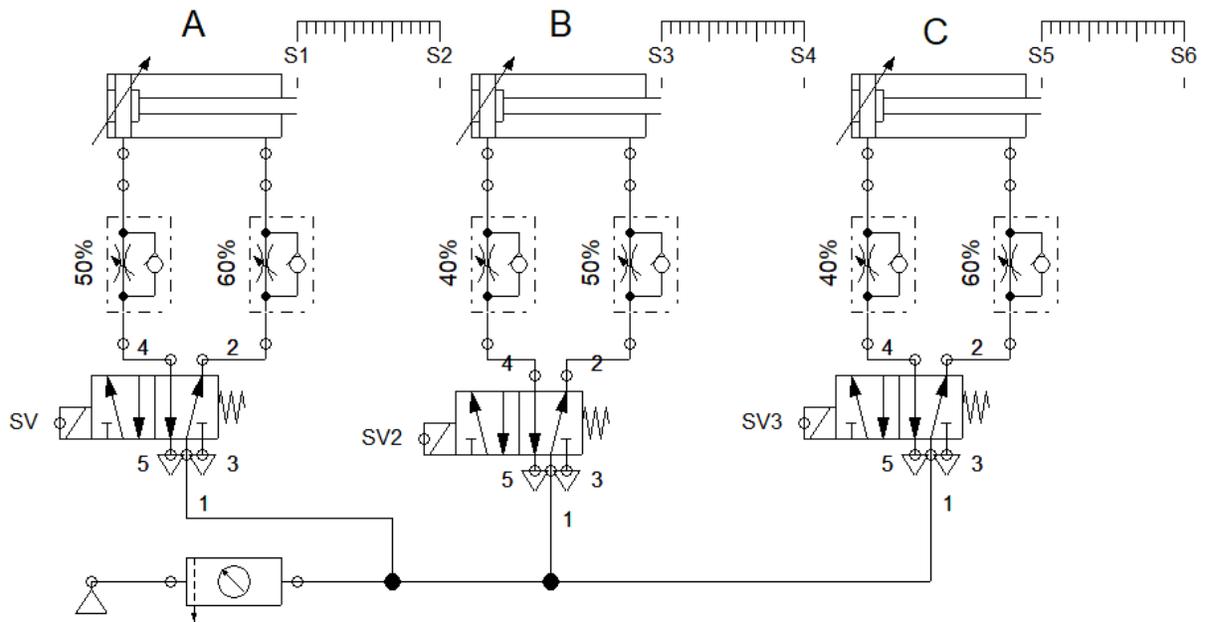


Figura 39. Sistema neumático alimentador. (Autoría Propia)

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

5.1 Conclusiones.

- Se diseñó un sistema de alimentación automático donde los operarios ya no tendrían que exponer sus extremidades a las partes en movimiento de la máquina y adicionalmente los ciclos del alimentador superan el 100% de la producción obtenía de forma manual.
- Se diagnostica el proceso obteniendo un promedio de corte de 2,5 piezas por minuto, donde las maquinas cuenta con la capacidad de realizar en promedio con 20 ciclos por minuto.
- Con base en la investigación de los diferentes sistemas de automatización de procesos de corte, se encuentran máquinas de corte con su alimentador integrado, totalmente automatizados y con sistemas robóticos, los cuales no están ajustados al presupuesto de la empresa.
- Se aplica una matriz de selección obteniendo como resultado un sistema de alimentador neumático que se acopla a las necesidades y recursos económicos de la empresa Colauto SAS.
- Por medio de los cálculos realizados se obtiene la información necesaria para la elaboración de planos, posteriormente se realizan cotizaciones donde se evidencia que por costo es más viable el diseño en comparación a una maquina nueva.

5.2 Recomendaciones.

Existen ciertos puntos que se pueden mejorar luego de la fabricación de este alimentador.

- El área de producción de la empresa, podría buscar la manera de reducir la longitud de los ejes y la tubería que ingresa al proceso, con esto se tiene una reducción del tamaño del alimentador.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Para garantizar el buen funcionamiento del alimentador, se deben crear rutas de mantenimientos programados con una frecuencia definida por ciclos de trabajo, esto con el fin de prevenir daños por desgaste en componentes y evitar paros prolongados de máquina.

5.3 Trabajo futuro.

La empresa Colauto SAS. Cuenta con muchas máquinas similares a las mencionadas durante la investigación, esto lleva a pensar en la posibilidad de que en un futuro se pueda adaptar este mismo sistema a estas otras máquinas, logrando con esto aumentar la productividad en un porcentaje mucho más elevado.

Con el nuevo sistema se apunta a mejorar las condiciones de la empresa, esto abriría la posibilidad de apuntarle no solo a alimentadores con sistemas neumáticos, sino también a la utilización de los otros sistemas los cuales fueron descartados en primera instancia debido a lo costoso de su instalación, pero superiores en cuanto a tecnología y precisión.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

6. REFERENCIAS

- AGMA. (2016, MARZO). *Practice for Enclosed Cylindrical Wormgear Speed Reducers and Gearmotors*. Retrieved from <https://members.agma.org/ItemDetail?iProductCode=6034-B92&Category=STANDARDS>
- AUTODESK. (n.d.). Retrieved from <https://www.autodesk.com/>
- Breslin, S. (2003). What is the best bar feed system for production turning? *Production Machining*.
- Castiñeira, N. H. (n.d.). *Tecnología - Técnica*. Retrieved from http://www.tecnologia-tecnica.com.ar/index_archivos/Page4769.htm
- ÇENGEL, Y. A. (2011). *TERMODINÁMICA*. Mexico : septima edision.
- CI COLAUTO S.A.S. (2018). *COLAUTO*. Retrieved from <http://www.colauto.com.co/>
- De Maquinas y Herramientas*. (2013, Mayo 13). Retrieved from <https://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/balancin>
- Fundación de SOCO Machinery en Taichung. (1979). *SOCO*. Retrieved from https://www.soco.com.tw/index_en.php
- Lopez, J. J. (2016). *Diseño de las redes de aire comprimido y transporte neumático en un astillero*. Cartagena - España.
- MICRO. (2019). *MICRO AUTOMATIZACION*. Retrieved from <http://microautomacion.com/es/inicio/>
- Ming-Ming, X. (2011). A novel Design of Automatic Control System for Steel-tube. *ELSEVIER*.
- Mott, P. R. (2006). *Diseño de elementos de maquina*. Cuarta Edision.
- PÁEZ, G. F. (2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN ALIMENTADOR AUTOMÁTICO DE BARRAS PARA UN TORNO DE CONTROL NUMÉRICO COMPUTARIZADO*. Quito.
- Rua Monsenhor Alcindo Carlos Veloso de Siqueira. (2015). *Dualtronics*. Retrieved from <http://dualtronics.com.br/es/lo-que-hacemos/sistemas-roboticos>
- Salman Pervaiz, S. K. (2018). Una revisión exhaustiva de las preocupaciones de sostenibilidad basadas en el consumo de agua y el fluido de corte en el sector del corte de metales. *Journal of Cleaner Production*.
- Serway, R. A. (2008). *FÍSICA para ciencias e ingeniería*. Mexico.: Septima Edicion.
- Shigley, J. E. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley*. Mexico: Octava Edision.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

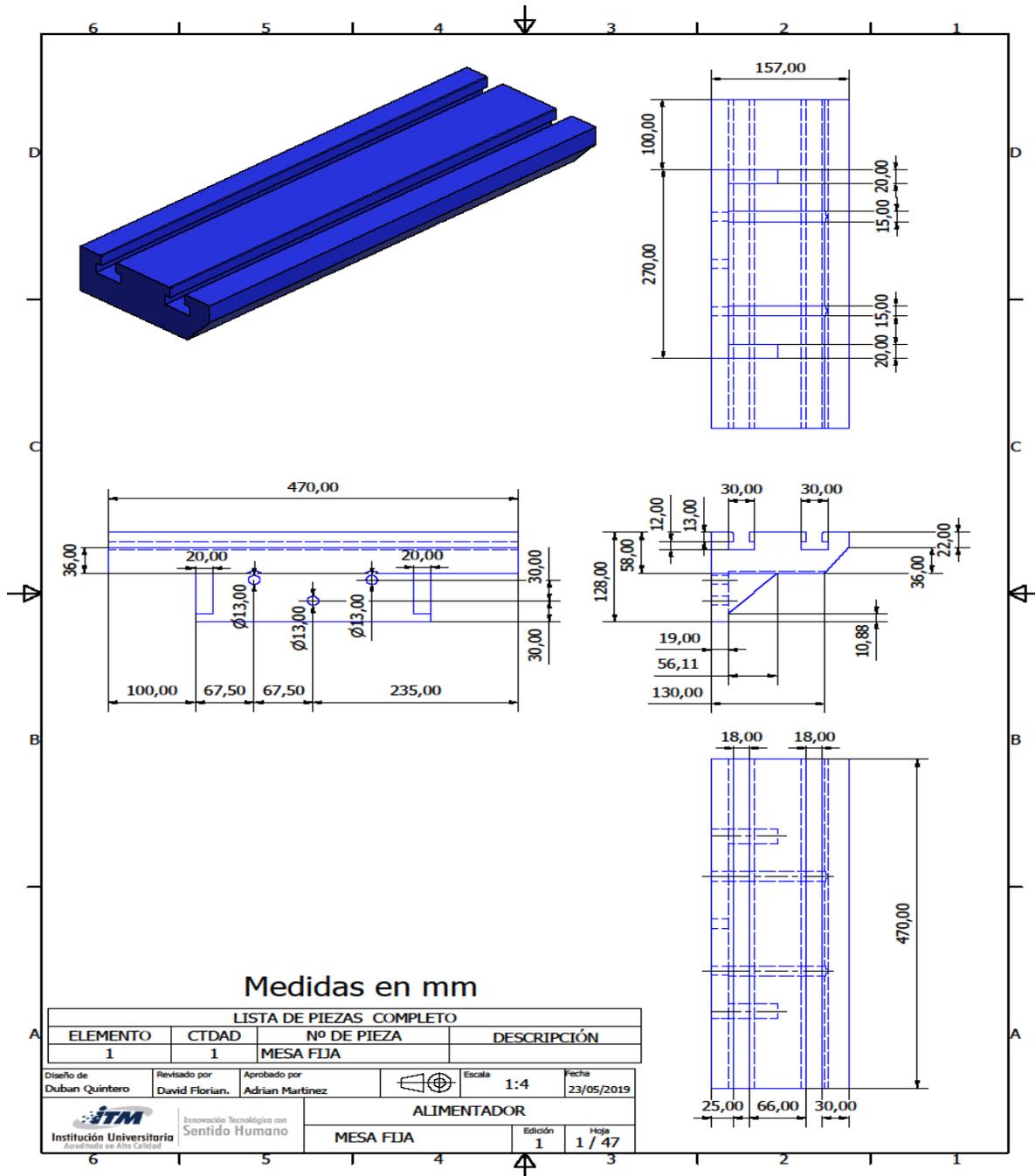
Sistemas Neumaticos. (2012, Mayo 19). Retrieved from <https://neumaticabasicaepp.wordpress.com/44-2/receptores-neumaticos/cilindros-de-simple-y-doble-efecto/>

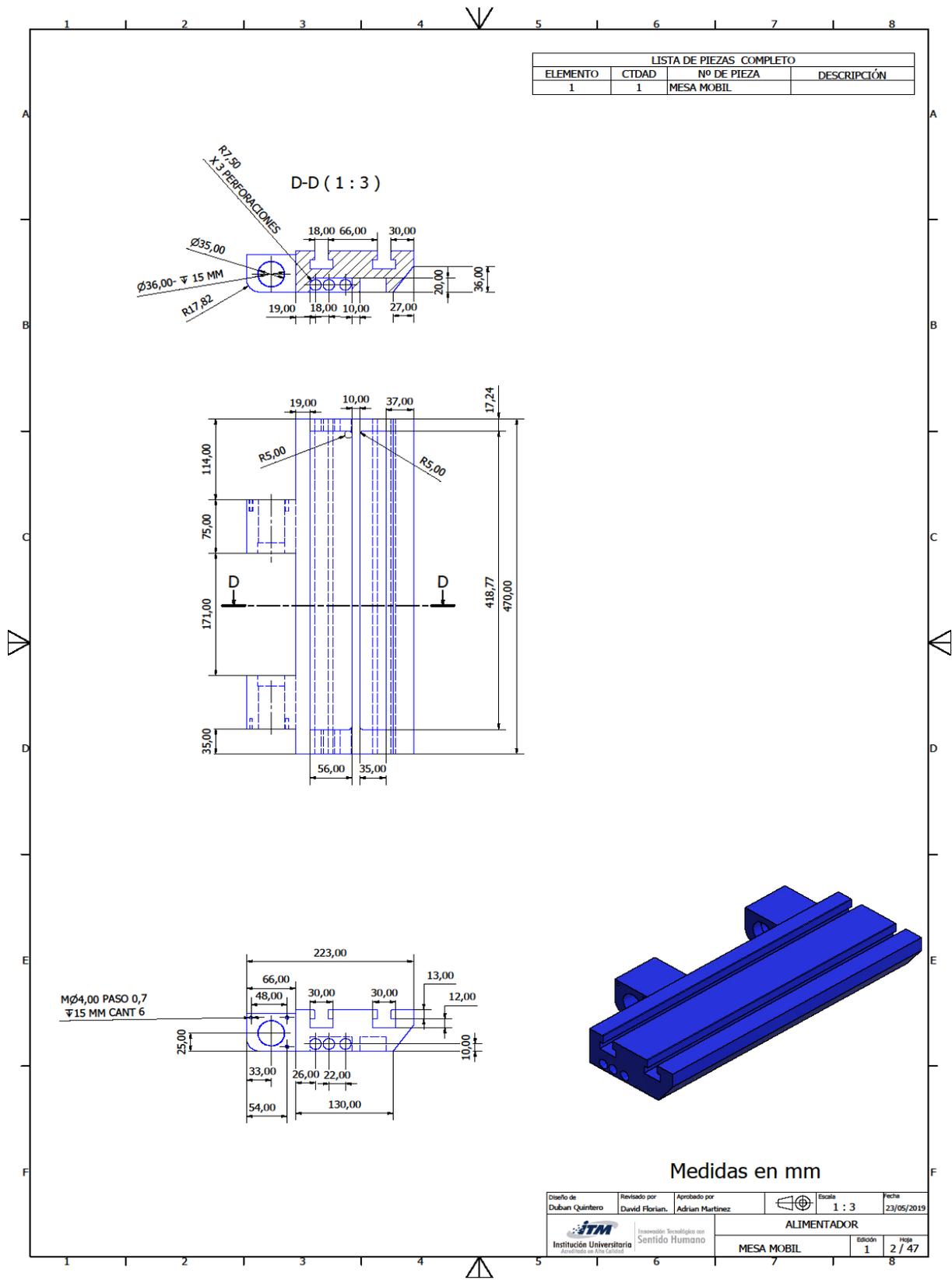
Solé, A. C. (2011). *Neumática e Hidráulica*. Barcelona: MARCOMBO, S.A.

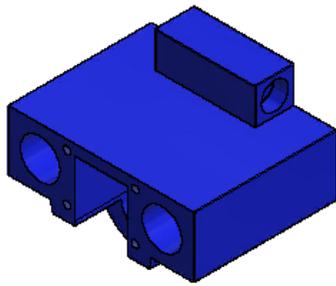
STAMTEC. (1949). *STAMTEC*. Retrieved from <http://www.stamtec.com/>

Zhi Xudong, W. Q. (2018). Estudio experimental y numérico del tubo de acero reforzado con GFRP bajo cargas de impacto axial. *Revista Internacional de Ingeniería de Impacto*.

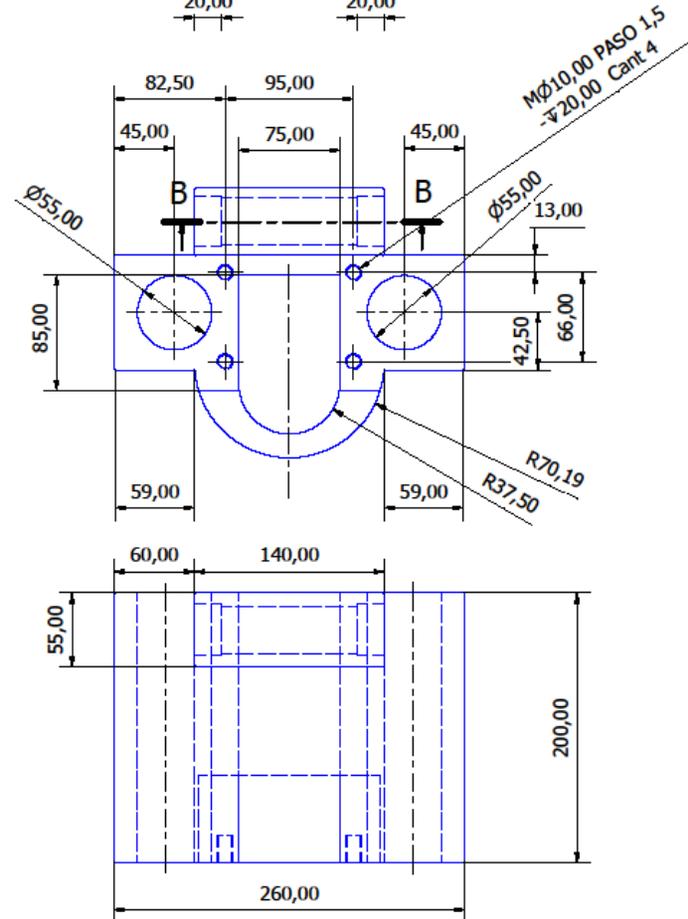
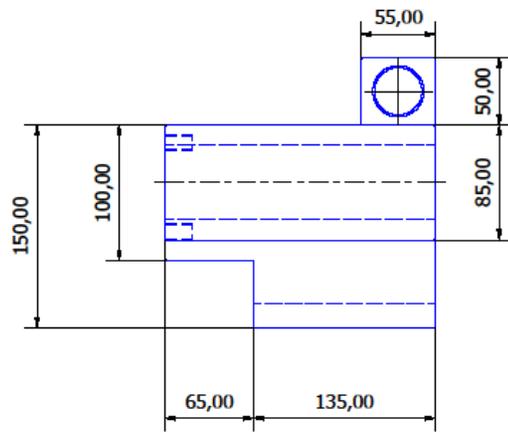
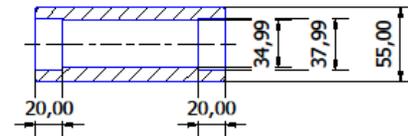
7. APÉNDICE







B-B (1 : 3)

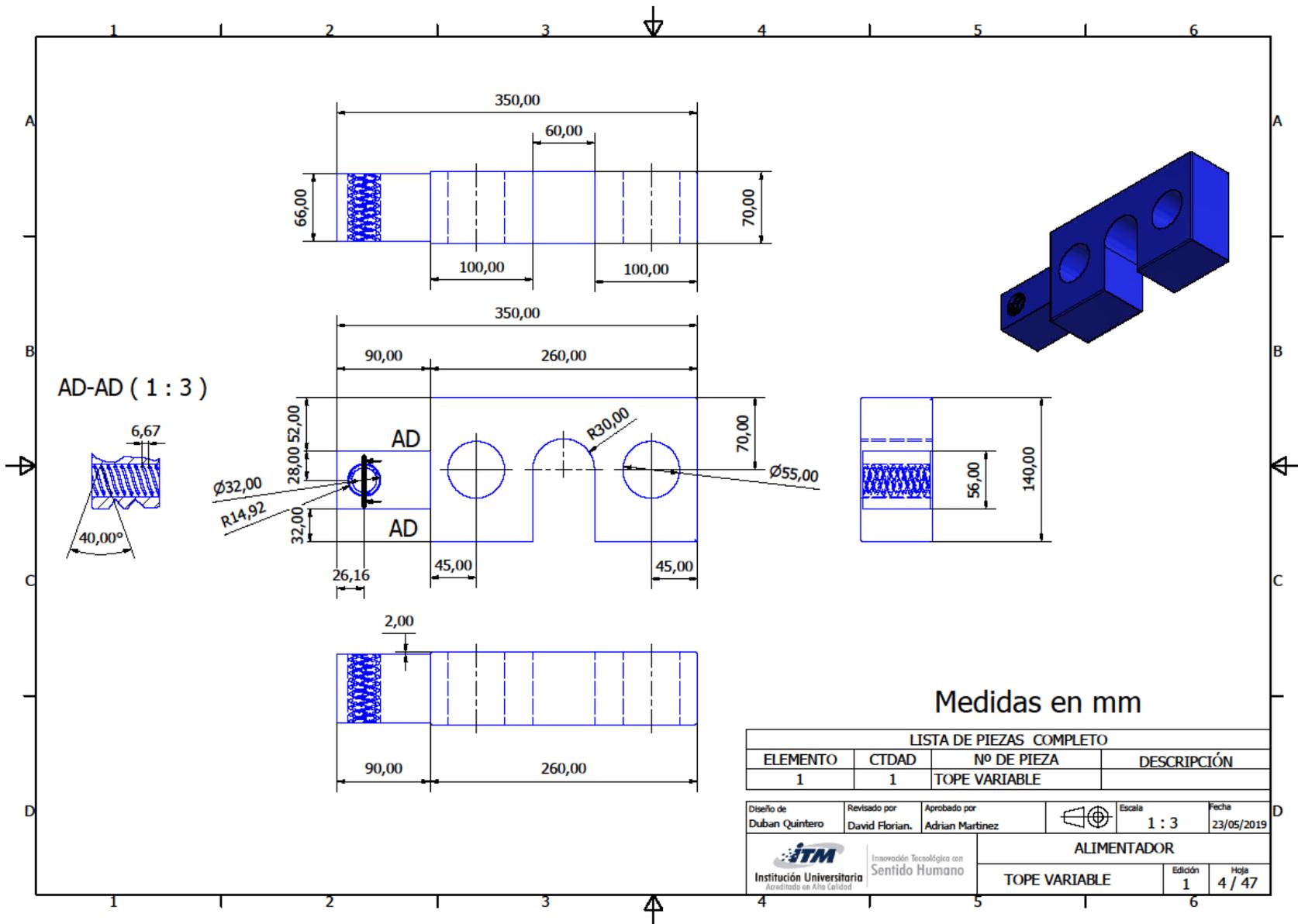


Medidas en mm

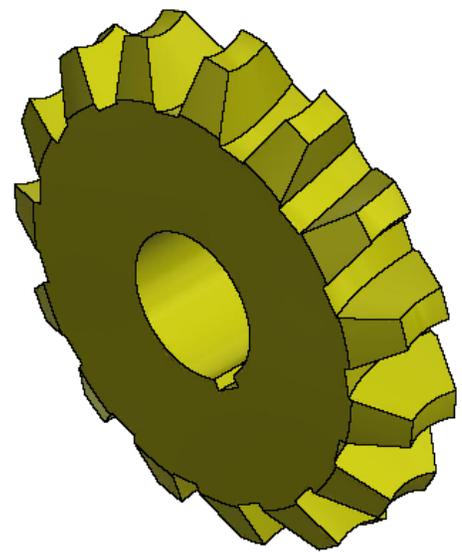
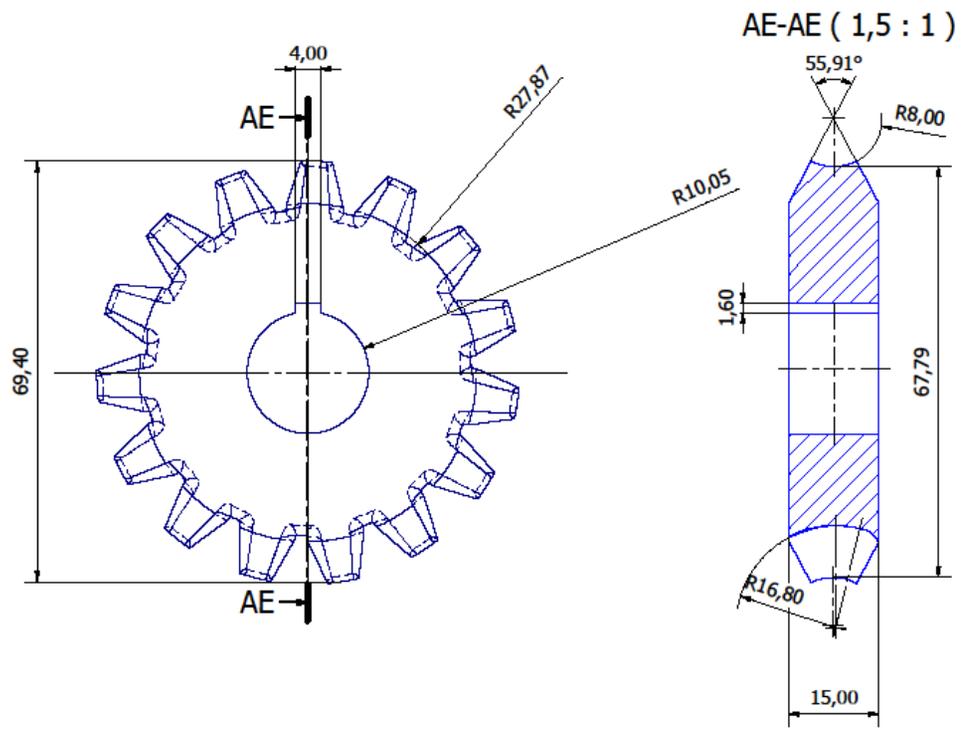
LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	BASE MOBIL	

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	Escala 1 : 3	Fecha 23/05/2019
-----------------------------	--------------------------------	---------------------------------	-----------------	---------------------

 <p>Institución Universitaria Innovación Tecnológica con Sentido Humano</p>	ALIMENTADOR	
	BASE MOBIL	Edición 1 Hoja 3 / 47



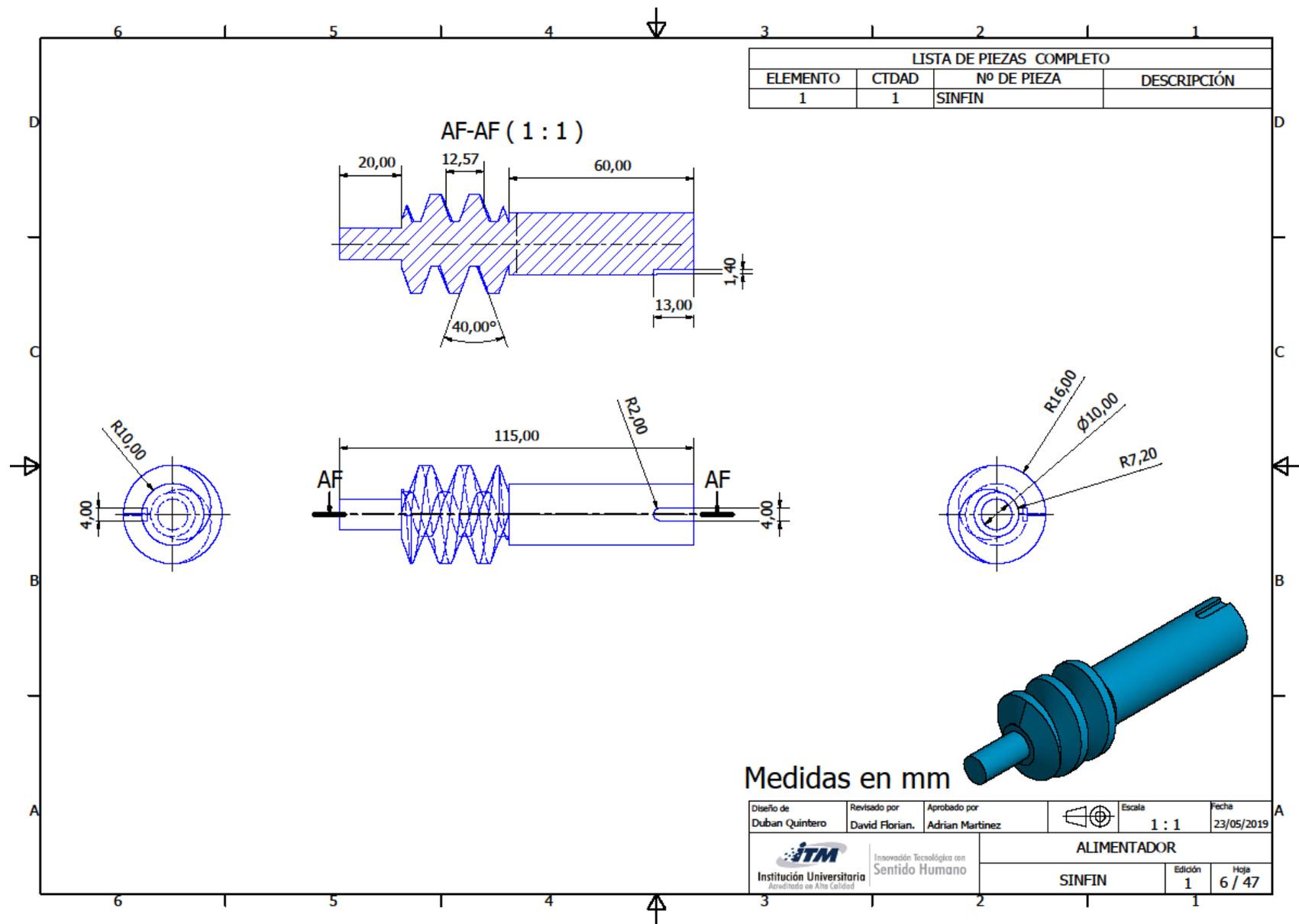
LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	CORONA	



Medidas en mm

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	Escala 1,5 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano			ALIMENTADOR CORONA	
			Edición 1	Hoja 5 / 47

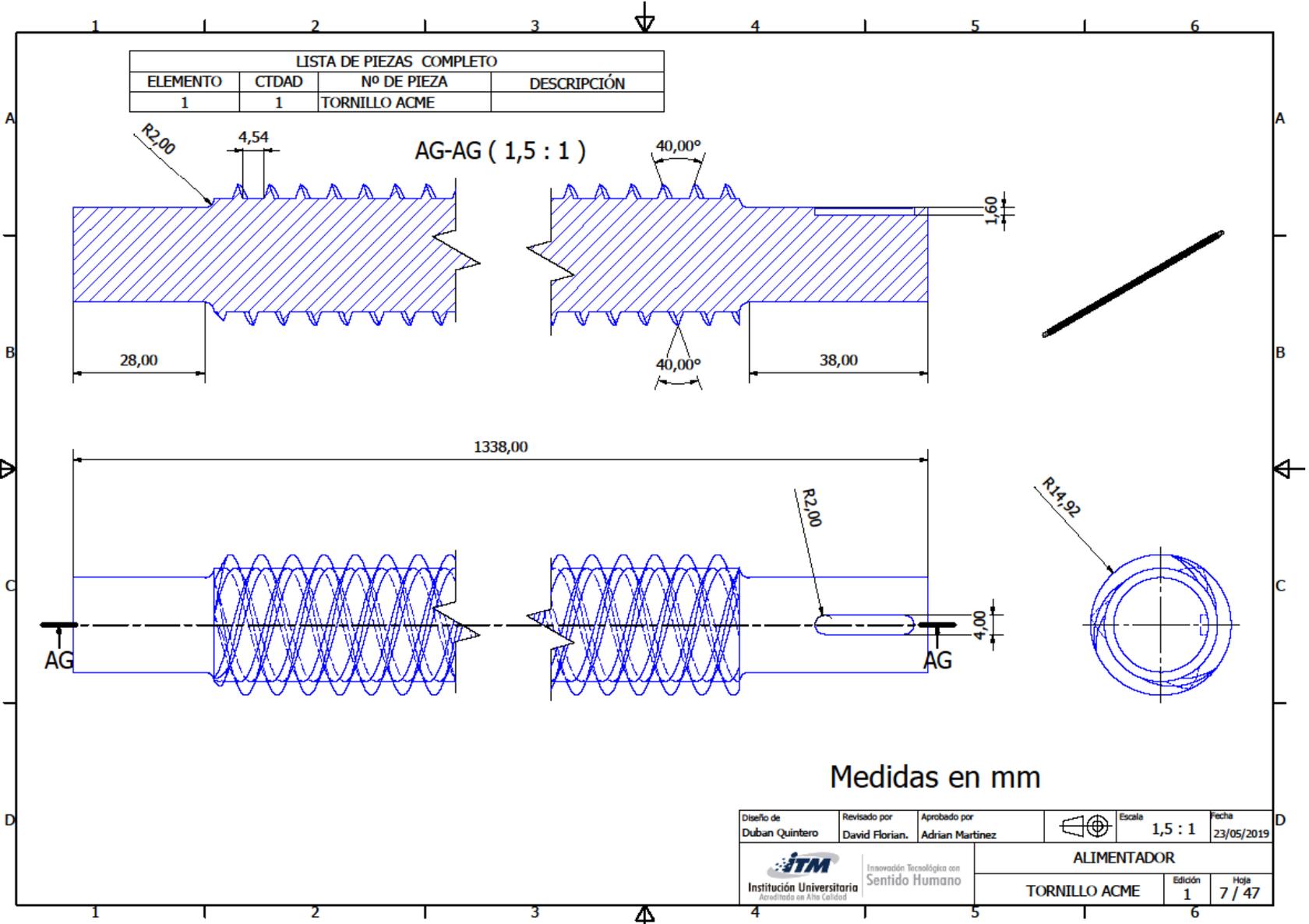
LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	SINFIN	



Medidas en mm

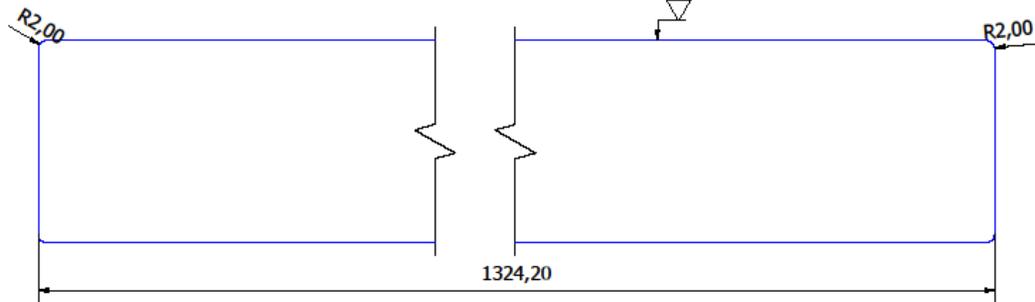
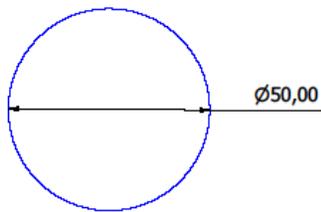
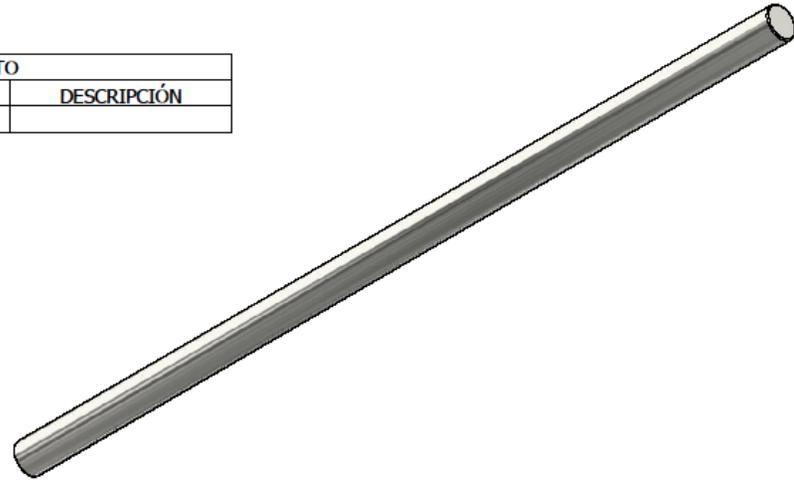
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	 Escala 1 : 1	Fecha 23/05/2019
 Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			Innovación Tecnológica con Sentido Humano	
ALIMENTADOR			Edición 1	Hoja 6 / 47
SINFIN				

LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	TORNILLO ACME	



Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	Escala 1,5 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano			ALIMENTADOR TORNILLO ACME	
			Edición 1	Hoja 7 / 47

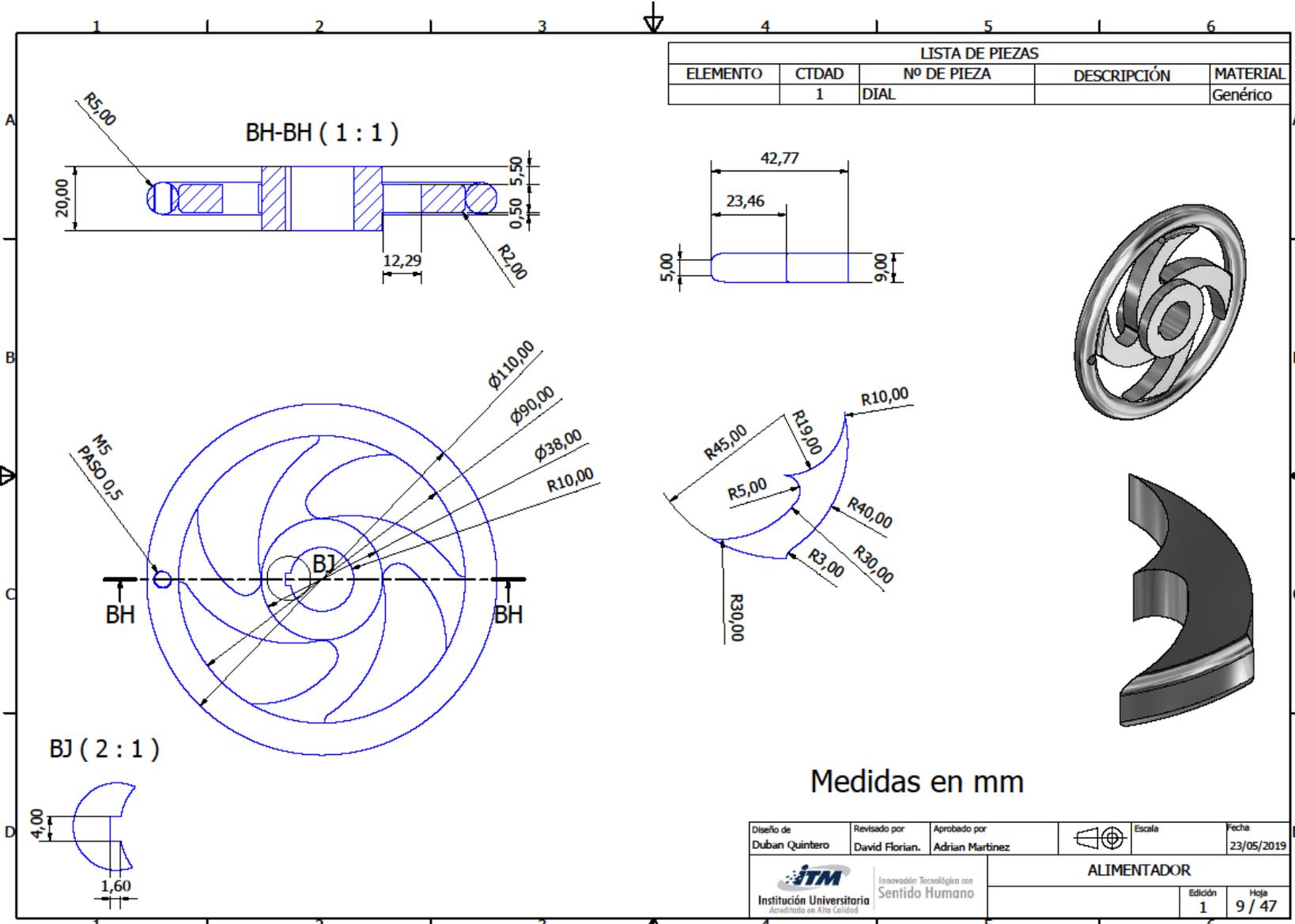
LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	EJE GUIA	



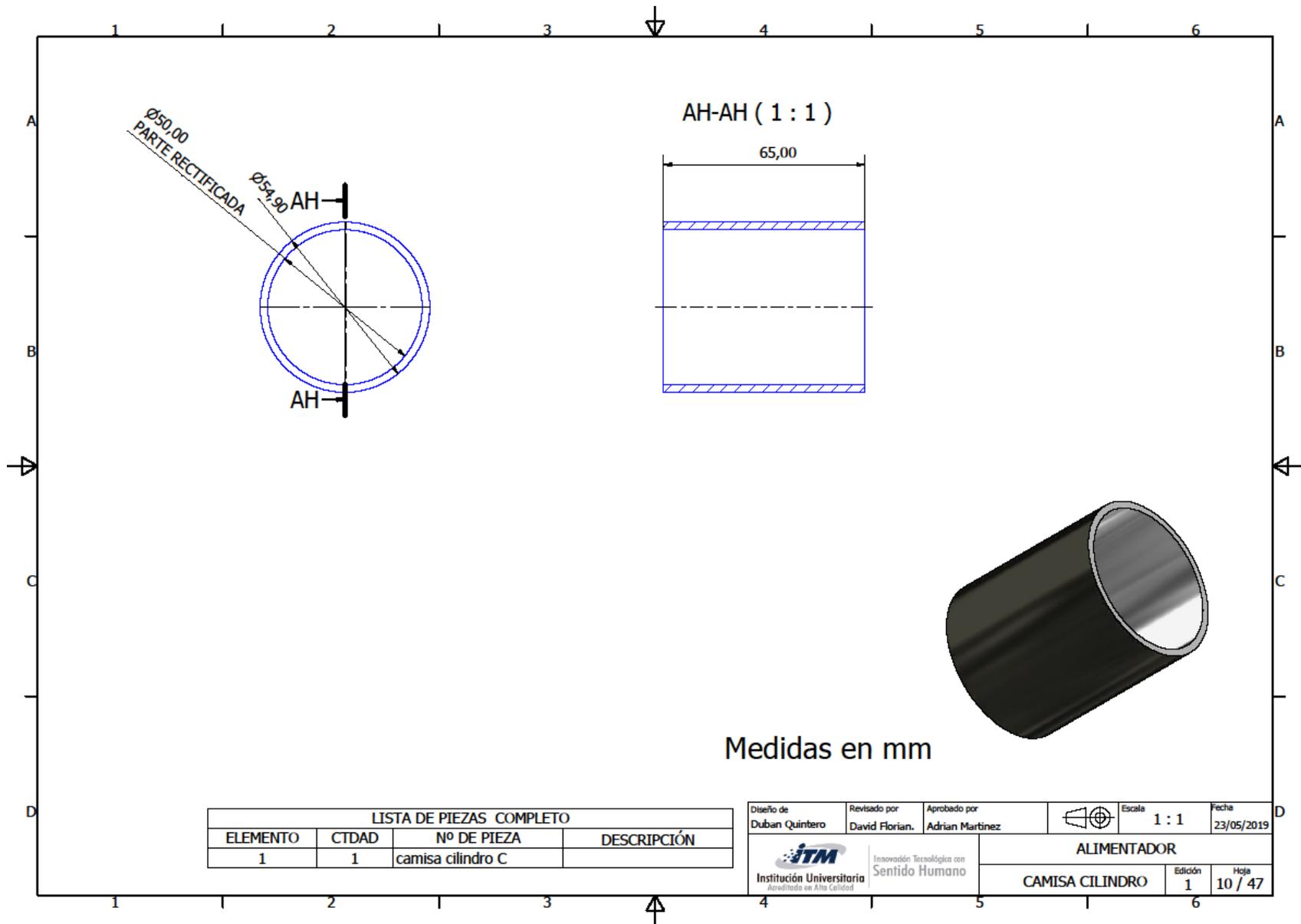
Medidas en mm

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 1 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano			ALIMENTADOR		
EJE GUIA			Edición 1	Hoja 8 / 47	

LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
	1	DIAL		Genérico



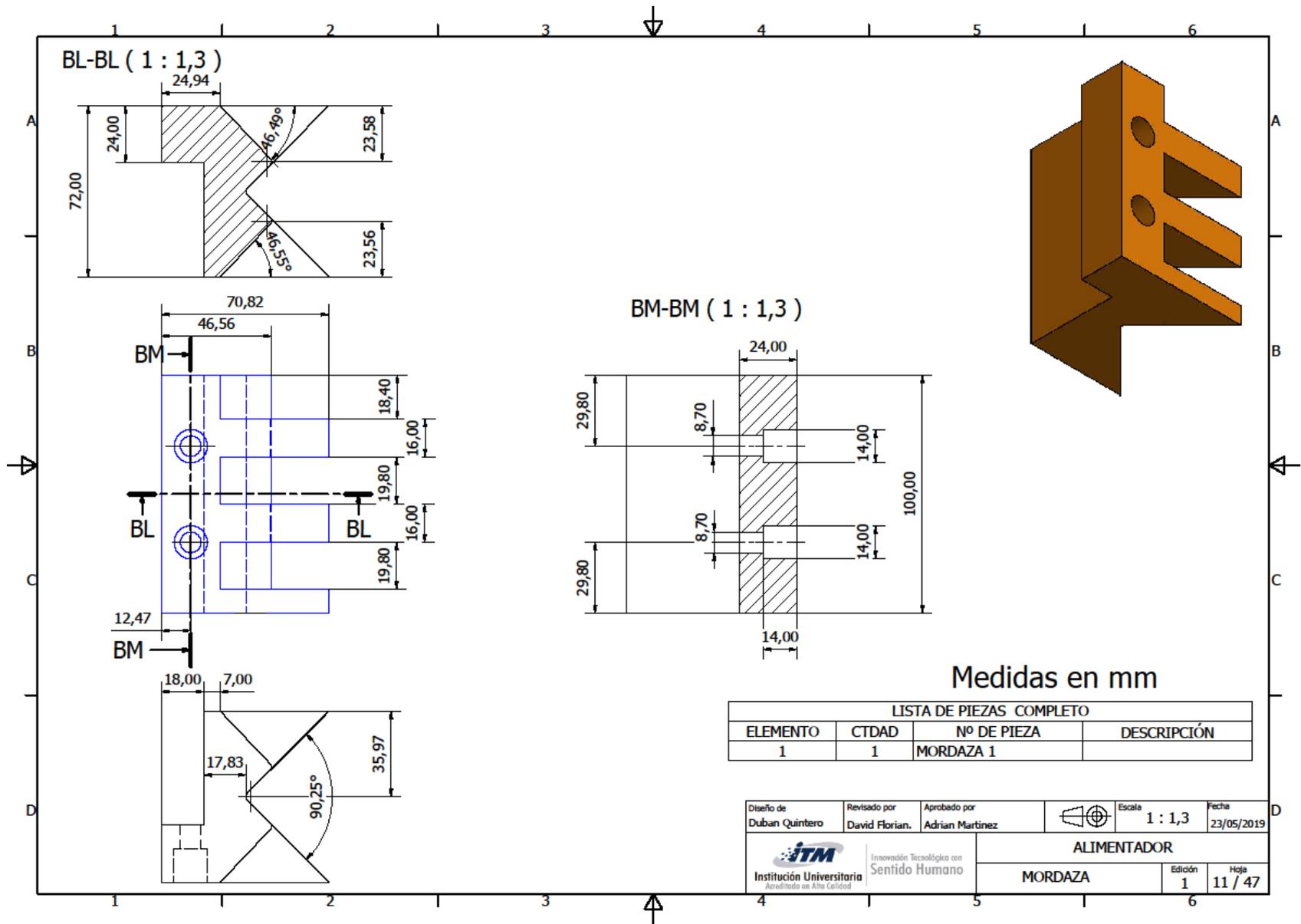
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	Escala	Fecha 23/05/2019
 Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			ALIMENTADOR	
			Edición 1	Hoja 9 / 47

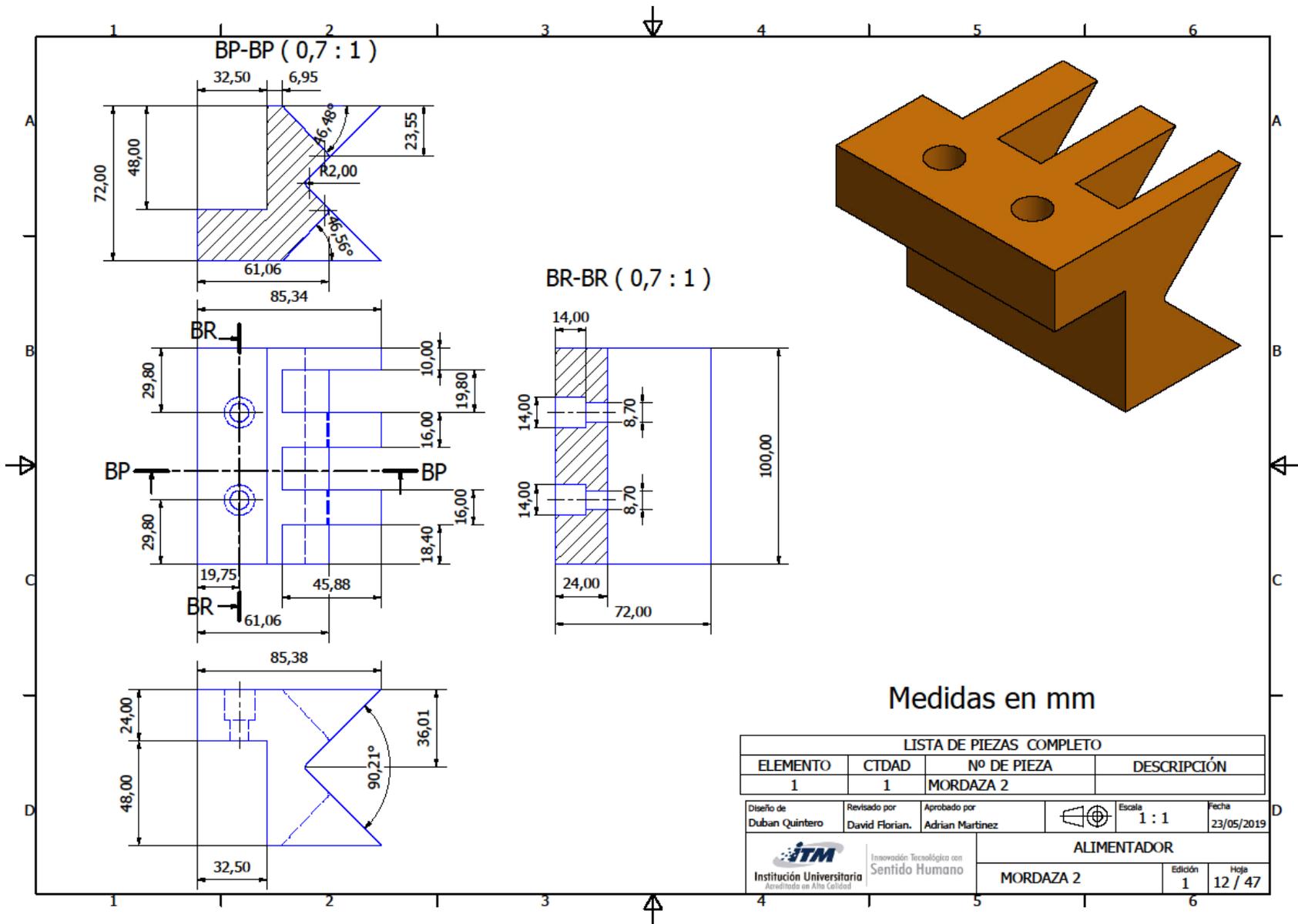


Medidas en mm

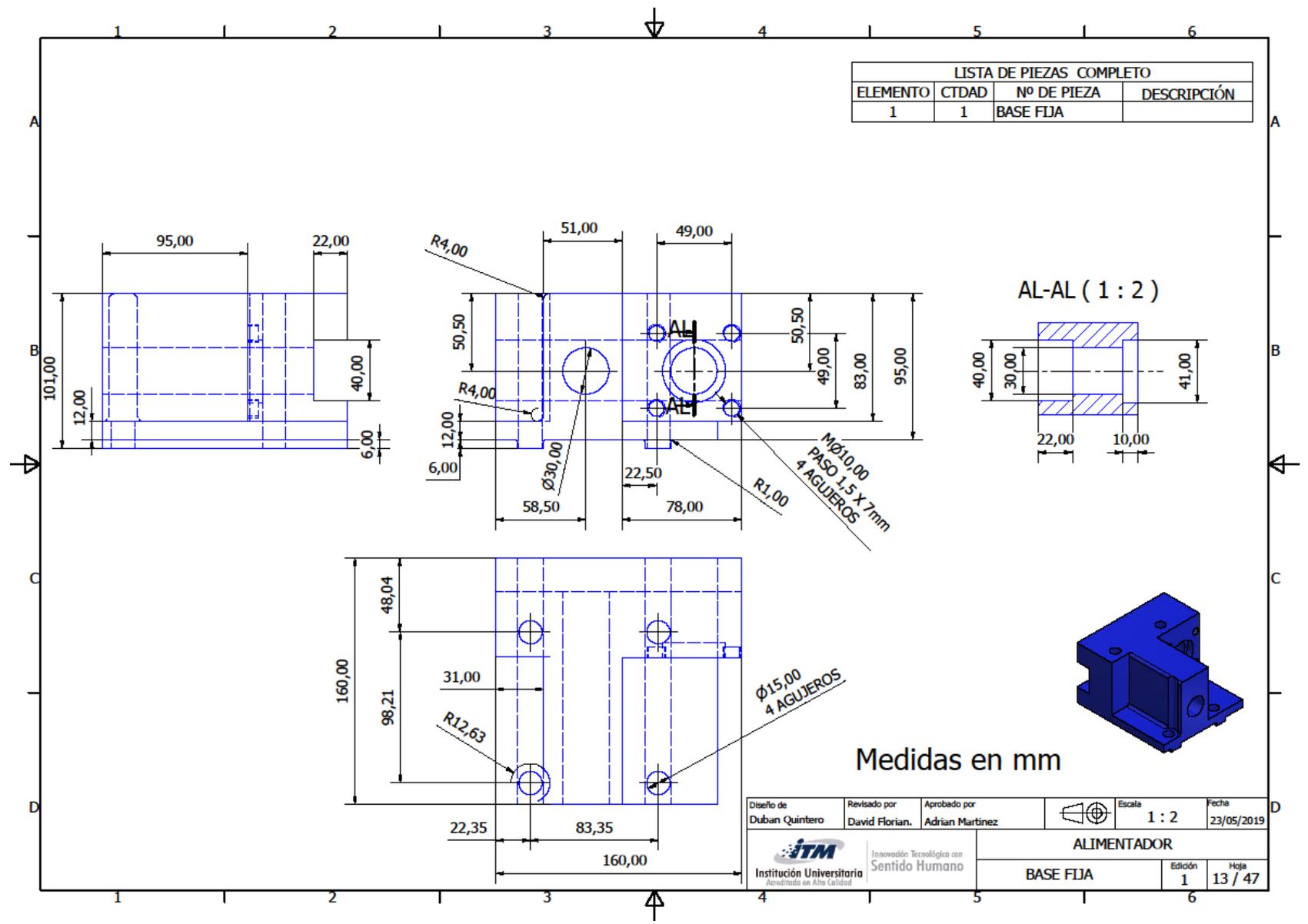
LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	camisa cilindro C	

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	 Escala 1 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			ALIMENTADOR CAMISA CILINDRO Edición 1 Hoja 10 / 47	

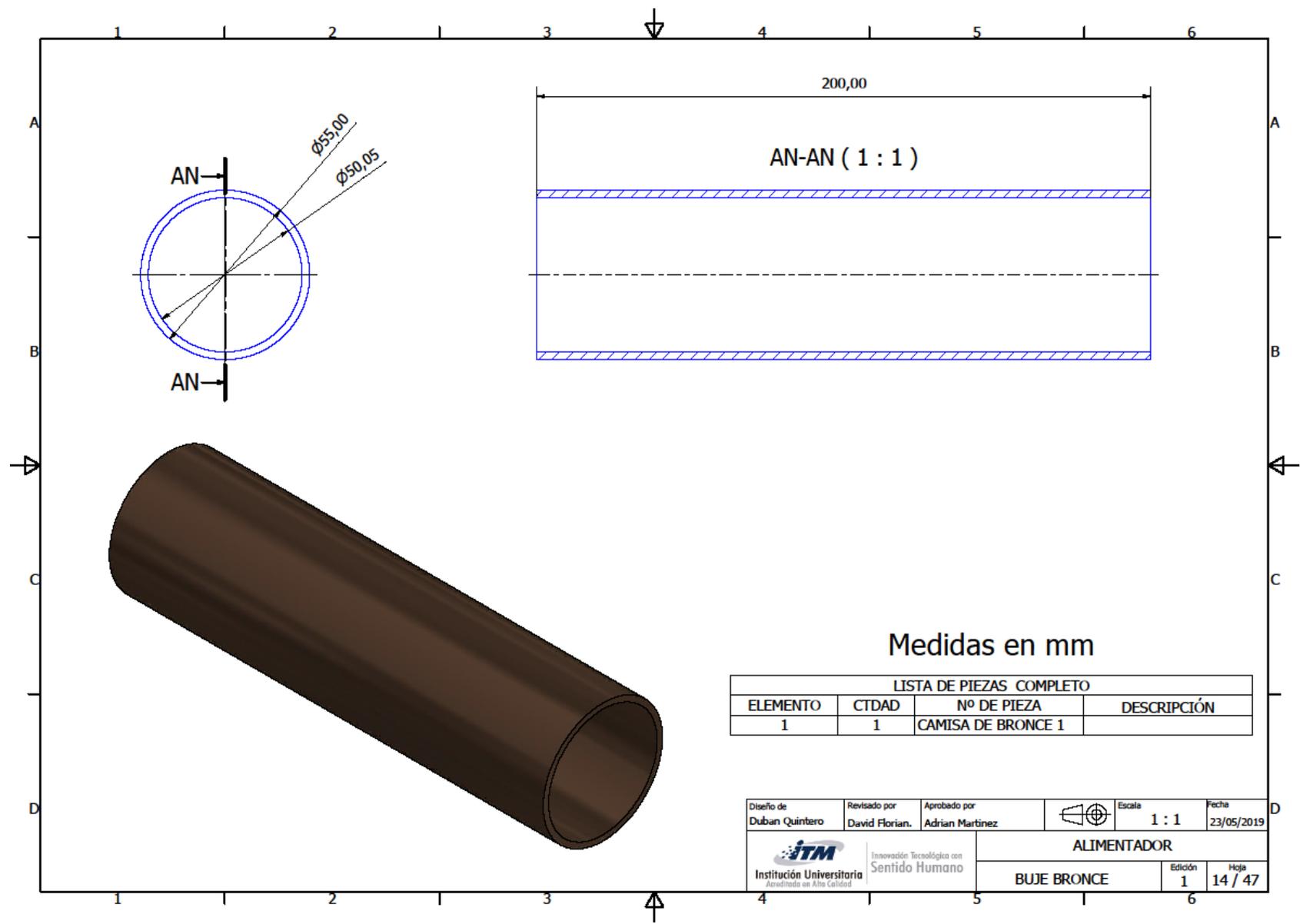




LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	BASE FIJA	



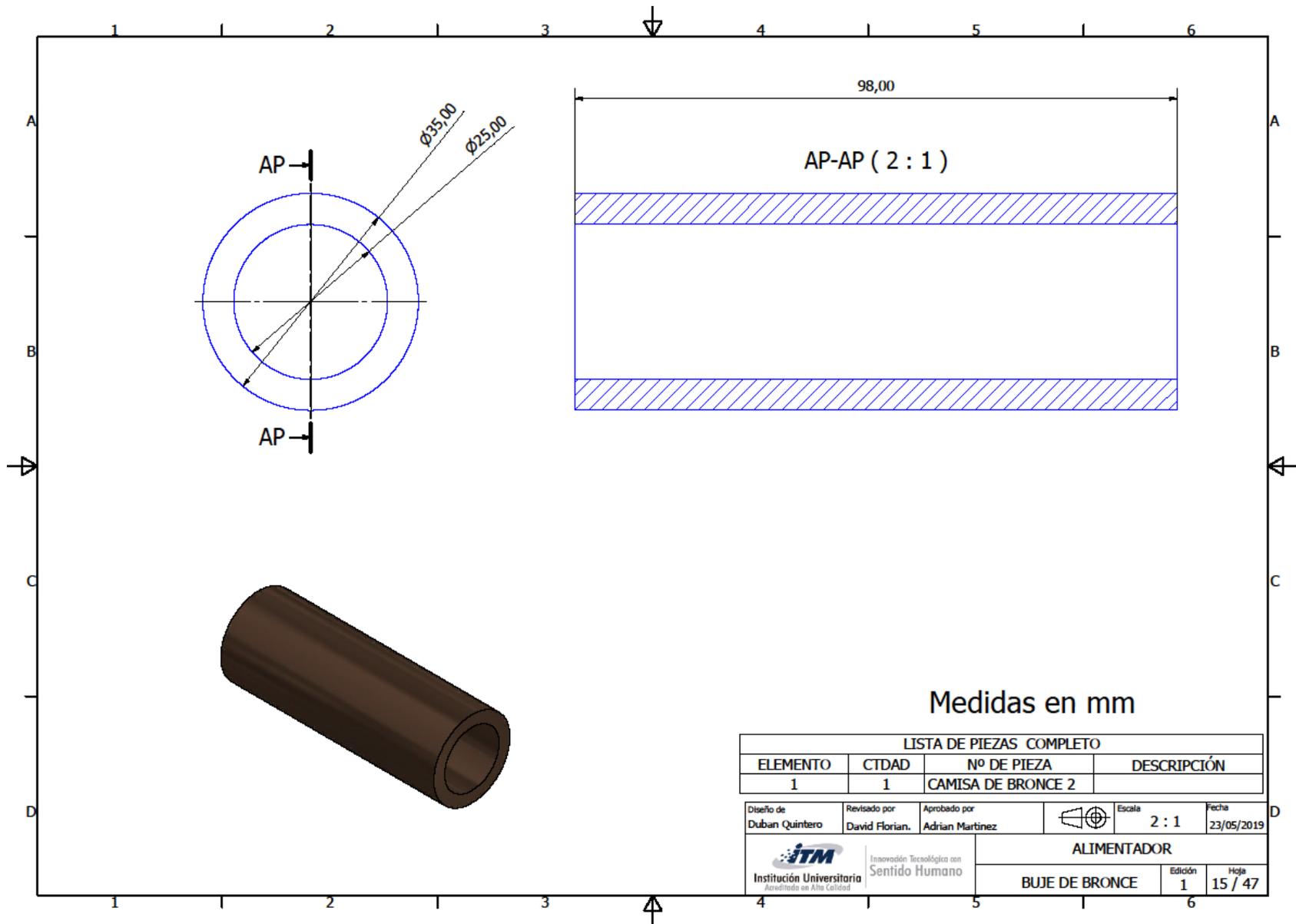
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martínez	Escala 1 : 2	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano			ALIMENTADOR	
BASE FIJA			Edición 1	Hoja 13 / 47



Medidas en mm

LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	CAMISA DE BRONCE 1	

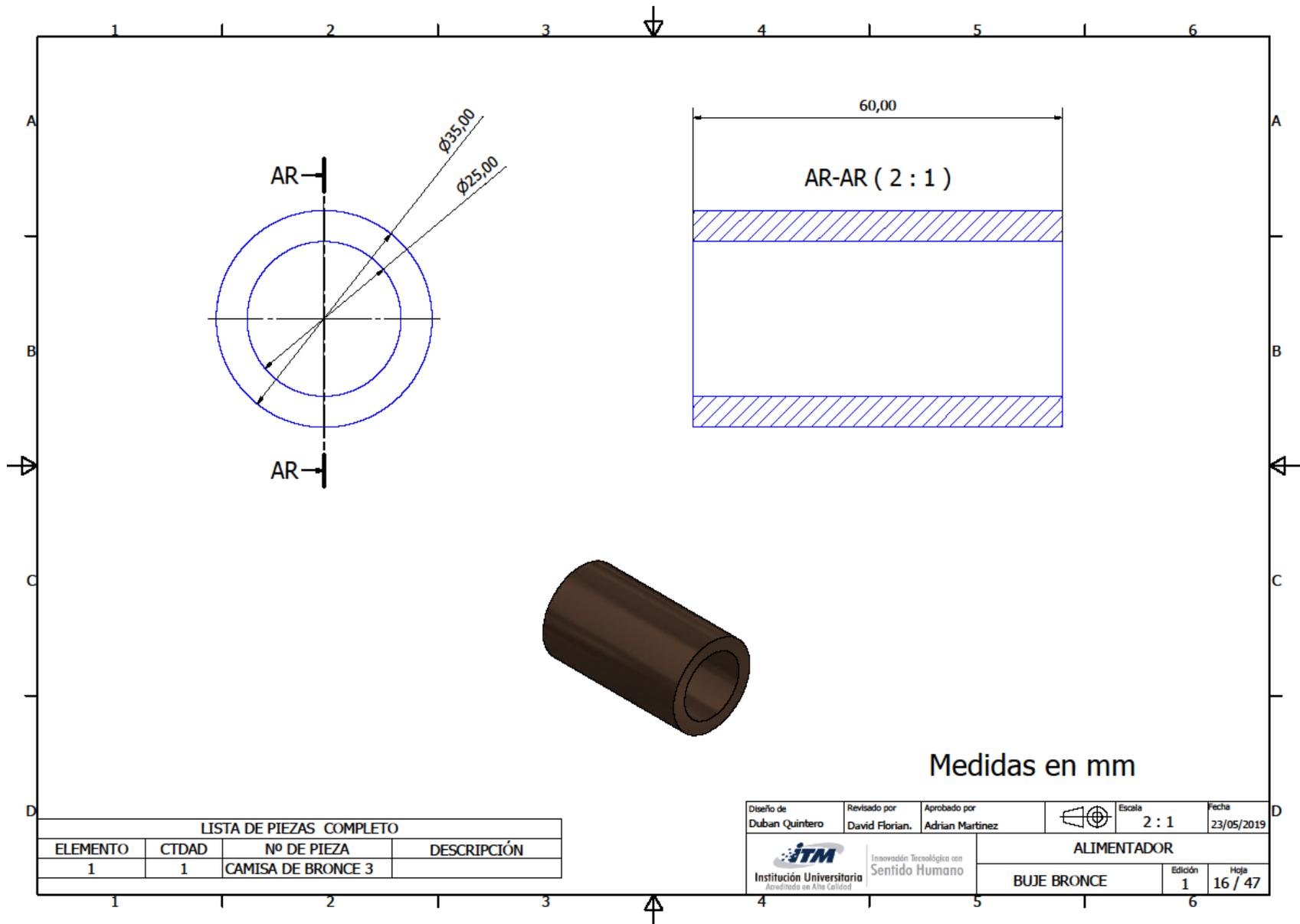
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 1 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano			ALIMENTADOR		
BUJE BRONCE			Edición 1	Hoja 14 / 47	

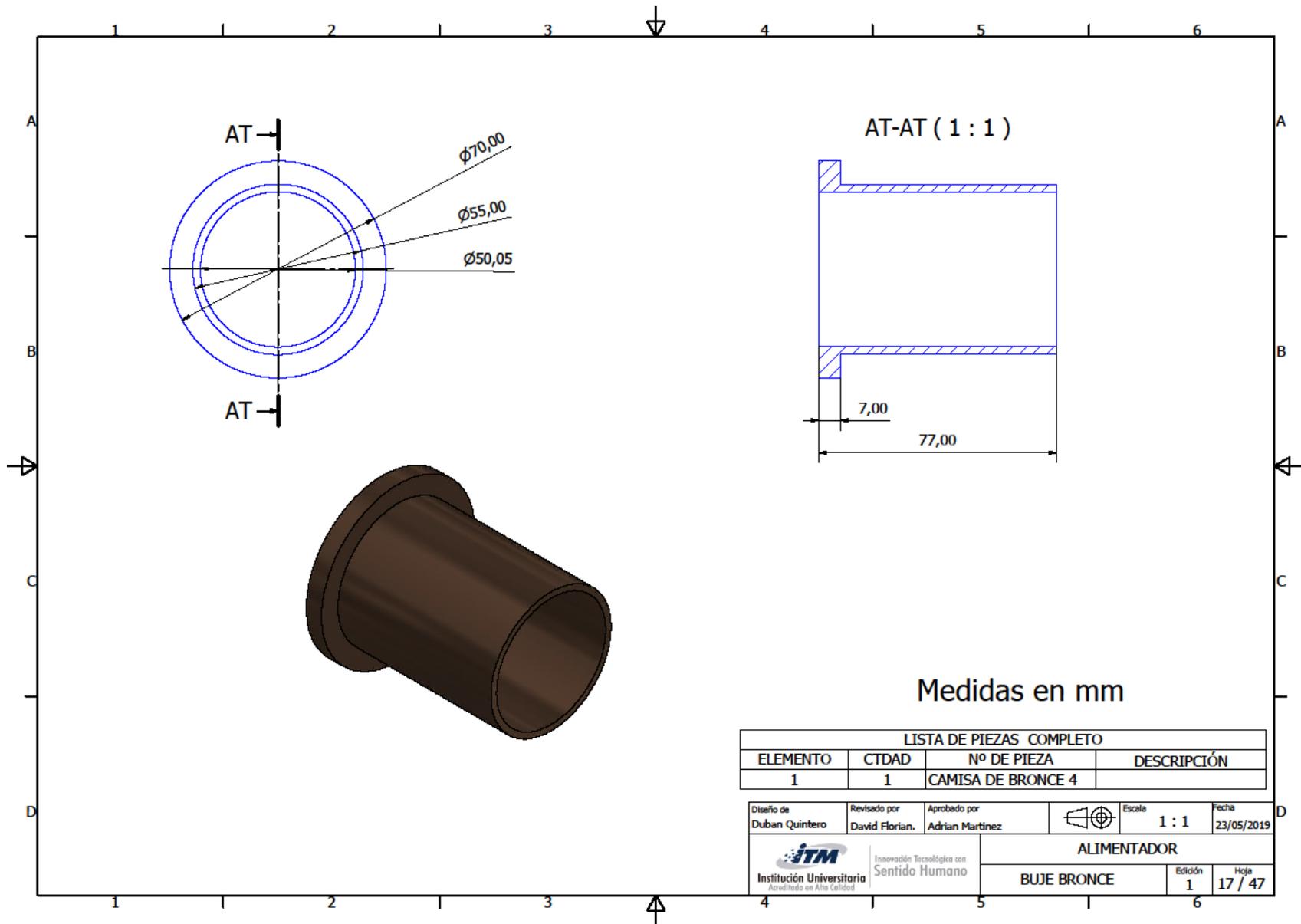


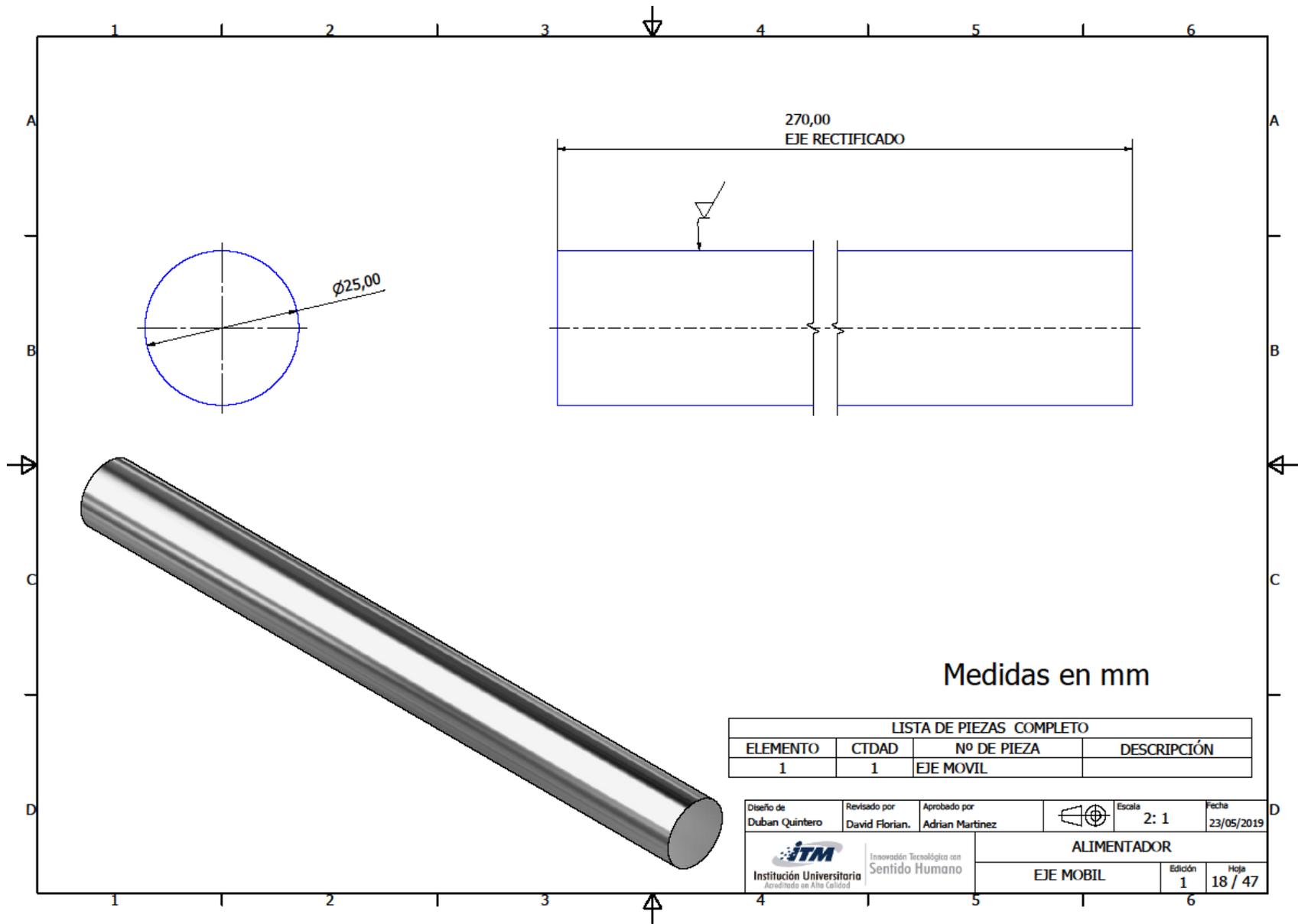
Medidas en mm

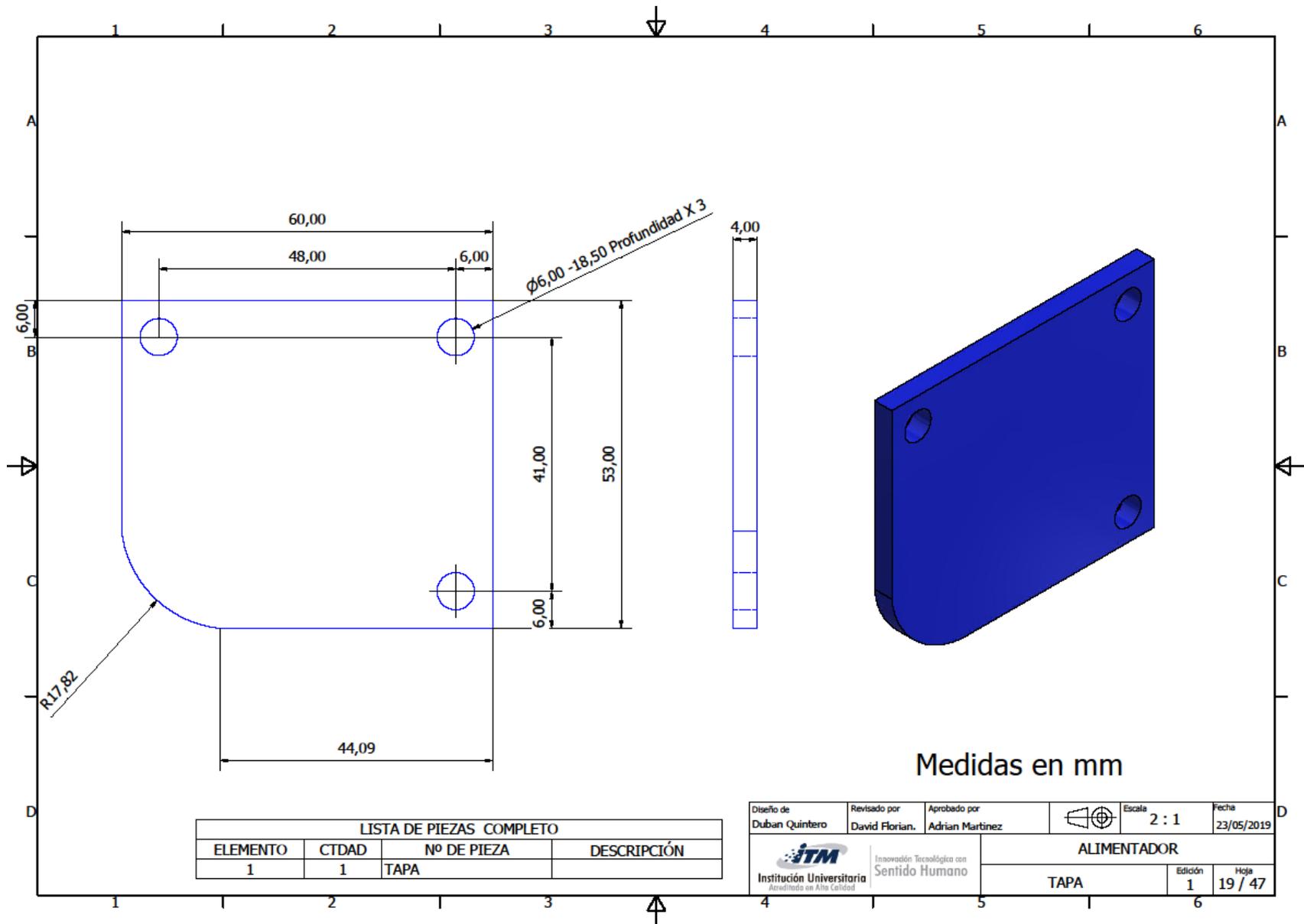
LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	CAMISA DE BRONCE 2	

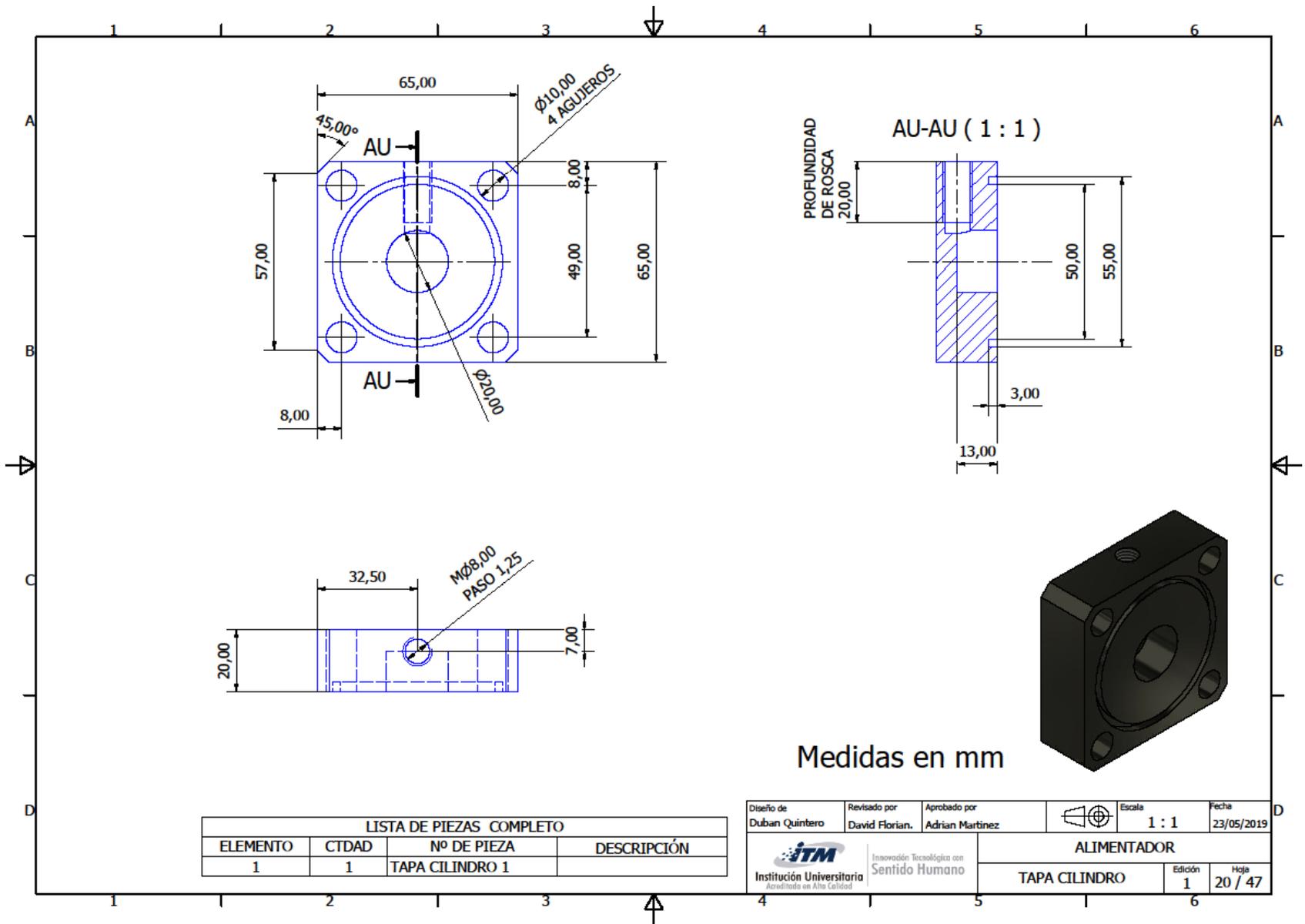
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 2 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano			ALIMENTADOR		
Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			BUJE DE BRONCE	Edición 1	Hoja 15 / 47





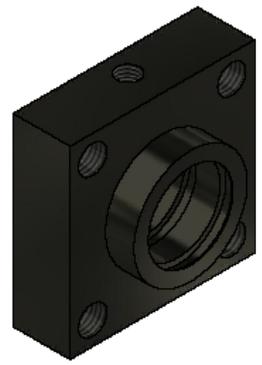




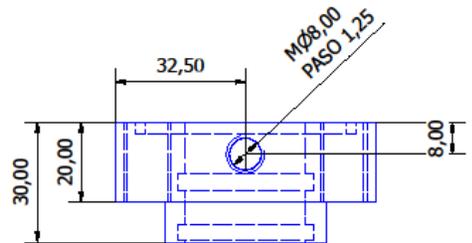
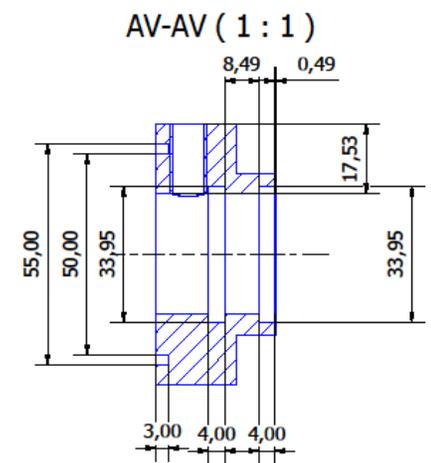
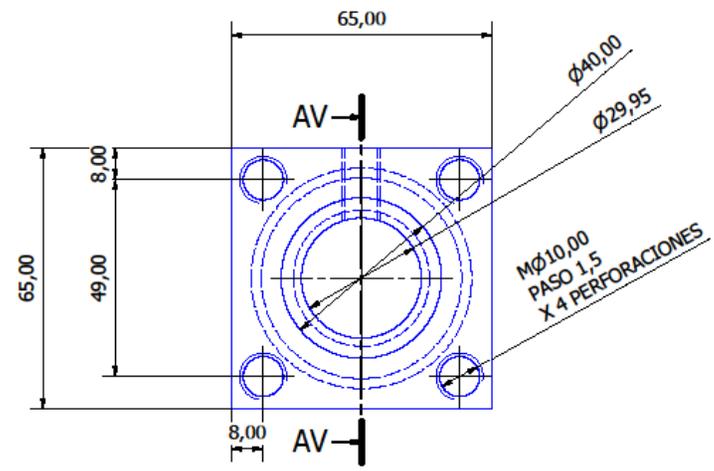


LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	TAPA CILINDRO 1	

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 1 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			ALIMENTADOR		
TAPA CILINDRO			Edición 1	Hoja 20 / 47	



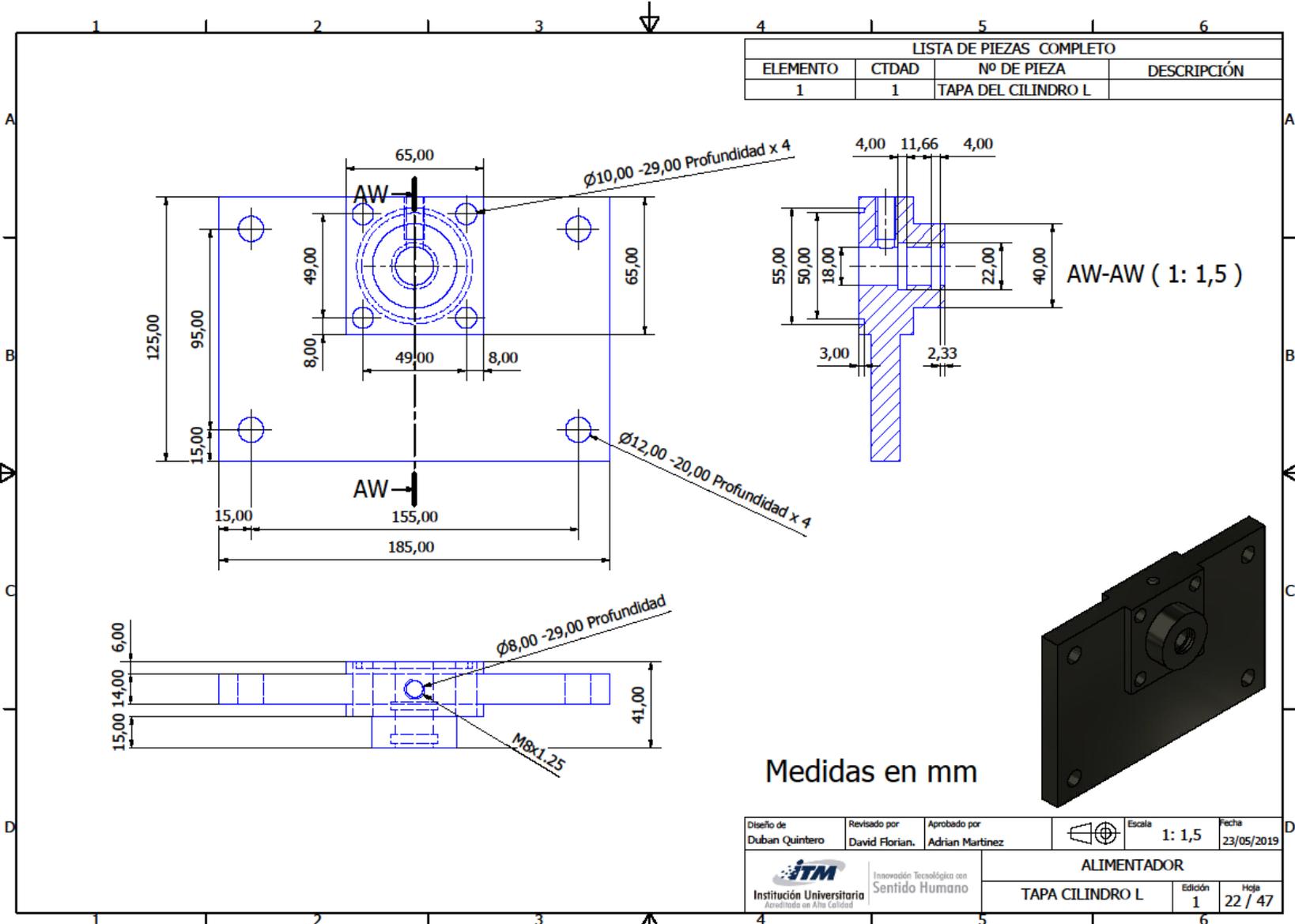
LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	TAPA CILINDRO 2	



Medidas en mm

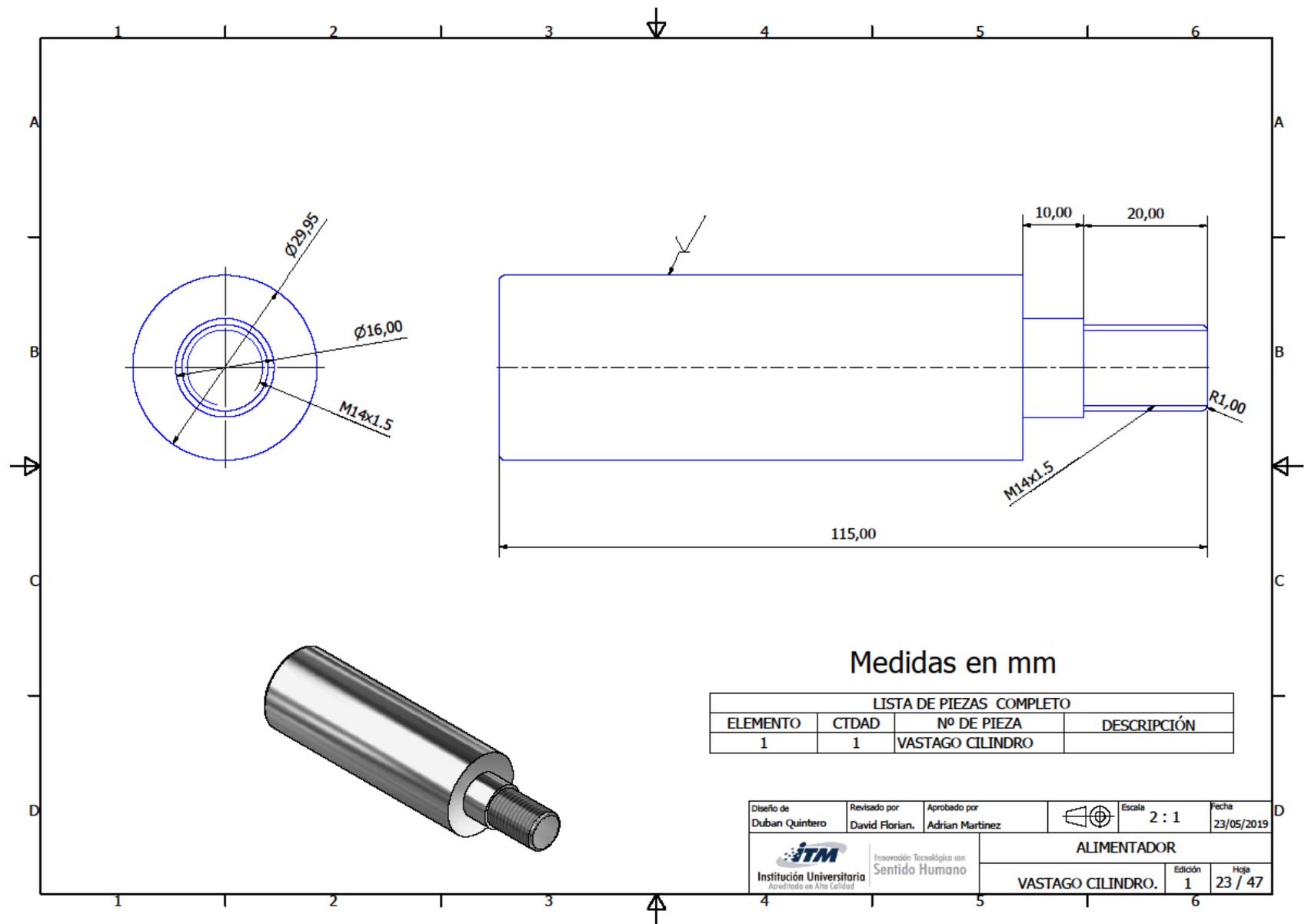
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 1 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano			ALIMENTADOR		
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA Acreditada en Alta Calidad			TAPA CILINDRO 2		Edición 1
					Hoja 21 / 47

LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	TAPA DEL CILINDRO L	



Medidas en mm

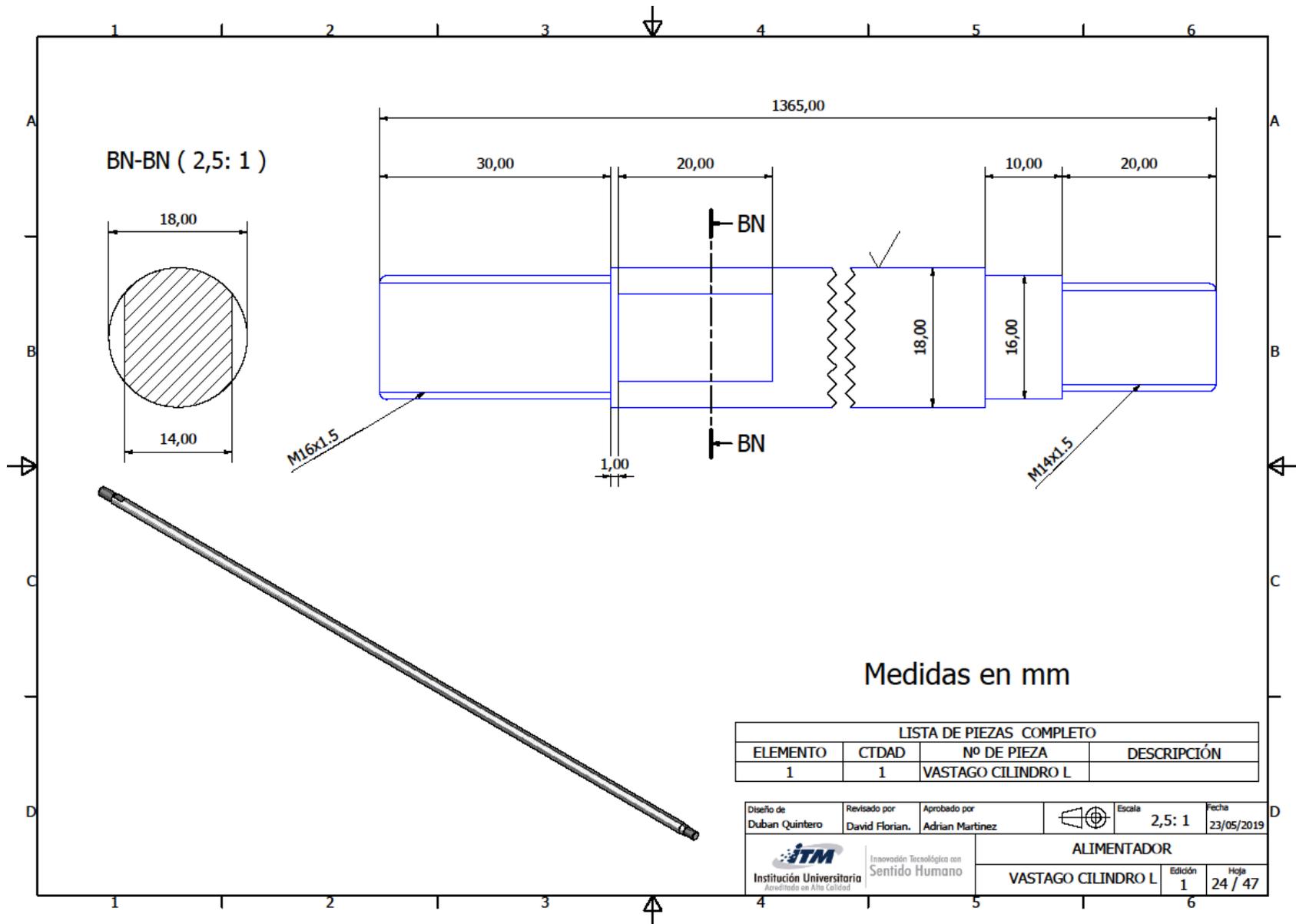
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	Escala 1: 1,5	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			ALIMENTADOR TAPA CILINDRO L	
			Edición 1	Hoja 22 / 47



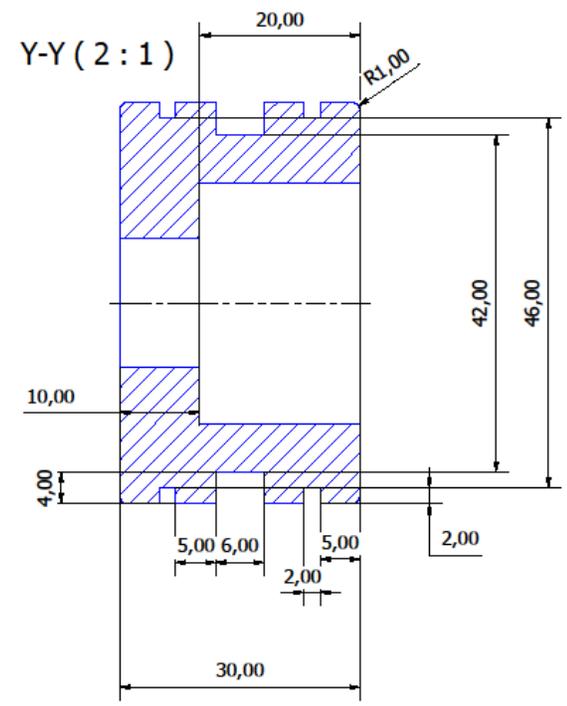
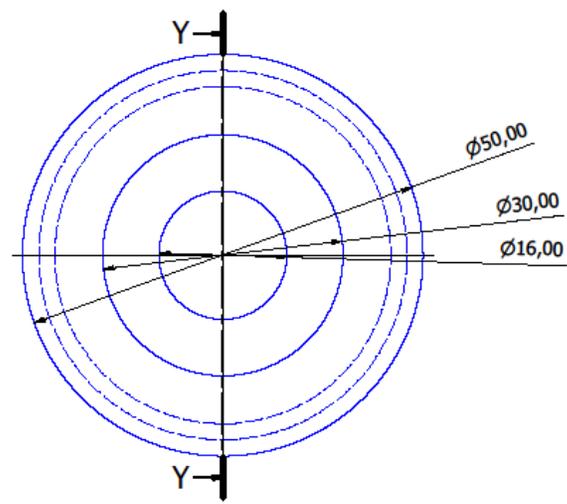
Medidas en mm

LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	VASTAGO CILINDRO	

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 2 : 1	Fecha 23/05/2019
Innovación Tecnológica con Sentido Humano Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			ALIMENTADOR		
VASTAGO CILINDRO.				Edición 1	Hoja 23 / 47

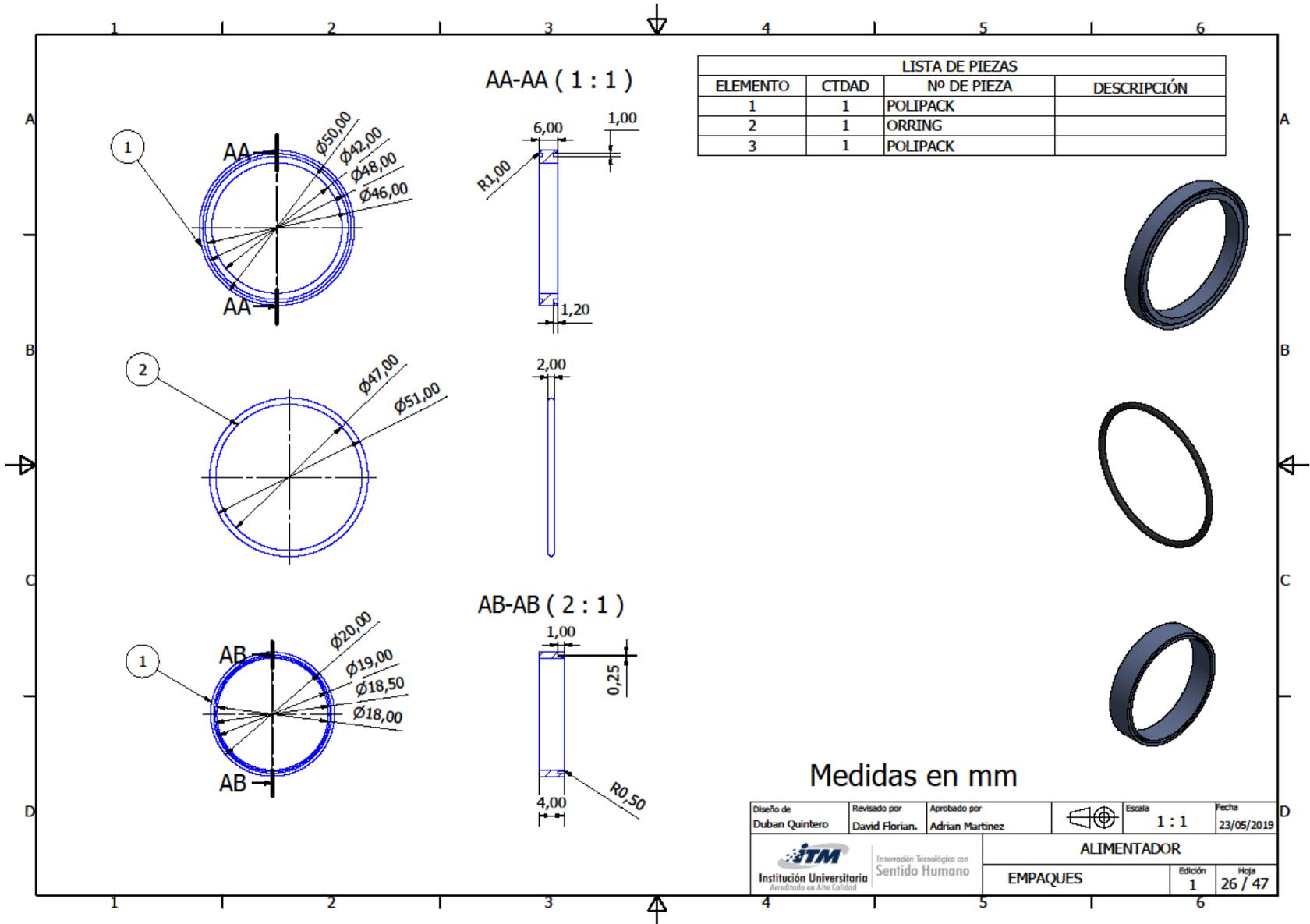


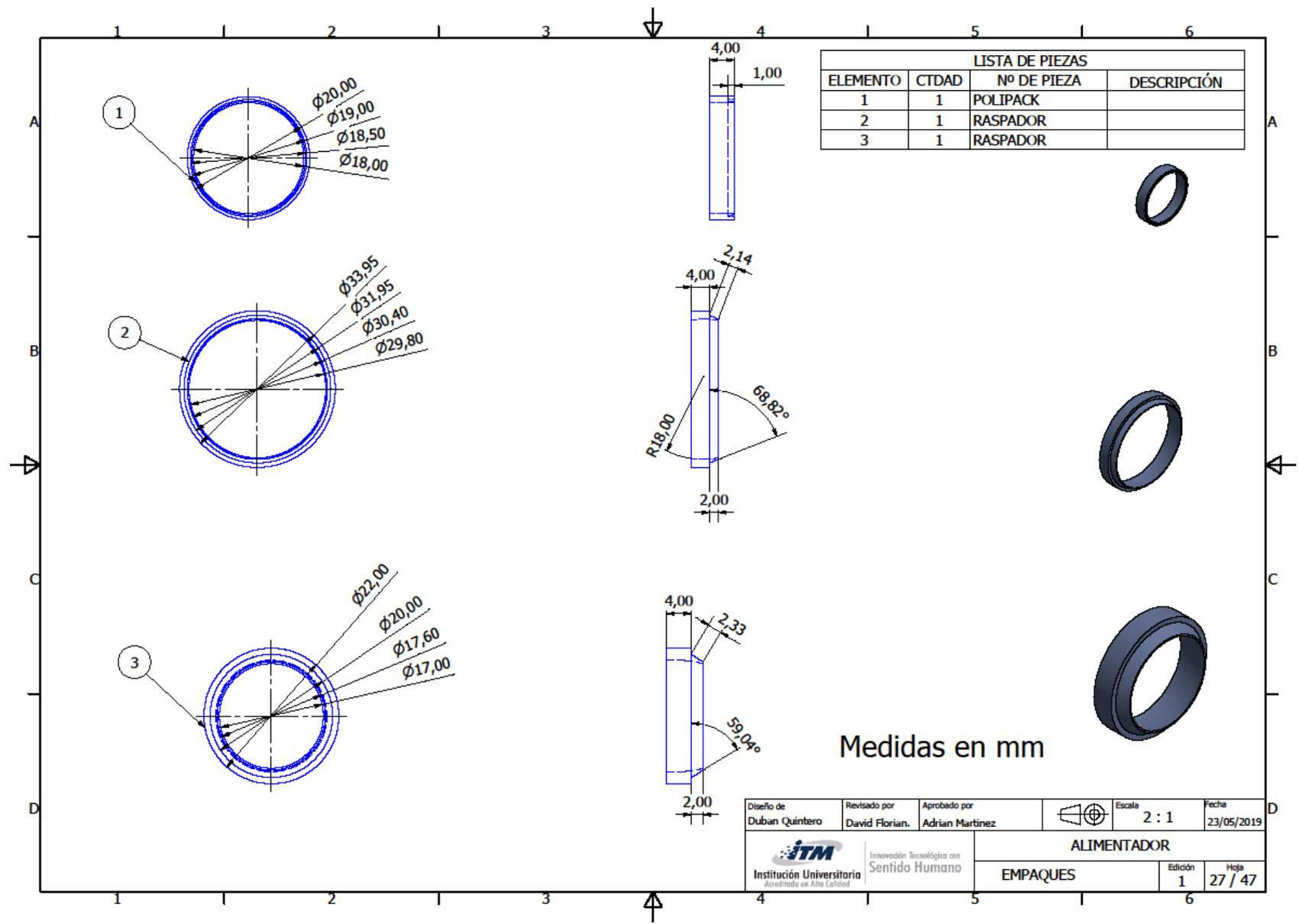
LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	PISTON	



Medidas en mm

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 2 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			ALIMENTADOR		
PISTON			Edición 1	Hoja 25 / 47	

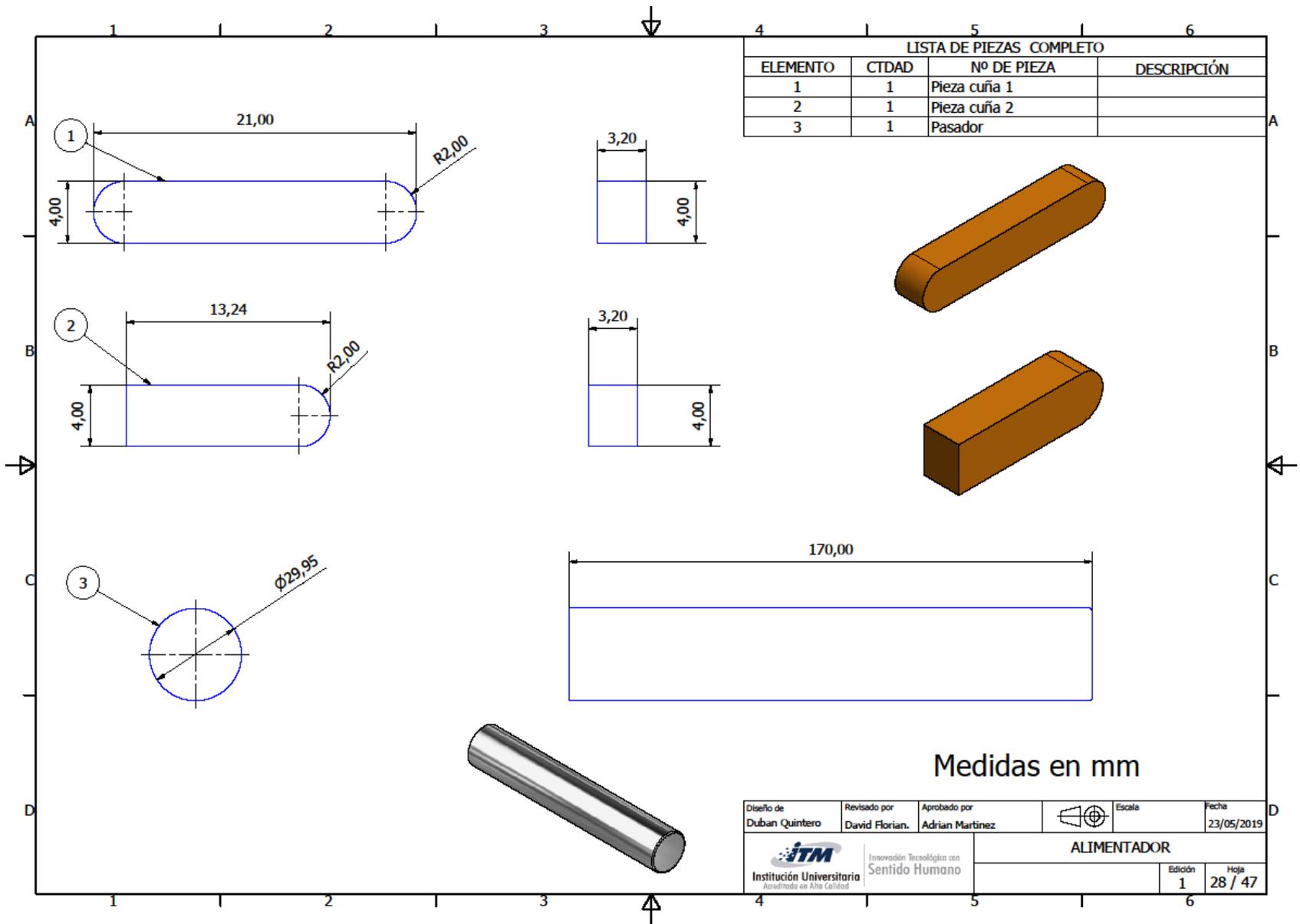


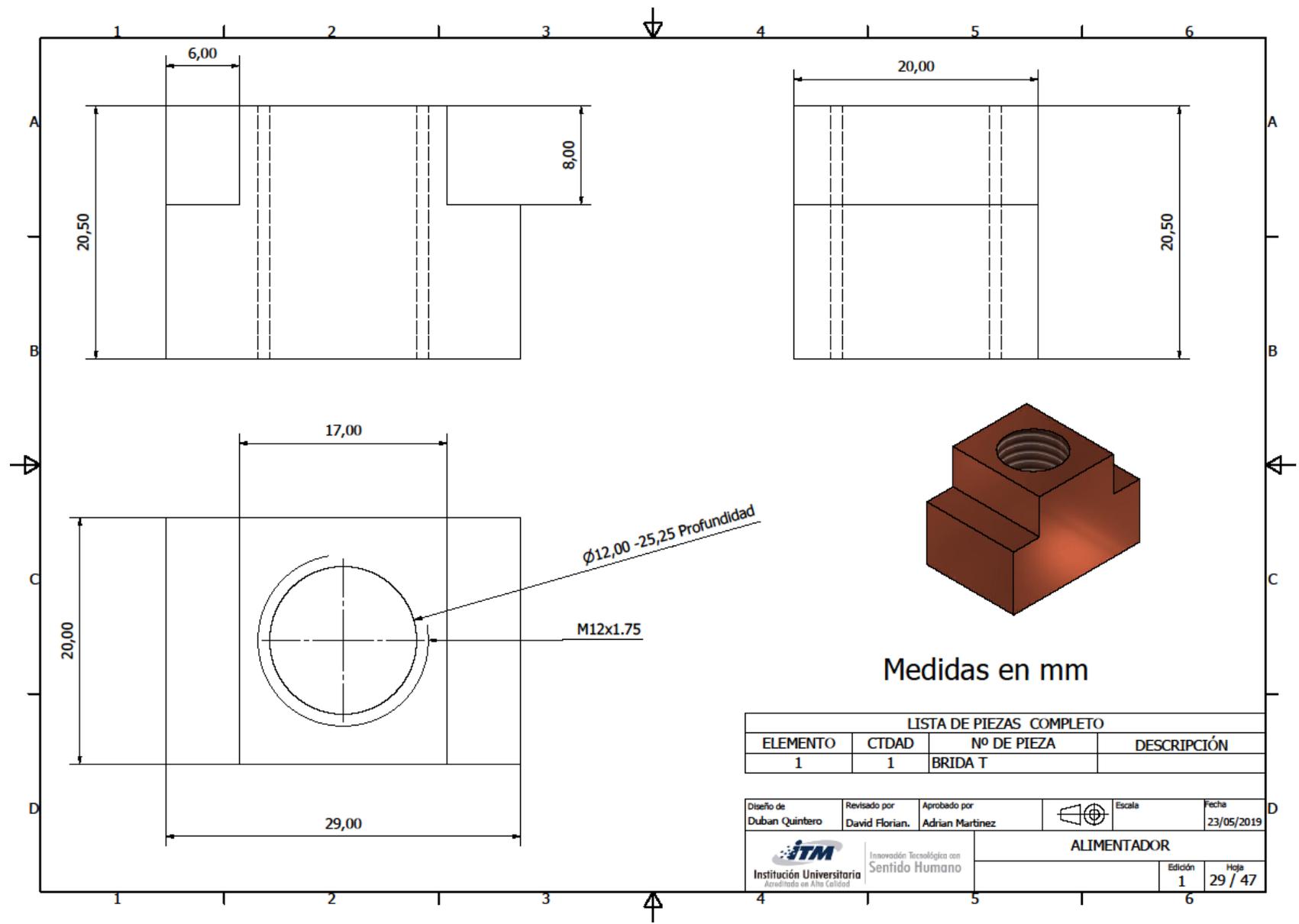


LISTA DE PIEZAS			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	POLIPACK	
2	1	RASPADOR	
3	1	RASPADOR	

Medidas en mm

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 2 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			ALIMENTADOR		
EMPAQUES				Edición 1	Hoja 27 / 47

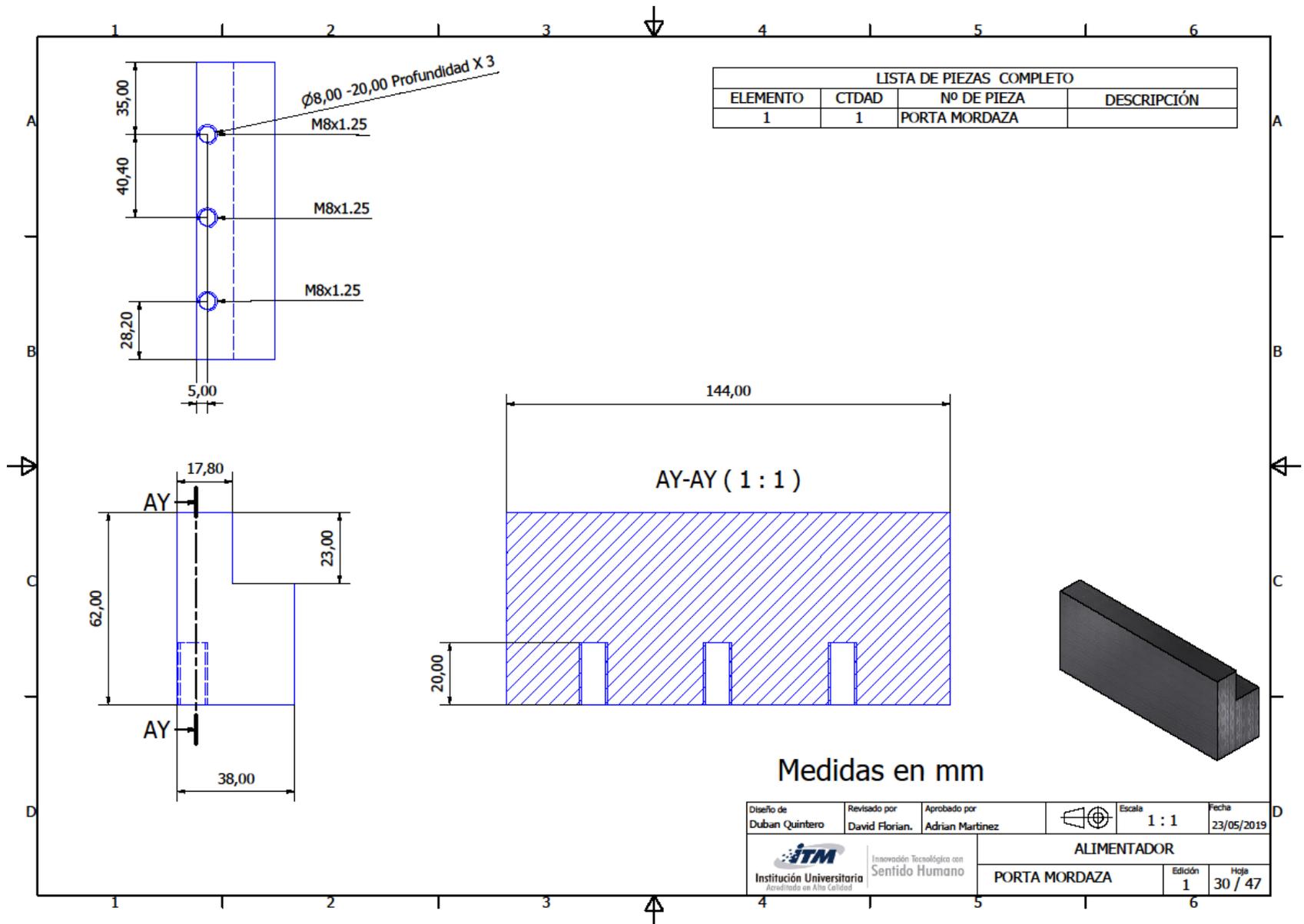


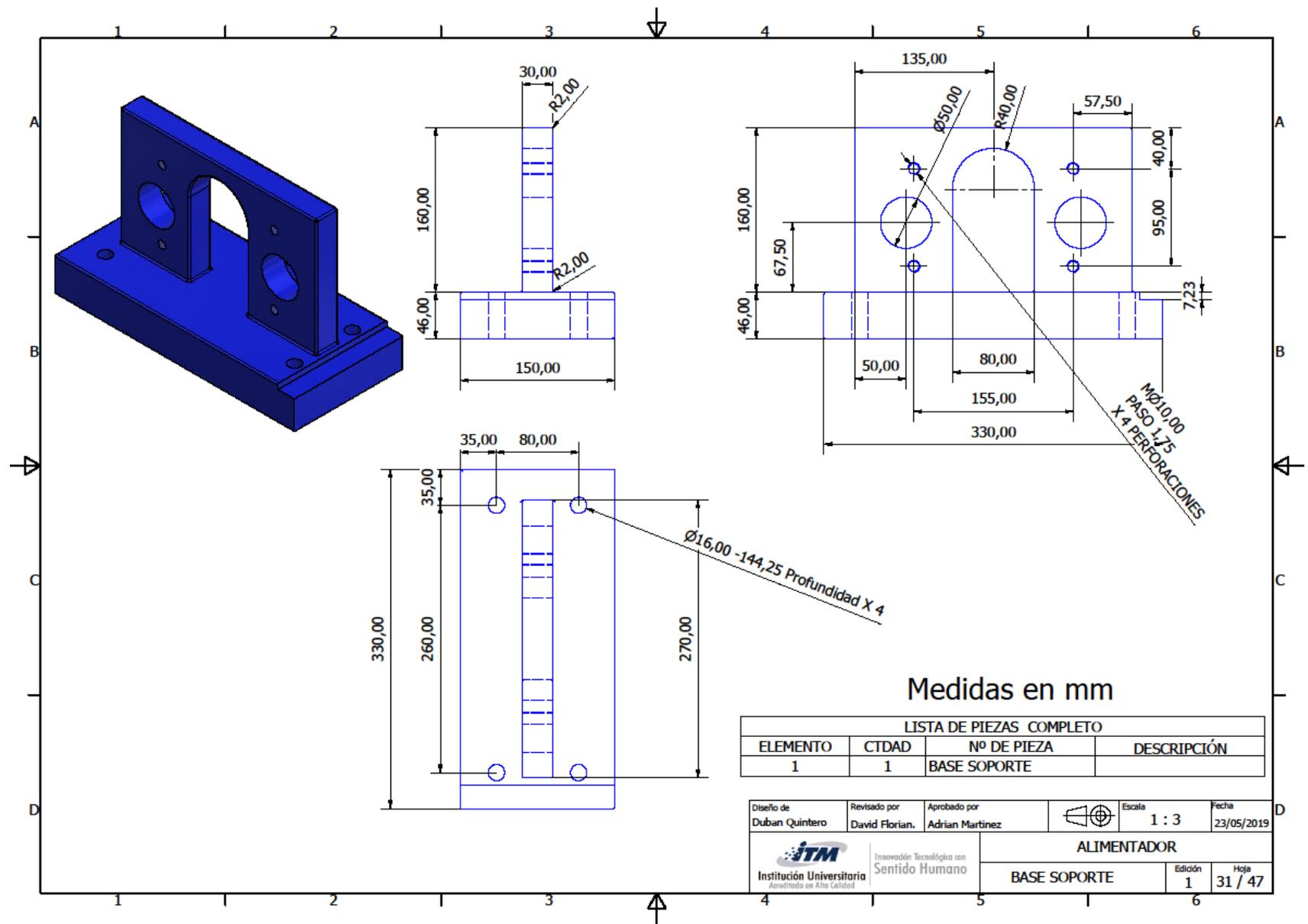


LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	BRIDA T	

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	Escala 	Fecha 23/05/2019
-----------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---	---------------------

 Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad	Innovación Tecnológica con Sentido Humano	ALIMENTADOR	
		Edición 1	Hoja 29 / 47

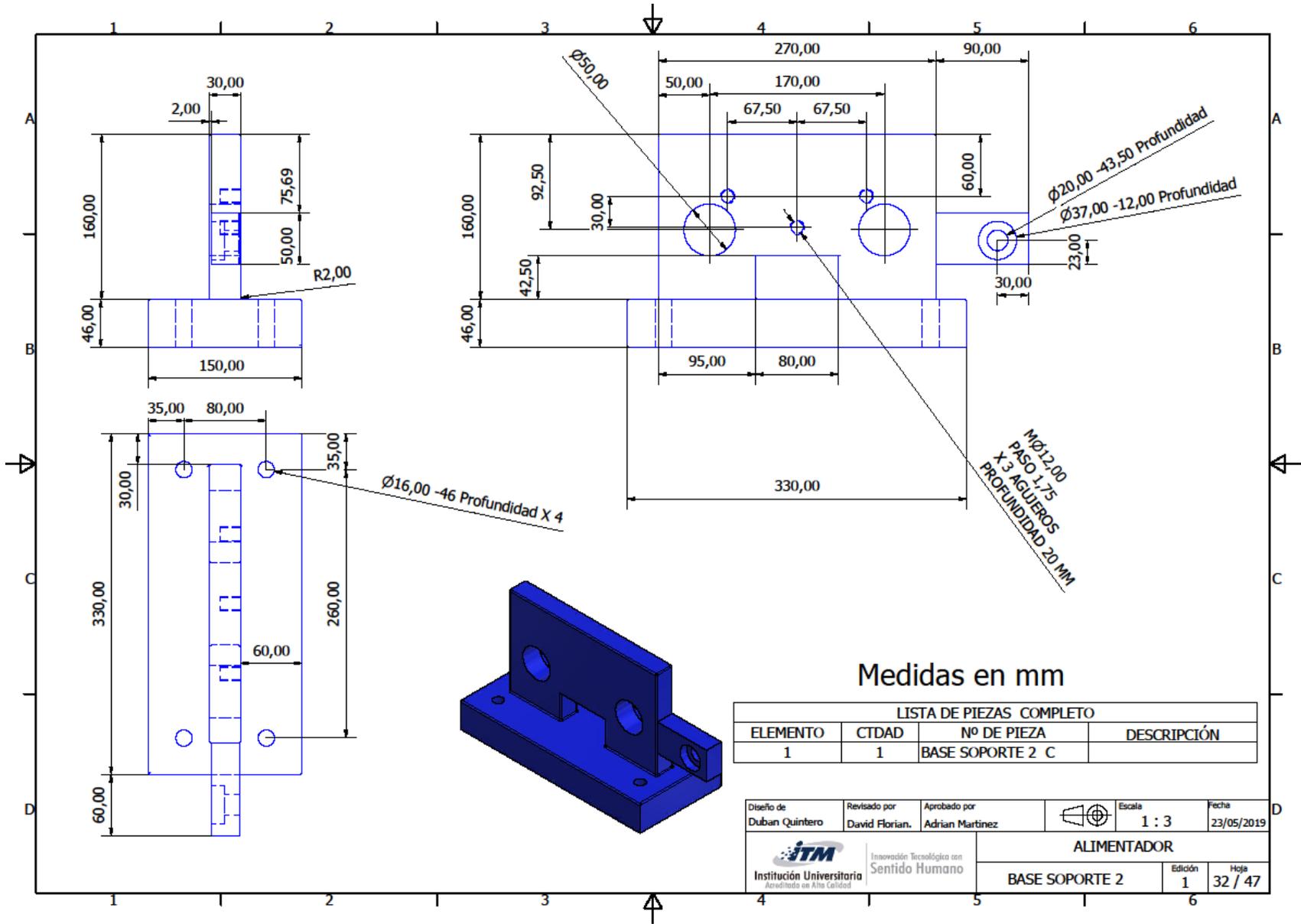


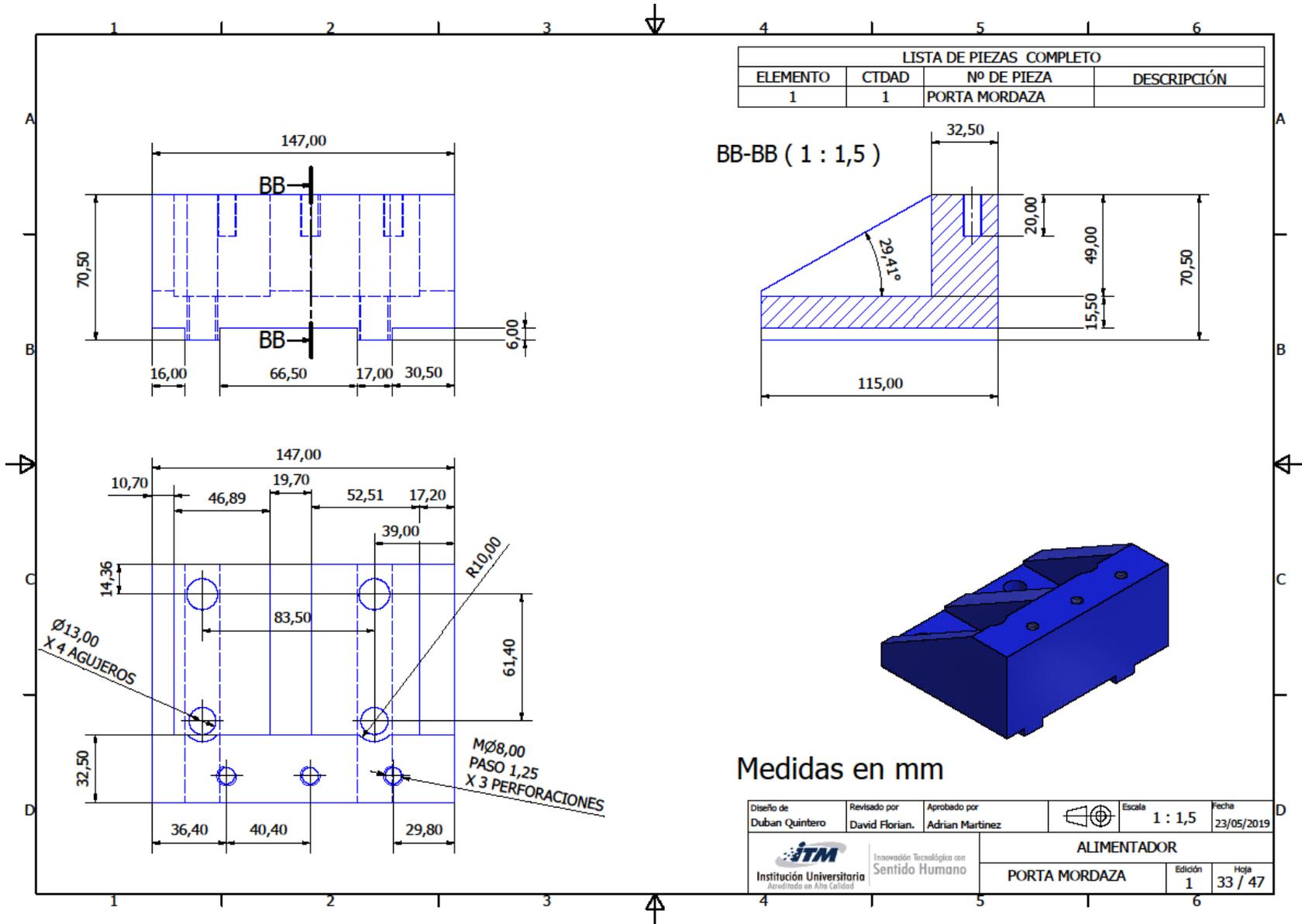


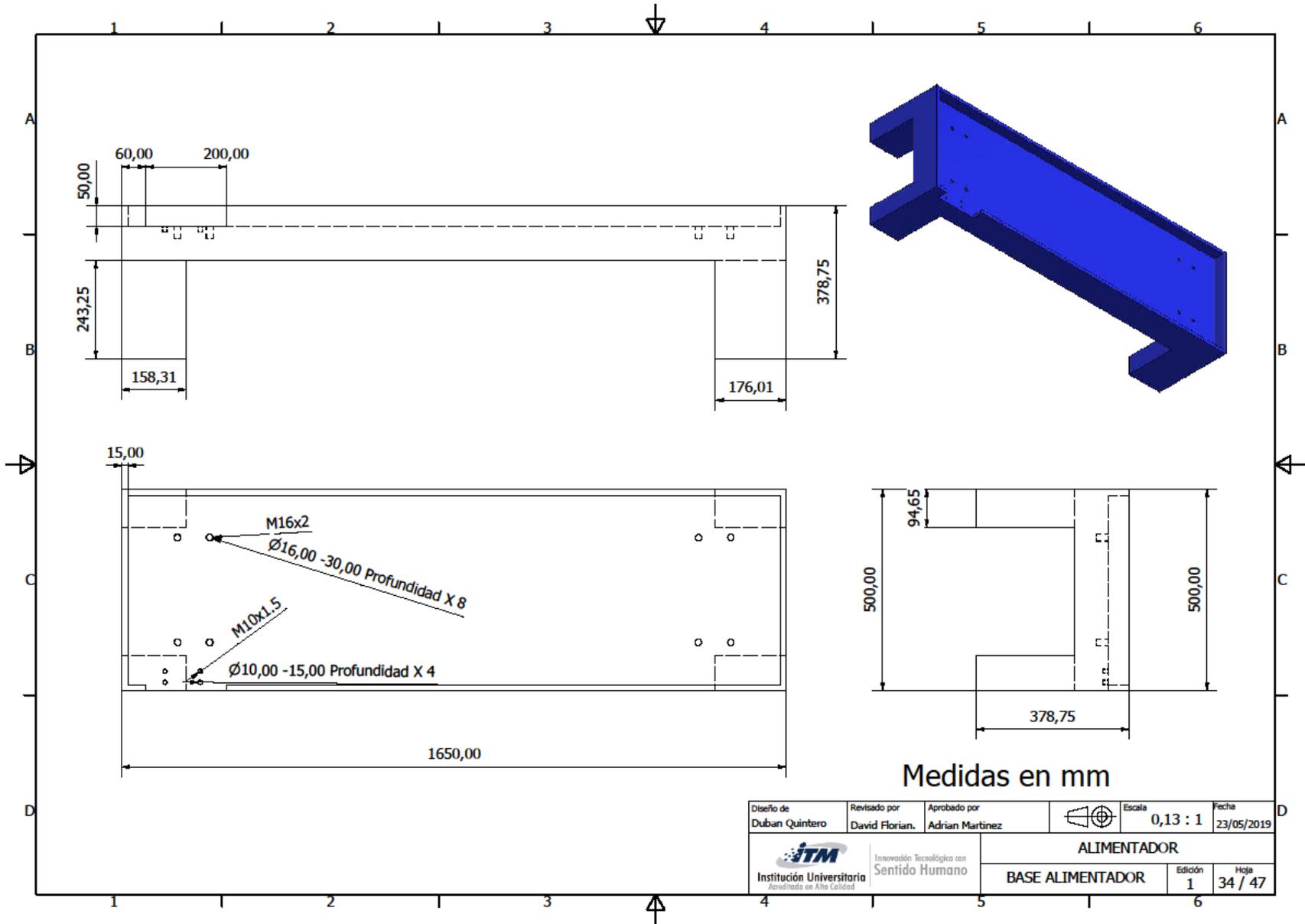
Medidas en mm

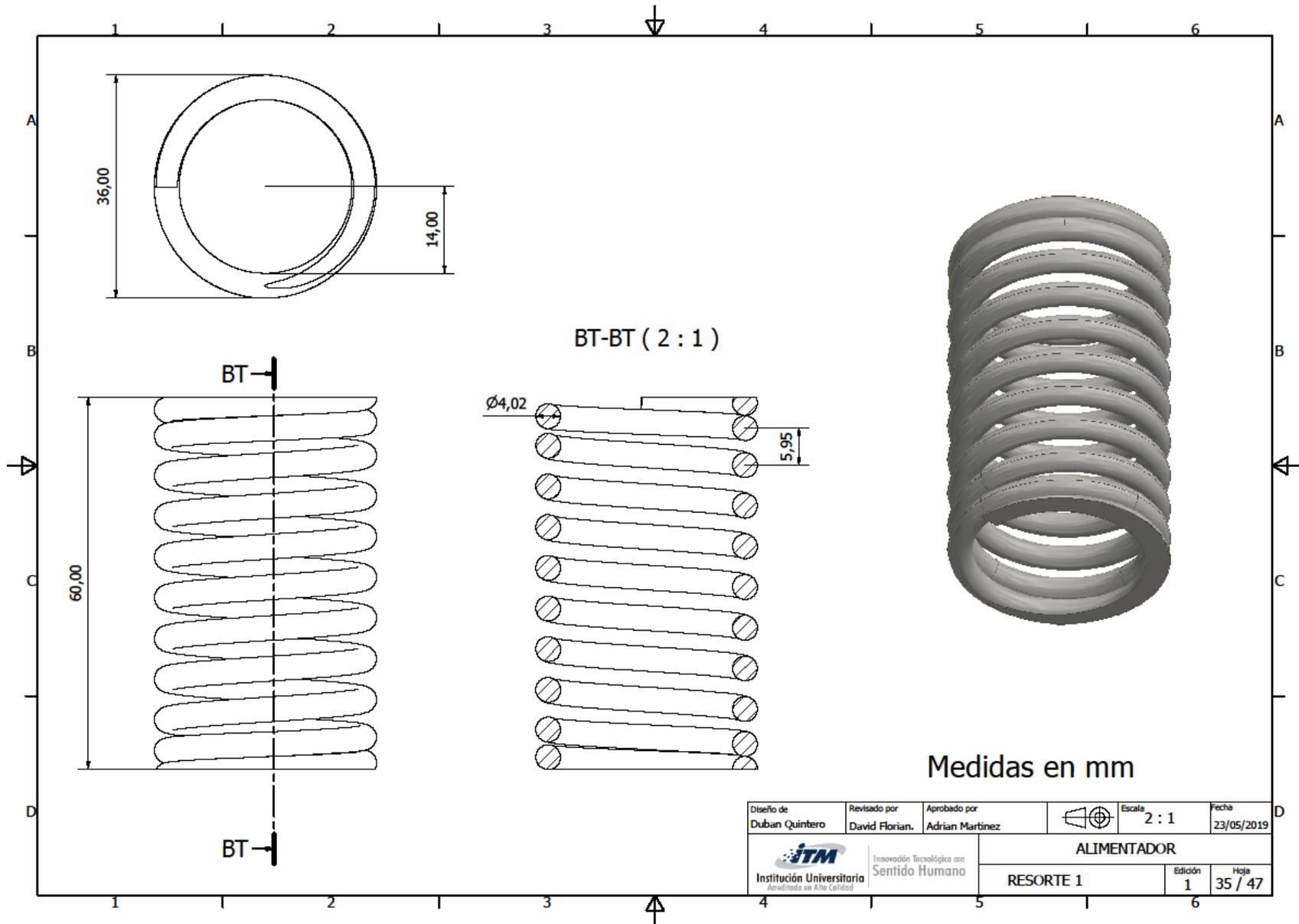
LISTA DE PIEZAS COMPLETO			
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN
1	1	BASE SOPORTE	

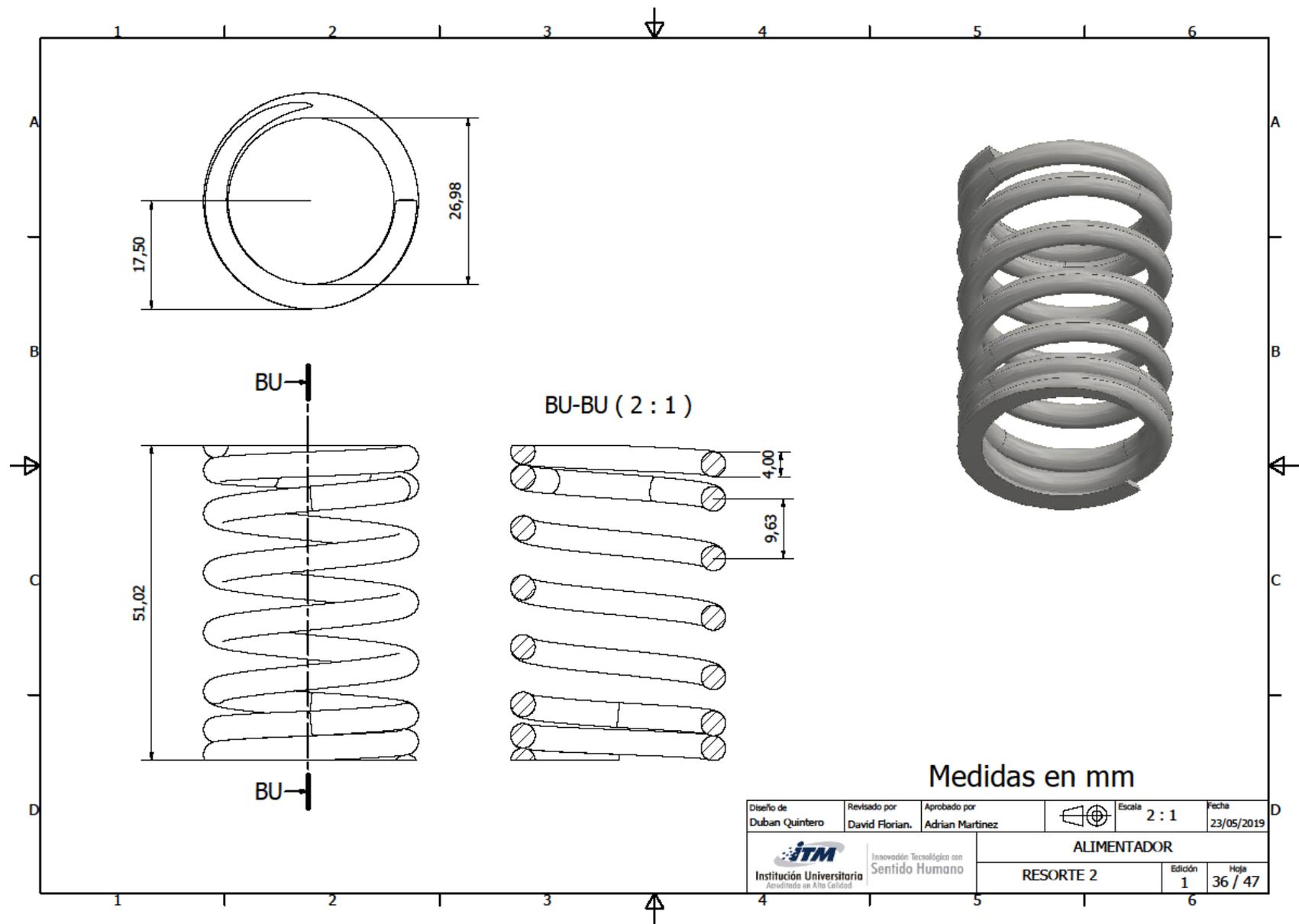
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	 Escala 1 : 3	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			ALIMENTADOR BASE SOPORTE	
			Edición 1	Hoja 31 / 47





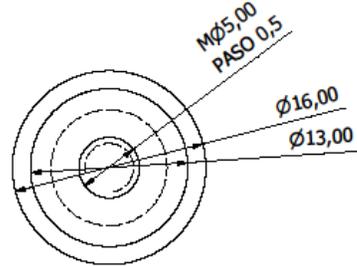




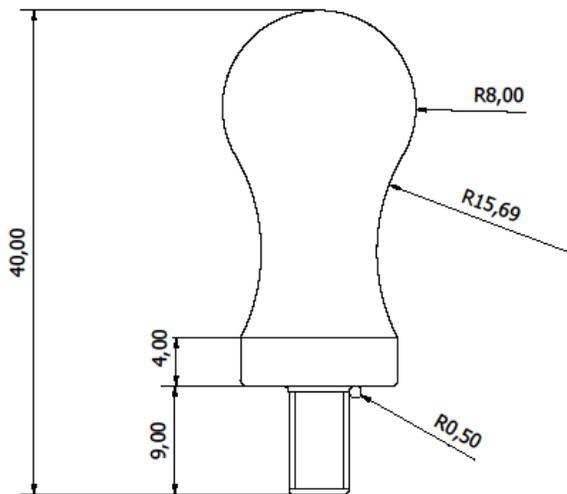


Medidas en mm

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	Escala 2 : 1	Fecha 23/05/2019
 Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			ALIMENTADOR RESORTE 2	
			Edición 1	Hoja 36 / 47

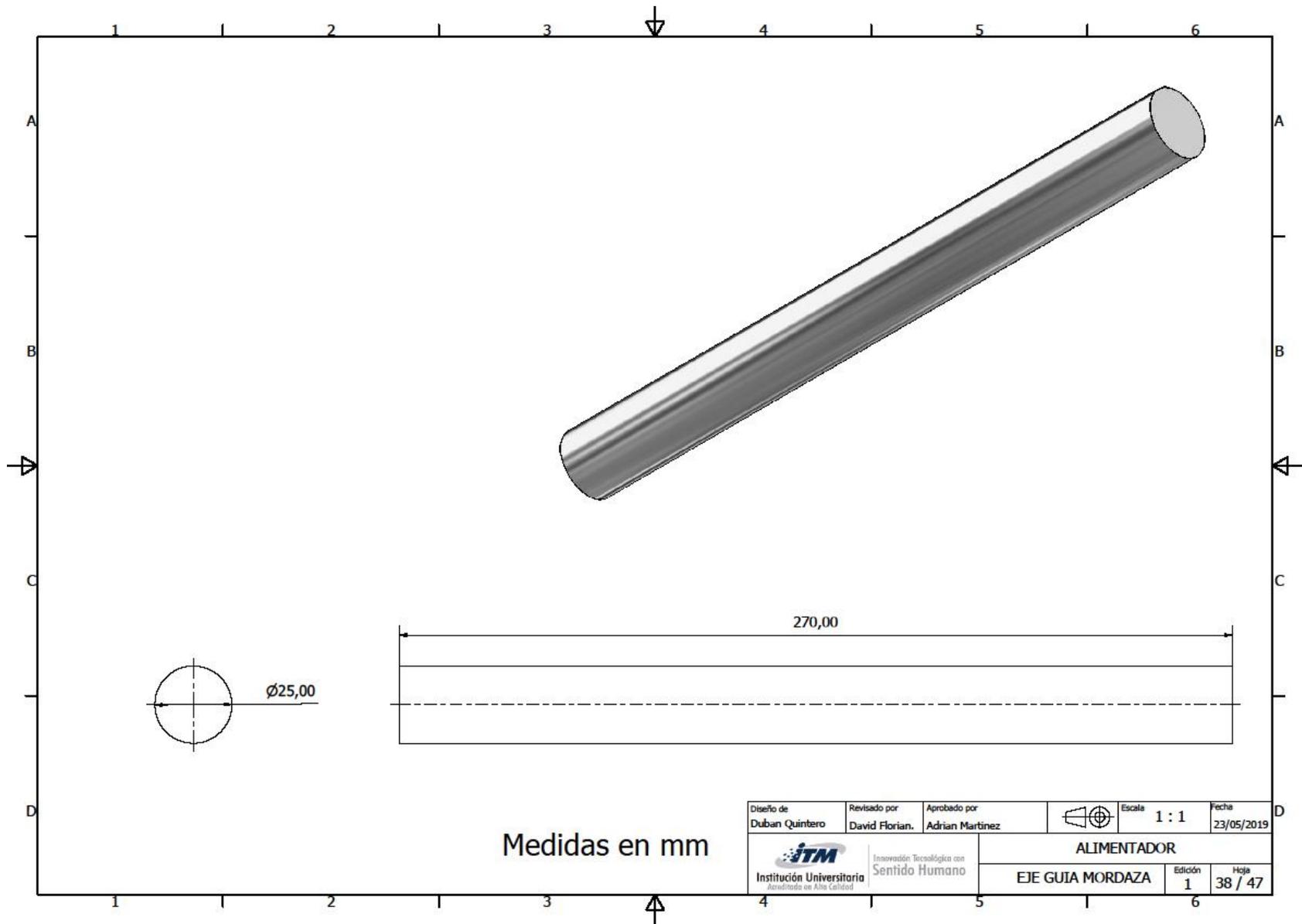


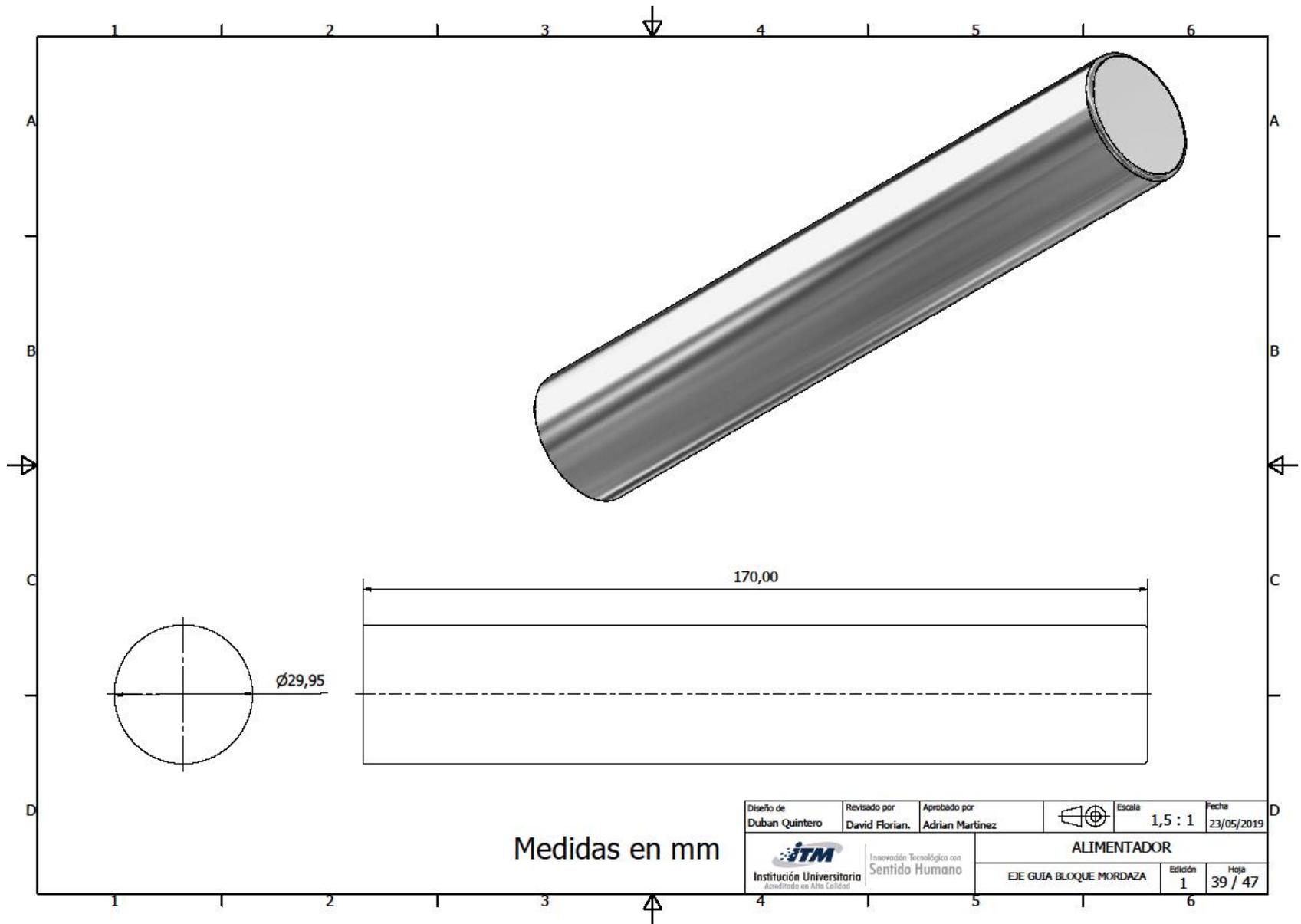
LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
	1	BRAZO MANIVELA		Genérico



Medidas en mm

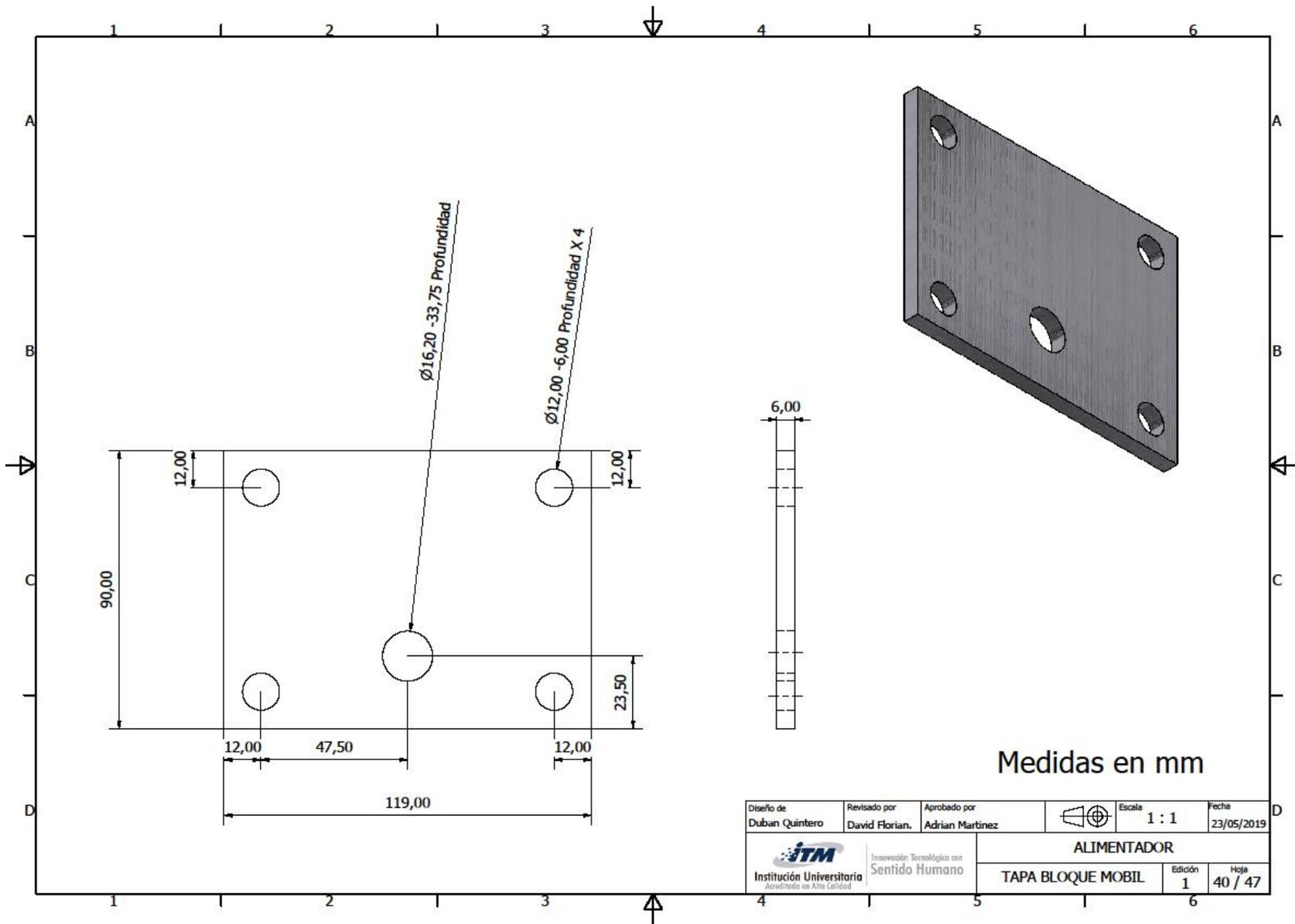
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez	 Escala 3 : 1	Fecha 23/05/2019
 Institución Universitaria <small>Acreditada en Alta Calidad</small>			ALIMENTADOR	
Innovación Tecnológica con Sentido Humano			Edición 1	Hoja 37 / 47





Medidas en mm

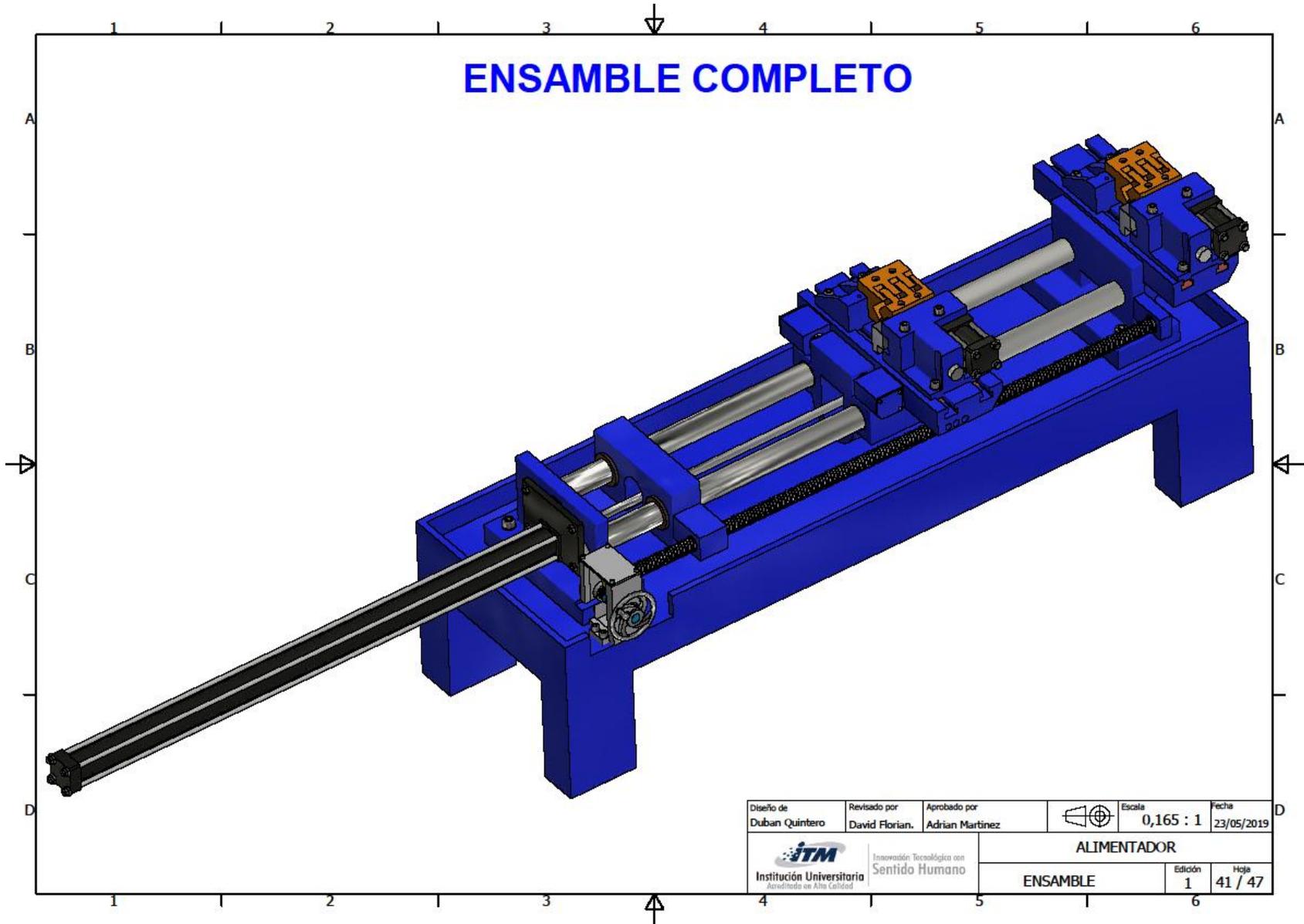
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 1,5 : 1	Fecha 23/05/2019
 Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad			Innovación Tecnológica con Sentido Humano		
ALIMENTADOR				Edición 1	Hoja 39 / 47
EJE GUIA BLOQUE MORDAZA					



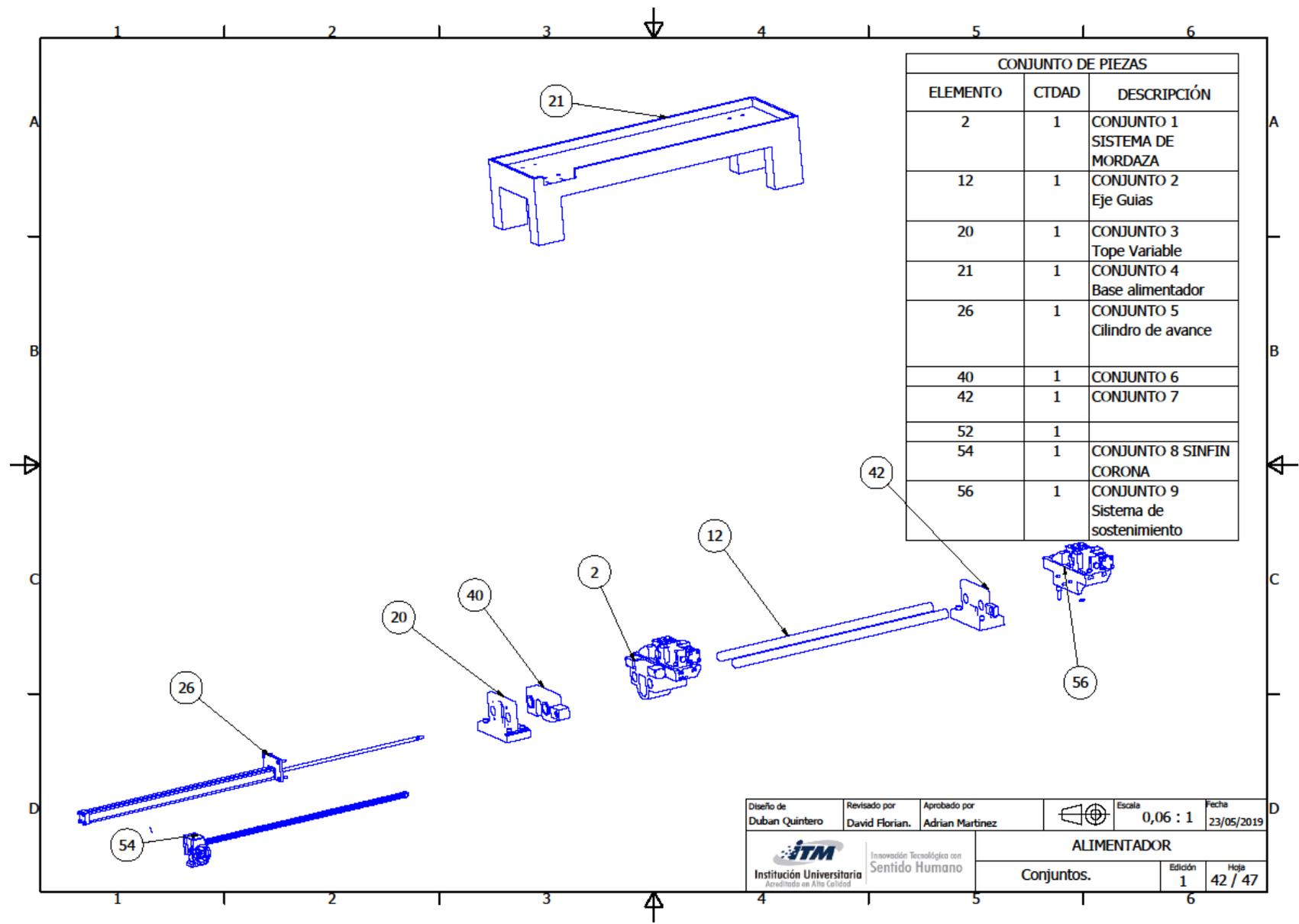
Medidas en mm

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martínez		Escala 1 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano			ALIMENTADOR		
TAPA BLOQUE MOBIL			Edición 1	Hoja 40 / 47	

ENSAMBLE COMPLETO



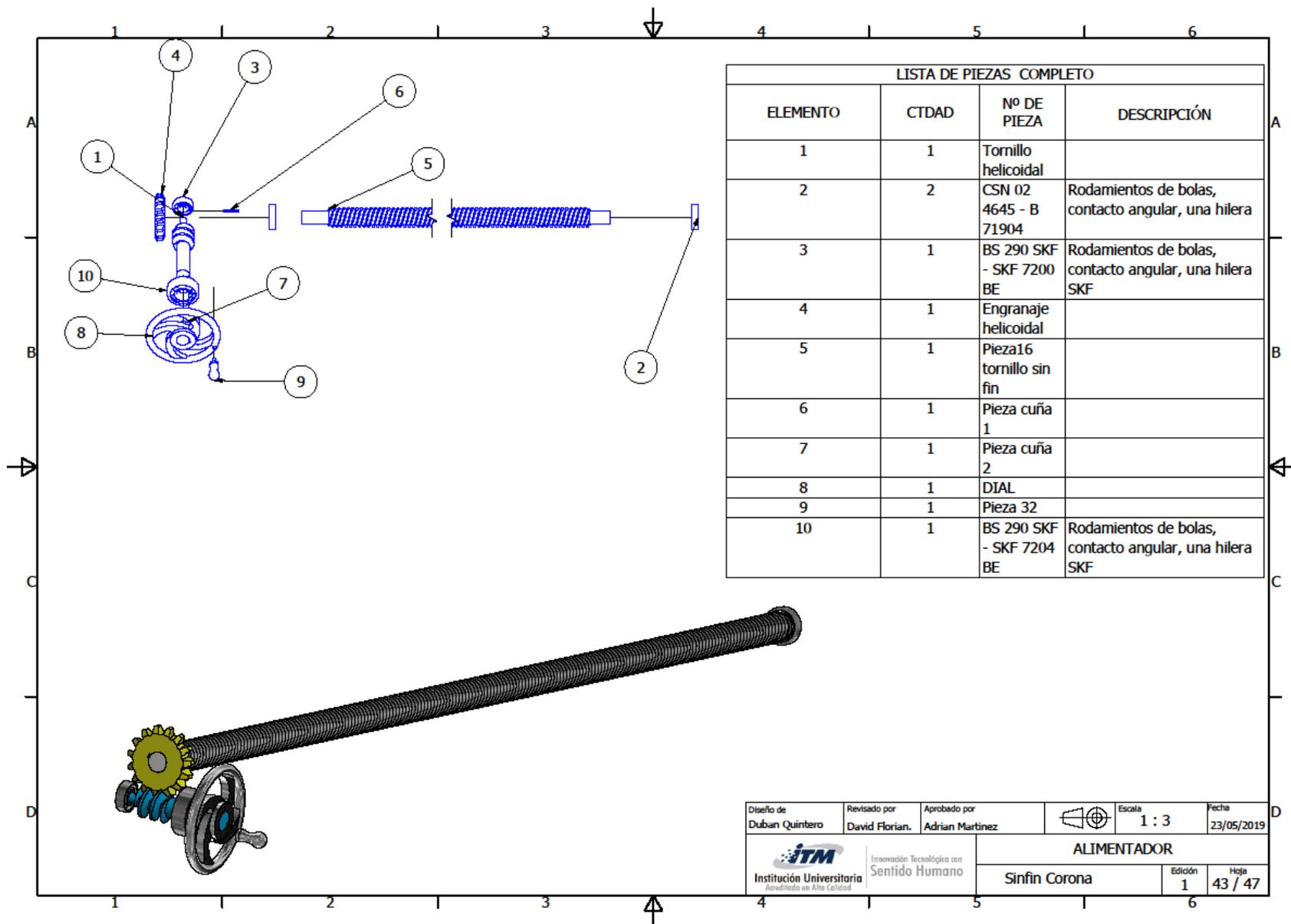
Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 0,165 : 1	Fecha 23/05/2019
 Institución Universitaria <i>Innovación Tecnológica con Sentido Humano</i>			ALIMENTADOR		
			ENSAMBLE		Edición 1
					Hoja 41 / 47



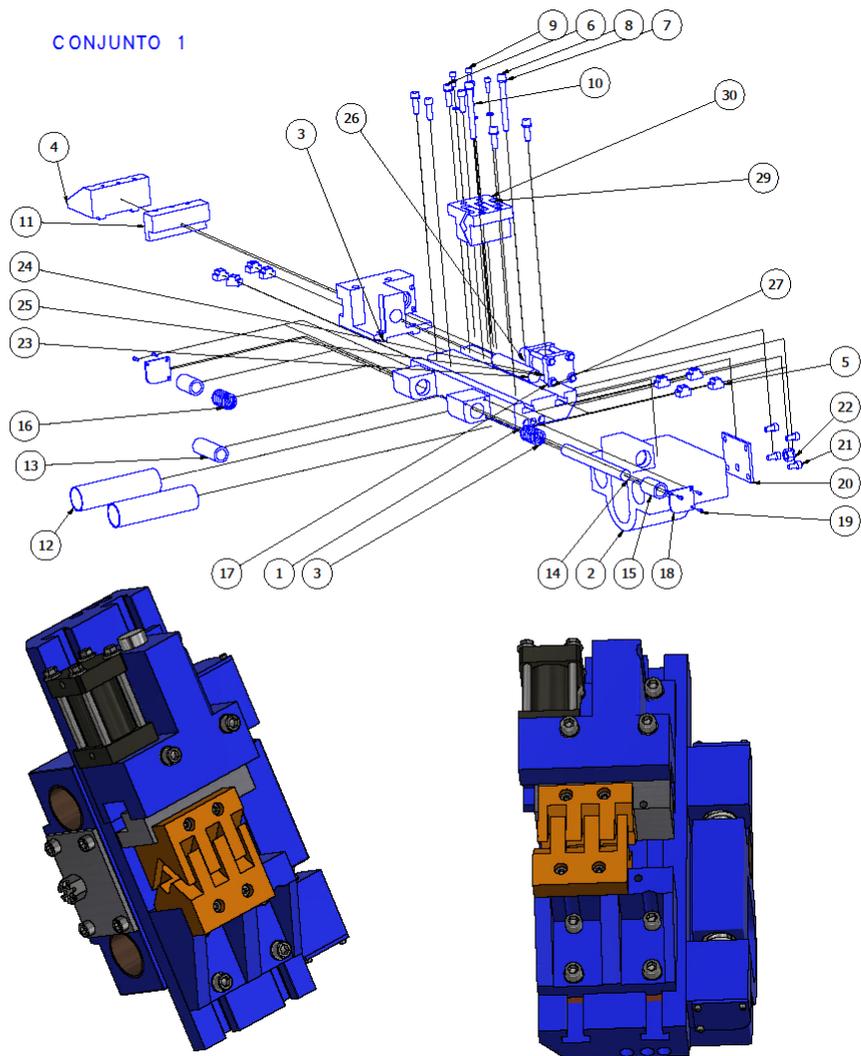
CONJUNTO DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN
2	1	CONJUNTO 1 SISTEMA DE MORDAZA
12	1	CONJUNTO 2 Eje Guías
20	1	CONJUNTO 3 Tope Variable
21	1	CONJUNTO 4 Base alimentador
26	1	CONJUNTO 5 Cilindro de avance
40	1	CONJUNTO 6
42	1	CONJUNTO 7
52	1	
54	1	CONJUNTO 8 SINFIN CORONA
56	1	CONJUNTO 9 Sistema de sostenimiento

Diseño de Duban Quintero	Revisado por David Florian.	Aprobado por Adrian Martinez		Escala 0,06 : 1	Fecha 23/05/2019
-----------------------------	--------------------------------	---------------------------------	---	--------------------	---------------------

 Institución Universitaria Acreditada en Alta Calidad	Innovación Tecnológica con Sentido Humano	ALIMENTADOR	
		Conjuntos.	Edición 1



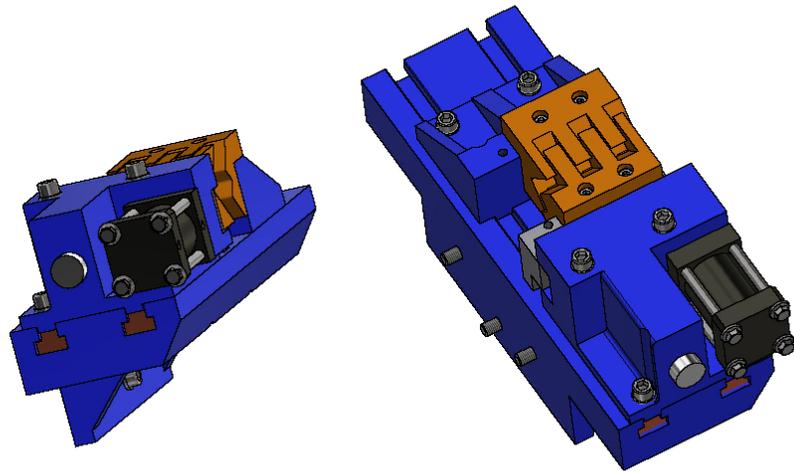
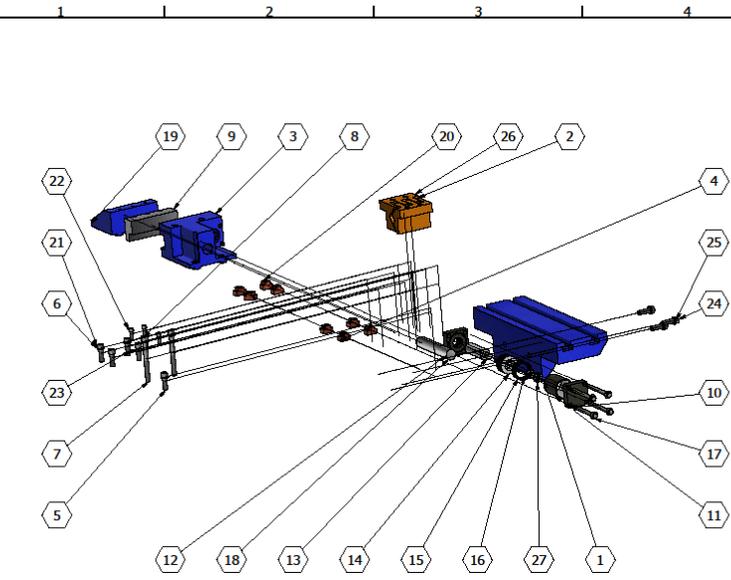
CONJUNTO 1



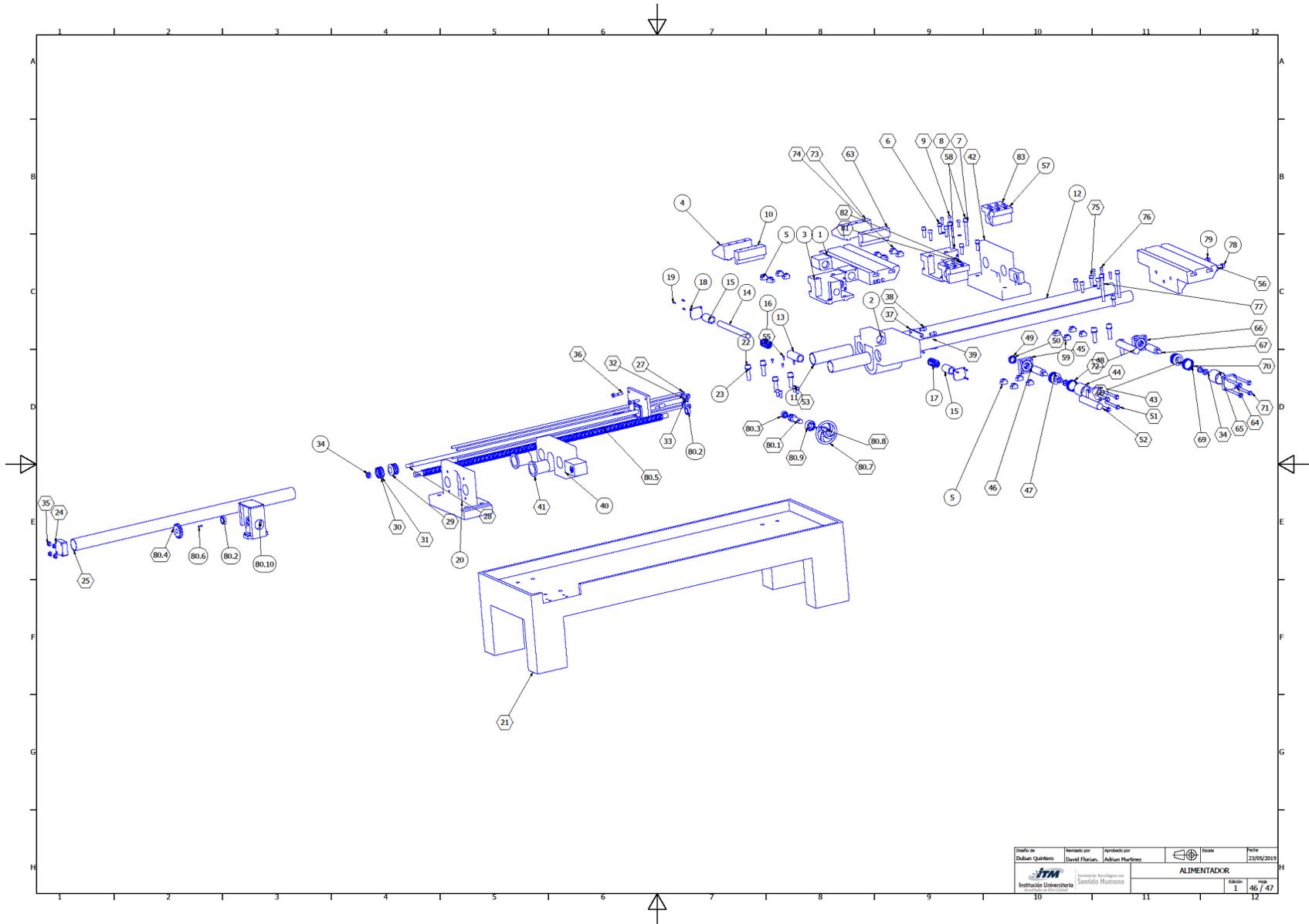
LISTA DE PIEZAS (CONJUNTO 1)

ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	MESA MOBIL		AISI 1045
2	1	BASE MOBIL		AISI 1045
3	1	BASE FIJA		AISI 1045
4	1	PORTA MORDAZA		AISI 1045
5	8	T		Genérico
6	6	AS 1420 - 1973 - M12 x 30	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
7	6	IS 3063 - 12	Fijaciones - Arandelas de presión de sección rectangular y una espira - Especificación	Acero, suave
8	2	AS 1420 - 1973 - M12 x 100	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
9	4	AS 1420 - 1973 - M8 x 25	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
10	4	IS 3063 - 8	Fijaciones - Arandelas de presión de sección rectangular y una espira - Especificación	Acero, suave
11	1	PORTA MORDAZA		AISI 1045
12	2	CAMISA DE BRONCE 1		SAE 65
13	1	CAMISA DE BRONCE 2		SAE 65
14	1	EJE GUIA MORDAZA		AISI 4140
15	2	CAMISA DE BRONCE 2		SAE 65
16	1	Muelle de compresión1		Steel
17	1	Muelle de compresión1		Steel
18	2	TAPA		AISI 1045
19	6	AS 1420 - 1973 - M4 x 14	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
20	1	TAPA BLOQUE MOBIL		AISI 1045
21	4	ISO 4762 - M10 x 20	Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero inoxidable, 440C
22	1	IS 2232 - M 16	Tuerca hexagonal almenada de precisión	Acero, suave
23	1	TAPA CILINDRO 1		Genérico
24	1	camisa cilindro C		Genérico
25	1	TAPA CILINDRO 2		Genérico
26	1	VASTAGO CILINDRO		Genérico
27	4	ISO 4162 - M10 x 100	Perno hexagonal con valona - Serie pequeña	Acero inoxidable
28	1	EJE GUIA BLOQUE MORDAZA		Genérico
29	1	MORDAZA		AISI 4140
30	1	MORDAZA		AISI 4140

Diseño de David Quintero	Revisado por David Florian	Aprobado por Adrian Martínez	Escala 0,22 : 1	Fecha 23/05/2019
 Innovación Tecnológica con Sentido Humano			ALIMENTADOR DESARME SISTEMA DE MORDAZAS	
			Edición 1	Hoja 44 / 47

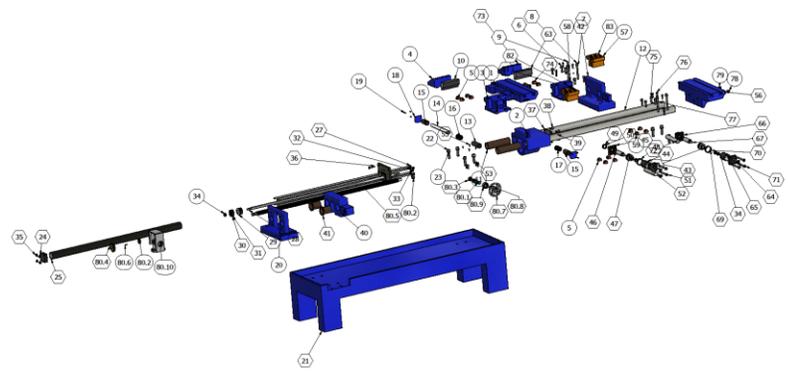


LISTA DE PIEZAS CONJUNTO 9				
ELEMENTO	CTDAD	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	MESA FIJA		Genérico
2	1	MORDAZA		Genérico
3	1	BASE FIJA		Genérico
4	4	T		Genérico
5	1	AS 1420 - 1973 - M12 x 30_CPY	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
6	5	IS 3063 - 12	Fijaciones - Arandelas de presión de sección rectangular y una espira - Especificación	Acero, suave
7	2	AS 1420 - 1973 - M12 x 100_CPY	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
8	2	AS 1420 - 1973 - M8 x 25_CPY	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
9	1	Pieza 7_CPY		Genérico
10	1	Pieza 17_C_CPY		Genérico
11	1	Pieza 18 camisa cilindro C_CPY		Genérico
12	1	Pieza 19_C_CPY		Genérico
13	1	Pieza 21_C_CPY		Genérico
14	1	Pieza 22_C_CPY		Genérico
15	1	Pieza 23_C_CPY		Genérico
16	2	Pieza 24 ORRI PISTON_CPY		Genérico
17	4	ISO 4162 - M10 x 100_CPY	Perno hexagonal con valona - Serie pequeña	Acero inoxidable
18	1	Pieza30_CPY		Genérico
19	1	Pieza 5_CPY		Genérico
20	4	Pieza 6_CPY1		Genérico
21	4	AS 1420 - 1973 - M12 x 30_CPY1	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
22	2	AS 1420 - 1973 - M8 x 25_CPY1	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
23	2	IS 3063 - 8_CPY	Fijaciones - Arandelas de presión de sección rectangular y una espira - Especificación	Acero, suave
24	3	AS 1420 - 1973 - M12 x 35	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
25	3	ANSI B18.21.1 - 0,5	Arandelas de presión	Acero, suave
26	1	Pieza 3_C_CPY		Genérico
27	2	PN-75/M-82471 - M14 x 1,5	Tuerca redonda ranurada para llaves para tuercas	Acero, suave



Diseño de	Revisado por	Aprobado por	Escala	Fecha
Daniel Quintana	Daniel Flórez	Jedison Martínez		23/05/2015
ALIMENTADOR				
Institución Universitaria				
Iniciativa Académica en Sentido Humano				
			Folio	1
			Total	46 / 47

Código	FDE 089
Versión	03
Fecha	2015-01-22



LISTA DE PIEZAS COMPLETO				
ELEMENTO	CANTD	NP DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	1	MESA M-BEL		Genérico
2	1	BASE M-BEL		Genérico
3	1	Pieza 4		ALU303
4	1	Pieza 5_CPY		Genérico
5	8	Pieza 6		Genérico
6	6	AS 1420 - 1973 - M12 x 30	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
7	11	IS 3063 - 12	Fijaciones - Arandelas de presión de sección rectangular y una espira - Especificación	Acero, suave
8	2	AS 1420 - 1973 - M12 x 300	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
9	4	AS 1420 - 1973 - M8 x 25	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
10	1	Pieza 7		Genérico
11	2	Pieza 8		Genérico
12	3	Pieza 9		Genérico
13	1	Pieza 11		Genérico
14	1	Pieza 12		Genérico
15	2	Pieza 13 C		Genérico
16	1	Muelle de compresión1		Steel
17	1	Muelle de compresión1		Steel
18	2	Pieza 14		Genérico
19	6	AS 1420 - 1973 - M4 x 14	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
20	1	Pieza 15		Genérico
21	1	BASE ALIMENTADOR		Genérico
22	8	AS 1420 - 1973 - M16 x 55	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
23	8	IS 3063 - 16	Fijaciones - Arandelas de presión de sección rectangular y una espira - Especificación	Acero, suave
24	1	Pieza 17		Genérico
25	1	Pieza 18 cámara cilindro		Genérico
26	1	Pieza 19		Genérico
27	4	Pieza 20		Genérico
28	1	Pieza 21		Genérico
29	1	Pieza 22		Genérico
30	1	Pieza 23		Genérico
31	4	Pieza 24 OMSI PISTON		Genérico
32	1	Pieza 25		Genérico
33	1	Pieza 25 BASCADOR		Genérico
34	6	PIE 70M B471 - M14 x 1,5	Tuerca redonda ranurada para llave para tuercas	Acero, suave
35	8	ISO 4162 - M10	Tuerca hexagonal con valvula - Tuerca gruesa	Acero inoxidable
36	4	ISO 4015 - M10 x 45	Pernos de cabeza hexagonal. Producto de clase B. Cuerpo reducido (diámetro del cuerpo aprox. diámetro efectivo de la tuerca).	Acero inoxidable, 440C
37	1	Pieza27		Genérico
38	4	ISO 4762 - M10 x 20	Tornillo de cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero inoxidable, 440C
39	1	IS 3333 - 14 15	Tuerca hexagonal almenada de precisión	Acero, suave
40	1	Pieza 28		Genérico
41	2	Pieza 29		Genérico
42	1	Pieza 13 C		Genérico
43	1	Pieza 17 C		Genérico
44	1	Pieza 18 cámara cilindro C		Genérico
45	1	Pieza 13 C		Genérico
46	1	Pieza 21 C		Genérico
47	1	Pieza 22 C		Genérico
48	1	Pieza 23 C		Genérico
49	1	Pieza 26 BASCADOR C		Genérico
50	1	Pieza 25 C		Genérico
51	4	ISO 4162 - M10 x 100	Perno hexagonal con valvula - Serie pequeña	Acero inoxidable
52	1	Pieza30		Genérico
53	4	AS 1420 - 1973 - M10 x 20	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
54	1	Pieza 33		Genérico
55	4	AS 1420 - 1973 - M5 x 12	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
56	1	MESA I-ELI		Genérico
57	1	Pieza 3_CPY		Genérico
58	1	Pieza 4_CPY		Genérico
59	4	Pieza 6_CPY		Genérico
60	1	Pieza 7_CPY		Genérico
61	1	Pieza 17_C_CPY		Genérico
62	1	Pieza 18 cámara cilindro C_CPY		Genérico
63	1	Pieza 19 C_CPY		Genérico
64	1	Pieza 21_C_CPY		Genérico
65	1	Pieza 22_C_CPY		Genérico
66	1	Pieza 23_C_CPY		Genérico
67	1	Pieza 24 OMSI PISTON_CPY		Genérico
68	1	Pieza 25 C_CPY		Genérico
69	1	Pieza 26 C_CPY		Genérico
70	2	Pieza 24 OMSI PISTON_CPY		Genérico
71	4	ISO 4162 - M10 x 100_CPY	Perno hexagonal con valvula - Serie pequeña	Acero inoxidable
72	1	Pieza30_CPY		Genérico
73	1	Pieza 5_CPY		Genérico
74	4	Pieza 6_CPY1		Genérico
75	4	AS 1420 - 1973 - M12 x 30_CPY1	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
76	2	AS 1420 - 1973 - M8 x 25_CPY1	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
77	2	IS 3063 - 8_CPY	Fijaciones - Arandelas de presión de sección rectangular y una espira - Especificación	Acero, suave
78	3	AS 1420 - 1973 - M12 x 35	Tornillos métricos ISO con cabeza cilíndrica con hueco hexagonal	Acero, suave
79	3	ANSI B18.2.1 - 11.5	Arandelas de presión	Acero, suave
80.1	1	Tornillo hexagonal		Steel, M12
80.2	2	OSN 02 4645 - B 73004	Rodamientos de bolas, contacto angular, una hilera	Acero, suave
80.3	1	BE 290 SKF - SKF 7204 BE	Rodamientos de bolas, contacto angular, una hilera SKF	Acero, suave
80.4	1	Engranaje helicoidal		Steel, M12
80.5	1	Pieza16 tornillo sin fin		Genérico
80.6	1	Pieza cufia 1		Genérico
80.7	1	ESR		Genérico
80.8	1	Pieza 32		Genérico
80.9	1	BE 290 SKF - SKF 7204 BE	Rodamientos de bolas, contacto angular, una hilera SKF	Acero, suave
80.10	1	Pieza guarda de engr.		Genérico
81	1	Pieza 3		Genérico
82	1	Pieza 3		Genérico
83	1	Pieza 3_C_CPY		Genérico

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

Cotizaciones.



Sabaneta, 14 de Mayo de 2019

COTIZACION # COT-CN 283

Señores:
COLAUTO
 Atn: Sr. Fabio Duban Quintero Montoya

EMAIL: fabio.quintero@colauto.com.co
 Medellín

ASUNTO: COTIZACIÓN SERVICIO DE MAQUINARIA (CENTRO DE CORTE)

Respetado Sr. Quintero

En atención a su amable solicitud, a continuación presentamos nuestra oferta de servicio para compra de maquinaria.

ITEM	P/N	DESCRIPCION	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
		Centro de corte hidráulico Ref: FA-111DR. Marca SOCO	1	\$ 78.572.956	\$ 78.572.956
				TOTAL OFERTA	\$ 78.572.956

Forma de pago: Treinta (30) días, fecha de la factura
 Validez de la oferta: Treinta (30) días
 Moneda: Pesos Colombianos

Esperamos que esta propuesta sea de su interés y quedamos a la espera de su confirmación a este particular.
 Favor confirmar enviando orden de compra al fax: ++ 57 4 301 0699 y/o al e-mail: jruiz@imocom.com.co

IMOCOM S. A.
SUCURSAL MEDELLIN
SERVICIO TECNICO

JORGE ALBERTO RUIZ ESCOBAR
JEFE DE SERVICIO TECNICO
TELEFONO 3153541253

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22



Sabaneta, 14 de Mayo de 2019

COTIZACION # COT-CN 283

Señores:
COLAUTO
 Atn: Sr. Fabio Duban Quintero Montoya

EMAIL: fabio.quintero@colauto.com.co
 Medellín

ASUNTO: COTIZACIÓN SERVICIO DE MAQUINARIA (CENTRO DE CORTE)

Respetado Sr. Quintero

En atención a su amable solicitud, a continuación presentamos nuestra oferta de servicio para compra de maquinaria.

ITEM	P/N	DESCRIPCION	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
		Centro de corte hidráulico Ref: FA-111DR. Marca SOCO	1	\$ 78.572.956	\$ 78.572.956
TOTAL OFERTA					\$ 78.572.956

Forma de pago: Treinta (30) días, fecha de la factura
 Validez de la oferta: Treinta (30) días
 Moneda: Pesos Colombianos

Esperamos que esta propuesta sea de su interés y quedamos a la espera de su confirmación a este particular.
 Favor confirmar enviando orden de compra al fax: ++ 57 4 301 0699 y/o al e-mail: jruiz@imocom.com.co

IMOCOM S. A.
SUCURSAL MEDELLIN
SERVICIO TECNICO

JORGE ALBERTO RUIZ ESCOBAR
JEFE DE SERVICIO TECNICO
TELEFONO 3153541253

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

CNC SERVICIO SAS
NIT : 900.213.644-2



COTIZACIÓN

5753 LN

Nombre del cliente	Vigencia	Teléfono	Fecha
C.I. Colauto S.A.	15 días calendario	5406080	
Dirección	Correo Electrónico		09/05/2019
Calle 50 No 40-62 Itagüí	fabio.quintero@colauto.com.co		Moneda
Contacto	Teléfono Móvil		Dollar
Fabio Duban Quintero Montoya	3007665167		

ITEM	CANT	DESCRIPCION	CODIGO	MARCA	V.U.	VLR TOTAL
1	1	BAR FEEDER CNC	OS20IIE	FEDEK	\$US 14.998	\$US 14.998
					TOTAL	\$US 14.998

Forma de Pago	Lugar de Entrega	Tiempo Entrega
Transf. Bancaria Bancolombia Cta Cte 689-609294-22	Planta - Cliente	De quince (15) a veinte (20) días
Condiciones de Pago Anticipo 50%, saldo 30 días		

Adicionar a los precios el IVA vigente.

Notas
Garantía Dos (2) años, esta garantía no será aplicada por incorrecta utilización del componente suministrado, de la maquina o abuso de ella

Vendedor	Cliente
Laura Daniela Navas Cuartas	Firma y Sello de ACEPTADA

Calle 74A N° 83 - 44 Bogotá D.C Teléfono: 470 09 54 Fax: 462 94 20 www.cncservicio.com

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22


IMRECOL S.A.S. INDUSTRIA METALMECANICA Y REPUESTOS COTACORRANOS
 NIT: 900001011
 Tel: 3076591
 Dirección: CL 27 C 30 de 4026 INDUSTRIAL DE BELLEN
 Ciudad MEDELLIN COLOMBIA

COTIZACION:

No somos grandes contribuyentes.
No retenedores de IVA

CLIENTE:	Colsubo	NIT	
CONTACTO:	Fabio Quintero Montoya	Telefono	3007665167
DIRECCION:	Calle 30 # 40-62 Itagui	Ciudad	MEDELLIN

FECHA DE COTIZACION		
DIA	MES	AÑO
16	05	2019

VALIDA

REFERENCIA	ESPECIFICACIONES	CANT	VR UNIT	VR TOTAL
	Fabricacion y Ensamble de Alimentador según Planos	1	18.460.200	18460200

REALIZADO POR [Datos, Nombre Vendedor]
OBSERVACIONES

SUB TOTAL	18460200
IVA 19%	3507438
TOTAL NETO	21967638

_____ FIRMA Y SELLO	_____ FIRMA RECEPCION
------------------------	--------------------------

Cualquier pregunta contactarnos vía email: ventas@imrecol.com

FIRMA ESTUDIANTES _____

Entrega informe final para revisión del suelador.
 Adrian Fe MZ
 15/01/2019.

FIRMA ASESOR _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD



RECHAZADO ___ ACEPTADO _X_ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACTA NO. _____
FECHA ENTREGA: _____