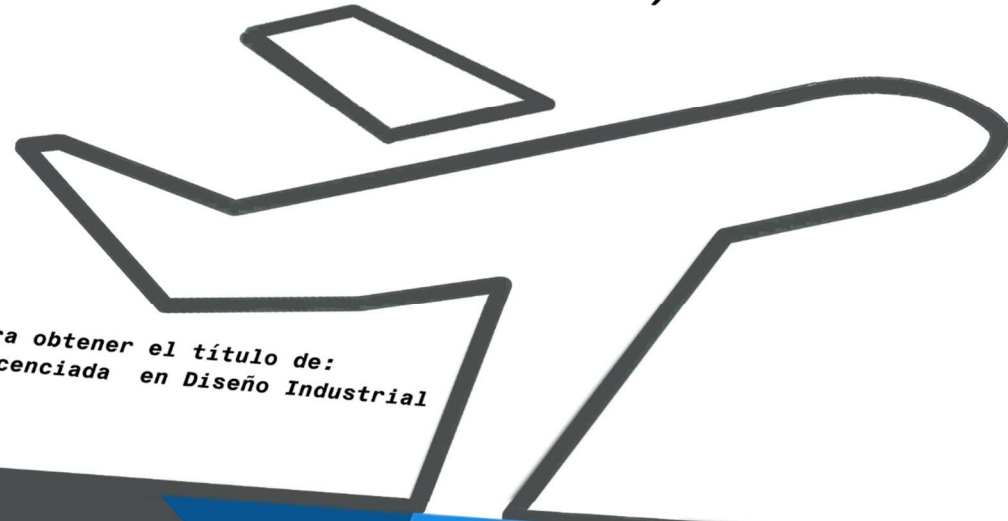


**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN
DISEÑO INDUSTRIAL**



**Instrumentos de Control y Aditamentos de un
Dispositivo de Simulación de Vuelo para Entrenamiento (FSTD)
Tipo ATS-A320 (FTD Level 5, AATD)**



*Proyecto final más réplica oral para obtener el título de:
Licenciada en Diseño Industrial*

Presenta:
Flores Contreras Laura Ivette

Asesor:
Miguel Ángel Varela Bonilla

México, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



Glosario

- **Brake/ freno**

Mecanismo que sirve en las máquinas, para moderar o detener el movimiento.

- **brief / briefing:**

Información, instrucciones, memoria, informe. Es el principio de todo, es el punto de partida estratégico para preparar cualquier acción a realizar.

- **clutch/ embrague**

Mecanismo que permite unir o separar el eje del cambio de velocidades de un vehículo al movimiento del motor.

- **guiñada/ yaw**

Término de origen náutico con que se designa cualquier movimiento de rotación (desviación, derrape, serpenteo de la parte trasera) de un vehículo alrededor de su eje vertical.

- **Joystick/palanca de mando**

Consiste en una palanca que gira sobre una base e informa su ángulo o dirección al dispositivo que está controlando, algunas palancas poseen interruptores suplementarios para controlar diversos aspectos del vuelo de la aeronave.



- **Pitch**

Altitud del avión con respecto a, o alrededor, del eje lateral expresado en grados.

- **jump seat o asiento del tercer observador**

Asiento en diferentes configuraciones según el tipo de aeronave; es una estación auxiliar de vuelo dentro de la cabina, montados en el suelo o en un mamparo. A menudo son asientos que llevan o guardan el equipo de emergencia, así como el kit de demostración seguridad de los pasajeros

- **tiller /vástago de dirección/vástago de timón**

El sistema de control del movimiento en forma de vástago.

- **roll / rodar**

La actitud del avión con respecto a, o alrededor, del eje longitudinal expresado en grados.

- **rudders pedals /pedales de dirección / timón de dirección**

El sistema de control del movimiento constituido en un sistema de pedales

- **Guía de Calificación y Aprobación (QAG)**

La AQG es una descripción detallada requerida de los sistemas

Acrónimos

AAA		Academia Antioqueña De Aviación
AMC		Centro Médico Aeronáutico
ATD	Aircraft Training Device	Dispositivo de Entrenamiento de Aviones
AATD		Dispositivo de entrenamiento Avanzado
ATG		Guías de Pruebas de Aprobación
ATO	Approved Training Organisation	Organización de Capacitación Aprobada
BATD	Basic Aircraft Training Device	Dispositivo de Entrenamiento Básico de Aviones
CAP	Capitan	Capitán
CMA		Certificación Médica Aeronáutica
EASA		Agencia Europea de Seguridad Aérea
FAA	Federal Aviation Administration	Administración Federal de Aviación
FO	First official	Primer Oficial
FSTD (A)		Dispositivos de Simulación de Vuelo para Entrenamiento de Avión FSTD (A)
GGC	Approval Qualification Guide	Guía de Calificación de Aprobación
QTG		Guías de Pruebas de Calificación
SFT	SimFlight Technologies	
MAE		Estudios Médicos Aeronáuticos
MIP	Main Instrument Panel	Panel de instrumentos principal
QTG	Qualification Test Guide	Guía de prueba de cualificación
SRP	Seat Reference Point	Punto de referencia del asiento



Abstract

En este documento se describe el desarrollo de un SIMULADOR DE VUELO dentro de la empresa Sim Flight Technologies (SFT) ubicada en la Ciudad de México; donde se muestra la intervención del Diseño Industrial dentro del desarrollo de un Dispositivos de Entrenamiento de Simulación de Vuelo de Avión (FSTD (A)), FTD Nivel 5, TIPO ATS-A320 que fue desarrollado para diversas academias de adiestramiento de Pilotaje a partir de materiales resistentes al desgaste siendo este en su mayoría piezas metálicas , plásticos, telas y otros , con un usuario que va enfocados principalmente a adultos jóvenes y maduros(18-59 años) de género indistinto con una altura de 1,58 m a 1,91 m (FAA, 2005).

This document describes the developing a FLIGHT SIMULATOR within the company Sim Flight Technologies (SFT) located in Mexico City; within the development of a FTD Level 5 Flight Simulation Training Devices (FSTD (A)) TYPE ATS-A320 that was developed for various pilot training academies from materials resistant to wear being this mostly metal parts, plastics, fabrics and others, with a user that focuses mainly on young and mature adults (18-59 years) of indistinct gender with a height of 1.58 to 1.91 m (FAA, 2005).



Jurado

Presidente:

M. en Arq. Patricia Díaz Pérez

Vocal:

D. I. Jesús Alejandro Sánchez González

Secretario y Asesor:

D. I. Miguel Ángel Varela Bonilla

Primer Suplente:

M. en Admón. Miguel Ángel Luna Guzmán

Segundo Suplente:

D.I. Felipe de Jesús Chacón Ramos



Agradecimientos

En este uno de los documentos más importantes que se redacta para concluir una etapa de la vida académica, un trabajo arduo como lo es el desarrollo de proyecto final; es necesario mencionar a las personas que han participado para que este proyecto llegue a feliz término, en estas líneas quisiera expresar el más sincero agradecimiento a esta institución educativa que me a brindando el cobijo del conocimiento que esta resguarda la UNAM cuya educación media superior y superior ha formado en mi vida la oportunidad de desarrollar éxito profesional, a todas aquellas personas que con su confianza, orientación y apoyo han colaborado en la realización del presente trabajo, en especial al profesor *Miguel Ángel Varela Bonilla* que en conjunto con la profesora *Patricia Díaz Pérez*, me han brindado una ayuda sincera para llegar a mi meta y concluir este proyecto.

Pero quisiera aún más expresar un sentimiento de gratitud a los seres que me acompañan en mi vida personal que me brindan su, compañía, opinión, apoyo; experiencias que me han forjado mi historia, a las personas que me han dejado una lección o un recuerdo, a todas ellas, gracias por formar parte de mí y mi vida. Quisiera agregar unas líneas para cada una de las personas importantes en mi vida pero me faltaría palabras para agradecer todo lo que me ofrecen.

Gracias Mamá, este presente también es para ti ya que eres para mí la persona admirable, papá por la vida y los buenos recuerdos, hermano por ser mi amigo y siempre tratar de cuidarme, a ti hermana por molestarme tanto aun así te quiero, tío Fer y tía Isabel por estar con nosotros, Jimmy e Ulises por ser amigos, por escucharme, cuidarme, acompañarme y siempre tratar de ayudarme, a toda mi familia y amigos gracias.



CAPÍTULO 1 MARCO CONTEXTUAL

ANTECEDENTES DEL PROYECTO DE UN SIMULADOR DE VUELO TIPO ATS- A320

1. ESCUELAS DE PILOTOS.....	13
1.2 LOS SIMULADORES DE VUELO COMO PRODUCTO DE DISEÑO.....	14
1.2.1 LA NECESIDAD DE LOS SIMULADORES DE VUELO	14
1.3 DISPOSITIVOS DE SIMULACIÓN EN VUELO PARA ENTRENAMIENTO (FSTD)...	15
1.3.1 ENTRENADOR DE PROCEDIMIENTOS DE NAVEGACIÓN Y VUELO (FNPT).....	17
1.3.2 EQUIPO DE COORDINACIÓN MÚLTIPLE DE COOPERACIÓN (MCC).....	17
1.3.3 DISPOSITIVO DE ENTRENAMIENTO EN VUELO (FTD).....	18
1.3.4 SIMULADOR DE VUELO (FFS)	18
1.4 CALIFICACIÓN Y APROBACIÓN DE UN SIMULADOR DE VUELO.....	19
1.5 FUNCIÓN DE VUELO, DE UN SIMULADOR.....	20
1.6 EL POR QUÉ EL DISEÑO DE UN SIMULADOR DE UN AIR BUS A320.....	21
1.6.1 FLY-BY-WIRE.....	22
1.7 EMPRESA: SLIMFLIGHTTECHNOLOGIES (SFT).....	23
1.7.1 OBJETIVOS DE LA EMPRESA SFT.....	25
1.7.2 MISIÓN DE LA EMPRESA SFT.....	25
1.7.3 VISIÓN DE LA EMPRESA SFT.....	26
1.7.4 ORGANIGRAMA.....	26





CAPÍTULO 2

LAS PROBLEMÁTICAS DEL DISEÑO
INDUSTRIAL EN EL DESARROLLO DE UN
ATS-A320.

2.	PROBLEMÁTICAS DEL DISEÑO EN UN SIMULADOR DE VUELO	29
2.1	DELIMITACIÓN DEL PROYECTO	30
2.2	COMPONENTES DE LA CABINA EN UN SIMULADOR ATS-A320.....	30
2.3	FUNCIÓNES DE CONTROLES EN UN AERONAVE	33
2.4	FUNCIÓNES EN LOS SIMULADORES DE VUELO.....	35
2.5	USUARIO: PILOTO.....	38
2.5.1	PERFIL DEL USUARIO PRIMARIO.....	38
2.5.2	USUARIO SECUNDARIO.....	38
2.6	CONTEXTO.....	40
2.6.1	ESCUELA DE AVIACIÓN LOS HALCONES.....	40
2.6.2	ACADEMIA ANTIOQUEÑA DE AVIACIÓN.....	40
2.7	ANÁLISIS DE PRODUCTOS ANÁLOGOS.....	41
2.8	REQUERIMIENTOS.....	45





CAPÍTULO 3

DESARROLLO DE CONTROLADORES Y ADITAMENTOS DE UN ATS-A320

3	ALCANCE DEL PROYECTO.....	51
3.1	EL DISEÑO INDUSTRIAL EN EL DESARROLLO DE UN SIMULADOR DE VUELO	51
3.1.1	OBJETIVO.....	51
3.1.2	FUNCIONES.....	51
3.2	CONCEPTO DE DISEÑO	52
3.3	DESCRIPCIÓN GENERAL CONTROLADORES DE VUELO Y ADITAMENTOS EN UN DISPOSITIVO DE SIMULACIÓN DE VUELO PARA ENTRENAMIENTO (FSTD), TIPO ATS-A320 (FTD LEVEL5, AATD).....	53
3.4	CONFIGURACIÓN Y DESCRIPCIÓN DESECCIONES DEL ATS-A320.....	53
3.5	ANÁLISIS ERGONÓMICOS.....	56
3.6	SIMULADORES/MODELOS	63
3.7	DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO DE PROTOTIPOS.....	68
3.7.1	IMPACTO AMBIENTAL.....	74
3.7.2	INFRAESTRUCTURA.....	77
3.8	RENDERS.....	80
3.9	PRESENTACIÓN COMERCIAL	83
	CONCLUSIONES.....	89
	FUENTES DE INFORMACIÓN.....	91
	• ANEXOS.....	96





INTRODUCCIÓN

A lo largo de la carrera de Diseño Industrial nos especializamos en la creación y renovación de objetos que satisfacen las necesidades humanas, para lo cual se consideran factores como contexto, ergonomía, psicología, forma, materiales, procesos productivos, costos entre otros.

En este documento se describe el proceso para diseñar

CONTROLES DE VUELO Y ADITAMENTOS DE UN DISPOSITIVOS DE SIMULACIÓN EN VUELO PARA ENTRENAMIENTO (FSTD) TIPO ATS-A320 (FTD LEVEL5, AATD)


Desarrollados en la empresa SIM FLIGHT TECHNOLOGIES (SFT) para Escuelas de Pilotos, proyecto en el cual me involucré siendo parte de área de Diseño Mecánico; como en cualquier otro proyecto de diseño se plantea una meta, el desarrollar un simulador de vuelo a partir de las necesidades del mercado con estándares de calidad preestablecidos, que busca de satisfacer requerimientos necesarios para la certificación del simulador.

Este documento consta de 3 capítulos:

En el capítulo 1 se presenta una breve investigación contextual haciendo referencia a la importancia de los SIMULADORES DE VUELO dando pauta a la fundamentación del proyecto.

En el capítulo 2 se analiza las premisas para desarrollo del proyecto, a partir de requerimientos necesarios en el contexto, y en su función de los componentes a realizar del SIMULADOR DE VUELO TIPO ATS-A320.

En el Capítulo 3 se presenta la forma en que se enfrentaron las problemáticas y la resolución a la que se llegó.



A continuación, se muestra la carta que autoriza la publicación de información de la empresa SFT.

Ciudad de México; a 15 de Marzo del 2017,

Frecuencia 125.5 de México S.A. de C.V.,
Y SIM FLIGHT TECHNOLOGIES S.A. DE C.V.
Delegación Álvaro Obregón,
Av. Minas 501 Local 10, Col. Lomas de
Becerra C.P. 01280,

D.I. Ricardo Alberto Obregón Sánchez

Jefe de la Carrera de diseño industrial

D.I. Manuel Borja Vázquez

Secretario Técnico de la Carrera de Diseño Industrial.

Por medio del presente el Ing. Javier Linares, jefe del departamento de Ingeniería y Diseño Mecánico de la empresa Sim Flight Technologies, hace constar que la estudiante Laura Ivette Flores Contreras labora en la empresa en marzo del presente año, con el puesto de Diseñador, para el departamento de Ingeniería y Diseño Mecánico.

Así mismo estoy enterado de lo referente al programa de titulación por medio de Proyecto de titulación de la Carrera de Diseño Industrial por la cual la estudiante Laura Ivette flores Contreras pretende obtener su título de Licenciatura, por lo anterior, se le otorga autorización para la presentación gráfica de alguno de los trabajos en los que participó con fines únicamente académicos y parar la utilización en dicho documento.

ATENTAMENTE

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y DISEÑO

Ing. Mecánico Javier Linares.

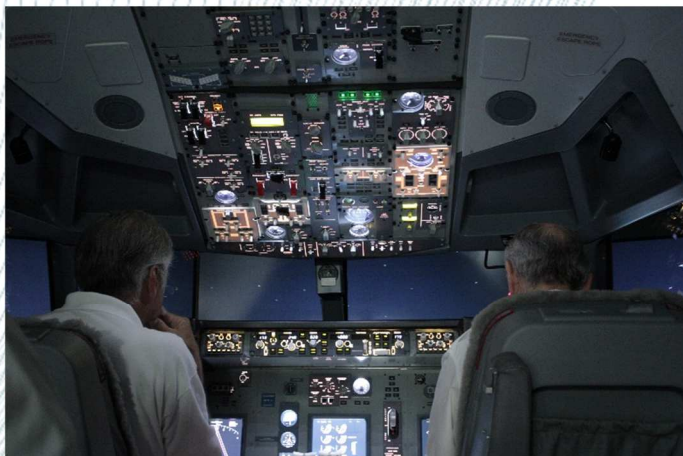


CAPÍTULO 1

MARCO CONTEXTUAL

*ANTECEDENTES DEL PROYECTO DE UN
SIMULADOR DE VUELO TIPO ATS-A320*

ILUSTRACIÓN 1, EDUCACIÓN Y ENTRENAMIENTO



FOTOGRAFÍA, EVALUACIÓN QTG DE CONTROLES EN UN SIMULADOR DE VUELO ATSB737-NG DE SFT. TOMADA DEL ARCHIVO DE SFT/ EL 9 DE MARZO DE 2017,

1. ESCUELAS DE PILOTOS

Son instituciones de aviación certificadas por la **Administración Federal de Aviación (FAA)**. Estas **Organizaciones de Capacitación Aprobada (ATO)** cumplen la función de instruir a los alumnos de manera profesional, para asumir un compromiso responsable con la vida, las personas y el entorno en la acción de vuelo como pilotos.

Estas escuelas se rigen a partir del sistema de **Dirección General De Aeronáutica Civil (DGAC)** que establecen un plan de estudio que obliga a la comisión a adoptar las normas de necesarias para establecer las condiciones de certificación de los pilotos, así como de las personas que participen en su formación, pruebas o verificación, de acreditación de los miembros de la tripulación de cabina y de evaluación de su aptitud psicofísica, este plan de estudio va acompañado de las habilidades que proporciona los ensayos en simuladores de vuelo (ver Ilustración 1) que deben ser cumplidas en conformidad con el presente Reglamento de Aeronáutica Civil (Thorne, s.f.).

1.2 LOS SIMULADORES DE VUELO COMO PRODUCTO DE DISEÑO

ILUSTRACIÓN 2. FUSELAJE DE UN ATSB737-NG DE SFT



SIMULADOR BASADO EN UN BOEING 737NG
SINCRONIZADO CON UN SISTEMA DE VISUAL..
FOTOGRAFÍAS, TOMADA DE: ARCHIVO SFT Y
[HTTP://WWW.SFTMEXICO.COM/](http://www.sftmexico.com/) EL 9 DE JULIO DEL 2016

1.2.1 LA NECESIDAD DE LOS SIMULADORES DE VUELO

La educación práctica que se apoya necesariamente en los *Simuladores de Vuelo* (ver *Ilustración 2*) se desarrolla con el objetivo de proporcionar una herramienta al servicio de la educación en las Escuelas de pilotaje y de los pilotos de vuelo a partir de la recreación objetiva del interior de una cabina de algún tipo de aeronave con sus correspondientes controladores.

Los **PILOTOS** deben tener una licencia de la **Administración Federal de Aviación (FAA)** para poder volar aviones comerciales o privados. Para tener derecho a esta licencia, los solicitantes como norma deben tener cierta cantidad de horas de experiencia en simuladores de vuelo según la **Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO)**. Además deben ser capaces de aprobar estrictas directrices físicas y exámenes de vuelo aprobados a través del entrenamiento avanzado en simuladores para aprender a lidiar con las problemáticas que pudieran surgir en él. Además, todos los pilotos que deseen convertirse en **CAPITANES** deben tener al menos 23 años de edad y tener un mínimo de 1.500 horas de experiencia en vuelo real u en Simuladores (Thorne, s.f.) (Europea, 2011).



1.3 DISPOSITIVOS DE SIMULACIÓN EN VUELO PARA ENTRENAMIENTO (FSTD)

Hoy en día hay varias categorías de **Dispositivos de Simulación en Vuelo para Entrenamiento (FSTD)** utilizados para el entrenamiento de pilotos.

Las mismas que van desde simples sistemas de entrenamiento básico hasta simuladores de vuelo con 6 ángulos de movimiento, que son denominados sistemas complejos (Steve Moore, 2015; Clément, 2009).

Existen otros tipos de FSTD. Sin embargo, no están considerados en las normas de la **Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA)**, la **FAA** ó **ICAO** y, por lo tanto, no proporcionan créditos de formación aprobados.

Los simuladores son evaluados por dichas instituciones gubernamentales de diferentes países, clasifican, regulan y certifican estos dispositivos según su categoría en Niveles A, B, C y D; el cual ha cambiado a **Tipo I, II, III, IV, V, VI, -VII** (ver *Tabla 1, 2, 3*).

En los **FSTD** sé es deseable observar sistemas esenciales para la formación de la tripulación; en los cuales se pueda desempeñar el **despegue, asenso, crucero, descenso, aproximación respuesta en los ejes longitudinales y lateral direccional, aterrizaje**; y algunos otros requisitos según el tipo de aeronave, además de contar con un sistema visual.

TABLA 1 TIPO DE CLASIFICACIÓN DE LOS FSTD

FSTD		
FAA	EASA	ICAO
ATD	STD	
BATD	BITD	I
AATD	FNPT	II
F S T D		
FTD LEVEL 4	FNPT I	III
FTD LEVEL 5	FNPT II + MCC	IV
FTD LEVEL 6	FTD II	V
FTD LEVEL 7 (Helicópteros)		
F F S		
A	A	VII
B	B	
C	C	
D	D	


- **FSTD** Flight Simulator Training Device
- **ATD** Aircraft Training Device
- **STD** Synthetic Training Device
- **BATD** Basic Aircraft Training Device
- **BITD** Basic Instrument Training Device
- **AATD** Advanced Aircraft Training Device
- **FTD** Flight Training Device
- **FNPT** Flight and Navigation Procedures Trainer
- **MCC** Multi Crew Coordination
- **FFS** Full Flight Simulator

CLASIFICACIÓN ANTIGUA DE LOS FSTD. Y SU TRANSICIÓN EN UNA NUEVA CLASIFICACIÓN (CLÉMENT, 2009)

TABLA 2 , REQUISITOS DE ALTO NIVEL PARA LOS FSTD ESTÁNDAR DE LA ICAO

High-Level Requirements for ICAO Standard FSTDs							
Color legend	Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V	Type VI	Type VII
Specific	PPL, MPL1, CPL	IR (T)	Class Rating (T)	MPL2 (T+TP)	TR, ATPL IO, RO, RL (All T)	MPL3 (T+TP)	TR, ATPL MPL4 RE, RO, RL IO, CQ (TP)
Reorient.							
Generic	(All T)						
Cockpit & Structure	Class, enclosed	Generic, Open	Class, enclosed	Class, enclosed	Aircraft replica, enclosed	Class, enclosed	Aircraft replica, enclosed
Instruments & Panels	Flat Panel & Overlay				Hi Quality Flat Panel & Overlay	High Quality Flat Panel & Overlay	+Full 3D replication
Non sim area	Open				Enclosed		Enclosed
Visual display	200 x 40 Direct	45 x 30 Flat Screen	200 x 40 Direct	45 x 30 Flat Screen	200 x 40 Direct	200 x 40 Collimated	200 x 40 Collimated
Motion	None				None	Reduced 6 DOF	Full 6 DOF
Fit & Fit Ctrl	Class rep.	Generic	Class rep.	Generic	Aircraft Specific (All proc.)	Class rep.	Aircraft Specific (All proc.)
Aircraft Systems	Aircraft Representative (Required Procedures)				Aircraft Specific (All proc.)	Class rep.	Specific (All proc.)
Air Traffic Control	None	Background Chatter	None	Background Chatter	Background Chatter	+ Dynamic Automated Environment	+ Dynamic ATC Environment

ENLISTA LOS REQUERIMIENTOS ESTÁNDAR NECESARIOS PARA EL TIPO DE SIMULADOR EN SUS 7 CATEGORÍAS. TOMADO DE (Clément, 2009).



Los **Dispositivos de Simulación de Vuelo para Entrenamiento de Avión FSTD (A)**, se define en los siguientes tipos de FSTD:

1.3.1 ENTRENADOR DE PROCEDIMIENTOS DE NAVEGACIÓN Y VUELO (FNPT).

Es un dispositivo de entrenamiento de base fija que representa el puesto de pilotaje o la cabina de vuelo, en ellos se presentan el montaje de los equipos y programas informáticos necesarios para representar un tipo o clase de aeronave en operaciones de vuelo, que se utiliza principalmente para el entrenamiento desde el inicio y durante el curso de actualización, incluyendo los procedimientos básicos y de seguridad, las emergencias, la navegación, la habilitación de Vuelo Instrumental (IR) y la Cooperación de la Tripulación (MCC).

1.3.2 EQUIPO DE COORDINACIÓN MÚLTIPLES DE COOPERACIÓN (MCC).

Que es una formación adicional en la licencia de piloto comercial necesaria para poder volar dentro de una tripulación, lo que significa poder viajar con una aeronave multi-piloto, que consiste en pilotar con al menos dos miembros en donde les enseña a los pilotos acerca de la comunicación y coordinación de elementos múltiples; es un requisito para los pilotos que soliciten un multi-piloto de habitación de tipo. El curso está bajo la supervisión de una **Organización de Entrenamiento de Vuelo (FTO)** o una **Organización de Formación de Habilidad de Tipo (TRTO)**.

ILUSTRACIÓN 3. INTERJET SIMULADOR A320



FSTD CLASIFICACIÓN VII DESTINADO A LA COMPETENCIA COMERCIAL FUENTE: FOTOGRAFÍAS, FOTOGRAFÍAS TOMADA DE: [HTTP://ENELAIRE.MX/ASI-ES-EL-SIMULADOR-DE-A320-DE-INTERJET/](http://enelaire.mx/asi-es-el-simulador-de-a320-de-interjet/)

1.3.3 DISPOSITIVO DE ENTRENAMIENTO EN VUELO (FTD).

Es un sistema específico de base fija. Además de las capacidades del FNPT, el FTD está diseñado para la formación de habilitación de tipo ya que es una réplica a tamaño real de los instrumentos, equipos, paneles y controles de un tipo de aeronave en un área de cabina de pilotaje abierta o un puesto de pilotaje de aeronave cerrado, el montaje de los equipos y programas informáticos necesarios para representar la aeronave en condiciones de tierra y de vuelo.

Este tipo de FSTD tiene una capacidad limitada de comprobación/prueba debido a que no incluye un sistema de movimiento o un sistema de vibración axial de Tipo VI.

1.3.4 SIMULADOR DE VUELO (FFS)

Son una réplica a escala real y completa del puesto de pilotaje de un tipo o marca, modelo y serie de aeronave, además de contar con un sistema visual que proporcione una vista exterior al propio puesto de pilotaje. Un FFS es un sistema basado en el movimiento que proporciona la maniobra de la aeronave, instrucciones de movimiento y vibración. Posee el mayor nivel de complejidad técnica y capacidad de entrenamiento, y se puede utilizar para las comprobaciones de competencia y las pruebas de habilidad.

Los diferentes tipos de **Dispositivos de Simulación en Vuelo para Entrenamiento (FSTD)** se definen en la **Especificación de la Certificación de la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) para los Dispositivos de Formación en Vuelo (CS FSTD)**.

1.4 CALIFICACIÓN Y APROBACIÓN DE UN SIMULADOR DE VUELO

Para ser reconocido como tal, un FSTD debe estar formalmente cualificado por las **Autoridades Nacionales de Aviación (NAA) o por EASA** (ver Tabla 1).

La principal exigencia para la certificación de estos equipos consiste en demostrar que sus características de vuelo coinciden exactamente con las de la aeronave para la cual fue fabricado el simulador. Esta clase de requerimientos de prueba para los simuladores están detallados en guías denominadas **Guías de Pruebas de Aprobación (ATG)** o **Guías de Pruebas de Calificación (QTG)**, que no son otra cosa que documentación donde se especifica cada una de las características técnicas del simulador y cómo se prueba y comprueba su correcto funcionamiento.

Cuando un fabricante desea tener un modelo de algún **Dispositivo de Entrenamiento Aeronáutico Avanzado (AATD)** aprobado, este debe tener un documento que contenga las especificaciones para la línea de modelo y que demostren el cumplimiento de la normativa correspondiente, que remite a la FAA. Una vez que este documento, denominado **Guía de Calificación de Aprobación (GGC)**, ha sido aprobada, todos los futuros dispositivos conformes a la GGC se aprueban automáticamente y evalúan individualmente sin la necesidad de estar disponibles (GPO (The U.S. Government Publishing Office (GPO)), 2017).

Tabla 3. Cartografía FSTD

Approximate Mapping to FAA & JAA / EASA FSTDs							
	PPL, MPL1, CPL	IR	CR	MPL2	TR, ATPL IO, RO, RL	MPL3	TR, ATPL MPL4 RE, RO, RL IO, CQ
FAA	FTD L2/L3 + Visual		FTD L3/L5 + Visual		FTD L6 + Visual		Level D(+)
EASA	FNPT I,II		FNPT II MCC		FTD LII + Visual		Level D(+)
ICAO	Type I	Type II	Type III	Type IV	Type V	Type VI	Type VII

Training (T) Formación
Proficiency (TP) Competencia

Non ab-initio Full Task FSTDs

Clasificación aproximada de FAA/ EASA y ICAO de un FSTDs. Tomado de (Clément, 2009).

1.5 FUNCIÓN DE VUELO, DE UN SIMULADOR

La necesidad principal de un simulador de vuelo es capacitar, así como instruir con un mayor acercamiento del que se puede obtener en una aeronave de forma segura; preparar a los pilotos en situaciones normales y adversas además de reducir el costo en la operación de aeronaves, con el interés en el ahorro y reducción de los efectos adversos en el medio habiente; permitiendo el ensayo y la prueba hacia la concesión de una licencia, habilitación o cualificación.

Los FSTD ofrecen niveles de fidelidad que apoyando en una evaluación adecuada del piloto, con la seguridad que el comportamiento observado en el simulador va a ser transferido a la aeronave (Thorne, s.f.).

Tabla 4. Análisis de tareas de capacitación por la EASA/FAA/ OACI

TIPOS DE CERTIFICACIÓN INSTRUCTORES		ENTRENAMIENTO INICIAL	TIPOS DE CERTIFICACIÓN PILOTOS	
✓ FI	Instructor de vuelo		✓ MPL 1,2,3,4	Licencia de piloto multi-tripulación
✓ SFI	Instructor de vuelo en simulador		✓	
✓ TRI	Instructor de habilitación de tipo		✓ IR	Calificación de instrumento
✓ IRI	Instructor de habilitación de instrumentos		✓ PPL	Licencia de pilotos Privados
✓ MCCI	Instructor de cooperación de la tripulación		✓ CPL	Licencia de Piloto comercial
		ENTRENAMIENTO RECURRENTE	✓ RL	Licencia Recurrente (formación y control)
			✓ RO	Operador recurrente (entrenamiento y Comprobación)
			✓ Re	Renovación
			✓ CQ	Calificación Continua
		ENTRENAMIENTO DE RENOVACION /DOMINIO	✓ IO	Primer Oficial
			✓ T	Entrenamiento
			✓ TP	Capacitación para el dominio
			✓ IFR	Habilitación para volar en condiciones atmosféricas adversas y/o baja visibilidad.

Lista de tareas de formación y licencias obtenidas. Tomado de (Clément, 2009). Y http://www.seguridadaerea.gob.es/media/4496192/206904_easa_ehest_he-10_es.pdf

Los FSTD se pueden utilizar para mejorar la formación de vuelo, especialmente en el entrenamiento para emergencias y errores de funcionamiento, llevando a cabo una amplia gama de fallos de funcionamiento que se pueden programar por medio del software, que no se pueden o no se deberían practicar en el avión. En *Tabla 4* se enlistan las tareas y tipos de licencias que se respaldan a partir de los FSTD.

Sin embargo, se observa que las técnicas de instrucción en los FSTD, con la simulación tienen limitaciones y especificaciones que el instructor debe conocer gestionando de forma correcta.

1.6 EL POR QUÉ DEL DISEÑO DE UN SIMULADOR TIPO AIR BUS A320

La familia de aviones de pasillo único A320 (A318, A319, A320 y A321) es la familia de aviones de pasillo único de mayor venta en el mundo; aviones de fuselaje estrecho de dos motores, múlti-piloto, siendo el A319 de la versión corta de la A320, A321 la versión alargada (ver *Ilustración 4*).

Éstos ofrecen una sección de fuselaje aumentada de avanzada tecnología con costes reducidos, cuya eficiencia de combustible los hace unos de los aeroplanos más competitivos en el mercado aeronáutico tanto en su maniobra como su costo general desde su concepción hasta su manipulación y mantenimiento.

Ilustración 4. Fuselaje de un Airbus A320



Esta imagen es parte de una presentación renderizada del fuselaje de un A320 expuesta en la página de AIRBUS.TOMADA DE <http://www.aircraft.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a320family/>, el 9 de septiembre del 2017

Ilustración 5. A320 Family cockpit



Panel de control principal, Fotografía, tomada de: <http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a320family/commonality/> el 22 de junio del 2016

Los aviones A320 se ha convertido en un sistema gestionado, ordenado que optimiza mejoran en gran medida la interfaz hombre / máquina. Posicionándose en el medio aeronáutico como en las mentes de los futuros operadores como una elección certera en todo el mundo.

El A320 se utiliza en una amplia gama de servicios, desde mismas rutas aéreas de corto recorrido a segmentos intercontinentales (© Airbus S.A.S.2016, s.f.)

La Familia A320 se beneficia plenamente de las características de **COMUNALIDAD**, que las compañías aéreas han llegado a contar para la flexibilidad operativa máxima, con eficiencia económica; ya que sus cabinas son idénticas y muy similares en procedimientos de operación (ver Ilustración 5).

1.6.1 FLY-BY-WIRE

Además, los pilotos de la Familia A320 tienen la calificación fly-by-wire Airbus que permite una fácil transición a aviones de mayor tamaño como A330, A340 y A380 a través de la formación diferencial sencilla y rápida en lugar de una formación completamente nueva, habilitación de tipo.

Esta transición requiere sólo de 7 a 13 días en el entrenamiento de diferencias, en comparación con el curso de formación de tipo completo 25-35 días.

Como todas las aeronaves de la familia A320 están equipados con el mismo sistema de gestión digital de la cabina del estado de la técnica y así sacar el mejor partido de las habilidades de los empleados (© Airbus S.A.S.2016, s.f.). Por lo tanto las academias cada vez están más interesadas en invertir en equipos de simuladores de vuelo similares a la familia de A320.

1.7 EMPRESA: SLIMFLIGHTTECHNOLOGIES (SFT)

Datos de contacto

Avenida Minas 501, local 10.Colonia Lomas de Becerra, C.P. 01280

Ciudad de México, México

Tel: 52 (55) 30954075

01800 000 1221

<http://www.sfmexico.com/contacto/>



Ilustración 6. Logotipo de la empresa. Fuente: Frecuencia 125.5



Ilustración 7. ATS-KA350.Fuente: PROPIA; Propiedad de SIM FLIGHT TECNHOLOGIES

Frecuencia es una sociedad constituida en México, que inició sus operaciones en octubre de 2002. Se integra por un equipo de profesionales altamente capacitados en materia aeronáutica y otras profesiones, que a través de su desempeño en los servicios que ofrecen, hacen posible la realización de los objetivos de la empresa (ver Ilustración 6).

En el mes de agosto de 2006, se otorgó a Frecuencia el reconocimiento en el Registro Nacional de Instituciones y Empresas Científicas y Tecnológicas (RENYECIT) y fue a partir de este año cuando la empresa emprendió la ambiciosa tarea de diseñar y desarrollar un simulador de vuelo basado en el BOING 737 (ver Ilustración 7).



ILUSTRACIÓN 8. IDENTIDAD GRAFICA DE SFT. FUENTE: FRECUENCIA 125.5. EDITADA.

Así surge una de las divisiones de Frecuencia; **SimFlight Technologies** encargada de la investigación, diseño y desarrollo Sistemas de Entrenamiento Avanzado con Simuladores de avión de tipo, Estos has sido instalados en diferentes partes del mundo (ver *Ilustración 8*).

Frecuencia se encuentra inscrita en el Padrón de Importadores de la Secretaria de Hacienda y Crédito Público. Lo anterior, permite realizar la importación directa de productos, servicios y componentes, permitiendo

reducir costos y ofrecer precios similares a los del país de origen.

El diseño y desarrollo se ha logrado con la valiosa participación de instituciones académicas mexicanas, como es el Instituto Politécnico Nacional y la Universidad Tecnológica de Nezahualcóyotl y ahora la Universidad Nacional Autónoma de México.

SimFligh tTechnologies se define como la empresa Mexicana que desde principios del siglo 21, diseña y fabrica « **DISPOSITIVOS DE SIMULACIÓN EN VUELO PARA ENTRENAMIENTO (FSTD)** ».

Los diferentes tipos de **(FSTD)** se definen en la Especificación de la Certificación de **Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA)**. Para ser reconocido como tal, un FSTD debe estar formalmente cualificado por las **Autoridades Nacionales de Aviación (NAA)** o por **EASA**.

Los simuladores de vuelo que desarrolla **SFT** están diseñados y manufacturados con componentes y partes de alta resistencia; además que brinda servicio de post venta, garantías, soporte y mantenimiento con respuesta inmediata.

Los Simuladores de vuelo **SFT** se centran principalmente para centros de formación, y operadores de vuelo; brindarles el equipo que les permita proporcionar una formación eficiente y profesional a sus estudiantes o tripulaciones de vuelo (SimFlight Technologies de México, 2017).

1.7.1 OBJETIVOS DE LA EMPRESA SFT

- Compra – venta, importación, exportación y distribución principalmente de equipos, simuladores, accesorios y artículos relacionados con la aviación, telecomunicaciones y la transmisión de datos.
- Suministro de servicios aeronáuticos y de coordinación de vuelos (International Flight Planning).
- Diseño, desarrollo y fabricación de cabinas de simulador de vuelo tipo.

1.7.2 MISIÓN DE LA EMPRESA SFT

- Ofrecer la mayor calidad en nuestros servicios, tanto en la comercialización de los productos, diseño y desarrollo de simuladores de vuelo, como el mantenimiento de los mismos.
- Desde su fundación hasta la actualidad se han fabricado simuladores ubicados en Dallas,

- Colombia, Panamá, Perú, España y la Ciudad de México, estos simuladores van destinados a escuelas de aviación o empresas privadas (ver Ilustración 9).
- Acercar el apasionante mundo de la aviación al público en general, a través de nuestros productos, servicios y capacitación.



Ilustración 9. Mapa representativo de venta de equipos de simuladores de SFT, fuente propia.

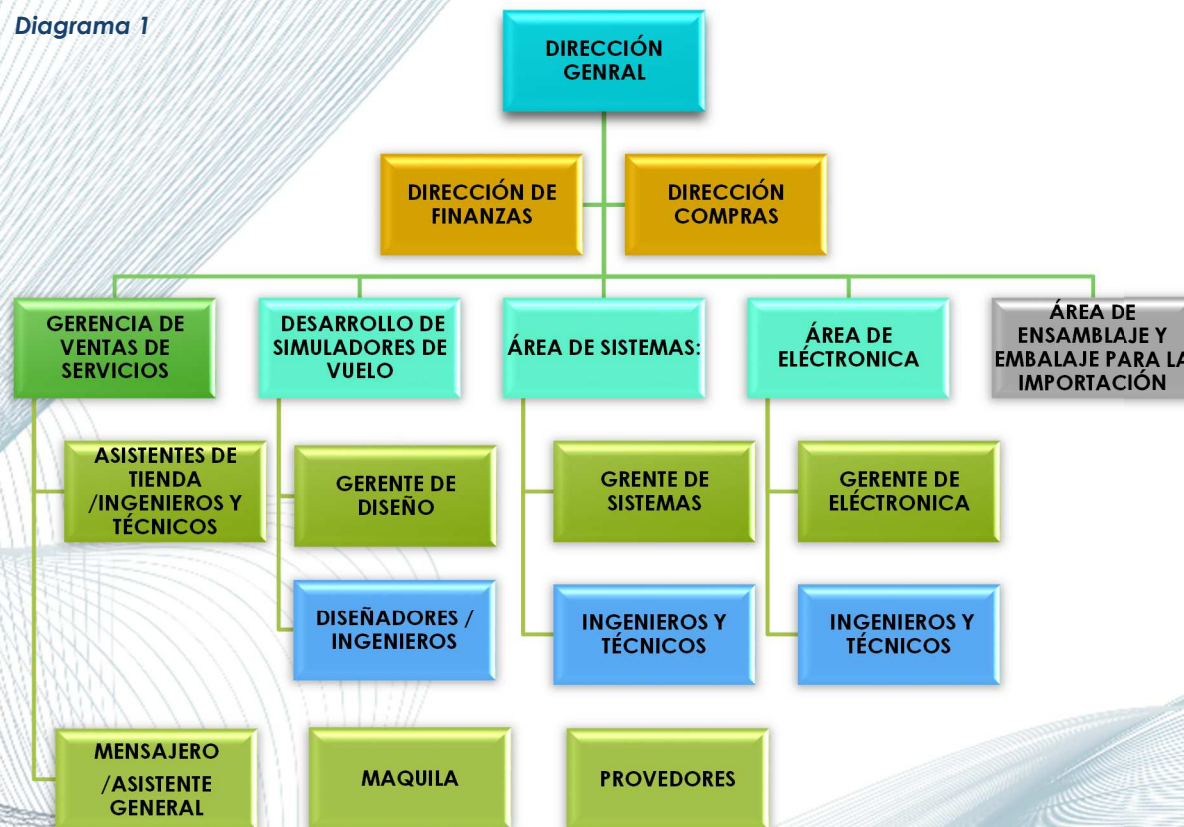
1.7.3 VISIÓN DE LA EMPRESA SFT

Ser una empresa líder en el centro de investigación y desarrollo tecnológico en materia aeronáutica, destacándonos por las innovaciones tecnológicas y de diseño, además de la excelencia en la calidad de los proyectos desarrollados.


1.7.4 ORGANIGRAMA

La estructura de la empresa Frecuencia cuenta con un modelo jerárquico, es decir se basa en el principio de grado y en el mantenimiento de la unidad de mando. El organigrama actual cuenta con 5 áreas, en la cual 3 de ellas se encargan en el desarrollo de los Simuladores ATS, una de ellas se encargan de ello a nivel administrativo, y un área final en la que se unifican el trabajo, en la acción de ensamble y embalaje (ver Diagrama 1).

Diagrama 1



Organigrama de Frecuencia 125.5. Fuente propia.



Área de sistemas: implementa el software en el simulador, así como la conexión a las diferentes computadoras que lo componen, se encarga también de corregir todos los errores en el simulador antes de su envío y da soporte técnico.

Área de diseño: la cual se encarga del diseño de todos los componentes que conforman al simulador tanto como el fuselaje y la estructura (esqueleto), para esto se utilizan programas como AutoCAD y SolidWorks.

Área de electrónica: se encarga de la elaboración de los módulos de control, dentro de este desarrollo se tienen varias etapas entre ellas el diseño y desarrollo de circuitos eléctricos, la realización del circuito impreso y el montaje de los componentes.

Área de ensamblaje: es el encargado montar el simulador para su revisión y desmontar para su envío.



CAPÍTULO 2

*LAS PROBLEMÁTICAS DEL DISEÑO INDUSTRIAL
EN EL DESARROLLO DE UN ATS-A320.*



Tabla 5. Sistemas Principales que integran el ATS-A320.

ATS-A320
<ul style="list-style-type: none">◦ PLATAFORMA◦ Consola central para sistema multifunción◦ Unidad de visualización de control multiusos (MCDU)◦ Sistema INTERCOM de comunicaciones de la Tripulación<ul style="list-style-type: none">◦ Cuadrante del Acelerador (motorizado)<ul style="list-style-type: none">◦ Panel de control ECAM◦ Sides ticks , CAP & FO◦ Panel de Gestión de Radio (RMP)◦ Panel de arranque y encendido de motor◦ Unidad de control de vuelo y Panel EFIS CAP & FO.<ul style="list-style-type: none">◦ Panel de conmutación◦ Sistema de acero estructural (puesto de la cabina y del instructor)<ul style="list-style-type: none">◦ Dirección de la rueda CTL (Tiller) CAP & FO.◦ Pedales del sistema de timón CAP & FO. (sincronizados)<ul style="list-style-type: none">◦ Módulos del ala del resplandor CAP & FO.◦ Asiento de la tripulación de CAP & FO. (brazo chico , brazo grande, reposacabezas, sistema de elevación y desplazamiento, fibra, tapicería)◦ Panel de Instrumentos en espera (ISIS)<ul style="list-style-type: none">◦ Mesa deslizante CAP & FO<ul style="list-style-type: none">◦ Overhead panel◦ Sistema Informático de (4 PC´s)<ul style="list-style-type: none">◦ Sistema Visual.

En la tabla se enlistan los principales sistemas que integran el ATS-A320, marcando en color rojo los objetos en los cuales tuve una intervención en el diseño.

Nota: aunque no está considerado dentro de los elementos primordiales en un simulador de vuelo también se desarrolló el sistema de Breakers Panel y el Jump Seat.

Fuente propia.

2. PROBLEMÁTICAS DEL DISEÑO EN UN SIMULADOR DE VUELO

La importancia y el valor que adquiere el **diseño Industrial en el desarrollo de un simulador de vuelo** es en gran medida la correlación de **la correcta planificación y evaluación de las problemáticas que surgen en el desarrollo y producción del objeto hasta llegar a la conclusión de este mismo**, desde un punto de vista global de requerimientos productivos, prácticos y económicos de cada parte que conforma una cabina (ver tabla 5).

Aunque tuve la oportunidad de intervenir en varios sistemas u componentes del simulador es necesario aclarar que por pragmatismo del proyecto final para el proceso de titulación de Lic. en Diseño Industrial solo se tratara a profundidad los **Pedales del sistema de timón de CAP & FO** y algunos otros se presentaran en pequeñas infografías al final de este documento como anexos.



2.1 DELIMITACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto a ejecutar es derivado del simulador de vuelo denominado por la propia empresa como ATS-A320 (Advanced Training System A320), por lo cual desarrollará instrumentos de control de mando y aditamentos a definir por orden de escuelas nacionales o foráneas como **Halcones** y **La Academia Antioqueña De Aviación (AAA)** localizadas en Medellín Colombia u en otro lugar del mundo.

2.2 COMPONENTES DE LA CABINA EN UN SIMULADOR ATS-A320

Cuando se plantea la acción de diseñar, resulta esencial contar con principios ergonómicos y funcionales que permitan diferenciar cuando el objeto, para el puesto de trabajo es adecuado por ejemplo los **Pedales de dirección o Timón**, el **vástago de dirección o tiller**, el Asiento, la Mesa Plegable y diversos aditamentos (ver tabla 6, e ilustración 10, 11) deben estar situados lo más cerca posible para un alcance adecuado pero no deben estropear el movimiento por lo cual se prioriza la ergonomía con un percentil 5 para el alcance y un percentil 95 para que los aditamentos y controladores no estropeen la manipulación de los mismos. A la hora de la maniobra el cuerpo realiza el movimiento de las extremidades desde una posición sedente, el sujeto sentado erguido y con la vista al frente, con el pie se realiza flexión plantar para accionar el freno, y la rodilla hace un movimiento de flexión y extensión para contrarrestar la **guiñada** adversa con el movimiento de ski.

ILUSTRACIÓN 10. CUBIERTA DE VUELO VISTA EN PLANTA A320

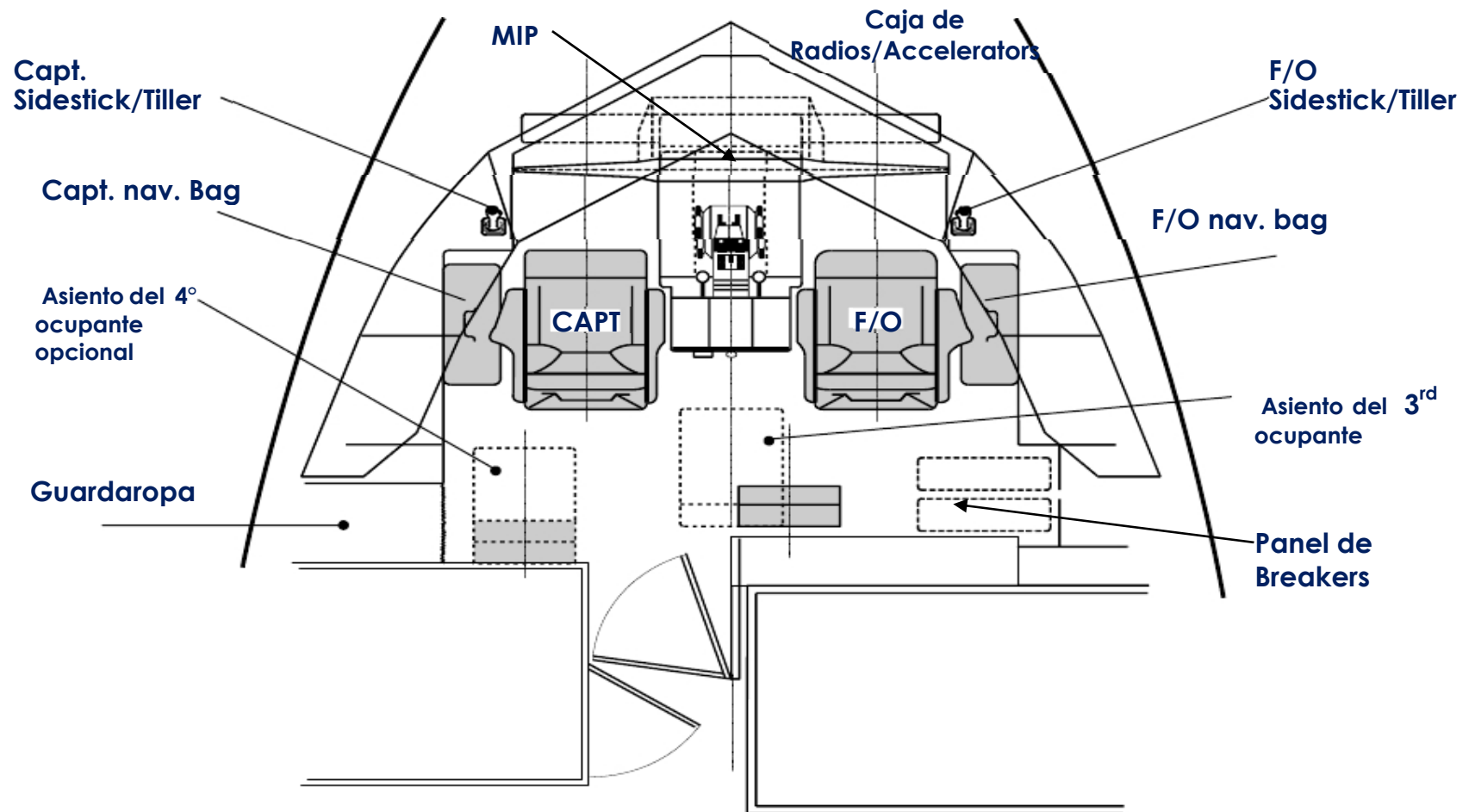


Diagrama obtenido de **A319/A320/A321 Flightdeck and systems briefing for pilots** (AIRBUS, 1998), traducido del inglés original.

DIMENSIONES LIMITANTES

143MM (+/- 2MM) EQUIDISTANCIA
PARED DEL MIP / EL RIEL DE PEDAL

537 DISTANCIA MEDIA
ENTRE EJES VERTICALES

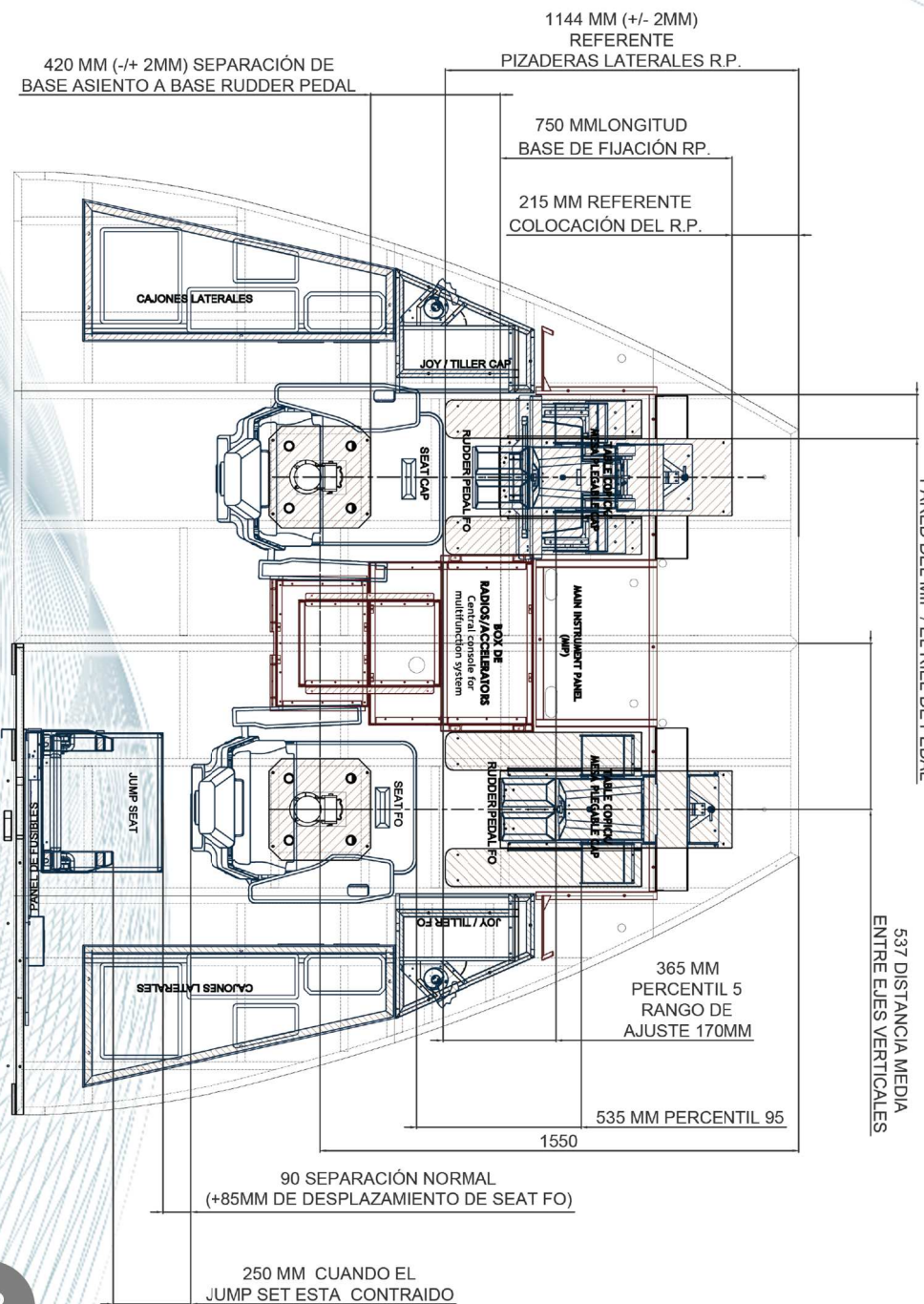


ILUSTRACIÓN 11.
CUBIERTA DE VUELO EN LA
FABRICACIÓN DEL FSTD **ATS-**
A320, VISTA DE PLANTA
ELABORACIÓN PROPIA.

Localización relativa del
Asiento, Pedales de
dirección, y diversos
componentes del ATS
donde se muestra la
proporción del espacio con
respecto a un percentil 5.



2.3 FUNCIONES DE CONTROL EN UN AERONAVE

En el A320 el timón es operado por pedales a través de los enlaces mecánicos o hidráulicos a un sistema eléctrico, hardware y software ((ver Diagrama 2, figura 1).

Los **Pedales de dirección (Rudders pedals)**, forman parte de los instrumentos de vuelo, cuya función es el control de dirección a través de los pedales y la desaceleración de la aeronave siendo parte de los componentes de mayor relación al usuario junto con la **Palanca de mando (Joystick)** y el **Vástago de timón (Tiller)**. En una aeronave el timón de dirección o Pedales de dirección se usa principalmente para contrarrestar el desvío adverso (guiñada adversa, giro del eje vertical y **factor p**), es el control principal utilizado para girar el avión (ver *Ilustración 12*).

Un Timón funciona mediante la reorientación del fluido que pasa por el casco o fuselaje, por lo tanto imparte un giro guía o movimiento de la nave.

El Rudder o Timón direccional (estabilizador vertical) esta habitualmente dispuesto en la aleta, permitiendo al piloto controlar los movimientos de guiñada sobre el eje vertical (Yaw Axis); es decir, cambiar la dirección horizontal hacia la que apunta el morro o nariz del avión. A menudo, los timones están conformados de manera que se minimice el movimiento hidrodinámico o la resistencia aerodinámica (ver *ilustración 13, figura 1,2*).

PARTES DE UN AVIÓN Y CONTROL DE SUPERFICIES DE VUELO A318/A319/ A320 /A321

El control se logra a través de superficies convencionales. Todas las superficies se accionan hidráulicamente para el vuelo y control de la aeronave a través de paso eléctrico. El control de derrape es mecánico

-Rudder / Amortiguación del timón con respecto a la guiñada, gira en coordinación a sus accesorios y superficies de vuelo.

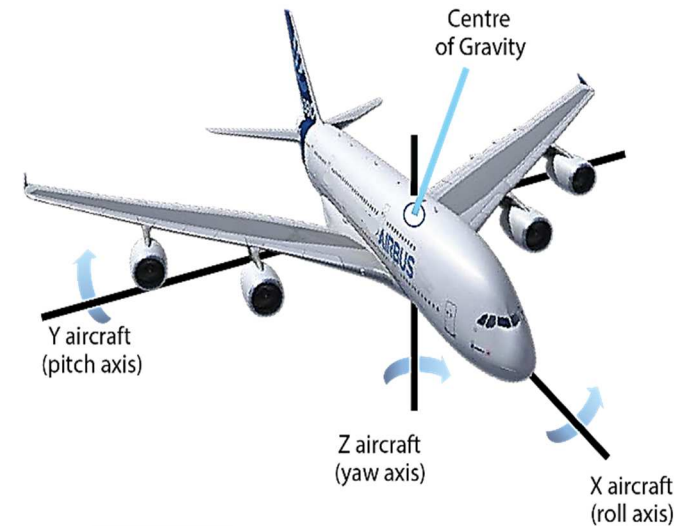
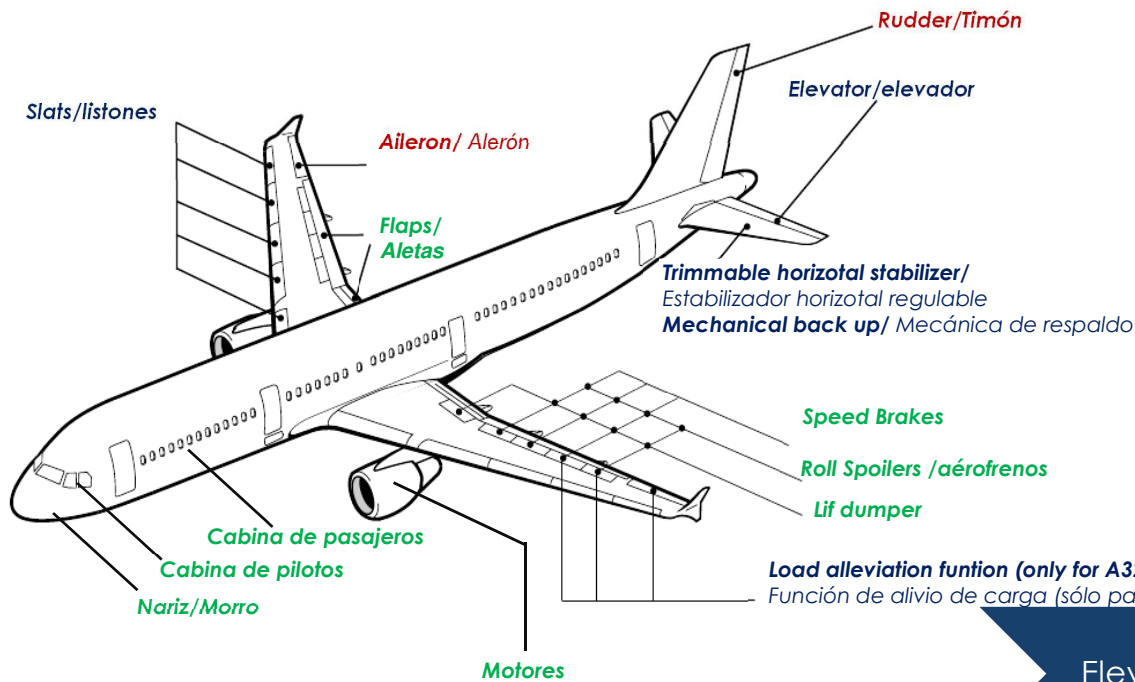
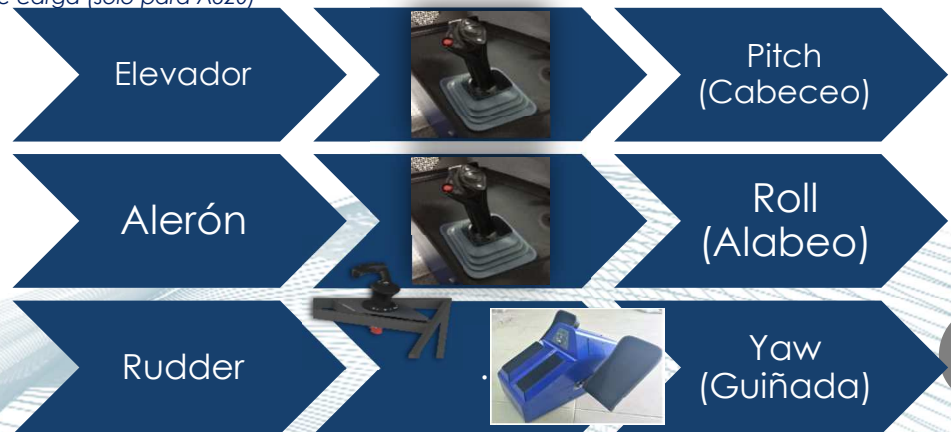


Ilustración 12 Imagen de las superficies de Vuelo y diagramación del viento, una reconstrucción del viento (3 ejes) para comprender mejor el efecto de cada componente del viento (vertical, lateral y longitudinal) sobre el comportamiento de la aeronave. Del mismo modo se visualiza el centro de gravedad (CG) de la aeronave que es recalculado con el peso bruto (GW) utilizados / insertados por la tripulación en cada vuelo.

Fuente Propia, Elaboración a partir de <http://www.aircraft.airbus.com/support-services/publications/>, FATS #53/january2017 y http://www.smartcockpit.com/docs/A320_Flight_Deck_and_Systems_Briefing_For_Pilots.pdf



2.4 FUNCIONES EN LOS SIMULADORES DE VUELO

Los Rudders Pedals, en un aeronave real o en un simulador de vuelo es un instrumento de control sólo que en un aeronave real su propósito es la navegación real y por tanto es un instrumento vinculado a un sistema electromecánico complejo que lo establece también un sistema hidráulico (ver Diagrama 2, figura 1); pero en un simulador de vuelo el objetivo principal de los Rudders Pedals es ser una herramienta de adiestramiento para que los futuros pilotos tenga la capacidad de navegar de manera correcta un aeronave; así que la función principal es la réplica de los **movimientos axiales y radiales directos** que ejecuta el piloto a prueba, y sus diversos componentes físicos; se limitan a crear movimientos de registro que se apoya de componentes eléctricos, cuyo registro es absorbido virtualmente

para el funcionamiento del software del simulador, software profesional de licencia, PREPAR 3D que brinda el PERFIL AERODINÁMICO del tipo de aeronave. (SimFlight Technologies de México, 2017)

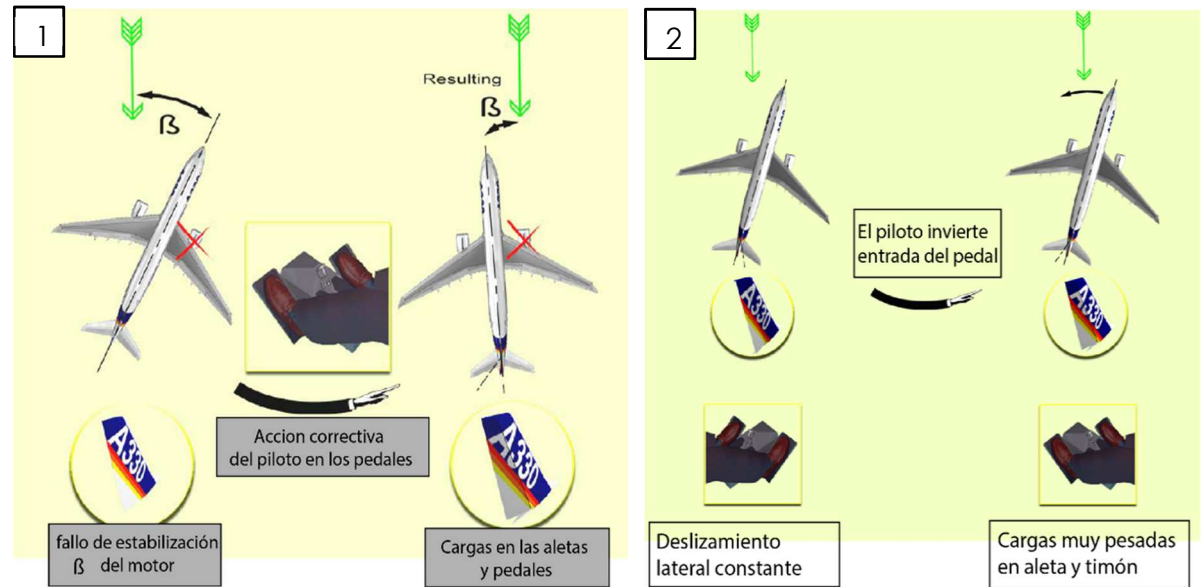
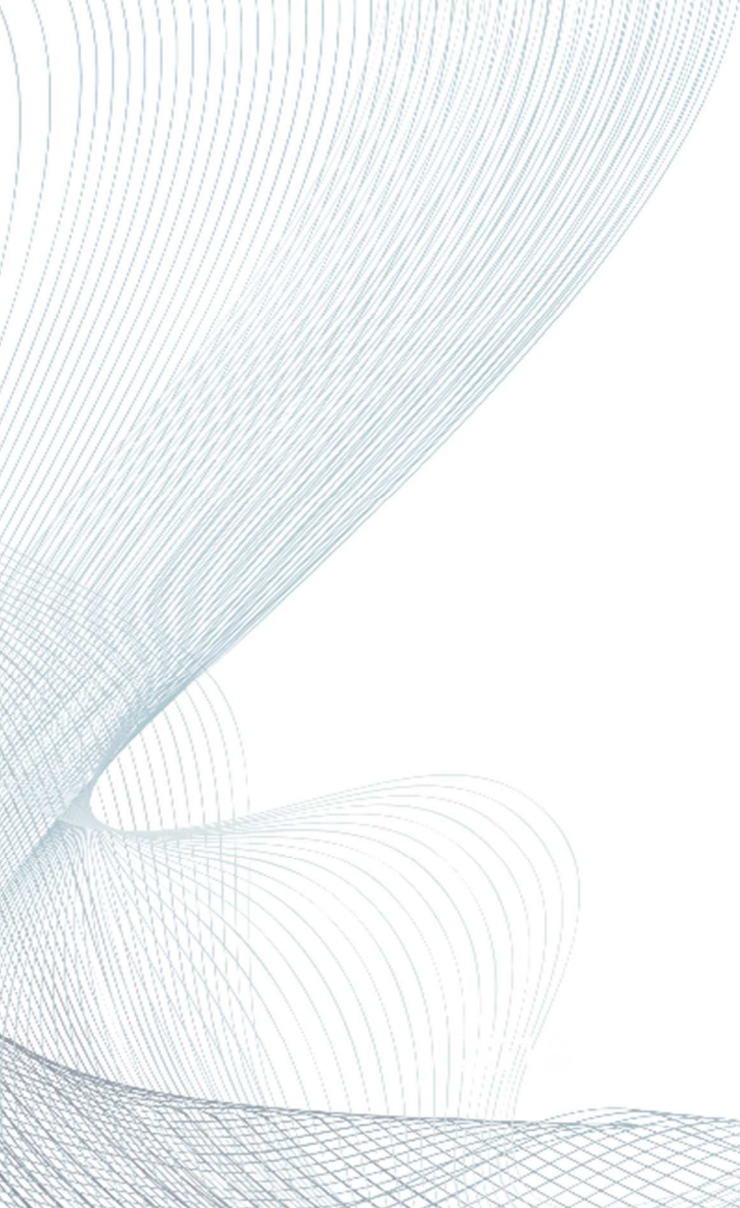



Ilustración 13.

En la figura 1 se muestra los criterios de maniobra de guñada la deflexión del pedal requerida para la acción correctiva del piloto después de 2 segundos de tiempo de reconocimiento debe ser posible. Fuente: imagen tomada de http://www.smartcockpit.com/docs/Rudder_and_Loads.pdf el 2 de septiembre del 2017

En la figura 2 se muestra el caso típico de cargas altas en los Rudder Pedal "Doublets". Fuente: imagen tomada de http://www.smartcockpit.com/docs/Rudder_and_Loads.pdf el 2 de septiembre del 2017



El cual con otros softwares configuran un sistemas de datos del aeronave en este caso del ATS-A320 (informática) basado en un sistema bidireccional, es decir se tienen entradas y salidas; estímulos y respuestas para generar la simulación visual y perfil aerodinámico, dando una respuesta a través de escenas 3D y registro virtual del movimiento realizado hasta concluida su prueba.

A través de la configuración del flujo de datos en diferentes computadoras, las cuales se han denominado como PC CAP, PC FO, PC Server y PC Instructor; se comunican por medio de una red y un modem en las que se instalan las tarjetas de registro que controlan el sistema de ejes uno de los más importantes para la operación del ATS-A320. Las tarjetas de Sidestick y PSU Pedales se vinculan al sistema de pedales del timón dando registro de sus movimientos. Se utilizan dos tarjetas para este fin, en una se conectan los pedales y el PSU Pedales del Capitán, en la otra se conectan los pedales y PSU Pedales del Primer Oficia que en conjunto del programa GS CONTROL permite la sincronización y calibración de los indicadores (ver Diagrama 2, figura 2).

DIAGRAMA 2. DIAGRAMACIÓN A BLOQUES DE LA CONFIGURACIÓN DE UN A320 Y UN ATS-A320

1

A319/A320/A321 EFCS Comandos principales

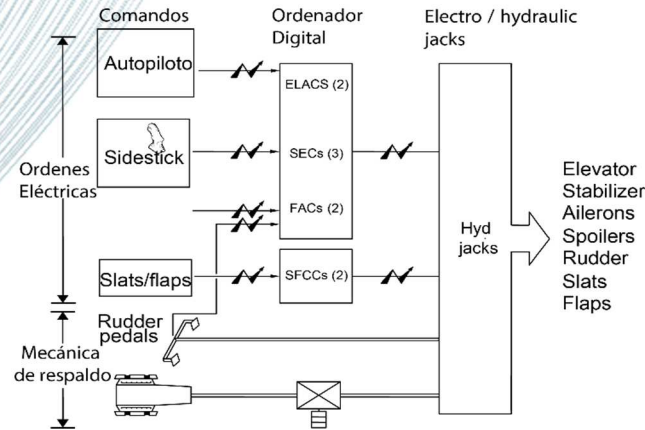


Figura 1. Diagrama a boques de configuración de arquitectura de controladores principales de un **A320, (AIRBUS)**, este muestra que existen dos tipos de entrada de datos una por órdenes eléctricas y otra a partir de comandos mecánicos. Dentro de las órdenes eléctricas se encuentra comando de Autopiloto, Sidestick, Slats/Flaps estos están ligados a un ordenador de procesamiento que manda la orden al sistema electro hidráulico. Y dentro de las órdenes mecánicas se encuentra los Rudder Pedals en conjunto con los aceleradores ubicados en la caja de radio central y estos pasan directo a la reacción hidráulica que controla las superficies de vuelo de un avión. Tomado de (AIRBUS, 1998) el 6 de julio del 2017.

2

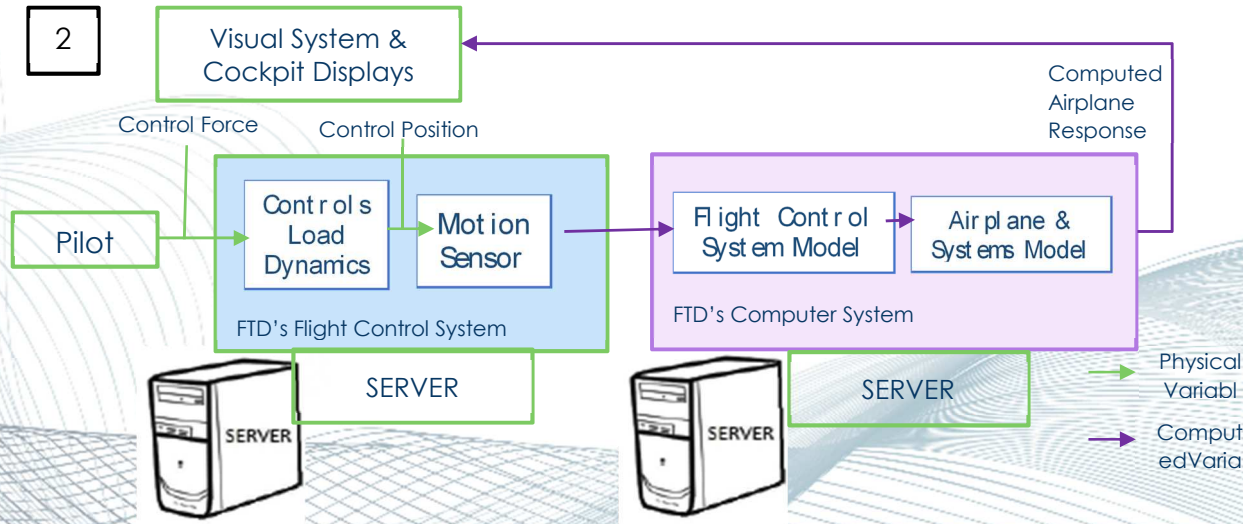


Figura 2. Diagrama a boques de configuración de arquitectura de controladores principales de un **ATS-A320, (SFT)**, este muestra que existen lecturas de control dinámico ligadas a un sensor de movimiento que registran y controlan la fuerza y la posición a partir de los controladores mecánicos esta lectura es analizada de igual forma por un ordenador menos sofisticado dando respuesta a estos comandos mediante la simulación virtual proyectada en un sistema visual y de control del simulador.

Fuente SFT 2017.



2.5 USUARIO: PILOTO

El término piloto emana del italiano, concretamente de "piloto", que significa "timonel". No obstante, esa palabra, a su vez, deriva de la griega "pedón", que es sinónimo de "timón". (Merino Julián Pérez Porto, 2013-2015)

El piloto de aviación o piloto aviador es la persona cuya función es guiar aeronaves en vuelo.

2.5.1 PERFIL DEL USUARIO PRIMARIO

- Se tiene como población del diseño (**usuario directo**) alumnos del área educativa de Pilotos Comercial de Aviación, en un rango de edad de 18 años de edad en adelante de género indistinto (hombre y mujer), aunque no hay restricciones mientras se tengan el apto médico que exige la Regulaciones Federales de Aviación (ICAO, DGAC, FAA, EASA), con un examen psicofísico conocido por sus siglas MAE (Estudios Médicos Aeronáuticos) en Centros Médicos Certificados en Medicina Aeronáutica y Espacial; expresando un rango de estatura 1.58 m a 1.91 m (CS 25.777, FAR 25.777).

2.5.2 USUARIO SECUNDARIO

Instructores de vuelo forma parte del usuario secundario en el diseño, este es la persona puede llevar a cabo la instrucción de vuelo si él o ella poseen un certificado de instructor adecuado para la instrucción impartida.

Un instructor con sólo un certificado SFI o STI está restringido a la formación en los FSTD y los privilegios, por lo normal, se restringen inicialmente a los FNPT (1.3.1), FTD o FFS en los cuales se llevó a cabo el curso de formación en SFI o STI. El resto de privilegios de las categorías del instructor puede permitirles instruir sobre un FSTD, siempre que hayan completado un curso apropiado de formación en el FSTD y una valoración de competencias, cuando proceda.



Diagrama 3 Trinomio Del Diseño

En un rango de edad de 18 años representativa de la edad educativa inicial en aeronáutica; hasta el fin del ejercicio profesional.

Especificaciones de Certificación para Aviones grandes CS- 25.777. Regulaciones Federales de Aviación FAR 25.777. Parte 67: Normas médicas y de certificación.



Fuente Propia.



2.6 CONTEXTO



Ilustración 14 Fotografía, tomada de: <http://www.loshalcones.edu.co/bases-de-operacion>, el 30 de junio del 2016, sedes

HALCONES: Medellín, Colombia
Calle 3 No. 66-63
Aeropuerto Olaya Herrera,
Hangares 79, 67, 68, 69, 80 y 41
57(4) 444 2441

Cartago, Colombia
Carrera 4ª No. 51 - 87
Aeropuerto Internacional Santa Ana,
Hangar 1
57(2) 212 4599

halcones@halcones.co

2.6.1 ESCUELA DE AVIACIÓN LOS HALCONES

Institución educativa de carácter privado (ver ilustración 14), con 49 años al servicio de la aviación en Colombia; autorizado por la Unidad Administrativa Especial de la Aeronáutica Civil, con certificado de operación No. UAEAC – CCI – 009. Reconocida con personalidad Jurídica Aeronáutica, según resolución ejecutiva No. 264 del 6 de agosto de 1968, de la Presidencia de la República de Colombia." (Escuela de Aviación Los Halcones Sitio, 2015)

2.6.2 ACADEMIA ANTIOQUEÑA DE AVIACIÓN

La historia de la Academia Antioqueña de Aviación (ver Ilustración 15) se remonta a los años 50's cuando un grupo de "gomosos de la aviación", se unen para crear un fondo común y comprar un avión, el cual, utilizarían para aprender a volar en la escuela de tierra SAM - Sociedad Aeronáutica de Medellín- antigua y desaparecida aerolínea colombiana. (Academia Antioqueña de Aviación, 2015).

El programa de Piloto Comercial de Aviación de ambas instituciones, tiene como principal objetivo, la formación integral de profesionales de la aviación, con las destrezas suficientes para ser los responsables de la operación y seguridad de una aeronave durante el tiempo de vuelo. Sus contenidos apuntan a una excelente formación técnica.




Ilustración 15 Fotografía, tomada de: <http://www.aviacion.edu.co/> el 30 de junio del 2016, instalaciones, ACADEMIA ANTIOQUEÑA DE AVIACIÓN: EROPUERTO Olaya Herrera / Hangar 57
Centro de información Avenida Las Vegas Carrera 48 # 7 - 248 Medellín - Colombia



2.7 ANÁLISIS DE PRODUCTOS ANÁLOGOS


TABLA 6. FODA, ANÁLISIS DE PRODUCTOS ANÁLOGOS: A32X TABLA TRAINER

CS-FSTD (A)	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
	<p>15 años de experiencia</p> <p>Paneles de MIP fabricados en Alemania.</p> <p>Manejo de versiones con respecto a niveles:</p> <p>AATD FTD 4-5 JAA FNPT II MCC</p> <p>Thriller y joystick son realizados a partir de un molde de la pieza original</p>	<p>Alianzas con empresas en el campo aeronáutico.</p> <p>Reducción de Costos por eliminación de mecanismos</p> <p>Pantallas comerciales de 40" (permite el rápido cambio por defecto) alto costo y dependen de la versión o temporalidad</p>	<p>Dependencia logística por tiempo de importación de instrumentos y stock</p> <p>Manejan una calidad incomparable entre elementos importados, y aditamentos desarrollados que elimina los mecanismos de adaptabilidad del asiento braceras cabeceras, pedales; que brindan confort a los diferentes percentiles lo que puede repercutir en la maniobra de vuelo de manera desfavorable.</p> <p>Detalles burdos en el entorno.</p>	<p>Fiabilidad media con un entorno real.</p> <p>los componentes de paneles, thriller y joystick son de uso generalizado (importados) por la mayoría de empresas que fabrican FSTD</p>

IMÁGENES tomadas de:
 Compu vuela S.A. de C.V.
[A320 Flight Deck](http://www.compuvuela.com/A320FTD.html)
<http://www.compuvuela.com/A320FTD.html>

2.7 ANÁLISIS DE PRODUCTOS ANÁLOGOS

Tabla 7 FODA, Análisis DE PRODUCTOS ANÁLOGOS CS-FSTD (A)

A32X TABLA TRAINER	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
 <p data-bbox="226 1247 562 1408"> \$93,702.73 fuselaje \$100,100,938.80 FTD \$1,743,097.89 PANEL DE FUSIBLES +COMPONENTES DIVERSOS (\$75,000,000 APROX.) PESOSO MEXICANOS </p>	<p data-bbox="569 500 911 755"> 10 años de experiencia Eliminación de controladores de vuelo pantallas y botones </p> <p data-bbox="569 933 911 998"> Mantenimiento mínimo </p> <p data-bbox="569 1177 911 1242"> Estructura de la base en sistema octanorm </p>	<p data-bbox="917 500 1260 755"> Pantallas comerciales de 40" (permite el rápido cambio por defecto) alto costo y dependen de la versión o temporalidad Tiempo de Armado reducido </p> <p data-bbox="917 820 1260 917"> Reducción de Costos por eliminación de mecanismos y detalles. </p>	<p data-bbox="1266 430 1608 1177"> Sistema visual menor a 180° Calidad media entre elementos importados, y aditamentos desarrollados. Elimina uno de los brazos del asiento y los mecanismos de adaptabilidad del asiento en braceras cabeceras, y los pedales; sistemas que brindan confort a los diferentes percentiles lo que puede repercutir en la maniobra de vuelo de manera desfavorable. Piso de MDF con recubierta de Melanina (tipo de vida útil Corto) Detalles burdos en el entorno. </p>	<p data-bbox="1614 430 1957 495"> Fiabilidad media con un entorno real. </p> <p data-bbox="1614 527 1957 560"> Alto costo en estructura </p> <p data-bbox="1614 592 1957 787"> Los componentes de paneles, thriller y joystick son de uso generalizado (importados) por la mayoría de empresas que fabrican FSTD </p>

Imágenes tomadas de:
 cockpitsonic
 A32X TABLA TRAINER

2.7 ANÁLISIS DE PRODUCTOS ANÁLOGOS


Tabla 8. FODA, Análisis DE PRODUCTOS ANÁLOGOS: Airbus AS-350, Análisis DE PRODUCTOS ANÁLOGOS: CUBIERTAS DEL PEDAL DEL TIMÓN, A320 PRO-MX

CUBIERTAS DEL PEDAL DEL TIMÓN	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
	<p>Estructuras de aluminio pintados en azul y se diseñan para ser atornilladas a un piso existente.</p> <p>400.00 US 1150.00 US CON PATINES</p>	<p>Mercado específico simulador personal o profesional</p>	<p>Dimensiones desconocidas solo compatible con producto Rudder Pedals de NORTHERNFLIGHTSIM</p>	<p>Costos de venta altos Remates puntiagudos No cuenta con reposapiés fijados a piso si no elevados</p>
 <p>A320 PRO-MX</p>	<p>Capitán y primer oficial DUAL Juego de pedal de timón (vinculado) base fija Pedales de metal fundido Posición ajustable Diseño vinculado</p>	<p>Frenado diferencial Reposapiés funcional con incrustaciones de goma</p>	<p>Dimensiones desconocidas Alto Costo de venta</p>	<p>Alto Costo Productivo</p>

Imágenes tomadas de:
<http://northernflightsim.com/headrests>
<http://www.flightdecksolutions.com>

2.7 ANÁLISIS DE PRODUCTOS ANÁLOGOS

Tabla 9 FODA, Análisis DE PRODUCTOS ANÁLOGOS: **A32X**,

Airbus A-32X	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES	DEBILIDADES	AMENAZAS
	Pantallas Táctiles Instrumentación esencial	Mercado específico simulador personal Dimensiones reducidas (mayor adaptabilidad en el espacio de instalación)	Sistema de entrenamiento inicial BATD	Menos Fiabilidad con un entorno real
	3 Pantallas Táctiles Instrumentación esencial	Mercado específico simulador personal Dimensiones reducidas (mayor adaptabilidad en el espacio de instalación)	Menos detalles, no cuenta con un sistema visual	Menos Fiabilidad con un entorno real

Imágenes tomadas de:
<https://flyelite.com/airbus-as-350/A32X>
<http://northernflightsim.com/headrests/>

FUENTE PROPIA

2.8 REQUERIMIENTOS

La presente tabla establece parte de los requisitos que cubre el diseño del sistema de Rudder Pedals, texto en el cual se menciona parámetros que deben cumplir ya que forman parte de los controladores principales de un simulador de vuelo (ver tabla 10); requisitos mínimos mencionados para la certificación del simulador ATS-A320, siguiendo las directrices publicadas en la Parte 60 (2017), Apéndice B, 14CFR, establecida por la FAA (Administración Federal de Aviación) de EE.UU. para la evaluación y calificación de un dispositivo de entrenamiento de vuelo (FTD), para un Nivel 5 (ver Tabla 10).

SFT crea una Guía de Pruebas de Cualificación (Qualification Test Guide S1 (a) en los que se integran los CÓDIGO DE REGLAMENTOS FEDERALES, de La Oficina de Publicaciones Gubernamentales (GPO (The U.S. Government Publishing Office (GPO)), 2017)

TABLA 10. PRUEBAS OBJETIVAS DEL DISPOSITIVO ATS-A320

Tabla B2A - Pruebas objetivas del Dispositivo de Entrenamiento de Vuelo (FTD), ATS-A320					
Requisitos de QPS					
Prueba		Tolerancia	Condiciones de Vuelo	Detalles de la prueba	FTD Level 5
Nº de entrada	Título				
2.a.3.b. Pg.39	Posición del pedal del timón en función de la fuerza	± 2,2 daN (5 lbf) ruptura ± 2,2 daN (5 lbf) o ± 10% de la fuerza 22.24 N	Según lo determinado por el patrocinador	Registre los resultados durante la evaluación de calificación inicial para un barrido de control ininterrumpido hasta las paradas. Las tolerancias registradas se aplican a las comparaciones posteriores en evaluaciones de calificaciones continuas.	X
2.d.6.b. Pg.42	Respuesta de timón	Velocidad de rotación ± 2 ° / seg, ángulo de inclinación ± 3 °	Aproximación o aterrizaje	Puede ser una respuesta de balanceo a una deflexión dada del timón CCA: Prueba en estados de control normales y no normales	X
2.d.8.	Deslizamiento lateral del estado estable	Para una posición dada del timón: ± 2 ° ángulo del rodillo; ± 1 ° ángulo de deslizamiento lateral; ± 2 ° o ± 10% del alerón o posición o fuerza equivalente del regulador del rollo.	Aproximación o aterrizaje	Esta prueba puede ser una serie de pruebas de instantáneas utilizando al menos dos posiciones de timón (en cada dirección para aviones propulsados por hélice), uno de los cuales debe estar cerca del timón máximo permitido. (Sólo FTD Nivel 5 y Nivel 6); El ángulo de inclinación lateral sólo coincide con la repetibilidad y sólo con las evaluaciones de calificación continuas	X

SON REQUERIMIENTOS ESTABLECIDOS POR NORMATIVA PARA QUE EL CONTROL SEA LO MÁS PARECIDO AL DEL AERONAVE PARA LA QUE FUE CREADA Y COMPROVADOS EN EL QTG. FUENTE ARCHIVO SFT:

En las siguientes tablas se plantean los diferentes requerimientos de uso personal para el diseño del Sistema de Rudder Pedals.

TABLA 11.
REQUERIMIENTOS DE
USO. FUENTE PROPIA.

2.8.1 REQUERIMIENTOS DE USO

ENUNCIADO	PARÁMETRO	CRITERIO
<i>La fiabilidad de funcionamiento de los sistemas.</i>	Satisfacer premisas de resistencia debido al uso constante y rudo de una escuela de pilotaje	La reducción de sistemas por medio de mecanismos complejos metálicos con plásticos industriales.(acero bajo carbono, acero inox. (416, 316) , aluminio (1100 y1200) Latón(260 ASTM B-134, 360 ASTM B-16), Nylamid M, SL). CS, FAR 25.603 _Materiales. CS, FAR 25.613_ Propiedades de resistencia del material y valores de diseño
<i>Mantener función primordial de cada parte dentro del simulador de una Cábina de Vuelo.</i>	Pedales de Timón : Muelle de posición neutral, Freno y sincronización	° Sistema de doble resortes de compresión ,Pistón hidráulico de 100 N y barra articulada con rotulas para la sincronización, además de potenciómetros de lectura para medir estos parámetros
<i>Mantener elementos amortizables al golpeteo</i>	Elementos plásticos y auto lubricantes	Tachón mil rayas , (Resistente a la abrasión, Dureza 68 +/- 5 Shore A, Resistencia a la tensión: 66Kg/cm, Elongación: 385%, Rango de temperatura: -20°C a 70 °C Nylamid

TABLA 12.
REQUERIMIENTOS
FORMALES. FUENTE
PROPIA

2.8.2 REQUERIMIENTOS FORMALES

ENUNCIADO	PARÁMETRO	CRITERIO
<i>Cada proyecto con sus elementos se considera parte de un medio mayor, un Sistema Avanzados de Entrenamiento (ATS) ó Simulador de Vuelo Tipo AB320</i>	*características de comunalidad	*conservar misma apariencia formal de Airbus en sus cabinas originales A320, A340, A380 como un sistema homogéneo de comunalidad
<i>La robustez de la estructura, así como su resistencia frente a los efectos de la fatiga de los materiales y de tolerancia a los daños externos</i>	* Materias primas de bajo peso y bajo índice de desgaste	Aluminio Nylamid
<i>El diseño simplificado</i>	El menor número de piezas posibles con la mayor eficiencia de una forma simple.	

2.8.3 REQUERIMIENTOS ERGONÓMICOS

TABLA 13.
REQUERIMIENTOS
ERGONOMICOS.
FUENTE PROPIA

ENUNCIADO	PARÁMETRO	CRITERIO
<i>Ergonomía productiva, accesibilidad de partes para su mantenimiento correctivo o preventivo.</i>	Accesos a elementos electrónicos o componentes sometidos a esfuerzos directos	Compuertas/tapas con uniones físicas de fácil acceso con herramienta manual; tornillos Allen de cabeza cilíndrica. CS,FAR_25.611 Disposiciones de Accesibilidad
<i>Consideración una logística de montaje de elementos para un armado relativamente fácil y de manera segura</i>	Consideración de elementos y herramientas accesibles en el mercado y en un taller mecánico	Herramienta General Manual Seguros omega externos, pinzas para seguros de retención, matraca, llaves Allen
<i>Mantener elementos amortizables al golpeteo</i>	Elementos plásticos	Tachón rayado de PVC, con protector anti-hongos y rayos UV poner número de catálogo /proveedor
<i>Evitar caras u ángulos que pongan en peligro la seguridad del usuario</i>		Cantos/remates redondeados en medida lo posible
<i>Controles con infografía simple para una buena comunicación de Hombre Maquina y Maquina Hombre</i>	Relativo a el movimiento	Se utilizara una escala vertical debido que refiere mejor al movimiento de ajuste : acercar y alejar, y un botón de interruptor para dicho movimiento

2.6.4 REQUERIMIENTOS PRODUCTIVOS

ENUNCIADO	PARÁMETRO	CRITERIO
* el nivel productivo es de baja escala pero que a la vez requiere de piezas de gran precisión	*deberá ser producido bajo un proceso de CNC y comercialmente accesibles en bajas producciones	* Piezas metálicas ,placas o laminas serán cortadas bajo el concepto de corte láser
*Deberá de ser capaz de conjuntarse con los diferentes partes del sistema considerar elementos y sub sistemas con la capacidad de ensamblarse	Considerar elementos de unión para ensambles físicos , químicos	<ul style="list-style-type: none"> • Tornillería estándar, NC (Ø 1/8",3/16", 1/4" cabeza plana y de gota, Allen) • Adhesivo, Ad-Cryl 3. • Pegamento de contacto 5000 transparente
Simplificación del sistema en materiales accesibles, reducir tiempos , movimientos(fuerzas productivas), errores de ajuste o interrelación y peso.	Estandarización productiva Medidas comerciales estándar	<p>En medida de lo posible</p> <ul style="list-style-type: none"> • Calibres (12 para elementos sometidos a un esfuerzo medio, 18 en cubiertas y elementos estéticos) • tornillería (Ø 1/8",3/16", 1/4" cabeza plana y de gota, Allen) • Planos productivos: medida-pulgadas en elementos metalmeccánico o producción en torno. • CS, FAR 25.607 Sujetadores CS, FAR 25.609 Protección de la estructura CS, FAR 25.625 Factores de ajuste
unidades resistentes lo más similares a una cabina real pero a través de procesos de baja Producción	Un acabado resistente a uso constante , bloques con uniones físicas	Corte laser y doblez Torno y Fresadora Pintura electroestática , color azul plomo (color muestra real)

TABLA 14 REQUERIMIENTOS PRODUCTIVOS, FUENTE PROPIA.

2.6.5 REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO

ENUNCIADO	PARÁMETRO	CRITERIO
Los materiales y elementos de los que esté construido el producto deberán ser tales que en la medida de lo posible comerciables o productivamente eficientes , para su mantenimiento	Para la fabricación se utilizara materiales de uso y medidas estándar , para evitar demoras	Baleros lineales de 1/2", Balero axial oscilante de baleros, Pistones hidráulicos seséame, Chumaceras x torno y fresa, Anillos de retención, Potenciómetros , Motor, Límites de Palanca

TABLA 15 REQUERIMIENTOS DE MANTENIMIENTO, FUENTE PROPIA.



CAPÍTULO 3

*DESARROLLO DE CONTROLES Y ADITAMENTOS
DE UN ATS-A320*





3. ALCANCE DEL PROYECTO

Estos proyectos fueron realizados para la empresa SFT y tiene como meta la fabricación de un prototipo que será sometidos a pruebas para comprobar su vida útil y funcionalidad, para seguir comercializando y proporcionar mejoras en los próximos simuladores tipo ATS-A320 fabricados en esta empresa

3.1 EL DISEÑO INDUSTRIAL EN EL DESARROLLO DE UN SIMULADOR DE VUELO

DESCRIPCIÓN DE MI PUESTO,

Diseñador Industrial en el Área de Desarrollo de Simuladores De Vuelo.


3.1.1 OBJETIVO:

- o El puesto de Diseñador Industrial en el desarrollo de un simulador de vuelo cumple el objetivo de proyectar una solución sustentable a la problemática de desarrollar sistemas que cumplan la tarea de ser controladores y objetos que conforman una cabina; lo más apegados a la forma y función de una cabina real, con la tarea de instruir de manera objetiva a los estudiantes de la carrera o profesión de piloto aviador.

Además de cubrir rubros o requerimientos necesarios en la producción, ergonomía, uso, y mantenimiento de dichos sistemas.

3.1.2 FUNCIONES:

- o Investigación, recopilación de datos base para el desarrollo de sistemas mecánicos, y el concepto formal de los objetos a desarrollar; elaboración de modelos de forma y función, ergonomía; modelado tridimensional y elaboración de planos productivos, layout basado en requerimientos. Elaboración de cotización de suministros y especificaciones técnicas del objeto proyectado.
- o Actualización de las modificaciones en el proyecto según proveedores, y requerimientos. Generación de fichas de depósito para solicitud de materiales o componentes.



"LA PLANIFICACIÓN
CONSISTE EN
DETERMINAR QUÉ SE DEBE
HACER, CÓMO DEBE
HACERSE, QUIÉN ES EL
RESPONSABLE DE QUE SE
HAGA Y POR QUÉ."

AMERICAN
MANAGEMENT
ASSOCIATION

3.2 CONCEPTO DE DISEÑO

El ATS-A320 está diseñado para satisfacer las necesidades operativas en todo el modelo **Fly-By-Wire** A320 de la aeronave, recreando con la mayor precisión posible la Filosofía Operacional con la que se diseña este tipo de aeronaves; con dimensiones similares al avión real.

Basado en el dinamismo y la tecnología que presenta la aviación, las características de contexto y las necesidades de mantenimiento.

El diseño de un simulador de vuelo ATS tipo A-320 se determina con la interacción de los pilotos con los instrumentos y mandos de vuelo, lo que se denominará como diseño con racionalidad humanista en un puesto de trabajo confortable siguiendo los lineamientos de forma preestablecidos en las cabinas reales según la norma de la FAA y EASA.

Llevando implícito la **OPTIMIZACIÓN** en espacio, producción y tiempo de acuerdo a una limitación dimensional planteada por los instrumentos circundantes que componen la Cabina y los instrumentos de vuelo (SFT, 2016).



3.3 DESCRIPCIÓN GENERAL

CONTROLES DE VUELO Y ADITAMENTOS EN UN DISPOSITIVO DE SIMULACIÓN DE VUELO PARA ENTRENAMIENTO (FSTD), TIPO ▲ATS-A320 (FTD LEVEL5, AATD).

El Dispositivo de Entrenamiento Avanzado ATS-A320 es un FSTD que entrena a los pilotos mediante la simulación virtual a partir de la entrada de información mediante estímulos de movimiento absorbido mediante los controladores de vuelo interpretados por un programa o software este refleja en escenarios ó rutas fielmente, además del comportamiento de la aeronave. En el simulador la cabina de vuelo, instrumentación y equipos son recreados, para que el piloto pueda aplicar los procedimientos que este realizaría en avión original A320 y a la vez este entrenamiento pueda trasladarse a la práctica real de su labor como piloto aviador. El ATS-A320 contiene las características y especificaciones establecidas en el Apéndice B, 14 CFR parte 60 de la Administración

Federal de Aviación (FAA) para su certificación y aprobación como Dispositivo de Entrenamiento de Vuelo (FTD), nivel 5. El ATS-A320 está integrado con características y dimensiones similares a las del avión real A320 (la cabina tiene una medida externa de 4.0m x 3.05m y una altura de 2. 4m), e Incluye, también, la estación del instructor adentro del FSTD.

3.4 CONFIGURACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE SECCIONES DEL ATS-A320

TABLA 16 SECCIONES EN UN FSTD DE UN ATS-A320

1.	Plataforma
2.	Pedestal central
3.	Panel de instrumentos de vuelo
4.	Equipo
5.	Panel superior
6.	Mesa de Instructor Principal
7.	Shell
8.	Sistema visual externo
9.	PC y Software

LAS SECCIONES EN NEGRITA ESTA ENFOCADAS AL DESARROLLO DE DISEÑO INDUSTRIAL REALIZADO EN SFT, PARA MEJOR CONCEPTUALIZACIÓN DE ESTAS DOS SECCIONES A CONTINUACIÓN SE DESGLOSAN LOS COMPONENTES DE LA SECCIÓN 1 Y 4. SFT, 2017 **COMPONENTS DESCRIPTION ATS-A320**

Para recrear la cabina del A320 el simulador ATS-A320 incluye las siguientes secciones (ver tabla 16); en dimensiones reales integrando instrumentos y equipos enfocándonos solo a la cabina. El equipo que se desarrolló se enfoca al diseño Industrial con una orientación mecánica sin olvidar la integración de sus valores de funcionales, estéticos, ergonómicos, productivos.

CUBIERTA DE VUELO - DISPOSICIÓN GENERAL DEL COKPIT

Esta imagen ofrece una visión general de la cabina de vuelo del A320 y sus paneles y secciones principales en comparativa con el ATS-A320 en su vista frontal (ver ilustración 16).

- A) Panel superior
- B) Panel de escudo antideslumbrante
- C) Panel de instrumentos CAP & FO
- D) Panel central
- E) Consola central para sistema multifunción
- F) Cuadrante del acelerador
- G) **Mesa Plegable/ Table Copick**
- H) Pomo laterales
- I) **Vástago de Timón/Tiller**
- J) **Sistema de pedales de timón**
- K) Sidestick
- L) Maestro de la oficina de instructores
- **
- L) Sistema INTERCOM
- M) **Fusibles Panel ****
- N) **Muebles y equipos ****
- O) Sistema de audio
- P) Sistema de Iluminación
- Q) Sección de armario, sección RACK y sección de armario *

ILUSTRACIÓN 16. DESCRIPCIÓN GENERAL COKPIT VISTA FRONTAL

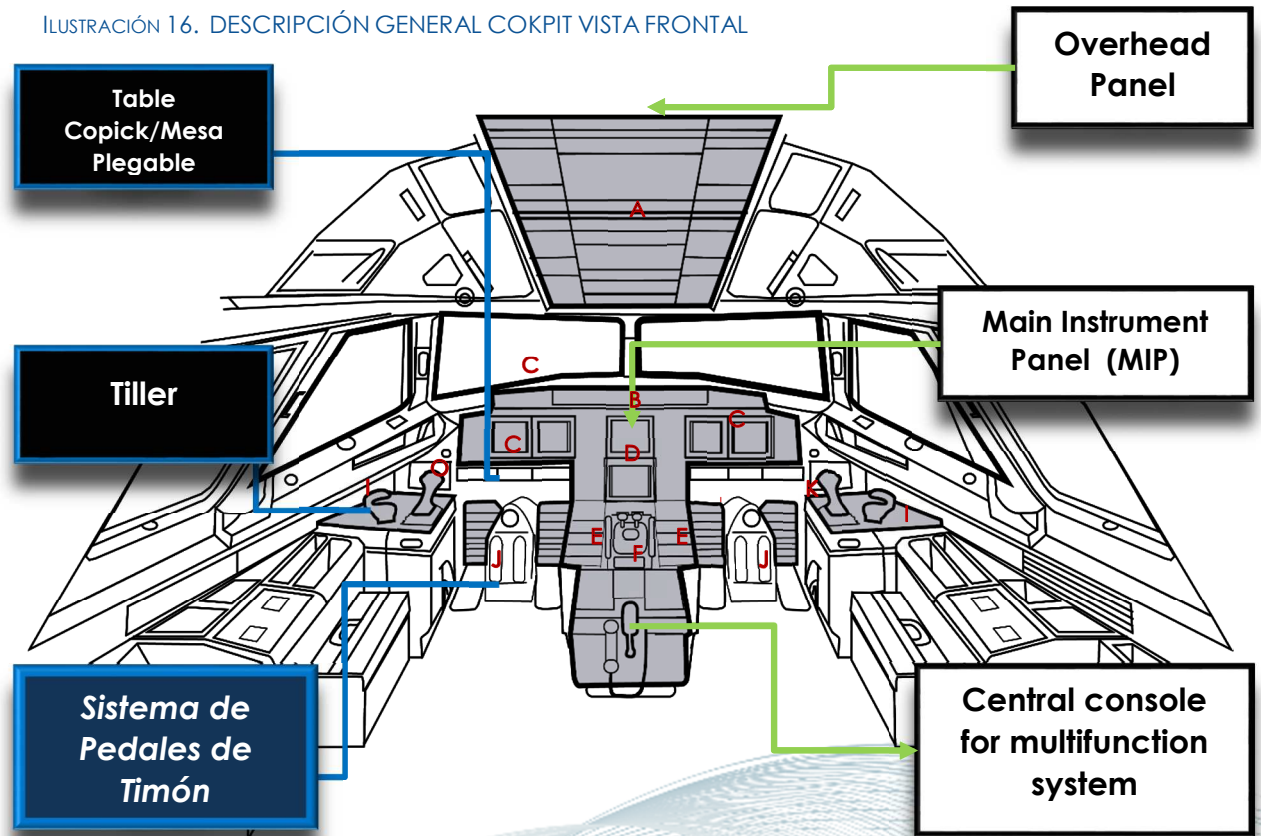


IMAGEN SE MUESTRAN LOS INSTRUMENTOS DE VUELO CON MAYOR RELACIÓN CON EL USUARIO A TRAVÉS DE CONTORNOS MÁS GRUESOS SEÑALANDO CON RECUADROS NEGROS, RECUADROS AZULES LOS INSTRUMENTOS EN LOS DONDE TUVE UNA INTERVENCIÓN COMO DISEÑADOR. IMAGEN TOMADA DE (AIRBUS, 1998), EDITADA.



Ilustración 17. FOTOGRAFÍAS DEL INTERIOR DE LA CUBIERTA DE VUELO DE UN A320 (AIRBUS)

Imágenes de la vista frontal de los controladores eléctricos y mecánicos como donde se pueden apreciar, el Tiller, Rudders Pedals. Tomado del archivo SFT 11 de nov. Del 2017.





3.5 ANÁLISIS ERGONÓMICOS

Las limitaciones de movimiento y alcance que tiene el cuerpo humano son de gran importancia en el dimensionamiento preliminar de cabina ya que instrumentos y controles de vuelo no pueden ubicarse de manera que se superen estas restricciones corporales.

El puesto de trabajo de un piloto de vuelo es el lugar en el cual él como trabajador desempeña sus tareas, ocupando la mayoría del tiempo el mismo; es importante que el puesto de trabajo esté bien diseñado para evitar enfermedades relacionadas con las condiciones deficientes, así como asegurar que el trabajo óptimo por parte del piloto.

El usuario o pilotos realizan básicamente todas las actividades en una posición sedente por lo cual el asiento ocupa una parte importante del puesto de trabajo. Si el conjunto del habitáculo que componen los instrumentos de vuelo esta adecuadamente diseñado, el piloto podrá mantener una postura correcta, cómoda y principalmente eficiente para realizar los procedimientos de vuelo en su adiestramiento y por ende en una situación verídica.

Por lo cual es importante por los múltiples Parámetros de un diseño adecuado del puesto del piloto es necesario considerar de forma simultánea los siguientes cuatro principios, jerarquizados por orden de importancia.

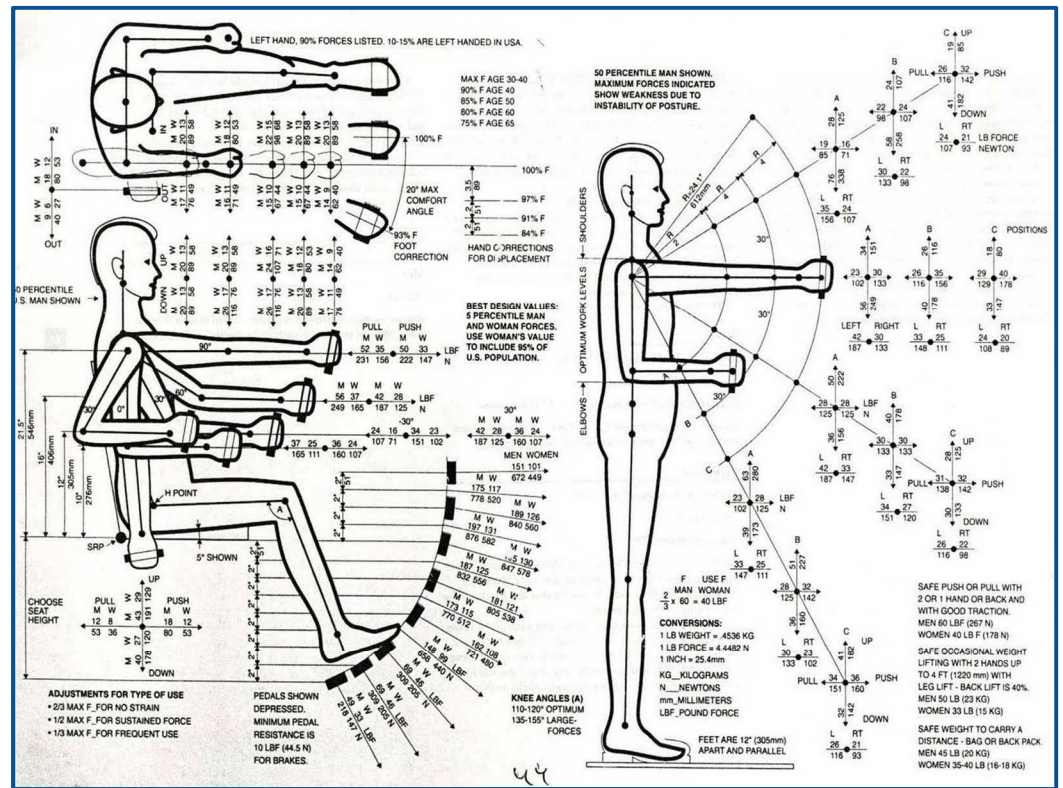
- **Visibilidad**
- **Alcance de los mandos y extensión permitida por las extremidades.**
- **Confort de uso**
- **Fuerza**

El mejor punto para comenzar a analizar el puesto de trabajo, es el asiento del primer oficial (Capitán) a partir del posicionamiento del usuario y /o aprendiz se puede analizar las necesidades del alcance en relación a los componentes e instrumentos de vuelo en este caso de los pedales. Buscando que el producto pueda ser usado por un espectro muy amplio de la población ya que va relacionado al trabajo civil es necesario incluir al menos 95 percentil (femenino y masculino), por lo cual se usó en el proceso de diseño rangos de dimensiones basados en estudios antropométricos de la población américa (Dreyfuss, 2001) para establecer los valores mínimos y máximos de ajuste que garantizan el cómodo acceso a la máquina.

Para el dimensionamiento se hace necesario elaborar un dommy con todas las dimensiones antropométricas correspondientes a la tripulación (ver ilustración 18). Partiendo de los requerimientos antropométricos para la tripulación se selecciona un percentil 95 en el rango comprendido entre el **percentil 2.5 y el percentil 97.5 que se refiere a una estatura de 1.58m a 1.91m especificado en la norma 25.777,** (Especificaciones de Certificación para Aviones grandes: CS-25.777, Regulaciones Federales de Aviación: FAR- 25.777).

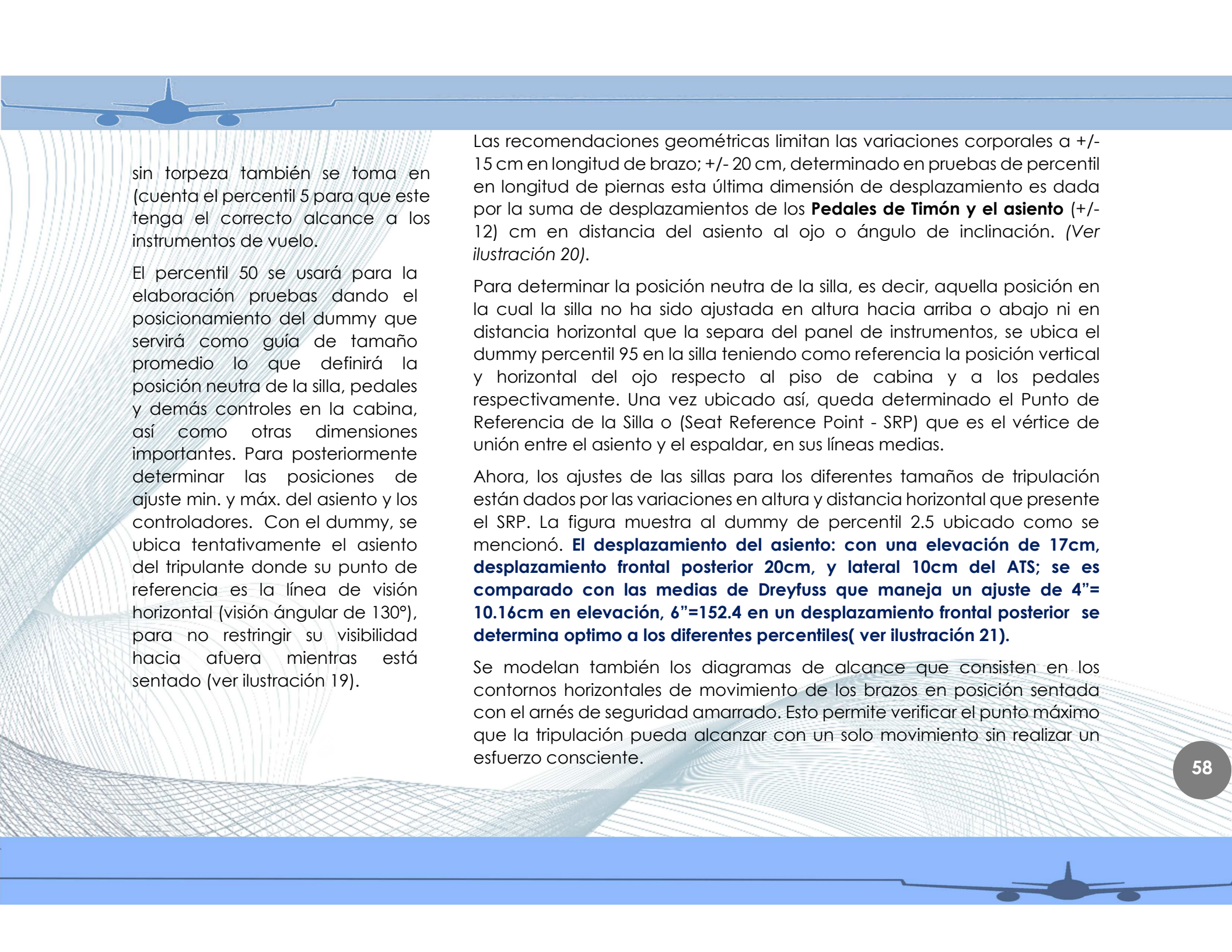
Se decide tomar una referencia antropométrica americana debido a que es uno de los países constituidos por diferentes colonias y por ende un amplio espectro antropométrico además a que la empresa Airbus es de origen americano.

Ilustración 18. Referencia ergonómica



Referencia grafica en el diseño de diagramas ergonómicos para el dommy a utilizar en el ATS-A320, se muestra alcance, ángulos de confort, ejecución y rangos de fuerza aplicada no sostenida, sostenida y de uso frecuente del pedal, diferencia de fuerza entre extremidades diestras y ambidiestras.

Para las dimensiones de ajuste interno (Max. Ajuste) se emplea el P 97.5 (con la finalidad de que quepan las personas de mayor tamaño) realicen los movimientos



sin torpeza también se toma en cuenta el percentil 5 para que este tenga el correcto alcance a los instrumentos de vuelo.

El percentil 50 se usará para la elaboración pruebas dando el posicionamiento del dummy que servirá como guía de tamaño promedio lo que definirá la posición neutra de la silla, pedales y demás controles en la cabina, así como otras dimensiones importantes. Para posteriormente determinar las posiciones de ajuste min. y máx. del asiento y los controladores. Con el dummy, se ubica tentativamente el asiento del tripulante donde su punto de referencia es la línea de visión horizontal (visión angular de 130°), para no restringir su visibilidad hacia afuera mientras está sentado (ver ilustración 19).

Las recomendaciones geométricas limitan las variaciones corporales a +/- 15 cm en longitud de brazo; +/- 20 cm, determinado en pruebas de percentil en longitud de piernas esta última dimensión de desplazamiento es dada por la suma de desplazamientos de los **Pedales de Timón y el asiento** (+/- 12) cm en distancia del asiento al ojo o ángulo de inclinación. (Ver ilustración 20).

Para determinar la posición neutra de la silla, es decir, aquella posición en la cual la silla no ha sido ajustada en altura hacia arriba o abajo ni en distancia horizontal que la separa del panel de instrumentos, se ubica el dummy percentil 95 en la silla teniendo como referencia la posición vertical y horizontal del ojo respecto al piso de cabina y a los pedales respectivamente. Una vez ubicado así, queda determinado el Punto de Referencia de la Silla o (Seat Reference Point - SRP) que es el vértice de unión entre el asiento y el espaldar, en sus líneas medias.

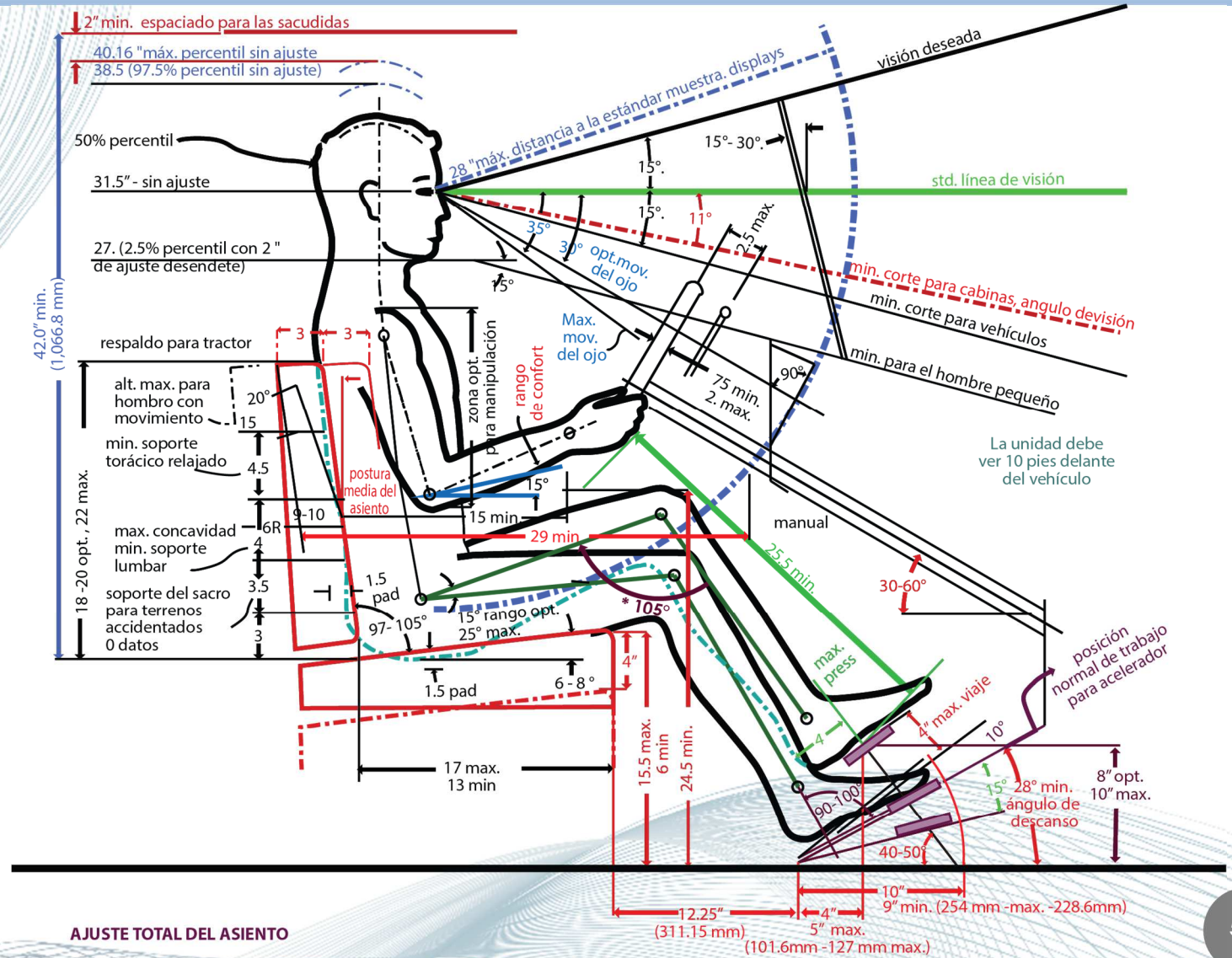
Ahora, los ajustes de las sillas para los diferentes tamaños de tripulación están dados por las variaciones en altura y distancia horizontal que presente el SRP. La figura muestra al dummy de percentil 2.5 ubicado como se mencionó. **El desplazamiento del asiento: con una elevación de 17cm, desplazamiento frontal posterior 20cm, y lateral 10cm del ATS; se es comparado con las medias de Dreyfuss que maneja un ajuste de 4"= 10.16cm en elevación, 6"=152.4 en un desplazamiento frontal posterior se determina optimo a los diferentes percentiles(ver ilustración 21).**

Se modelan también los diagramas de alcance que consisten en los contornos horizontales de movimiento de los brazos en posición sentada con el arnés de seguridad amarrado. Esto permite verificar el punto máximo que la tripulación pueda alcanzar con un solo movimiento sin realizar un esfuerzo consciente.

El, citado en (Sebastián, 2009) Dr. Jan Roskam y Henry Dreyfuss, recomienda unas dimensiones geométricas para la configuración de cabina y ubicación de asientos, establecen espacios adicionales que permiten las variaciones del cuerpo humano. En las siguientes ilustraciones se resaltan con diferentes colores y tonos las medidas que son relevantes para el diseño.

ILUSTRACIÓN 19 REFERENCIA ERGÓNOMICA DATOS ANTROPOMÉTRICOS: VARÓN ADULTO SENTADO EN VEHÍCULO EXTRAÍDO DE HENRY DREYFUSS, 2001.

EN ESTE DIAGRAMA SE MUESTRA EL PERCENTIL ESTÁNDAR 50%, AL IGUAL QUE SE REFLEJAN LOS AJUSTES PARA UN PERCENTIL 2.5% Y 97.5% DE UNA POBLACIÓN DE U.S. SE ANEXAN DIMENSIONES DE EXTENSIÓN DE EXTERMINADORES INFERIORES Y SUPERIORES ÁNGULO DE FLEXIÓN Y ADUCCIÓN.



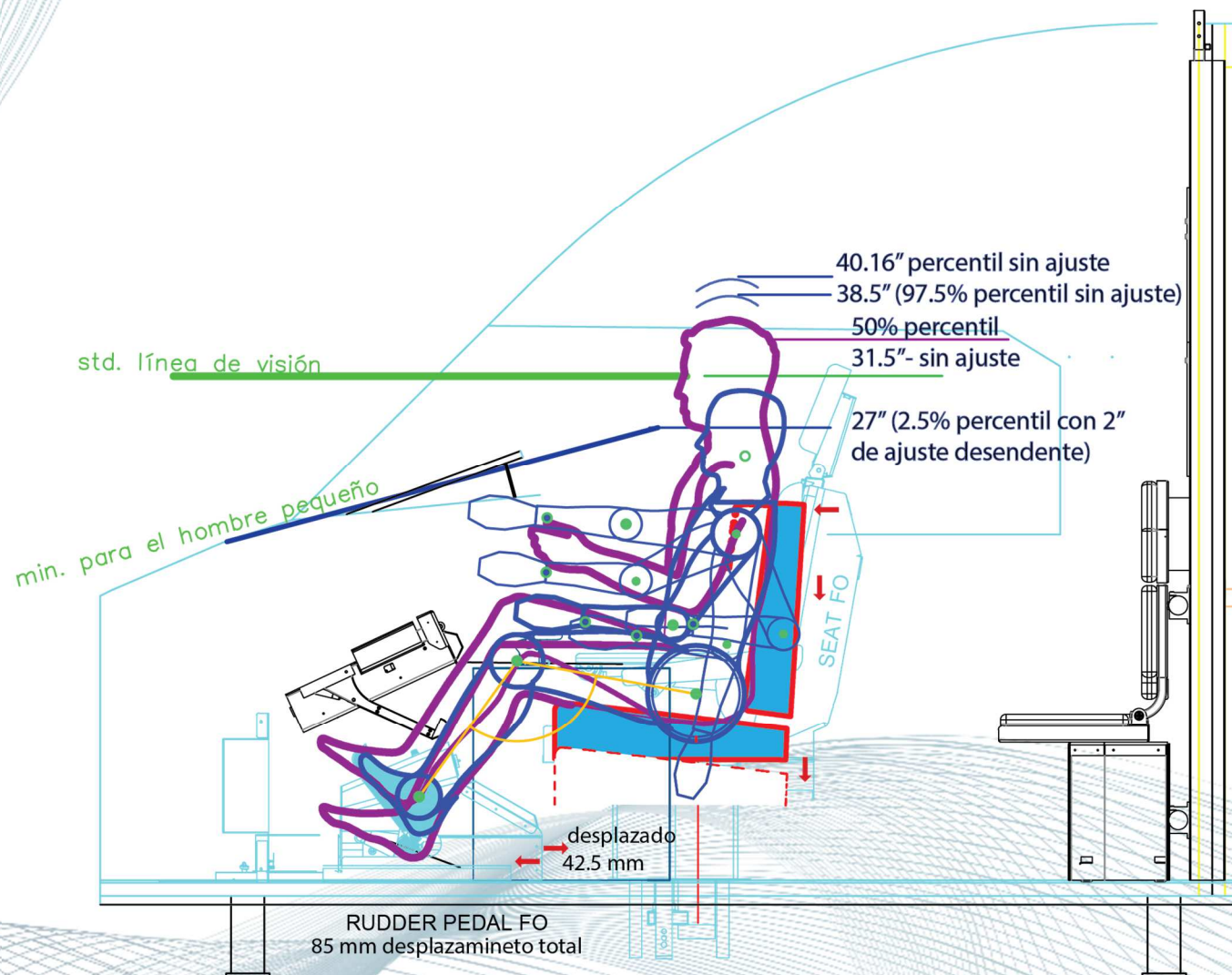
AJUSTE TOTAL DEL ASIENTO

horizontal: 6" min. en incrementos max. de 1"
vertical: 4" min. en incrementos max. de 1"

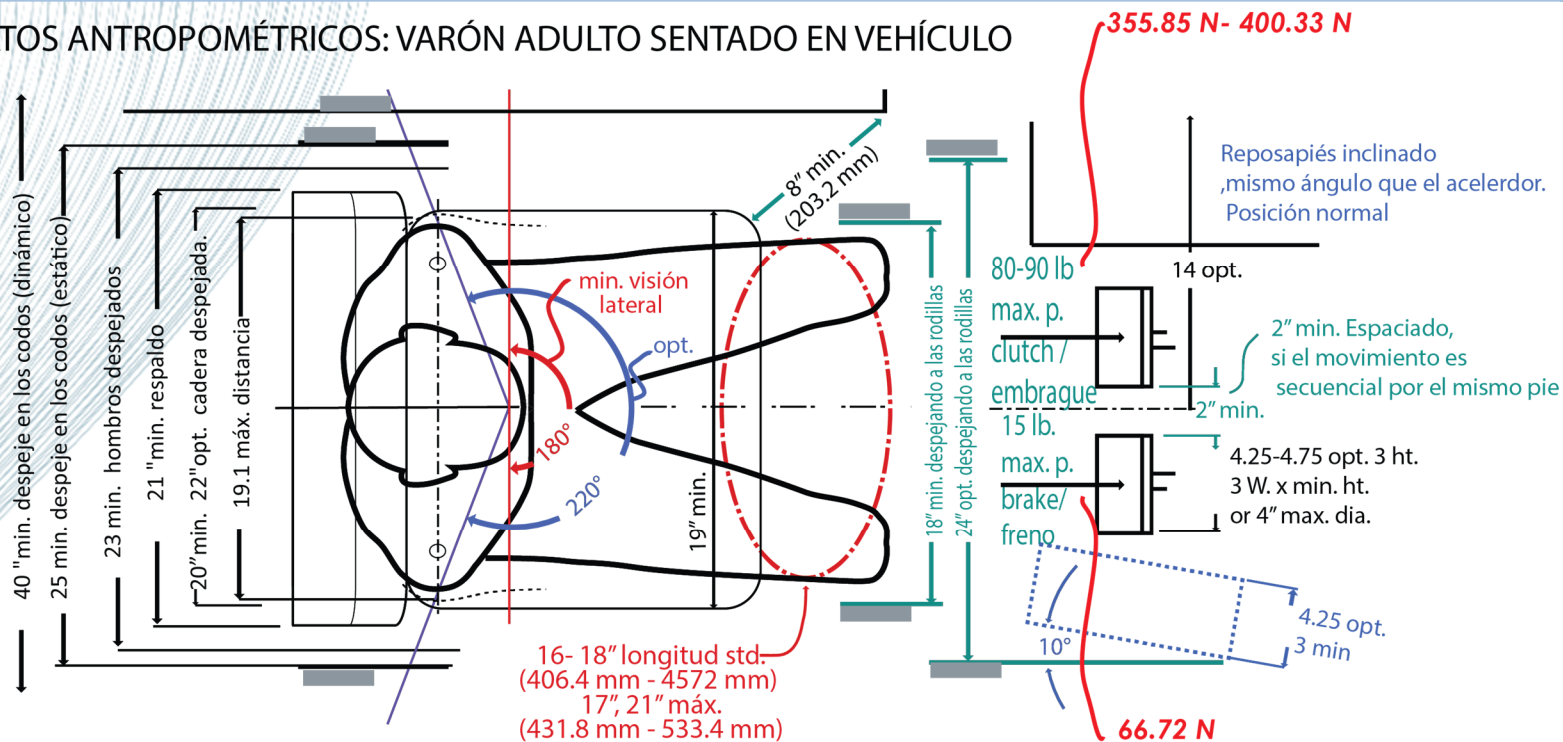
*ángulo de la pierna 105-110° para una presión max. del pedal 0-50 lb (0 N - 222.41 N).
120° min para una presión max. del pedal 50-100 lb (222.41 N - 444.82 N)

Ilustración 20 Verificación de alcance y ajuste en percentiles en ATS-A320. Elaboración propia.

IMAGEN CONSTRUIDA A PARTIR DE LAS DIMENSIONES REFERENCIALES DE HENRY DREYFUSS, SE MUESTRAN CON CONTORNOS EN LÍNEAS LILAS EL CUERPO HUMANO EN UN PERCENTIL 50% Y EL PERCENTIL 2.5% SE MUESTRA SU UBICACIÓN CON LÍNEAS AZUL MARINO AL IGUAL QUE ALCANCES CON EL ASIENTO EN SU PUNTO SRP Y LOS PEDALES CON UN DESPLAZAMIENTO POSITIVO (APROXIMÁNDOSE AL USUARIO) DE 42.5 MM.



DATOS ANTROPOMÉTRICOS: VARÓN ADULTO SENTADO EN VEHÍCULO



HENRY DREYFUSS

Ilustración 21 Diagrama ergonómico

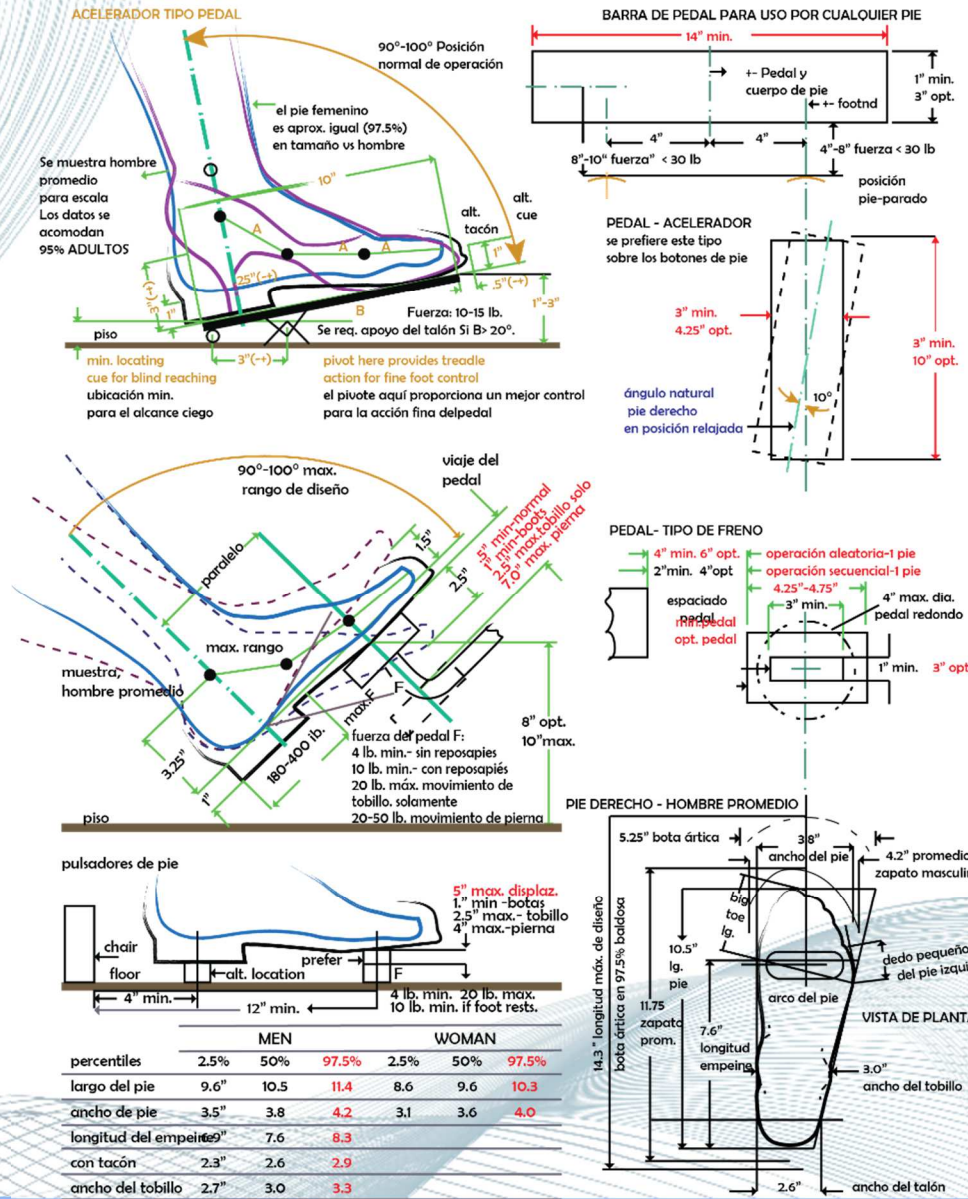
➤ CS FAR: 25.777

Gráfico realizado a través de datos del estudio antropométrico realizado para U.S. resaltando con indicadores de color medidas que pudiesen ser importantes para el diseño. Fuente: (Henry Dreyfuss, 2001).

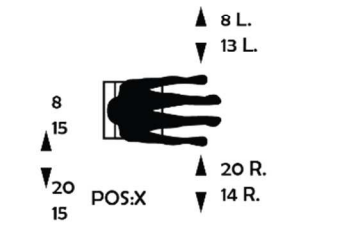
De acuerdo con el uso de los pedales de timón A320 en la página 3111 extraídos del **Airbus Manual de operación del tripulante de vuelo A320 (traducido del inglés original)**, la fuerza máxima del verdadero sistema de pedal del timón A320 requiere es 30 daN (300N), refiriendo estos valores contra la deflexión de sistema de timón (grados) en un ángulo de $\pm 25^\circ$ dando su valor máximo. La comparación se describe en la Tabla 6.3. del anexo: **Apéndice A**; aunque HENRY DREYFUSS recomienda una fuerza 15 lb. máx. para el freno (ver ilustración 21).

Ilustración 22

Esta imagen muestra la similitud y los diferentes percentiles del hombre y la mujer americana, dentro de la información a resaltar se determina que no es óptimo colocar un reposapiés a nivel de piso debido al desplazamiento del sistema para el ajuste del percentil; además que la manipulación en el accionamiento de freno y ski no es realizado en periodos largos el sistema en si cuenta con reposapiés en la parte central del módulo de los Rudders además que la mesa plegable cuenta con reposapiés adicionales.



FUERZA HUMANA (POR CORTAS DURACIONES)
FACTORES DE CORRECCION DE FUERZA:
 X 0.9 mano izquierda y brazo
 X 0.89 a la edad de 60 años
 X 0.5 brazo y pierna-edad 60
 X.072 mujeres

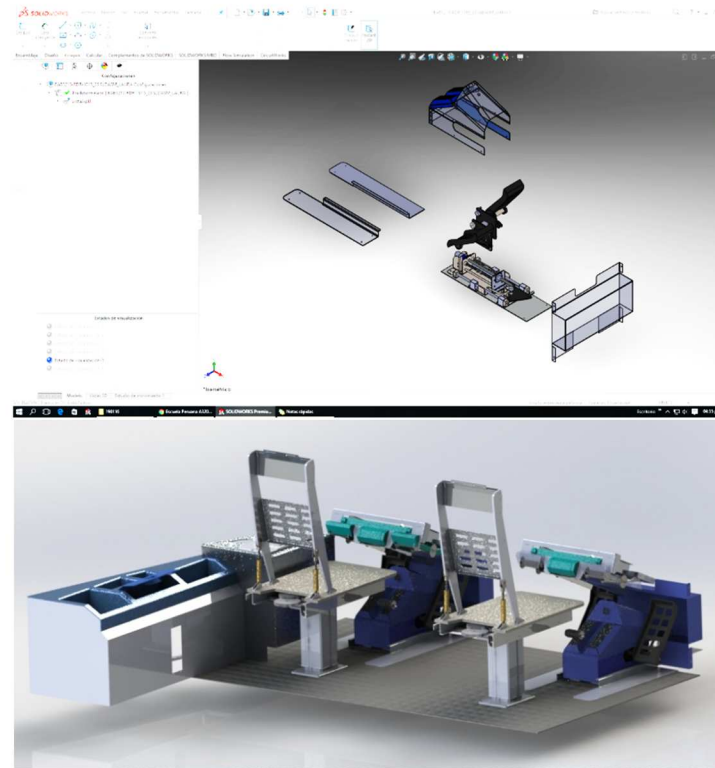


3.4 SIMULACIÓN/MODELOS

Una vez definido el SRP y elaborados los diagramas correspondientes de alcance, se hicieron coincidir el SRP actual con el que se definió en la etapa conceptual de diseño (ver ilustración 23), y a partir de ello se ubican los pedales y el panel de instrumentos de manera tal que el dummy tenga cómodo alcance de estos. Seguidamente se realizaron las pequeñas variaciones necesarias en las posiciones de SRP, pedales y panel. La distancia a la cual se ubica el panel y los ajustes posibles de los pedales son probados con los diagramas de alcance de cada uno de los dummies ubicados en su respectivo SRP. Para terminar de definir la posición de cada piloto en la cabina hace falta hacer el análisis de visibilidad.

El análisis se realiza ubicando las opciones de control de mando dentro de los diagramas de alcance mostrados para piloto y copiloto, los cuales permiten determinar la facilidad con la que el tripulante puede manipular el control sin realizar esfuerzos adicionales.

Ilustración 23. Simulación 3D



Simulación del SRP y los elementos circundantes operacionales/pedales. Fuente propia.

MOVIMIENTO-FUNCIÓN

RUDDERS PEDALS

FRENO

Descripción del movimiento
Movimiento angular realizado con la zona plantar ejerciendo una fuerza centrípeta que rompe con el momentum del pedal para que este gire alcanzando un punto angular menor (Ver ilustración 24).

SKI

Descripción del movimiento
Movimiento axial realizado con la parte de talón ejerciendo una fuerza lineal; y que debido al sistema de muelle se obtiene una reacción inversa dirección en el pedal conjunto.

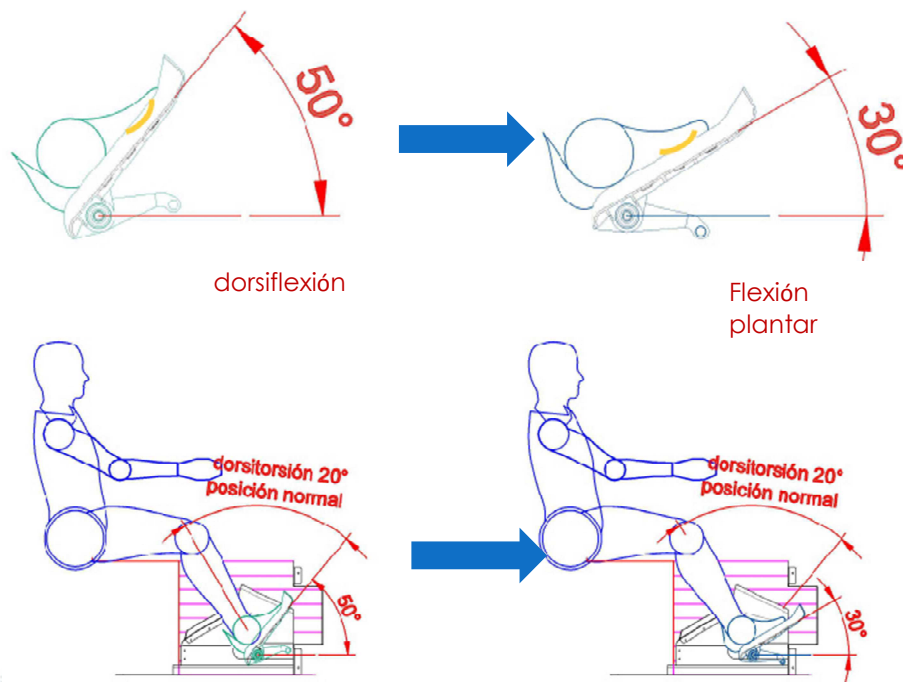
Para este análisis, se tienen en cuenta las limitaciones de flexión dorsal del tobillo para los pedales.

Para el caso del tobillo, los ángulos límites son de 20° de inclinación del pie hacia arriba (dorsiflexión) y 40° hacia abajo (flexión plantar),

lo que limita el dimensionamiento de los pedales en su ángulo de inclinación normal y ángulo de inclinación con el freno aplicado. Estos valores varían un poco según la población y el percentil (ver ilustración 24).

Los pedales pueden afectar a la salud porque obligan al pie a adoptar posiciones y esfuerzos no naturales, que a largo plazo pueden ocasionar

Ilustración 24 Análisis de movimiento



Muestra el dummy realizado con el percentil U.S. Ejecutando el frenado, así como posición normal en el modelo de Pedales de timón.
Fuente propia

problemas en el pie o en el tobillo por lo cual se han tomado en cuenta el funcionamiento real (entrevista realizada en la EXPO AERONAUTICA

MÉXICO 2017 al piloto de prueba que labora en interjet Edgar Rueda Oliver) en el que se puso a prueba el desplazamiento de ski en su magnitud de fuerza aplicada (muelles) al igual que el rango del ángulo de freno y la fuerza de accionamiento (pistones seesame de 100 N).

La fuerza para su accionamiento debe ser ligera, pero sin llegar a accionarse con demasiada facilidad, para evitar errores. El posicionamiento del eje de giro del pedal situado bajo de punto donde apoya el talón

- Los pedales están a 6 cm del ras de suelo, para que el movimiento del pie sea hacia abajo y ambos pies estén situados al mismo nivel.

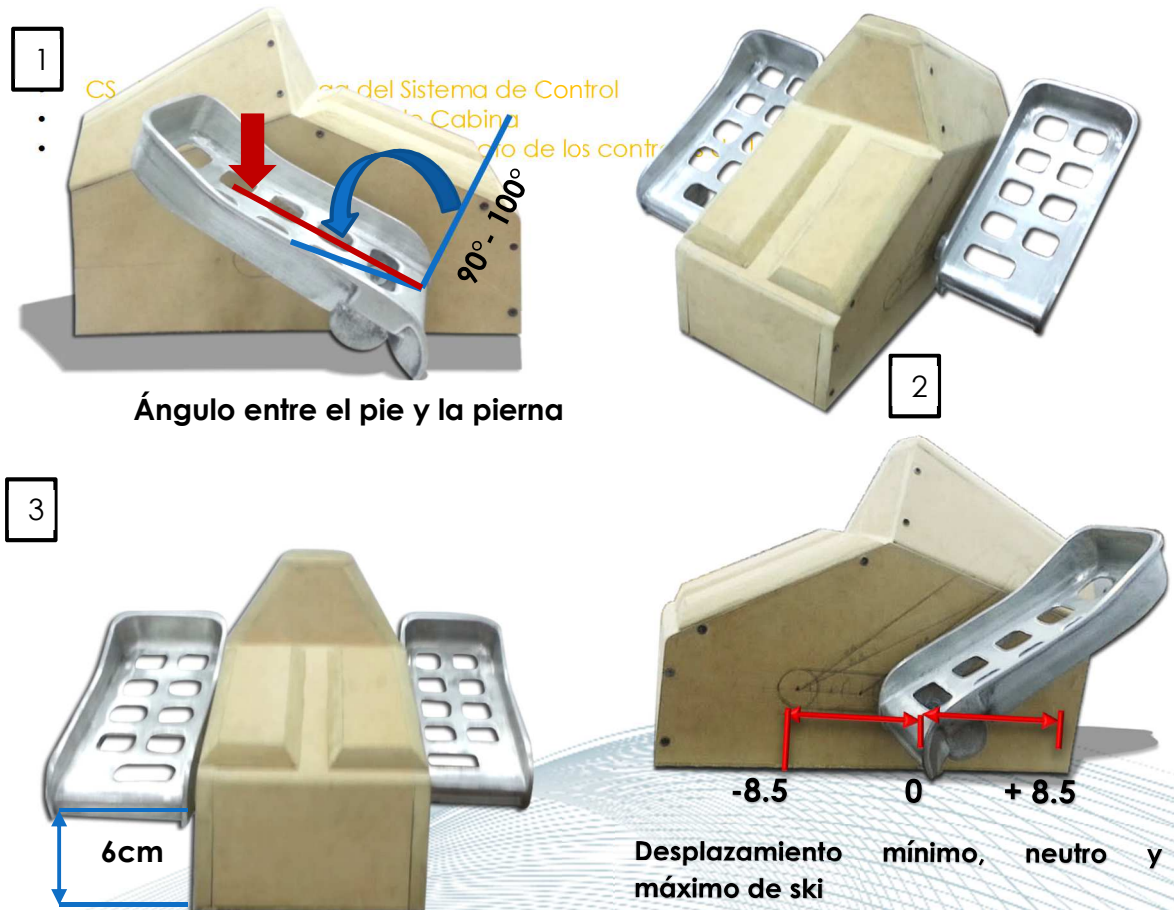


Ilustración 25. Modelo de la conceptualización de sistema de timón. Realizado en MDF con huella de aluminio fundido. Fuente propia.

- Los pedales deben colocarse debajo del cuerpo, ligeramente adelantados (ver ilustración 20,21,26).

- La textura de la superficie del pedal es antideslizante. El ángulo de inclinación debe ser próximo al de la planta del pie respecto al suelo en el puesto de trabajo, y manteniendo un ángulo de 90° a 100° entre el pie y la pierna, según sea de pie o sentado, y si es para operar sentado de acuerdo a la inclinación del asiento.
- El desplazamiento de cada pedal no excede de 10 cm.
- El uso repetido y continuado del pedal se realiza con el operador sentado.

Ilustración 26. Simulación de posicionamiento



Muestra el espacio para la instalación del Rudder Pedals y la distancia entre MIP y el asiento del Capitán, para posteriormente ser comprobada. Fuente propia

Después de realizar la conceptualización del sistema de pedales se realizó un modelo físico de la envolvente para posteriormente hacer un análisis dimensional de objeto del desplazamiento de ski y el movimiento angular del freno además de contemplar con los objetos circundantes y el espacio dimensional donde serán ubicados (Ver figura 25).

- Considerar que el diseño debe plantearse de una manera estética.
- Una altura adecuada para la altura de nalga poplíteo sobre asiento para diversos percentiles (2.5, 50, o 97.5).



- Analizar y regir la acción humana a la hora de ejecutar el trabajo, lo cual implica una anticipación a los propósitos para evitar los errores. Tiene en cuenta las limitaciones y condicionantes del factor humano, tanto físicas como psíquicas. Su objetivo es la mejora de la interacción Hombre-Máquina de forma que lo haga más segura, cómoda y eficaz; esto implica selección, planificación, programación, control con respecto a la finalidad con la que es creado (ver ilustración 27).

ILUSTRACIÓN 27. ALCANCES



3 Alcance de controladores mecánicos

1 Alcance en el percentil 50



2 Alcance en el Percentil 2.5

Posicionamiento de comprobación dimensional y prueba para definir el punto neutro con respecto al MIP y el asiento, por ende el alcance de los controladores: mecánicos, joystick, tiller, rudders pedals. Con este modelo se contemplan los alcances en posición sedente en los diferentes percentiles para determinar el punto medio para el ajuste posicional modulo del pedal efectuado por el motor. Fuente propia.





3.7 DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO DE PROTOTIPO



ILUSTRACIÓN 28. DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO DE PROTOTIPO



Figura 1. Corte laser de aluminio realizado para el primer prototipo

RUDDERS PEDALS

Una de las Primeras etapas en el Desarrollo de los objetos y aditamentos mecánicos es la maquila en corte laser y dobleces de las piezas metálicas realizadas en láminas y placas (aluminio en su mayor parte, acero al carbón, acero inoxidable)

Figura 2. Corroboración de doblez.



3



Figura 3. Se corteja el volumen con respecto a la estructura de MIP; componentes que pudiera intervenir en el correcto control y funcionamiento de los pedales (como la mesa plegable y reposapiés o la misma estructura

4

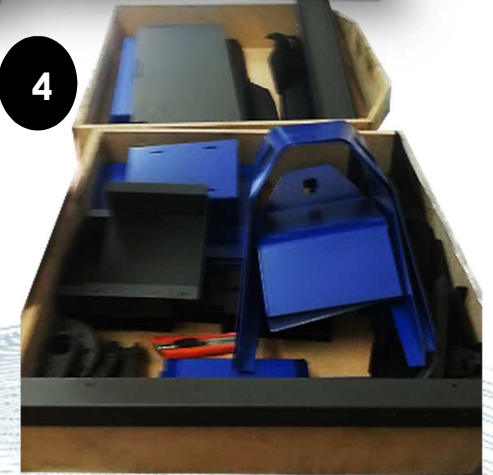
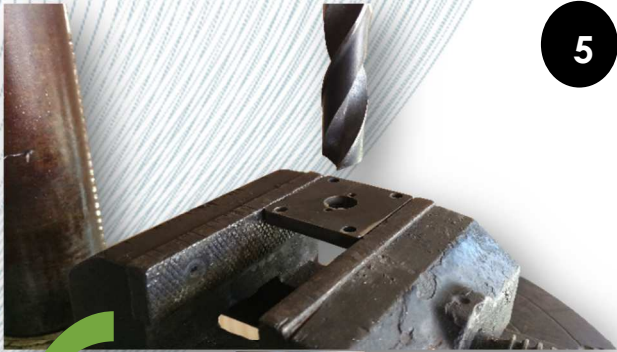


Figura 4. Después de corroborar el corte doble y dimensiones, las piezas que recubre nuestro sistema es sometido al proceso de pintura electrostática.

ILUSTRACIÓN 29. DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO DE PROTOTIPO:

Como parte de los Primeros Modelos se desarrolló un sistema a partir de poleas de Nylamid debido a restricciones iniciales de los directivos buscando la mejora del producto se concluyó en la utilización de un sistema de baleros lineales, ofreciendo un mejor ajuste evitando holgura y deformación en sus componentes.



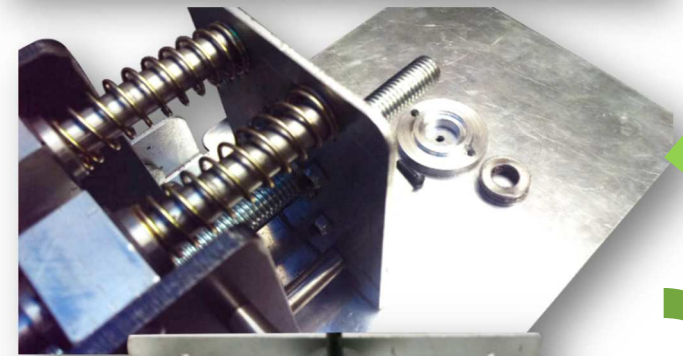
5



6



7



8

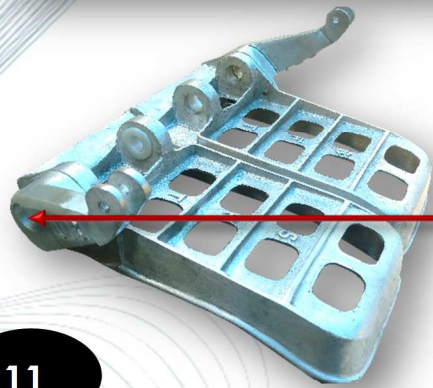
Mientras que las piezas de mecanismo pasan por rectificación (figura 5) y maquinado necesario para su ensamble (figura 6) por lo tanto la realización de piezas en torno, calibración, realización de rosca (figura 7).

Para posteriormente seguir con el ensamble del sistema con insumos como rotulas, resortes (figura 8).

ILUSTRACIÓN 30. DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO DE PROTOTIPO:

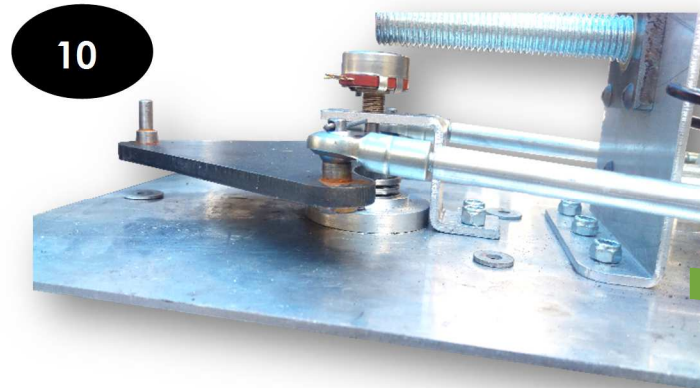


9



11

Figura 9. Huellas y brazo del pedal, piezas realizadas en fundición de aluminio que muestran el maquinado para su ensamble a partir de ojales con bujes de nylamid que será ensamblados en flechas de esparrago de 1/2 pulgada (12.7mm) con un soporte de aluminio denominado mamelón (figura 11).



10

Figura 10 muestra el posicionamiento del potenciómetro que mide el desplazamiento de SKI

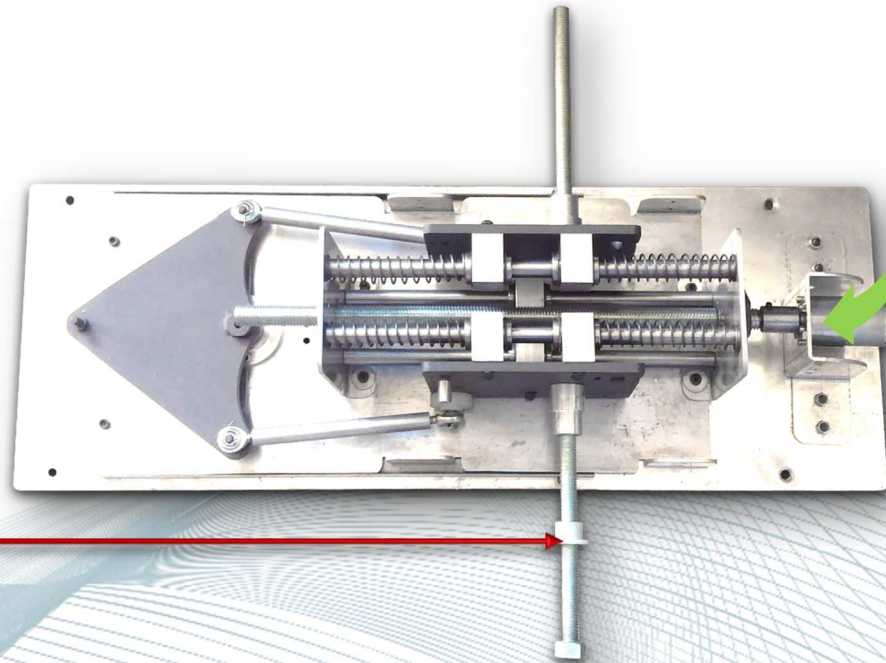


ILUSTRACIÓN 31. DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO DE PROTOTIPO:



Figura 12 Primer modelo y pruebas del sistema de arrastre a partir de tornillo sí fin tipo ACME por medio de un Moto reductor de metal 37Dx57L mm, 12 V: 100 RPM y 300 mA libre, 220 kg de espacio (16 kg-cm) y 5 A de parada.



Figura 13. Modelo para la prueba de sincronización

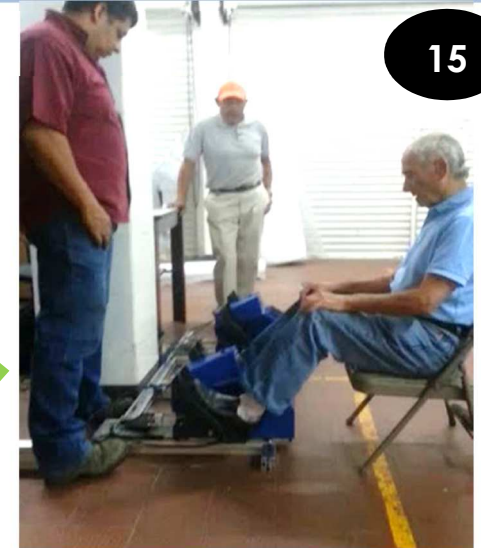


Figura 15. Cuando se terminó de armar en términos mecánicos, el área de electrónica desarrollo pruebas de registro, tolerancia y calibración a través de potenciómetros radiales.

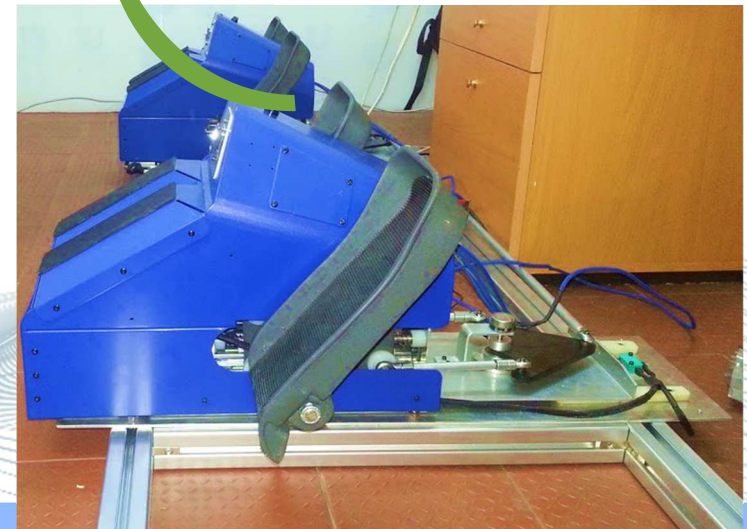
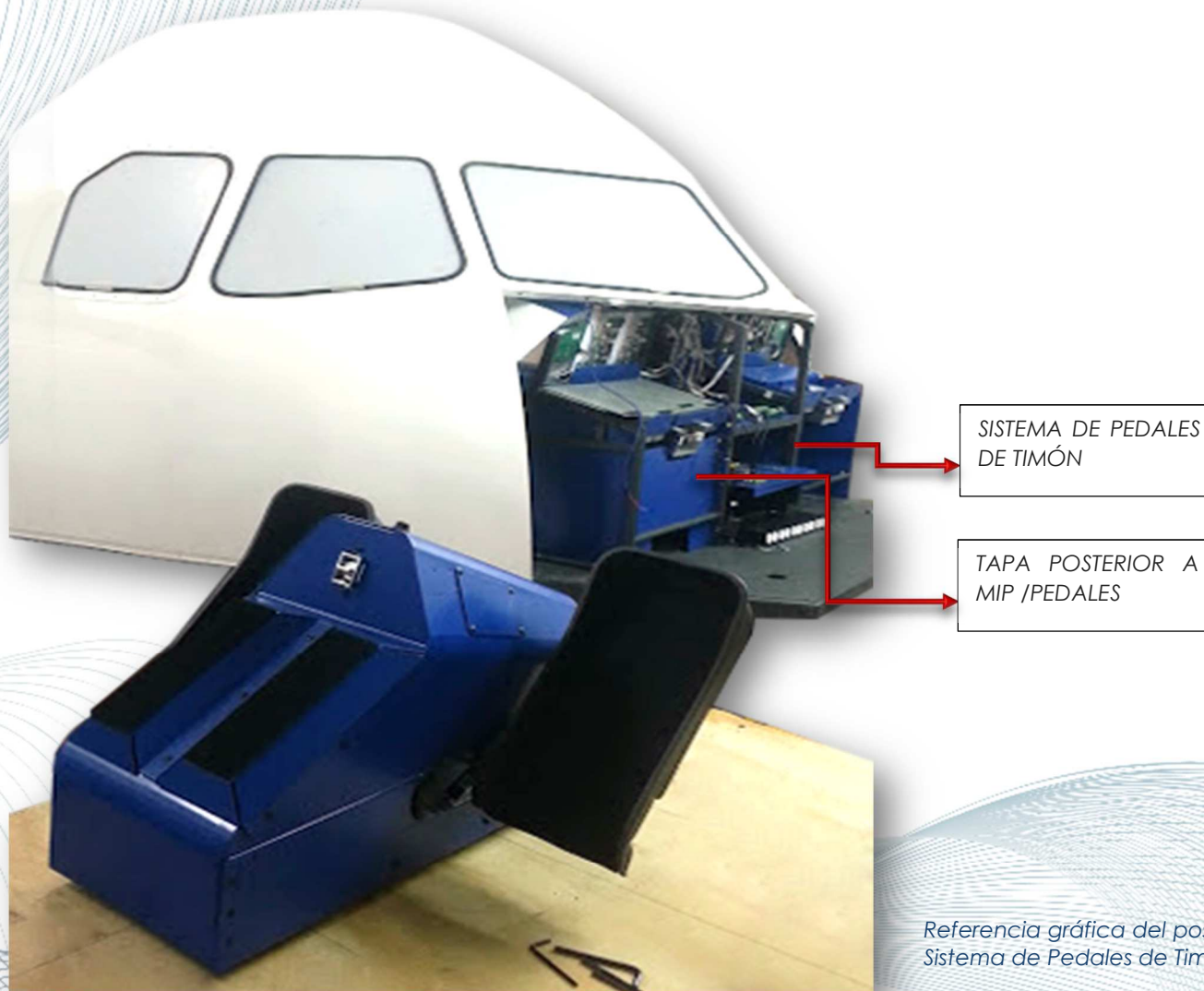


ILUSTRACIÓN 32. DESCRIPCIÓN DE DESARROLLO DE PROTOTIPO:

15



Referencia gráfica del posicionamiento la del módulo Sistema de Pedales de Timón

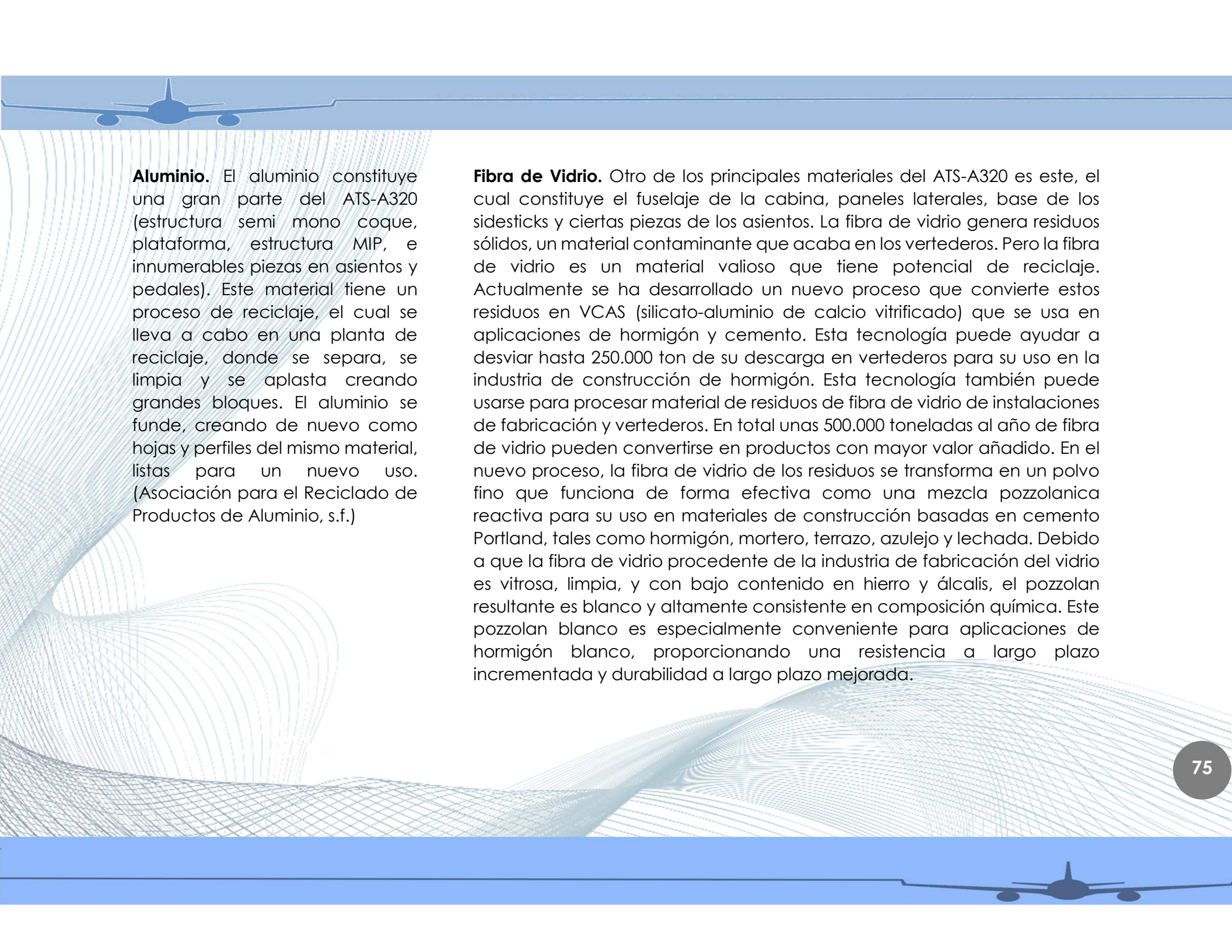
Fuente Propia.



IMPACTO AMBIENTAL

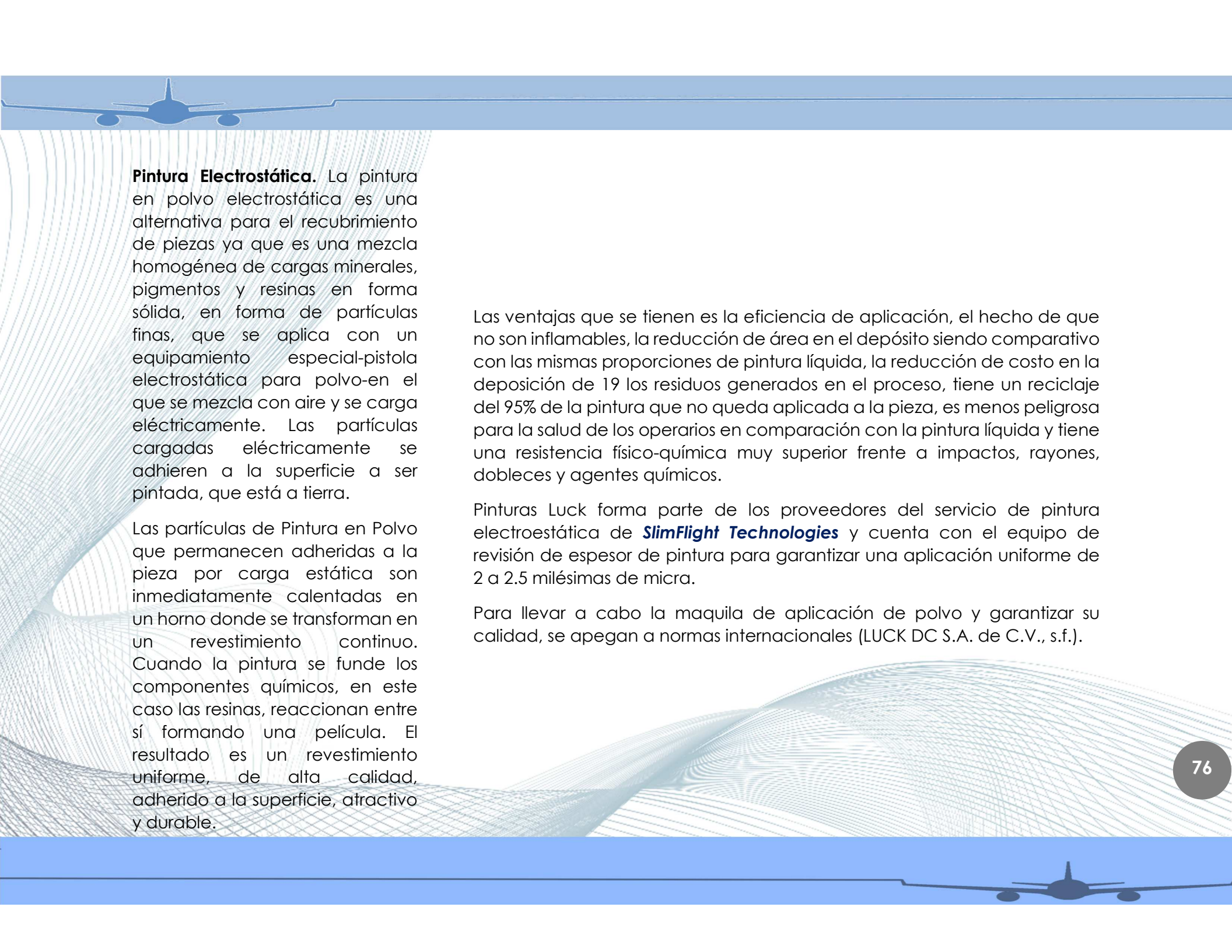
El uso de simuladores de vuelo en la industria aeronáutica para la formación de nuevas tripulaciones se ha vuelto cada vez más común ya que son menos costosos y más seguros. El ATS-A320 representa beneficios diferentes y valiosos durante su vida útil, tanto económica como ambientalmente, a pesar de la tecnología que una aeronave tiene actualmente. De este último es posible resaltar la contribución que se hace frente a la contaminación acústica, aérea y del suelo. Aquí están los beneficios de cada uno:

- Contaminación acústica. Las principales fuentes de ruido en el funcionamiento de la aeronave son los motores y el ruido aerodinámico, este último dependiendo de la posición de los dispositivos hypersustainer y el tren de aterrizaje. El ruido del motor es dominante en las operaciones de despegue, tanto bajo el plano como en la dirección lateral. El gradiente ascendente es un elemento esencial en el ruido causado. En la aproximación y el aterrizaje de aviones actuales, ambos niveles de ruido son considerables para la contaminación. Con el uso de un simulador estos niveles de ruido son cero.
- Contaminación del aire. Emisiones que deterioran la calidad del aire en el entorno del aeropuerto se originan con los movimientos de la aeronave y el funcionamiento del equipo auxiliar, que no es necesario con el uso de un entrenador de este tipo. Otro gran beneficio del simulador es que no es necesario utilizar combustible y, a su vez, no hay gases de escape que se consideren contaminantes fuertes debido a sus componentes (principalmente dióxido de carbono).
- Asimismo, no es necesario utilizar el espacio aeroportuario, que implica el cuidado del suelo evitando el calentamiento terrestre por emisiones de gases de efecto invernadero.
- La construcción de este simulador se basa en estructuras metálicas de larga duración y resistencia, y el fuselaje de fibra de vidrio reciclado que tiene suficiente rigidez y resistencia para soportar flexiones sin sufrir modificaciones, lo que hace que el ATS-A320 tenga una vida de por lo menos 15 años. Evidentemente, durante su tiempo de vida, el ATS-A320 contribuye en varios aspectos al cuidado del medio ambiente, sin embargo, cuando su vida termina el tiempo se descarta y los siguientes materiales son sometidos a diferentes procesos de reciclaje, (SimFlight Technologies de México, 2017).



Aluminio. El aluminio constituye una gran parte del ATS-A320 (estructura semi mono coque, plataforma, estructura MIP, e innumerables piezas en asientos y pedales). Este material tiene un proceso de reciclaje, el cual se lleva a cabo en una planta de reciclaje, donde se separa, se limpia y se aplasta creando grandes bloques. El aluminio se funde, creando de nuevo como hojas y perfiles del mismo material, listas para un nuevo uso. (Asociación para el Reciclado de Productos de Aluminio, s.f.)

Fibra de Vidrio. Otro de los principales materiales del ATS-A320 es este, el cual constituye el fuselaje de la cabina, paneles laterales, base de los sidesticks y ciertas piezas de los asientos. La fibra de vidrio genera residuos sólidos, un material contaminante que acaba en los vertederos. Pero la fibra de vidrio es un material valioso que tiene potencial de reciclaje. Actualmente se ha desarrollado un nuevo proceso que convierte estos residuos en VCAS (silicato-aluminio de calcio vitrificado) que se usa en aplicaciones de hormigón y cemento. Esta tecnología puede ayudar a desviar hasta 250.000 ton de su descarga en vertederos para su uso en la industria de construcción de hormigón. Esta tecnología también puede usarse para procesar material de residuos de fibra de vidrio de instalaciones de fabricación y vertederos. En total unas 500.000 toneladas al año de fibra de vidrio pueden convertirse en productos con mayor valor añadido. En el nuevo proceso, la fibra de vidrio de los residuos se transforma en un polvo fino que funciona de forma efectiva como una mezcla pozzolánica reactiva para su uso en materiales de construcción basadas en cemento Portland, tales como hormigón, mortero, terrazo, azulejo y lechada. Debido a que la fibra de vidrio procedente de la industria de fabricación del vidrio es vitrosa, limpia, y con bajo contenido en hierro y álcalis, el pozzolan resultante es blanco y altamente consistente en composición química. Este pozzolan blanco es especialmente conveniente para aplicaciones de hormigón blanco, proporcionando una resistencia a largo plazo incrementada y durabilidad a largo plazo mejorada.



Pintura Electroestática. La pintura en polvo electroestática es una alternativa para el recubrimiento de piezas ya que es una mezcla homogénea de cargas minerales, pigmentos y resinas en forma sólida, en forma de partículas finas, que se aplica con un equipamiento especial-pistola electroestática para polvo-en el que se mezcla con aire y se carga eléctricamente. Las partículas cargadas eléctricamente se adhieren a la superficie a ser pintada, que está a tierra.

Las partículas de Pintura en Polvo que permanecen adheridas a la pieza por carga estática son inmediatamente calentadas en un horno donde se transforman en un revestimiento continuo. Cuando la pintura se funde los componentes químicos, en este caso las resinas, reaccionan entre sí formando una película. El resultado es un revestimiento uniforme, de alta calidad, adherido a la superficie, atractivo y durable.

Las ventajas que se tienen es la eficiencia de aplicación, el hecho de que no son inflamables, la reducción de área en el depósito siendo comparativo con las mismas proporciones de pintura líquida, la reducción de costo en la deposición de 19 los residuos generados en el proceso, tiene un reciclaje del 95% de la pintura que no queda aplicada a la pieza, es menos peligrosa para la salud de los operarios en comparación con la pintura líquida y tiene una resistencia físico-química muy superior frente a impactos, rayones, dobleces y agentes químicos.

Pinturas Luck forma parte de los proveedores del servicio de pintura electroestática de **SlimFlight Technologies** y cuenta con el equipo de revisión de espesor de pintura para garantizar una aplicación uniforme de 2 a 2.5 milésimas de micra.

Para llevar a cabo la maquila de aplicación de polvo y garantizar su calidad, se apegan a normas internacionales (LUCK DC S.A. de C.V., s.f.).

INFRAESTRUCTURA

Para la fabricación de los diversos aditamentos para un ATS- A320 es necesario la siguiente infraestructura, que es vinculada con los siguientes proveedores:

- LASER LAGO
/INOXCRAIP/PRECISIÓN CUT
- Maquinaria de corte laser /metales
- Dobladora de dados CN

- ELBUENINGENIO
- Plástico acrílico /estireno

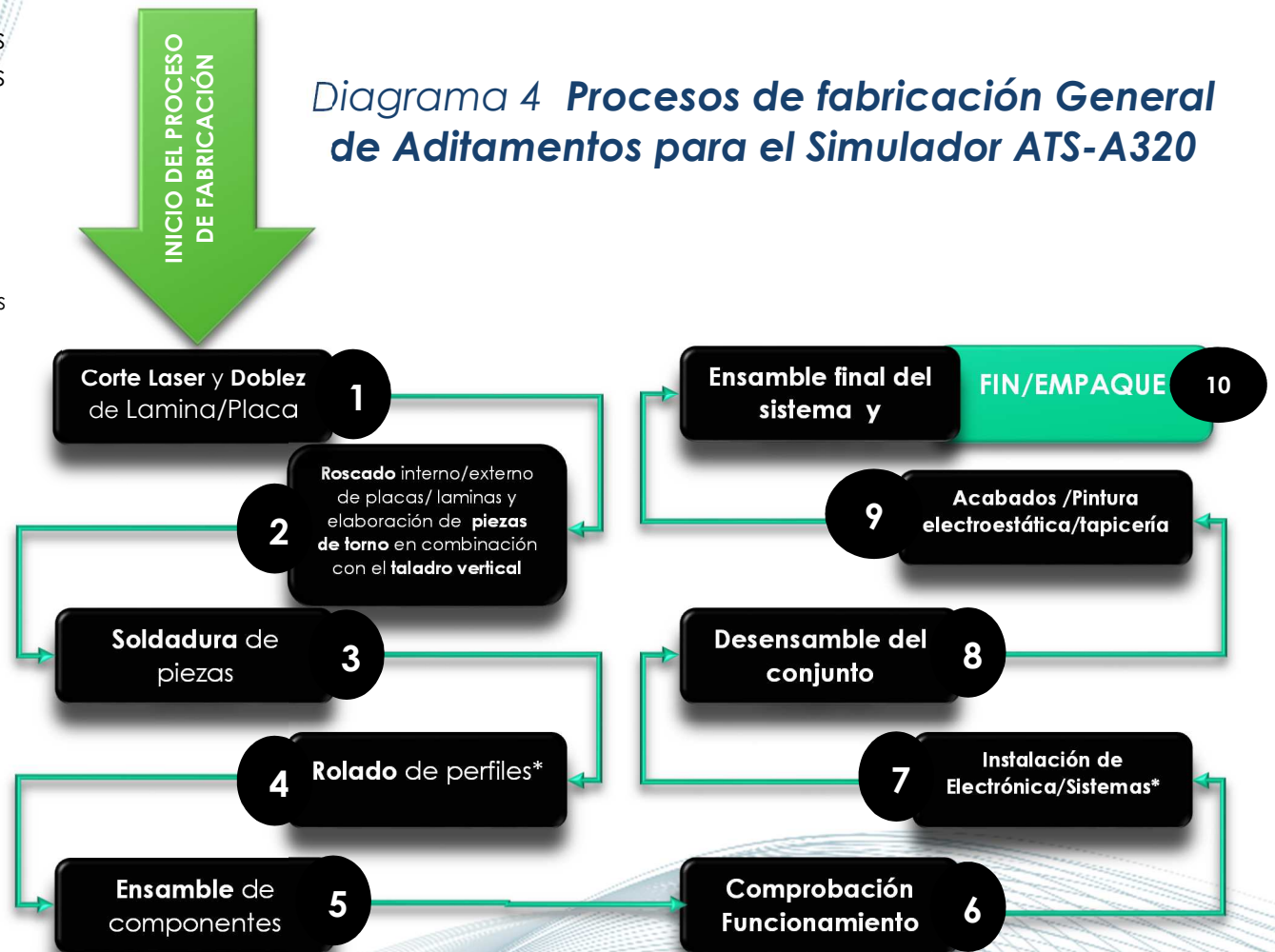
- FLN
- Torno/Fresadora/taladro vertical para piezas mecánicas
- Planta de soldadura TIC
- Roladora de tubo

- LUCK
- Negro mate
- Gris texturizado
- Azul
- Proveedor de servicio de pintura electrostática/Sandblastado

- SFT
- Ingeniero en Electrónica/Sistemas
- Ensambladora

- ADATTHOS CAR
- tapicería

Diagrama 4 **Procesos de fabricación General de Aditamentos para el Simulador ATS-A320**



*SI LO ES NECESARIO EN SU FUNCIONAMIENTO

Fuente propia.

Procesos

NOTA: LA MAYORIA DE LOS TORNILLOS DE FIJACIÓN QUE SE UTILIZA SON DE ROSCA AMERICANA UNIFICADA PASO NORMAL (DENOMINACIÓN USUAL **UNC**, OTRAS: **NC, USS**) CON EXECIÓN DE ELEMENTOS DETERMINADOS COMO EL MOTOR QUE UTILIZA ROSCA AMERICANA UNIFICADA PASO FINO (DENOMINACIÓN USUAL **UNF**, OTRAS: **NF, SAE**) Y **ACME**

Corte Laser	Torno/ Fresadora/Taladro vertical	Fibra de vidrio Moldes abiertos	Pintura electrostática
<ul style="list-style-type: none"> ➤ CNC (control numérico computarizado), evita fallos ➤ Precios Reducidos en bajas producciones y acortar los plazos de entrega. ➤ no genera viruta ➤ una mejor precisión y acabado superficial (rugosidad) ➤ Evita roturas y desgastes 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Precios reducidos en bajas producciones ➤ piezas cilíndricas ➤ Dimensiones específicas ➤ Acabado liso a la pieza 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Generación de piezas grandes ➤ El uso de 1 superficie positivo o negativo-reducción de costos ➤ el molde da un acabado de la cara vista 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ revestimiento uniforme, de alta calidad, adherido a la superficie, atractivo y durable ➤ No flameable ➤ ASTM D 2247 Humedad 550 a 600 hrs. de resistencia ➤ ASTM D 3359 Adherencia 5B ➤ ASTM D 2794 Resistencia al impacto 140 Lb/in ➤ resistencia superior frente a impactos, rayones, dobleces y agentes químicos. ➤ ASTM D 3363 Dureza de lápiz 3H.



TABLA 17 PROCESOS

Materiales

Aluminio 1100/1200

Plataforma, Estructura MIP, e innumerables piezas en Asiento, Pedales, Table copick

- Proceso de reciclaje, efectivo.
- Increíbles propiedades maleables y muy resistente a la corrosión
- No es ferromagnético y tampoco genera chispas
- Peso Específico de 2.7(gr/cm³) con respecto al acero 7.85
- Se mecaniza fácilmente

Acrílico

- la resistencia al impacto
- tasa de transmisión de luz es de 92%.
- La tasa de haze (distorsión óptica favorable para la visión del escenario virtual o pantallas) es de un promedio de 1%.
- Resistencia Química
- filtrar la radiación ultravioleta
- Estabilidad Dimensional
- Se mecaniza fácilmente

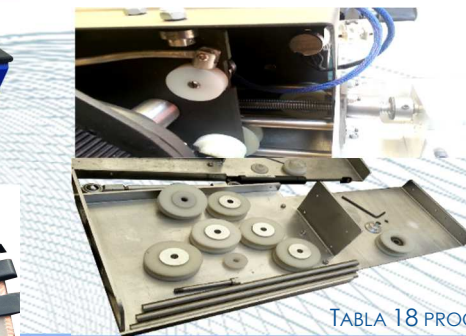
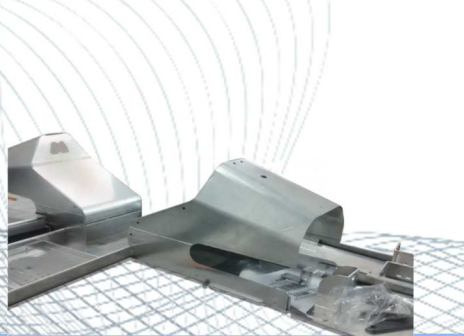
Fibra de vidrio

Fuselaje de la cabina y paredes internas, paneles laterales, base laterales de los side sticks y ciertas piezas de los asientos.

- Resistencia a la intemperie y los rayos UV
- Resistencia Química
- Densidad 2.58-2.47 (g/cm³)
- Dieléctrico
- Excelente aislante térmico
- Proceso de reciclaje a residuos en VCAS (silicato-aluminio de calcio vitrificado)
- Esfuerzo de Compresión 1080 (MPa)
- Esfuerzo a la ruptura (MPa)⁶ 3445 eficiente para el montaje

Nylamid M,SL

- Estabilidad Dimensional
- Meabilidad de piezas por revolución o desvaste
- Resistencia al Desgaste
- Resistencia Mecánica Resistencia Química
- Rigidez
- Resistencia térmica- 93° C





3.8 *RENDERS*



• Descripción formal:

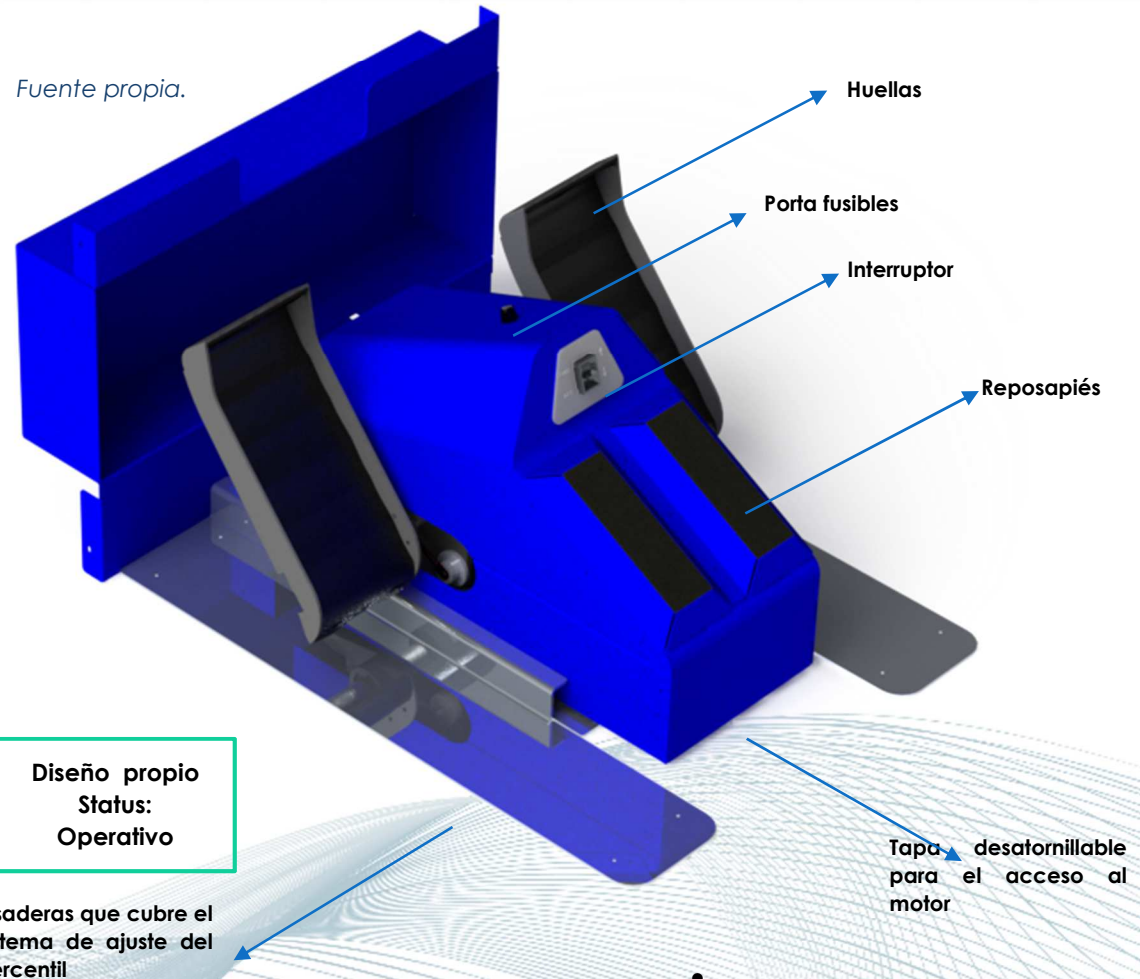
Sistema de Pedales de Timón (sincronizado CAP & FO)

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Propuesta aprobada por el personal de SFT, en donde se aterriza la propuesta final y las dimensiones de manera general del producto: Pedales de Timón

- Carcasa: Estructura fabricada en lámina de aluminio calibre 20 (.91mm), con acabado en pintura electroestática color azul zafiro; ensamblado con tornillos de \varnothing 3.175mm CN pavonado.
- Base de mecanismo: Estructura fabricada en aluminio con placa de calibre 12 (2.66mm), con acabado natural
- superficie antideslizante a partir de Tachón rallado de PVC, con protector anti-hongos y rayos UV, dándole gran durabilidad.
- huella y brazo de rudders pedals fabricado en fundición de aluminio (en base a pieza original de A320), rotulada con siglas de SFT.
- Pisaderas de acero inoxidable calibre 10 (3.40mm).
- Carátula del interruptor de ajuste, fabricada en estireno a través de la técnica de LASERMAX.

Fuente propia.



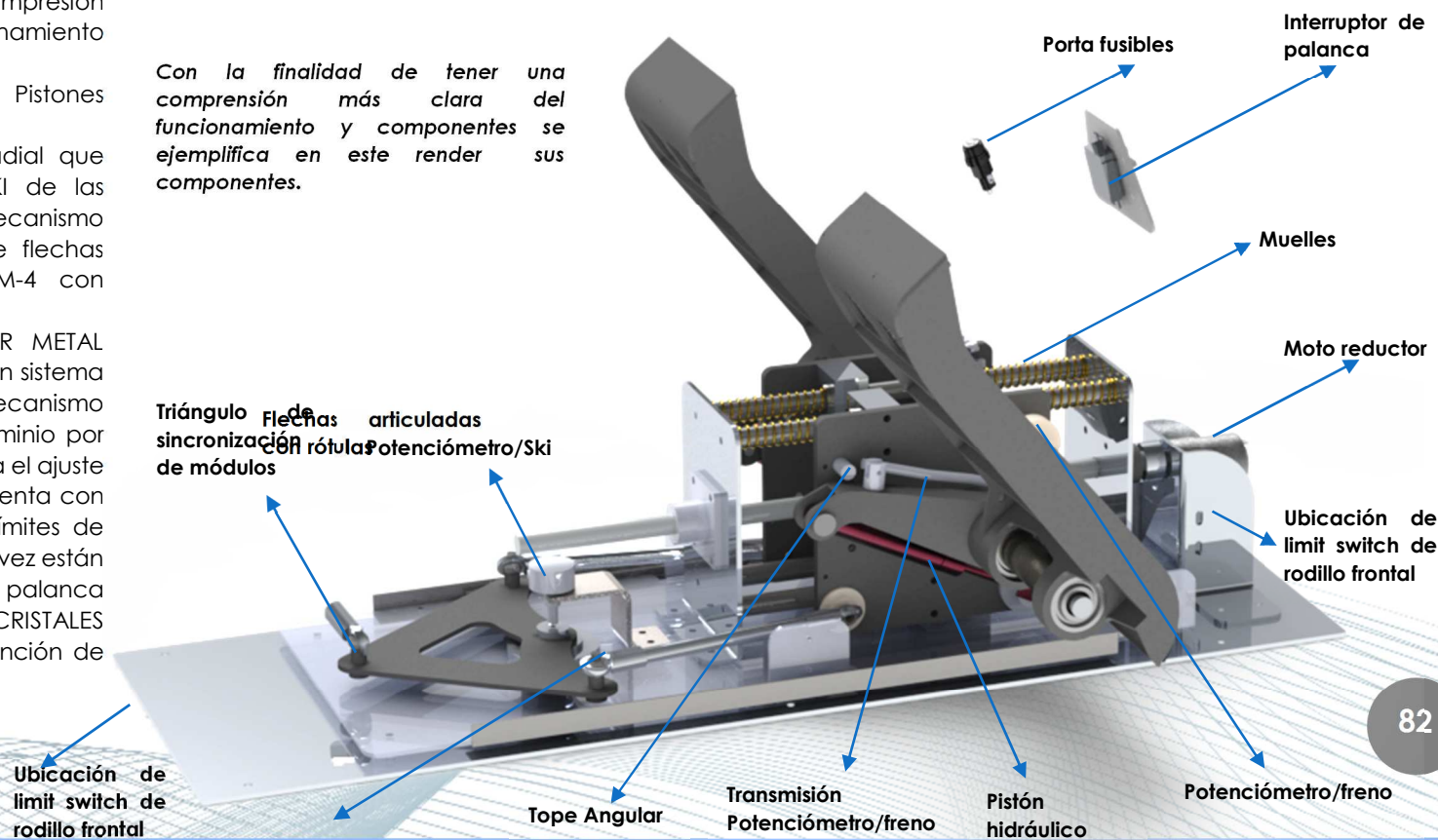
• Mecanismo

Sistema de Pedales de Timón (sincronizado CAP & FO)

- Tapa posterior al MIP para restringir la manipulación del sistema en general del rudders pedals
- Mecanismo de SKI basado en rodamientos Rodamiento lineal 12x19x28 (JBL, LMB8UU)
- sistema de doble resortes de compresión como sistema de muelles de posicionamiento neutral
- sistema de frenado a partir de Pistones hidráulicos de 100 N
- Cuenta con un Potenciómetro radial que registra el desplazamiento de SKI de las huellas que es transmitido a un mecanismo triangulado recíproco a través de flechas articuladas con rótulas ABC CM-4 con cabeza articulada
- Cuenta con un MOTORREDUCTOR METAL (37DX57L MM) que forma parte de un sistema de arrastre de la placa Base de mecanismo pasa a través de un canal de aluminio por medio de rodamientos de bola para el ajuste del usuario; este motor reductor cuenta con LIMIT SWITCH DE RODILLO en los límites de alcance mínimo y máximo que a la vez están interconectados a un interruptor de palanca (INTERRUPTOR ELEVADOR DE CRISTALES CHEVROLET GM) que cumple la función de controlador del sistema de ajuste.

Fuente propia.

Con la finalidad de tener una comprensión más clara del funcionamiento y componentes se ejemplifica en este render sus componentes.





3.9 PRESENTACIÓN COMERCIAL



PEDALES



1.- CAP & FO Rudder Pedals System (sincronizado)

Descripción	Status
Réplica similar al sistema de pedal ajustable sincronizado de la aeronave. Operativo sobre: A) Control de timón (Yaw) B) Control de rueda nasal C) Frenos independientes izquierdo y derecho D) Sistema eléctrico ajustable al alcance para la manipulación del controlador, según percentil.	Operativo
Diseño propio, fabricado en aluminio, cubierto con pintura electrostática, color azul; Operado eléctricamente	Diseño propio desarrollo

• Prototipo

CONTEXTO DE USO

INSTITUCIONES EDUCATIVAS DE AVIACIÓN para el proceso de estudio de Piloto Comercial

HALCONES

ACADEMIA ANTIOQUEÑA DE AVIACIÓN

Ilustración 1 Mapa representativo de venta de equipos de simuladores de SF, Edición propia



- **ESTUDIANTE DE PILOTAJE y DOCENTE**

Con el compromiso y la responsabilidad de formar y preparar para asumir la responsabilidad de pilotar; durante su formación profesional en el sector aeronáutico.

USUARIO:



Ilustración 2 fotografía Propia, tomada en la Feria Aero Espacial de México 2017 (FAMEX), maniobra de vuelo por Edgar M. piloto de INTERYET

- **SIMULADOR DE VUELO ATS-320**

• **PRODUCTO FINAL**

Escenario educativo; que apoyen el proceso de estudio y adiestramiento de los estudiantes para Obtención de una Licencia de Piloto Comercial a través de aditamentos y controles que recrean el puesto de trabajo del piloto de la serie de A320 (Airbus). El entrenador estático; permite la maniobra de vuelo a través de escenarios virtuales con el perfil aerodinámico real de un aeronave A320.



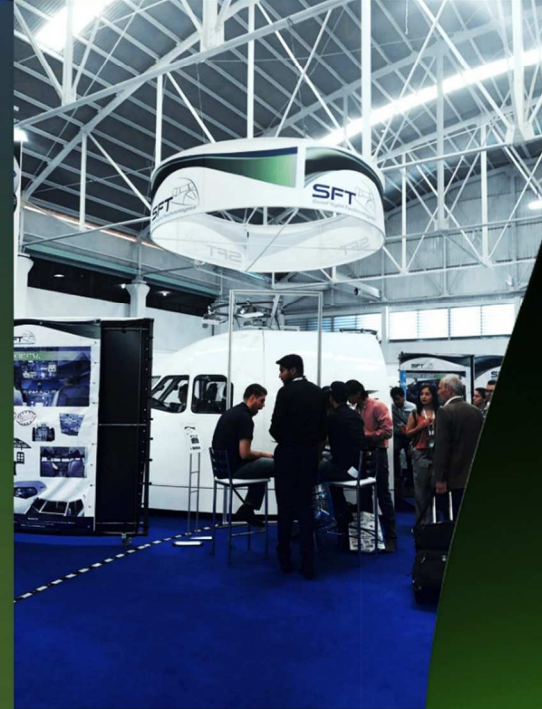
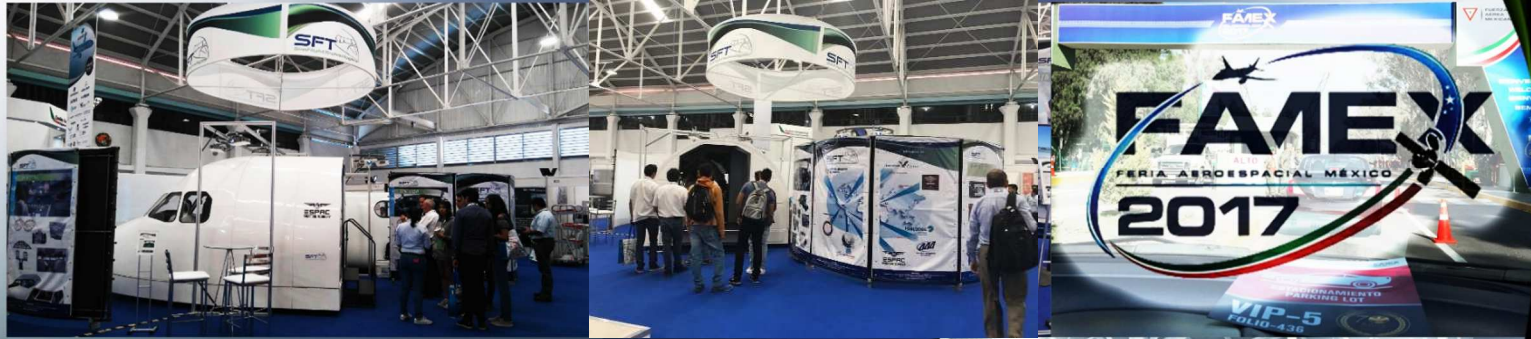


Ilustración 4 Fotografías ilustrativas de los días de Exposición, certificado de participación (FAMEX)



CONCLUSIÓN

La empresa SFT con conciencia de la opinión de sus consumidores conoce de la necesidad de un nuevo modelo de simulador de vuelo tipo AB320. SFT pretende solventar las restricciones y problemáticas existentes, (ambientales, transporte, ruido entre otros problemas asociados a la producción, exportación, instalación y uso de un simulador con certificación ATDD y FTD Level 5, se pretende mejorar en lo que se pudiese con respecto a la competencia), para hacerlo más seguro y cómodo, considerándolo en costos razonables para sus consumidores.

Los simuladores se construyen para poder salir airosos de situaciones complicadas, tanto desde el punto de vista de maniobras propias del vuelo, como ante efectos adversos de desgaste, mantenimiento y peripecia de los pilotos.

Durante la fase de diseño, la condicionante con el que se trabaja es la similitud funcional y formal. De ahí, que el compromiso de garantizar que la probabilidad de fallo, tenga los menos efectos negativos para el simulador; de ese modo, prácticamente se garantiza que una situación de ese tipo no debería aparecer con incidencia en la vida operativa de un modelo ó que la atemporalidad se pueda prevenir y reparar de manera factible.



Los pilares sobre los que se asienta la fiabilidad de un simulador de avión en SFT:

- La efectividad de los sistemas de aviso y de detección de anomalías, así como el remplazo de la parte dañada (software).
- El establecimiento de intervalos de mantenimiento programado, que garantice la detección a tiempo de cualquier problema (software, electrónica, diseño mecánico).
- La mejora continua durante el tiempo que dure la fabricación de cada modelo del simulador.
- Reducción de peso debido a la asociación de costo en material y transporte (por importación y exportación).

Gracias a esta forma sistemática de trabajo los simuladores son fiables. De ahí, la evolución meteórica experimentada por la industria.

Como experiencia personal es re confortable ver culminado el proyecto cumpliendo con el objetivo funcional de un sistema de entrenamiento para los centros de adiestramiento, la satisfacción que se percibe en los pilotos con experiencia en vuelo de un A320 de Airbus enmarcando un comenario positivo como un FSTD de gran nivel, es pensar en la trascendencia hacia la población aeronáutica y la importancia en su formación.



Fuentes de información

© Airbus S.A.S.2016. (s.f.). *Airbus*. Recuperado el 30 de Junio de 2016, de <http://www.airbus.com/aircraftfamilies/passengeraircraft/a320family/>

Academia Antioqueña de Aviación. (2015). (Webcreativa, Editor) Recuperado el 30 de Junio de 2016, de <http://www.aviacion.edu.co/>

AIRBUS. (1998). *A319/A320/A321 Flightdeck and systems briefing for pilots*. Recuperado el 03 de junio de 2017, de http://www.smartcockpit.com/docs/A320_Flight_Deck_and_Systems_Briefing_For_Pilots.pdf

Clément, S. (2009). *documentslide.com*. Recuperado el 18 de diciembre de 2016, de <http://documentslide.com/documents/simulator-international-working-group-results-and-adoption-status-stephane.html>

Escuela de Aviación Los Halcones Sitio. (2015). *INICIO, PERFIL CORPORATIVO*. (E. MIRAPALTECHO, Editor) Recuperado el 20 de junio de 2016, de <http://www.loshalcones.edu.co/>

Europea, D. O. (Ed.). (3 de Marzo de 2011). Obtenido de <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:311:0001:0193:ES:PDF>

FAA. (8 de Enero de 2005). *Flights Imaviation Zone*. Obtenido de http://www.flightsimaviation.com/data/FARS/part_25.html



GPO (The U.S. Government Publishing Office (GPO)). (julio de 2017). *U.S. Government Publishing Office*. Obtenido de <https://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-idx?SID=33279861447bf603e3ecea8e6c9520ea&mc=true&node=pt14.2.60&rgn=div5>

Maria Merino, J. P. (2013-2015). Definición de piloto. Recuperado el 22 de junio de 2016, de <http://definicion.de/PILOTO/#IXZZ4GTJHFFZL>

Sebastián, G. G. (2009). Diseño preliminar de la configuración de cabina para la aeronave de entrenamiento primario phaeton PT-01. *Ciencia y Poder Aéreo*, Vol.4Núm. 1.

SFT, J. L. (16 de Mayo de 2016). RECOPIACIÓN DE DATOS EN EL DISEÑO. (L. I. Contreras, Entrevistador)

SimFlight Technologies de México, S. d. (julio de 2015). *HOME*. Recuperado el 19 de Agosto de 2016, de <http://www.sftmexico.com/>

Steve Moore, A. S. (Febrero de 2015). *DPE Meeting Training Device Types, Use and Credit*. - FAA. Obtenido de https://www.faa.gov/about/office_org/field_offices/fsdo/orl/local_more/media/dpe/Training%20Devices.pdf

Thorne, R. (s.f.). *eHow en Español*. Recuperado el 22 de Junio de 2016, de De

scripción del trabajo de un capitán de avión:
http://www.ehowenespanol.com/descripcion-del-capitan-avion-sobre_423715/



SFT 
SimFlightTechnologies









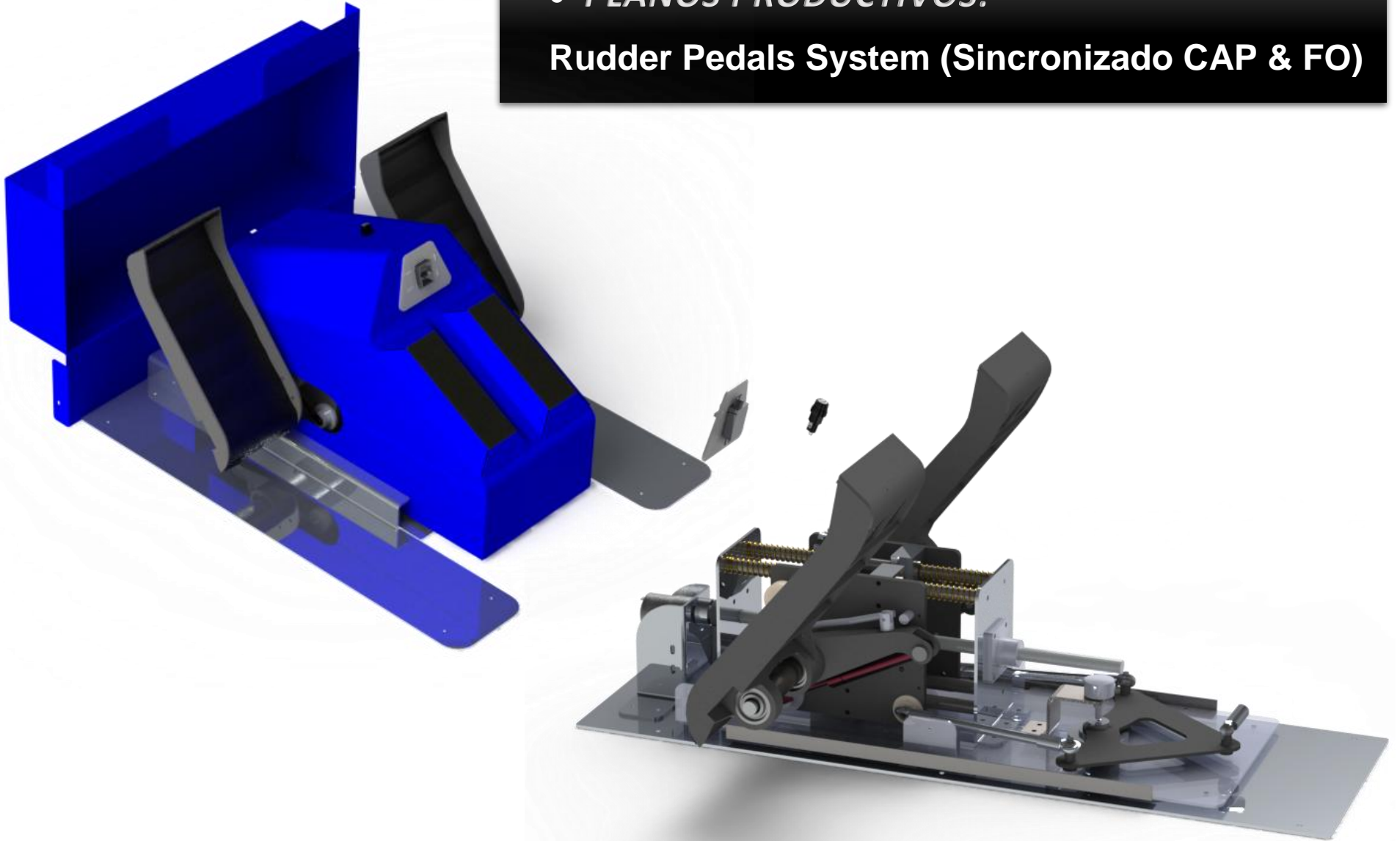
ANEXOS

DESARROLLO DE CONTROLES Y ADITAMENTOS DE UN ATS-A320

➤	RUDDER PEDALS:	
	PLANOS.....	97
	COSTOS.....	146
➤	2.a.3 – RUDDER PEDAL POSITION VS FORCE (Recuperado de LEVEL 5 TETS pag.32-38, de SFT)	153
➤	PRESENTACIÓN COMERCIAL.....	164
➤	REPOSACABEZAS-BRAZO CHICO- FIBRA DE VIDRIO.....	165
➤	PANEL DE FUSIBLES.....	166
➤	JUMP SEAT.....	167
➤	VÁSTAGO DEL TIMÓN /TILLE.....	168
➤	MESA DESLIZANTE Y REPOSAPIÉS.....	169
➤	ESTRUCTURA.....	170
➤	MATERIALES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	171
➤	PROVEDORES.....	175

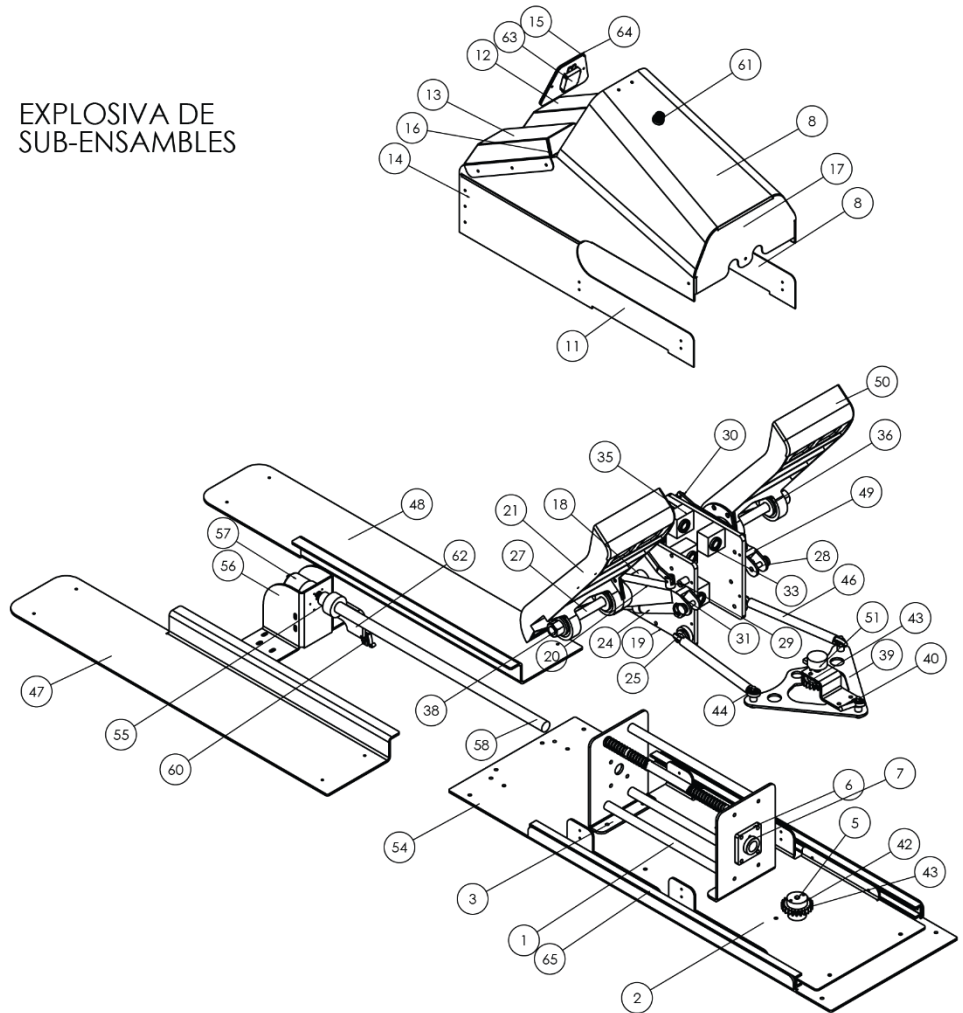


- *PLANOS PRODUCTIVOS:*
Rudder Pedals System (Sincronizado CAP & FO)





EXPLOSIVA DE SUB-ENSAMBLES



Nº DE ILUMINADO	Nº DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ACABADO	CANTIDAD	
1	AB320-RDR-0002	MACIZO REDONDO 1/2"	INOX AISI 302XX	SN	4	
2	AB320-RDR-022	BASE DE MONTAJE	ALUMINIO CAL.18	PA	1	
3	AB320-RDR-021	AB320-RDR-1015/007 PANELES DE BIEL	ALUMINIO	SN	2	
4	LesSpring-C063H135316	RESORTE DE TRAMPEO INTERIOR-12.7X8MMX12.7 ESPESOR ALBUE. 1MM	SAE 92XX	SN	2-4	
5	AB320-RDR-1548	BASE DE TRIANGULO	ACERO SAE 20XX	PA	1	
6	ACC-001-RDR-003	PLACA BUEIE DE ROSCA DE DESPLAZAMIENTO	ACERO SAE20XX	PA	4	
7	AB320-RDR-130	CUBRIDA LATON	LATON BUEIE	ALUMINIO 300	SN	4
8	AB320-RDR-010	CHAPA METALICA CAJA BASE IZQUIERDA	ALUMINIO CAL.18	PA	1	
9	AB320-RDR-006	CHAPA METALICA DE CAJA FRONTAL SUPERIOR	ALUMINIO CAL.16	PA	1	
8	AB320-RDR-005	CHAPA METALICA DE CAJA SUPERIOR	ALUMINIO CAL.18	PA	1	
11	AB320-RDR-009	CHAPA METALICA CAJA BASE DERECHA	ALUMINIO CAL.18	PA	1	
12	AB320-RDR-014	REPOSAPÉS CHAPA IZQUIERDO	ALUMINIO CAL.18	PA	1	
13	AB320-RDR-013	REPOSAPÉS CHAPA DERECHO	ALUMINIO CAL.18	PA	1	
14	AB320-RDR-008	TAPA DE ACCESO AL MOTOR	ALUMINIO CAL.18	PA	1	
15	AB320-RDR-024	BASE DE SWITCH DE DESPLAZAMIENTO	ALUMINIO CAL.16	PA	1	
16	AB320-RDR-007	CHAPA METALICA DE CAJA FRONTAL MEDIA	ALUMINIO CAL.18	PA	1	
17	AB320-RDR-011	TAPA POSTERIOR	ALUMINIO CAL.16	PA	2	
18	AB320-RDR-1528	MUELLO (MACIZO REDONDO) AB320-1015/2022-00	ALUMINIO 1"	SN	2	
19	AB320-RDR-018	PLACA CENTRAL PEDAL	ACERO SAE20XX	PA	2	
20	AB320-RDR-001	FUNDICIÓN DE BRAZOS PEDALES DERECHO	ALUMINIO	PA	1	
21	AB320-RDR-003	FUNDICIÓN DE HUELLAS PEDALES DERECHO	ALUMINIO	PA	1	
22	NY-001-RDR-003	POLEA CON VASTAGO DE TRANSMISIÓN NYLON 1" 1/4" SAE 1015/2022-00	NYLON 1" 1/4"	SN	2	
24	6	AMORTIGUADOR HIDRÁULICO SISAMEE	ACERO SAE20XX	PA	2	
25	NYLON 1" 1/4" POLEA CON TRANSMISIÓN	POLEA CON CAJA PARA AMORTIGUADOR	NYLON 1" 1/4"	SN	2	
26	NY-001-RDR-001	POLEA CON CAJA PARA AMORTIGUADOR	NYLON 1" 1/4"	SN	2	
27	ACN-E-RDR-001	ESPARRAGO DE 1/2" ESPARRAGO DE 12.7	ACERO SAE 92XX	SN	2	
28	8	EJE CONTROL DE GIRO "CONJUNTO 1/4" Ø 3/4" SAE 1015/2022-00	ALU 30XX SAE20XX	SN	2	
29	AB320-RDR-1001	MACIZO REDONDO 10#	INOX AISI 302XX	SN	4	
30	NY-001-RDR-003	POLEA CON VASTAGO DE TRANSMISIÓN	NYLON 1" 1/4"	SN	2	
31	AB320-RDR-13011	MACIZO REDONDO-POSTE FRENO	ALUMINIO 1/2"	SN	2	
32	AB320-RDR-13002	MACIZO REDONDO -BARRA DE TRANSMISIÓN	ALUMINIO 1/2"	SN	2	
33	6	RODAMIENTO LINEAL 12 X 19 X 28 (B8)	INOX AISI 302XX	SN	6	
35	AB320-RDR-1015/2005-00	CHUMACERA / BALEROS LINEALES DE 1"	MACIZO CUADRADO 1.84"	SN	6	
36	NY-001-RDR-004	BUE NYLON BRAZO HUELLA	NYLON 1" 1/4"	SN	6	
37	NY-001-RDR-005	BUE NYLON/TOPPE	NYLON 1" 1/4"	SN	2	
38	HTW11 0.5000 1.0-N	FUERZA DE SEGURIDAD DE 1/2"	ACERO SAE20XX	SN	2	
39	AB320-RDR-010	AB320-1015/2028-00 TRIANGULO	ACERO SAE20XX	PA	1	
40	ACC-001-RDR-002	MACIZO REDONDO "ACERO AT CARBON 1/2" SAE 1015/2022-00	ACERO SAE20XX	PA	3	
41	AB320-RDR-019	BASE POTENCIOMETRO TRIANGULO	ALUMINIO 1/8"	SN	1	
42	PORTA ENGANE TRIANGULO	PORTA ENGANE TRIANGULO	ALUMINIO 1 1/4"	SN	2	
43	ENGANE TRIANGULO	ENGANE TRIANGULO	ACERO SAE20XX	SN	2	
45	ABC CM-4	ROFULAS 6 MM X 1" CON CABEZA ARTICULADA	ACERO SAE20XX	SN	5	
46	AB320-RDR-13008	MACIZO REDONDO-BARRA DE TRANSMISIÓN	ALUMINIO 3/8"	SN	2	
47	AB320-RDR-015	PLACA DERECHA A PISO	ALUMINIO DE 1/8"	PL	1	
48	AB320-RDR-014	PLACA IZQUIERDA A PISO	ALUMINIO DE 1/8"	PL	1	
49	AB320-RDR-002	FUNDICIÓN BRAZOS PEDALES IZQUIERDO	ALUMINIO	PA	1	
50	AB320-RDR-004	FUNDICIÓN DE HUELLAS PEDALES IZQUIERDO	ALUMINIO	PA	1	
51	AB320-RDR-1015/2028-00	POTENCIOMETROS 501	ACERO SAE20XX	SN	2	
54	AB320-RDR-025	BASE DE MONTAJE DIRECTO	ALUMINIO DE 1/8"	SN	1	
55	ACC-001-RDR-004	BUEIE DE ROSCA DE DESPLAZAMIENTO DE BUEIE MOTOR	ALUMINIO	SN	1	
56	AB320-RDR-023	BASE DE MOTOR	INOX AISI 302XX	SN	1	
57	1107	MOTORREDUCTOR METAL 270X571 MM	ACERO SAE 20XX	SN	1	
58	ACN-E-RDR-002	ESPARRAGO DE 5/16 IN	ACERO SAE 20XX	SN	1	
59	6	CUBREPOLVOS	ALUMINIO	ALUMINIO CAL. 18	PA	1
60	User Library-LIMIT SWITCH-1	LIMIT SWITCH SAE12VAC	ACERO SAE20XX	SN	1	
61	User Library-porta Ivetve1-1	10A 250V AC	ABS/ ACERO SAE20XX	SN	1	
62	AB320-RDR-024	BASE DE SWITCH DE DESPLAZAMIENTO	ALUMINIO 3/16"	SN	1	
63	INTERRUPTOR ABS4.3	INTERRUPTOR ELEVADOR DE CRISTALES	ABS	SN	1	
64	AB320-RDR-022	CAPA TULA LASER MAX	ESTIRENO	PA	1	
65	AB320-12-1" Ø 1.050 0.5000 0.1718 6-SAE 6	RODAMIENTO DE BRASOS 1/2" X 1" X 1/2" IN	INOX AISI 302XX	PA	4	
66	AB320-RDR-2181	CANAL DE 3.2X19X12.7	ALUMINIO PERLE	SN	2	

PROYECTO: **A4**
RUDER PEDALS ATS-A320
 PLANO: **1/62**

EXPLOSIVA DE SUBENSABLES

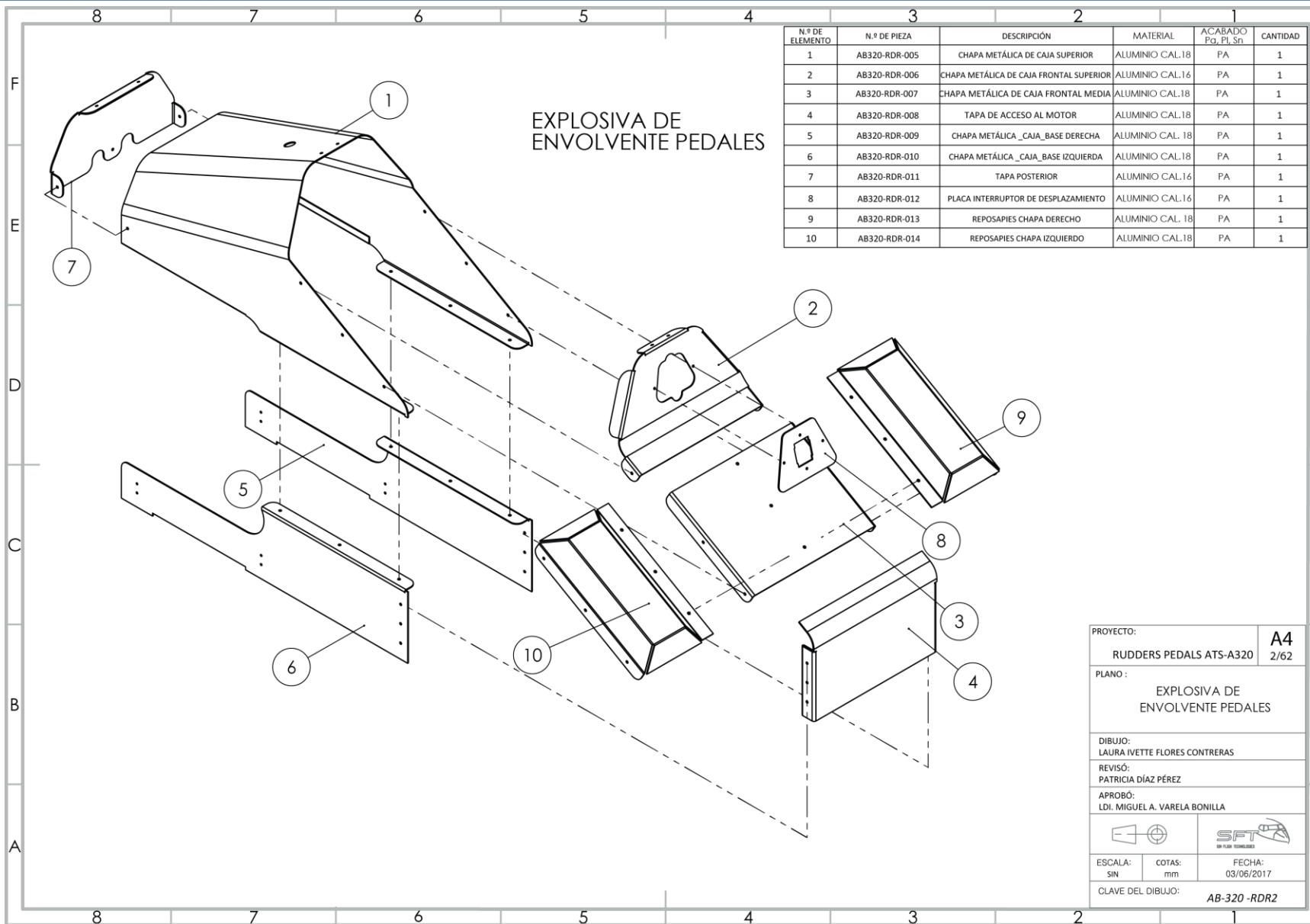
DIBUJÓ:
 LAURA IVETTE FLORES CONTRERAS

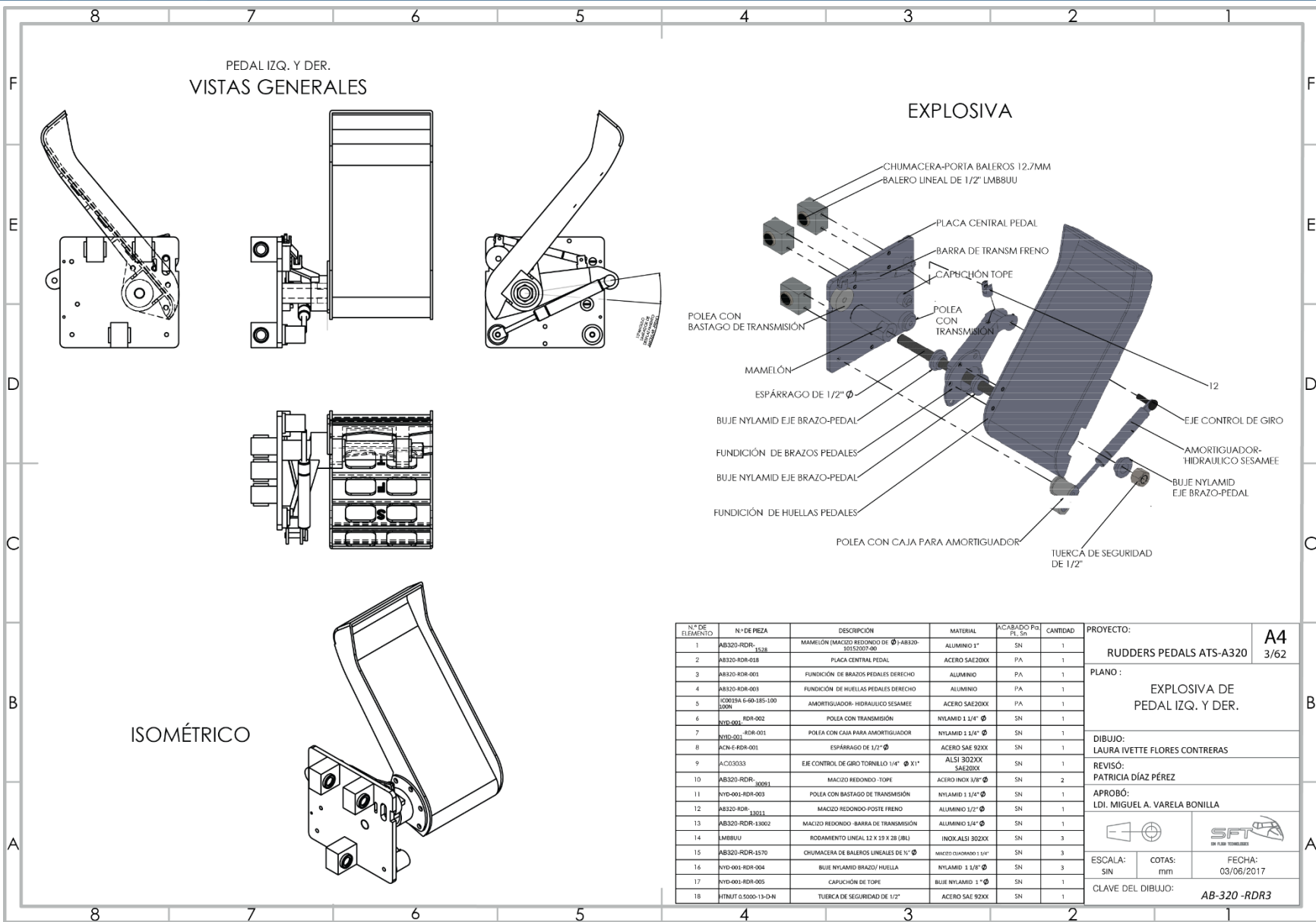
REVISÓ:
 PATRICIA DÍAZ PÉREZ

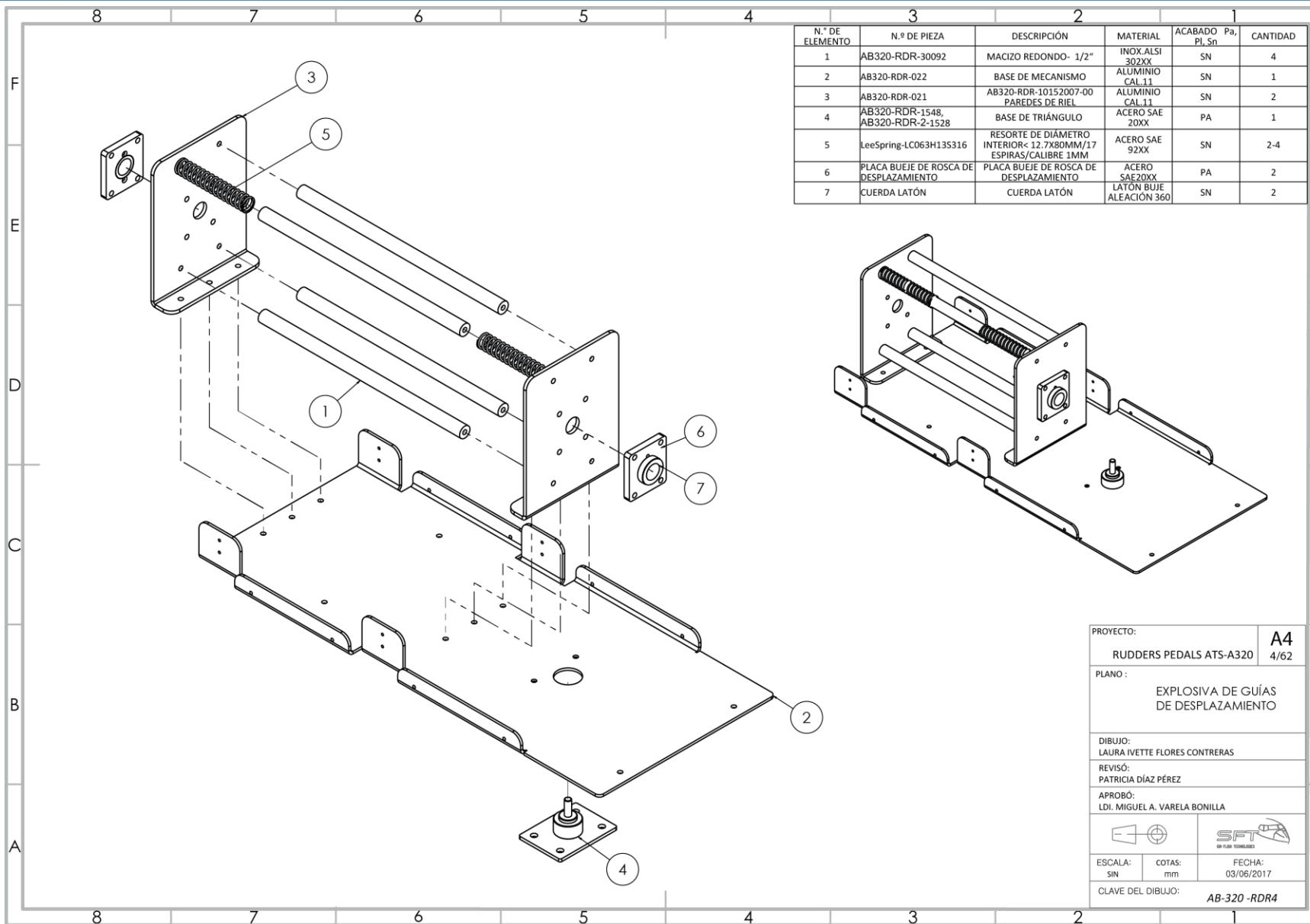
APROBÓ:
 LDI. MIGUEL A. VARELA BONILLA


ESCALA: SIN COTAS: mm FECHA: 03/06/2017

CLAVE DEL DIBUJO: **AB-320-RDR1**

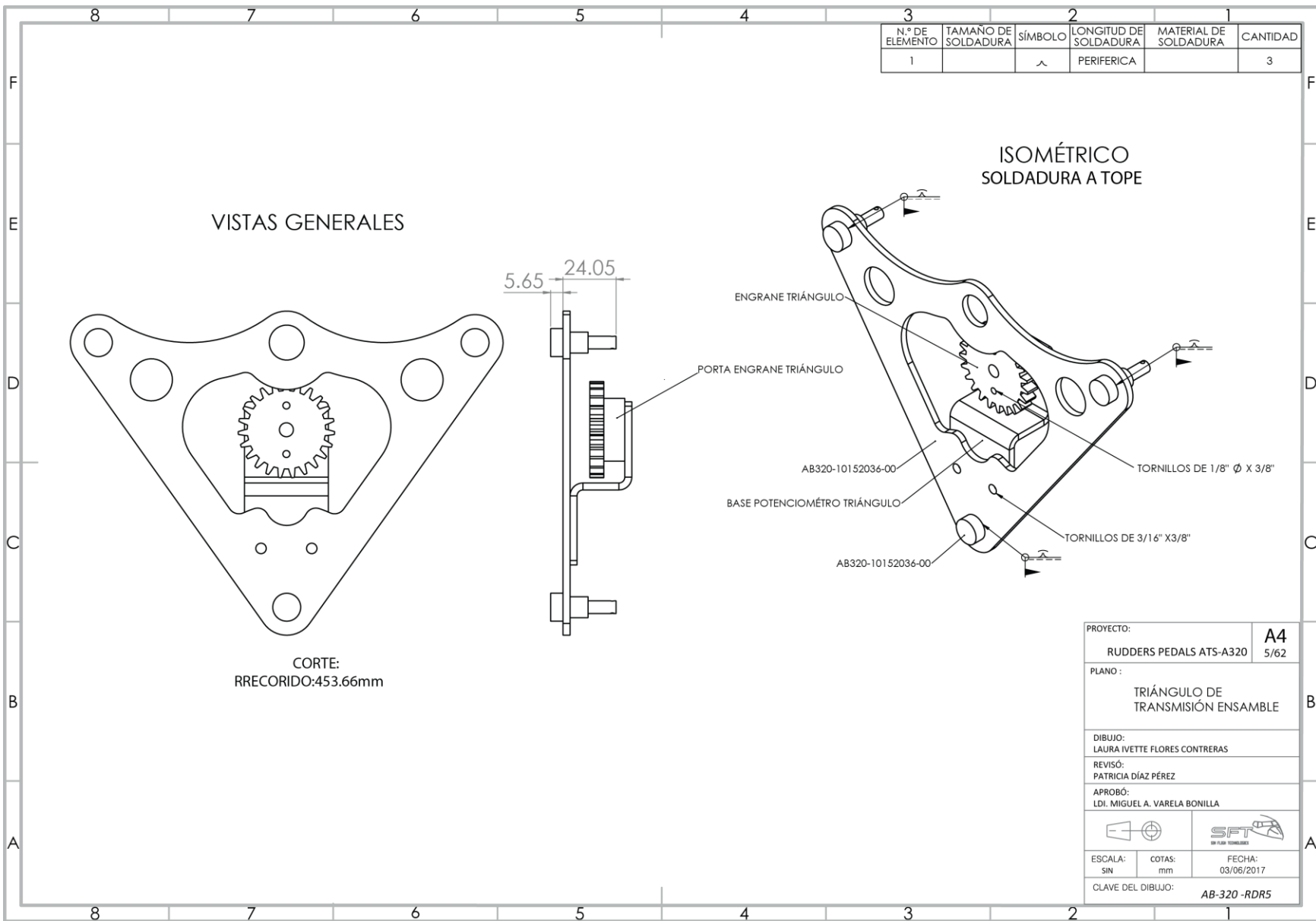






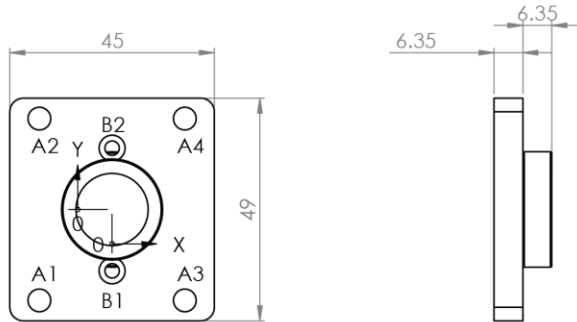
PROYECTO:	A4
RUDDERS PEDALS ATS-A320	4/62
PLANO :	EXPLOSIVA DE GUÍAS DE DESPLAZAMIENTO
DIBUJO:	LAURA IVETTE FLORES CONTRERAS
REVISÓ:	PATRICIA DÍAZ PÉREZ
APROBÓ:	LDI. MIGUEL A. VARELA BONILLA
	
ESCALA:	FECHA:
SIN	03/06/2017
CLAVE DEL DIBUJO: AB-320-RDR4	



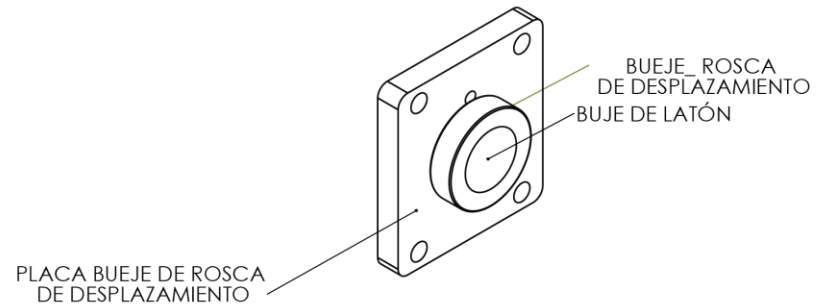




VISTAS GENERALES



ISOMÉTRICO

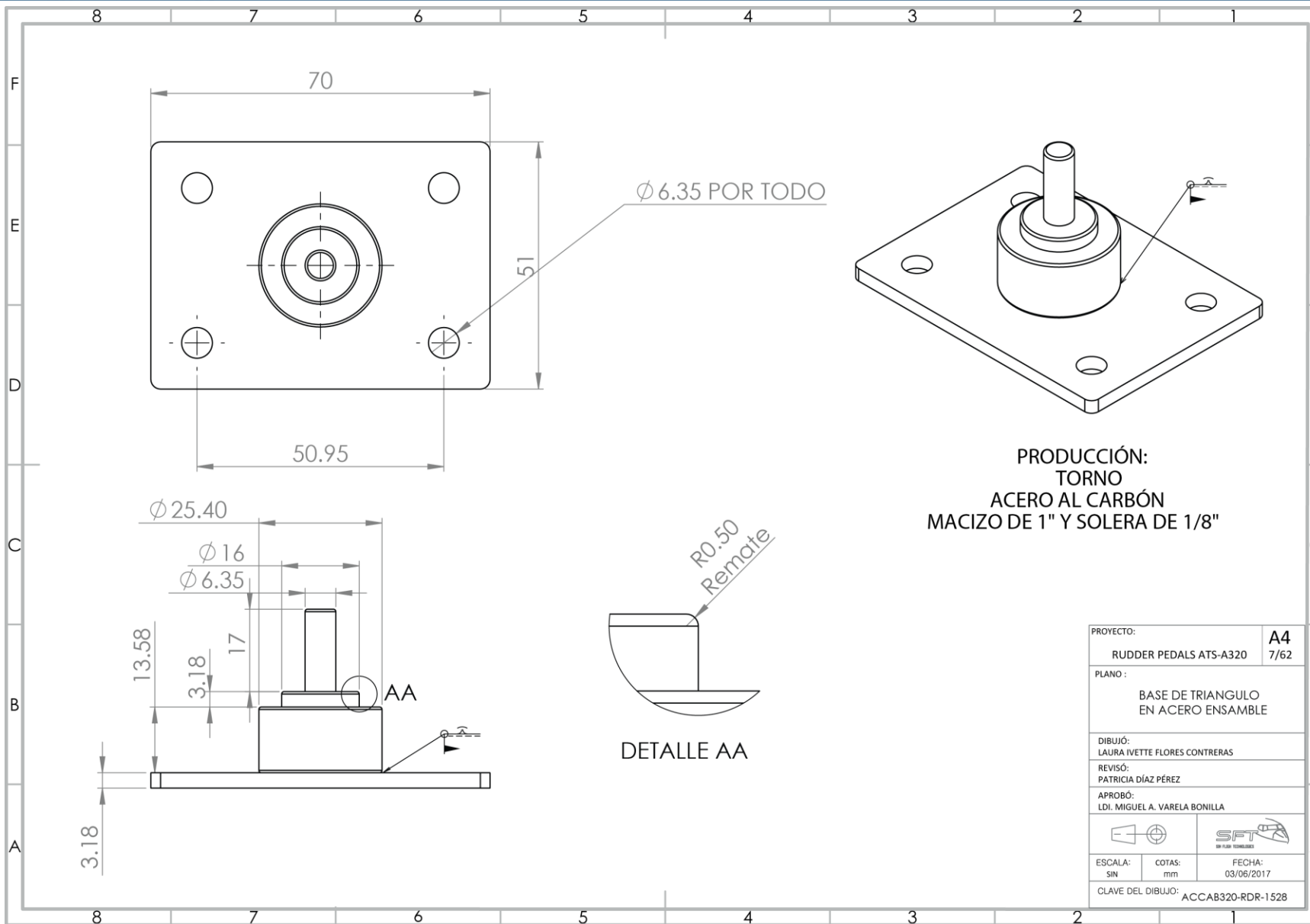


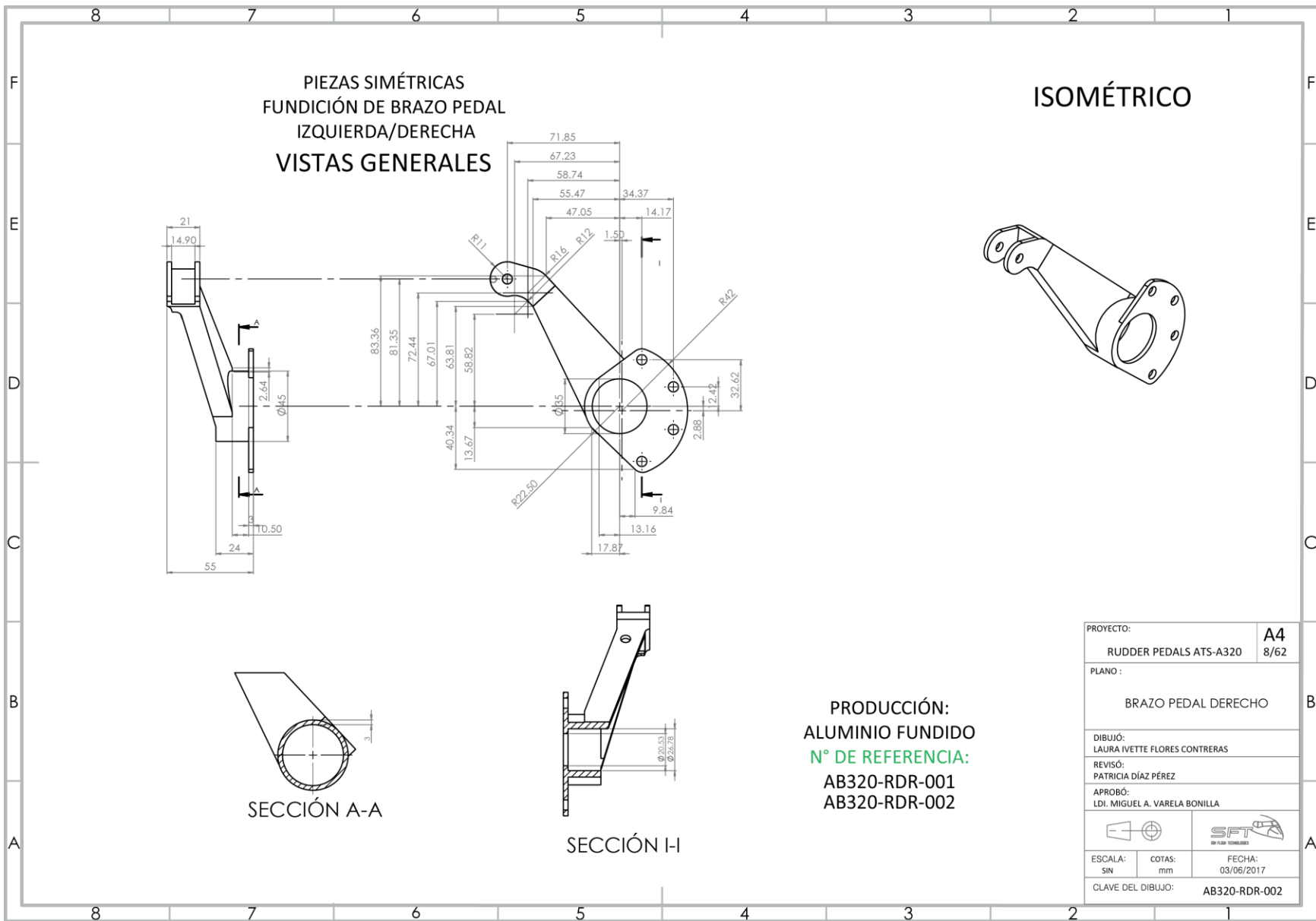
RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	-16	-20	Ø5 POR TODO
A2	-16	20	Ø5 POR TODO
A3	16	-20	Ø5 POR TODO
A4	16	20	Ø5 POR TODO
B1	0	-13.49	Ø 3.18 POR TODO ✓ Ø 5.72 X 82°
B2	0	13.49	Ø 3.18 POR TODO ✓ Ø 5.72 X 82°

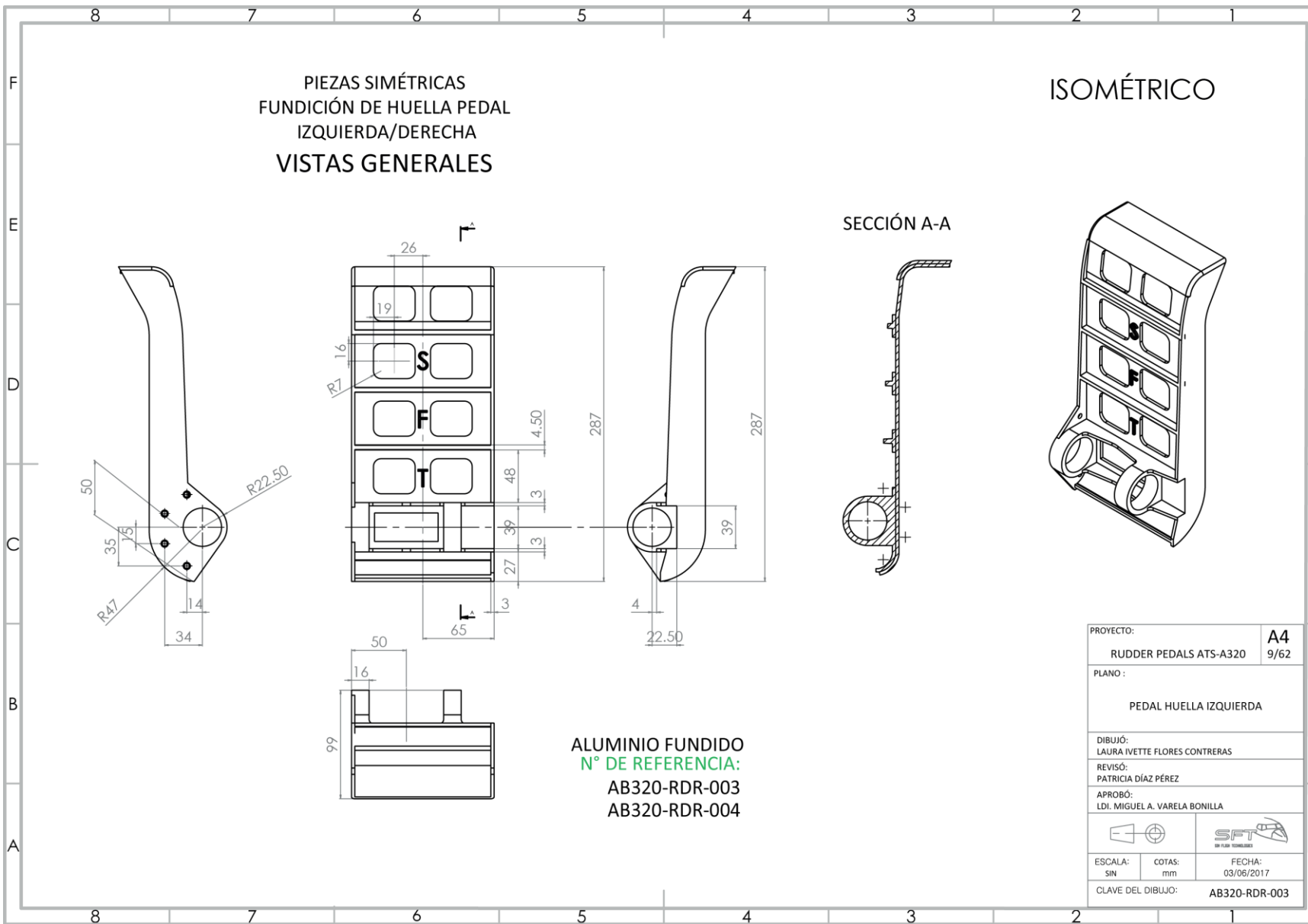
UNIÓN : AJUSTE Ú TORNILLO DE 1/8"X 5/32"

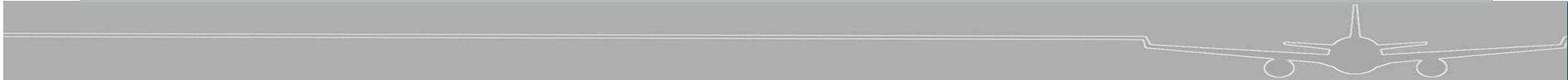
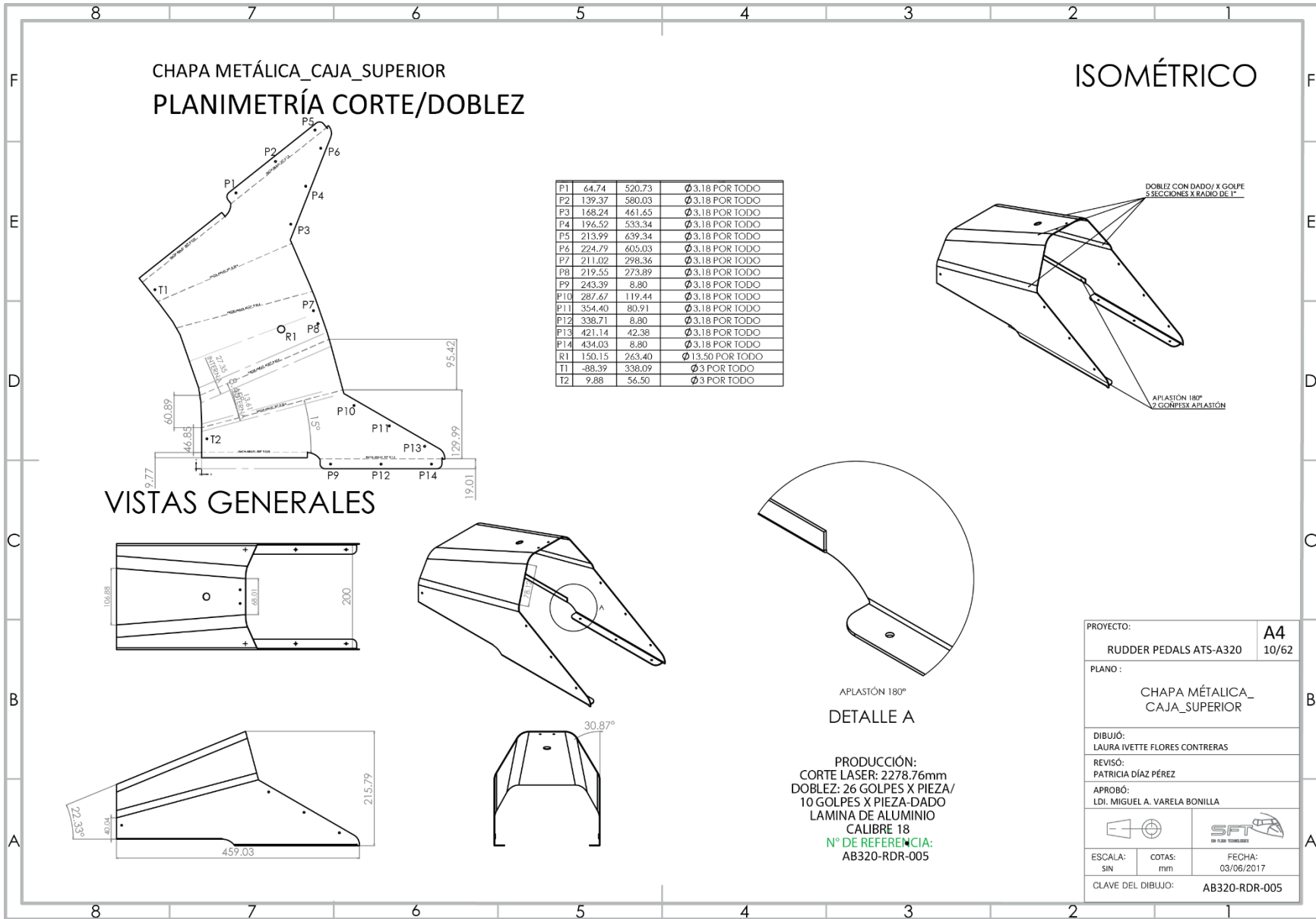
PROYECTO:		A4
RUDDERS PEDALS ATS-A320		6/62
PLANO :		
BUJE DE ROSCA DE DESPLAZAMIENTO ENSAMBLE		
DIBUJO:		
LAURA IVETTE FLORES CONTRERAS		
REVISÓ:		
PATRICIA DÍAZ PÉREZ		
APROBÓ:		
LDI. MIGUEL A. VARELA BONILLA		
ESCALA:	COTAS:	FECHA:
SIN	mm	03/06/2017
CLAVE DEL DIBUJO:		
AB-320 -RDR6		

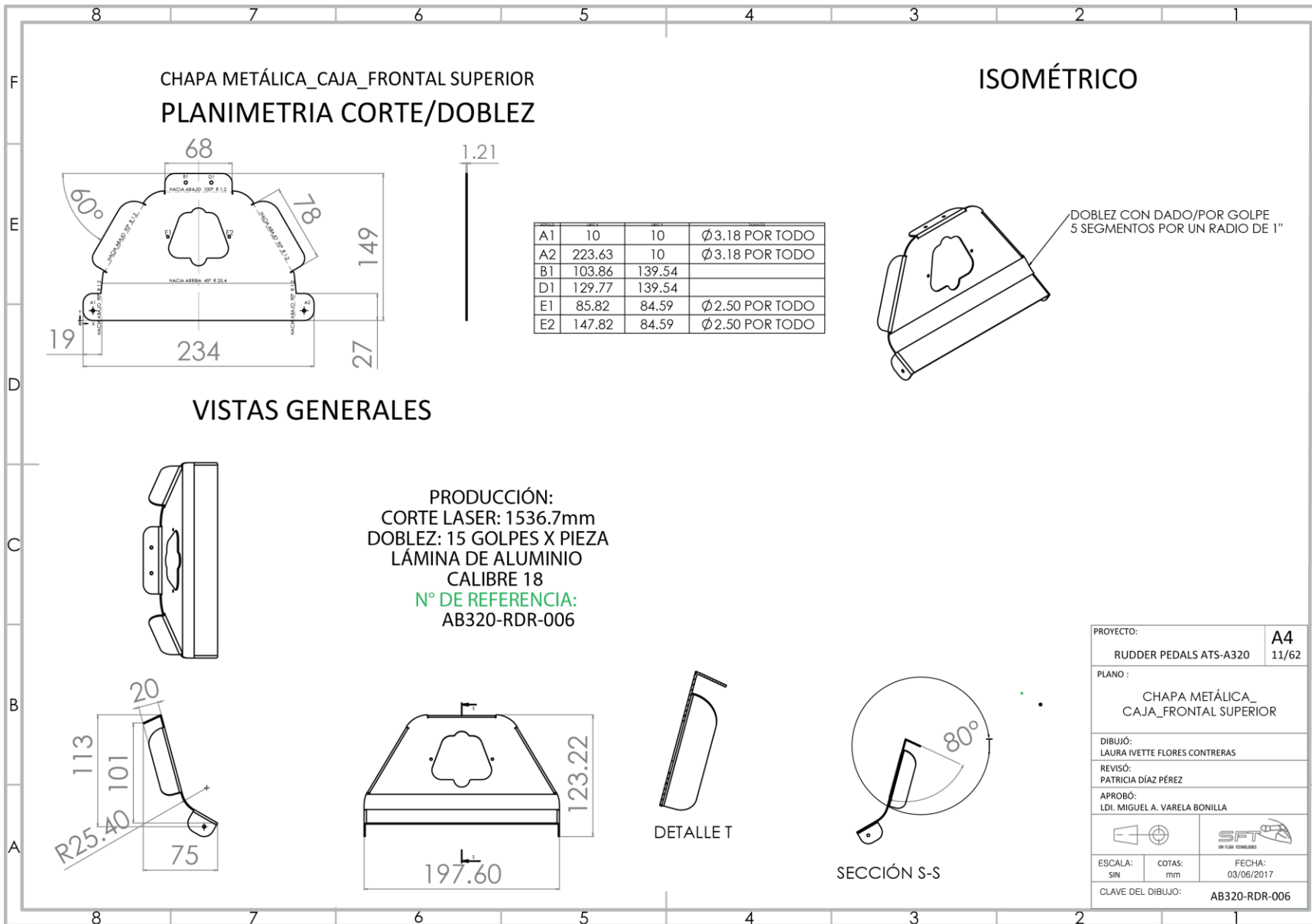


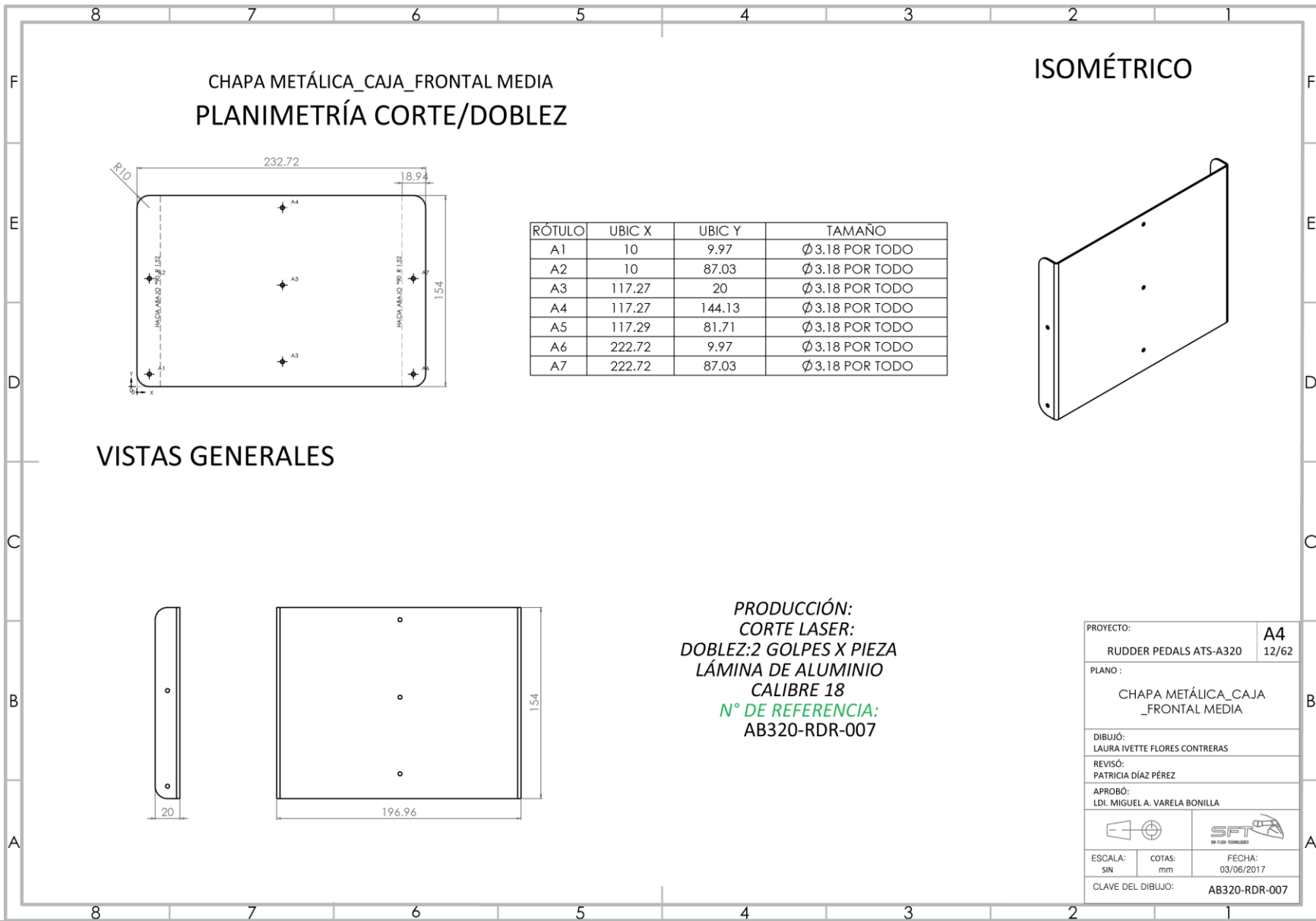






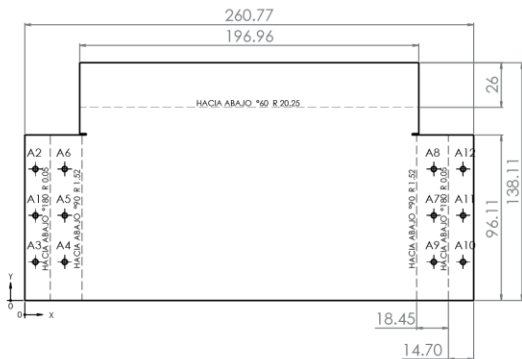






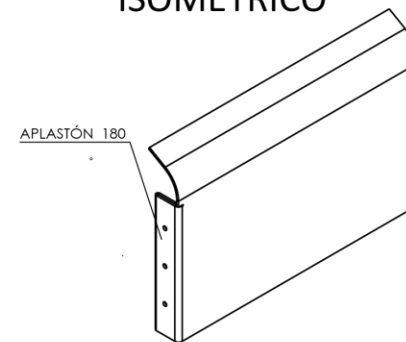


TAPA DE ACCESO AL MOTOR
PLANIMETRÍA CORTE/DOBLEZ

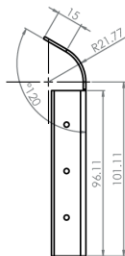


RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMANO
A1	6.20	49.37	Ø 2.95 POR TODO
A2	6.20	76.32	Ø 2.95 POR TODO
A3	6.20	22.39	Ø 2.95 POR TODO
A4	23.20	22.39	Ø 2.95 POR TODO
A5	23.21	49.37	Ø 2.95 POR TODO
A6	23.21	76.32	Ø 2.95 POR TODO
A7	237.56	49.37	Ø 2.95 POR TODO
A8	237.56	76.32	Ø 2.95 POR TODO
A9	237.57	22.39	Ø 2.95 POR TODO
A10	254.57	22.39	Ø 2.95 POR TODO
A11	254.58	49.37	Ø 2.95 POR TODO
A12	254.58	76.32	Ø 2.95 POR TODO

ISOMÉTRICO



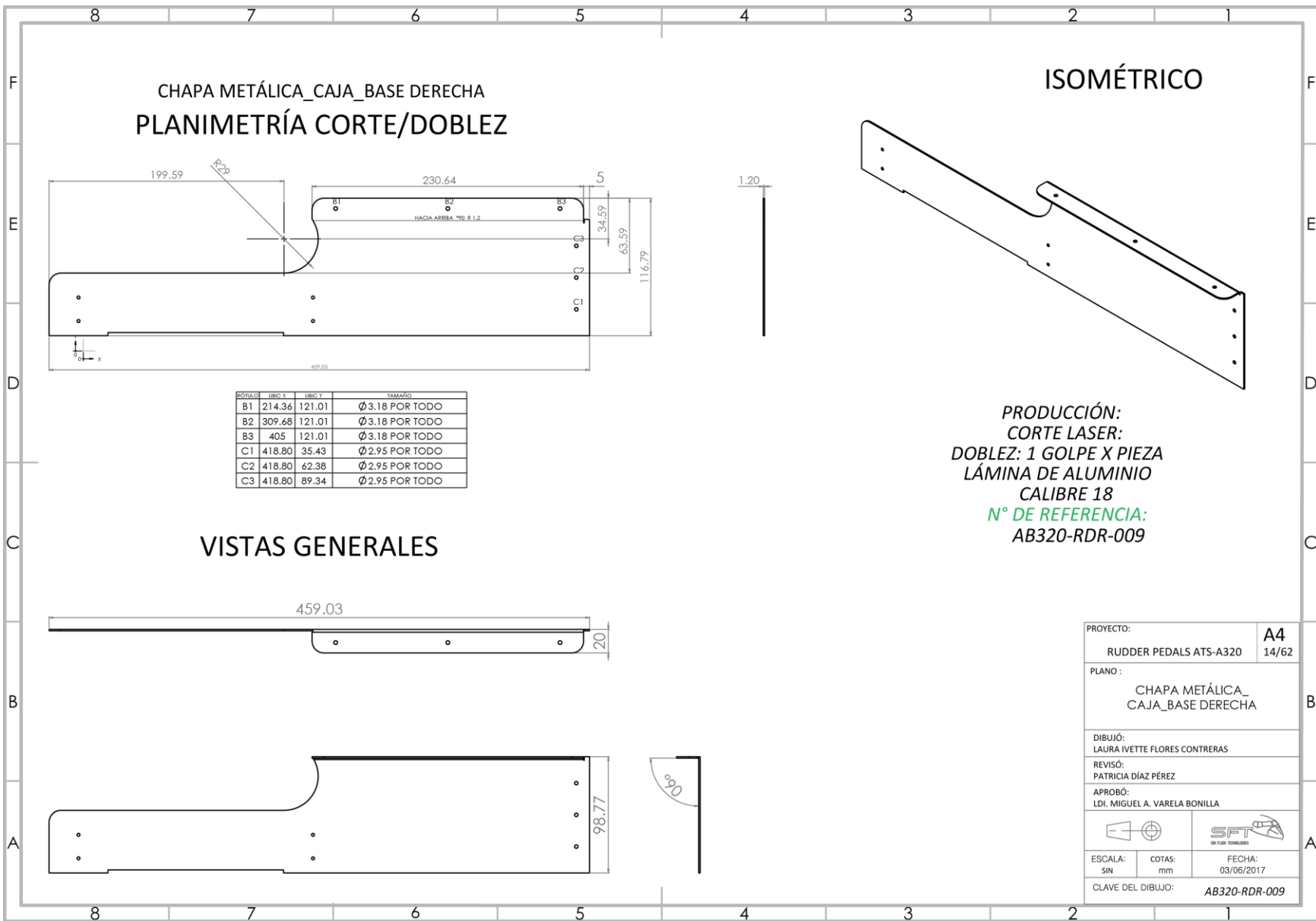
VISTAS GENERALES

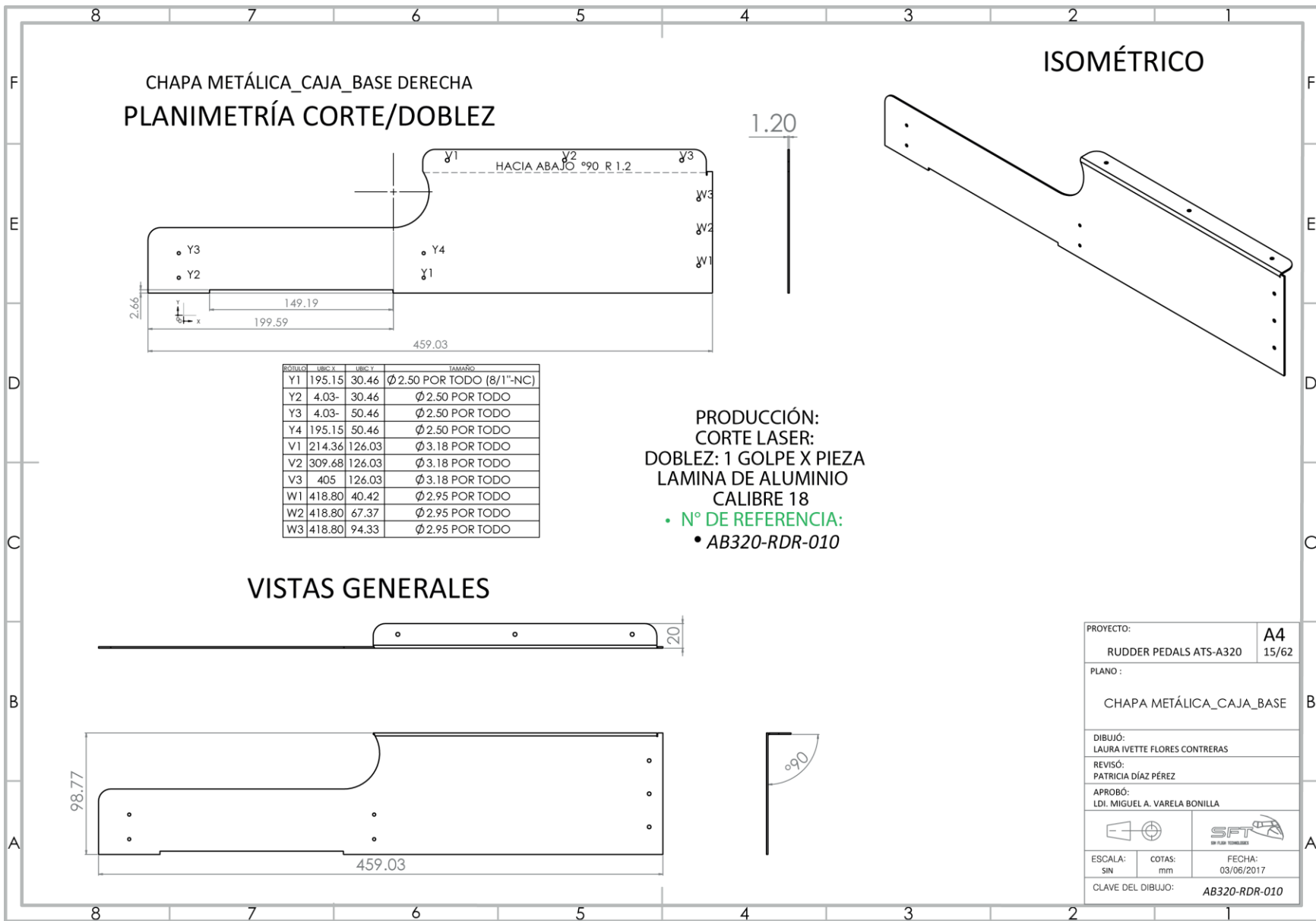


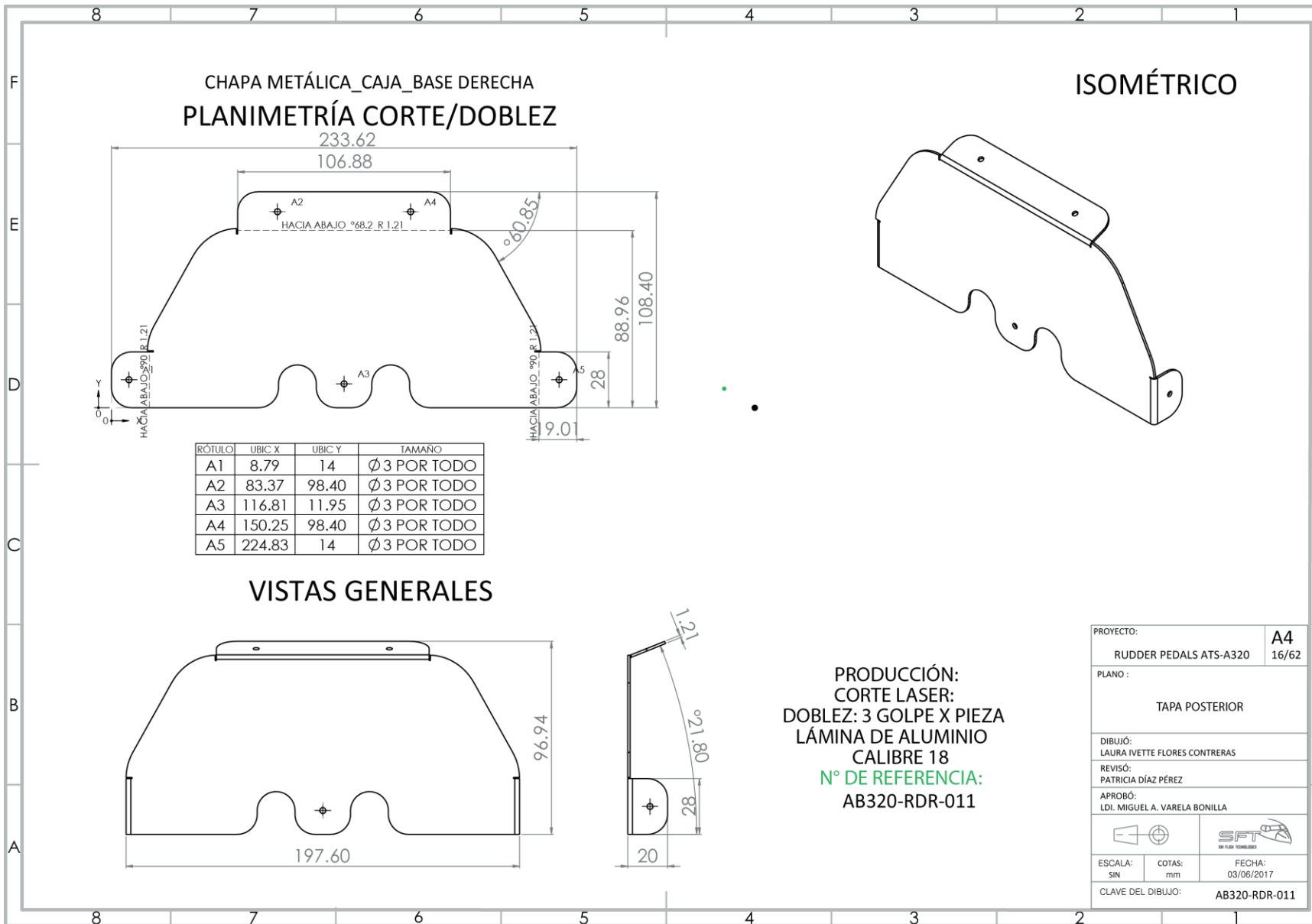
PRODUCCIÓN:
 CORTE LASER: 772.02mm
 DOBLEZ: 4 GOLPES X PIEZA
 LÁMINA DE ALUMINIO
 CALIBRE 18
 • N° DE REFERENCIA:
 AB320-RDR-008

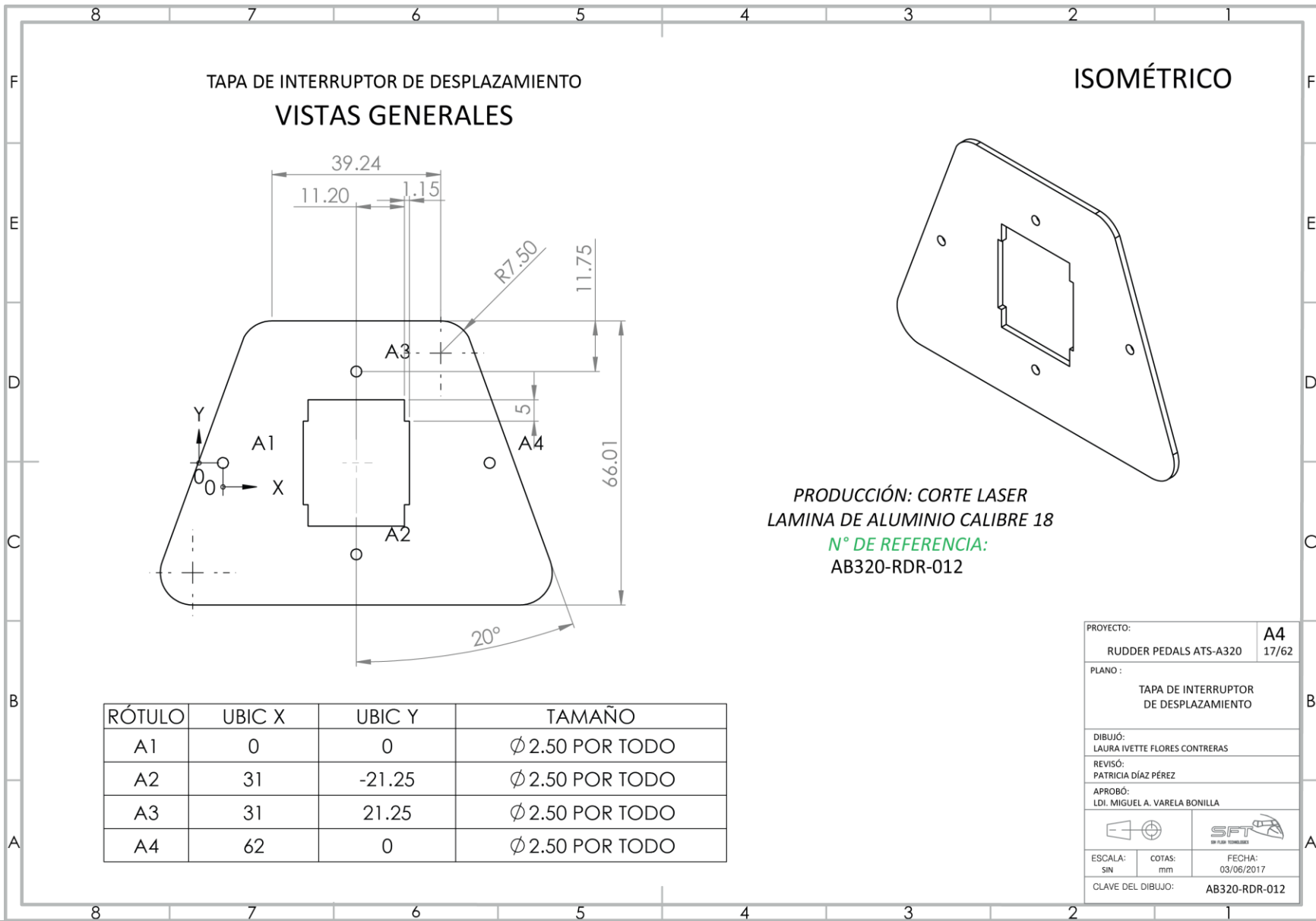
PROYECTO:	RUDDER PEDALS ATS-A320	A4 13/62
PLANO:	TAPA DE ACCESO AL MOTOR	
DIBUJÓ:	LAURA IVETTE FLORES CONTRERAS	
REVISÓ:	PATRICIA DÍAZ PÉREZ	
APROBÓ:	LDI. MIGUEL A. VARELA BONILLA	
ESCALA:	SIN	COTAS: mm
FECHA:	03/06/2017	
CLAVE DEL DIBUJO:	AB320-RDR-008	

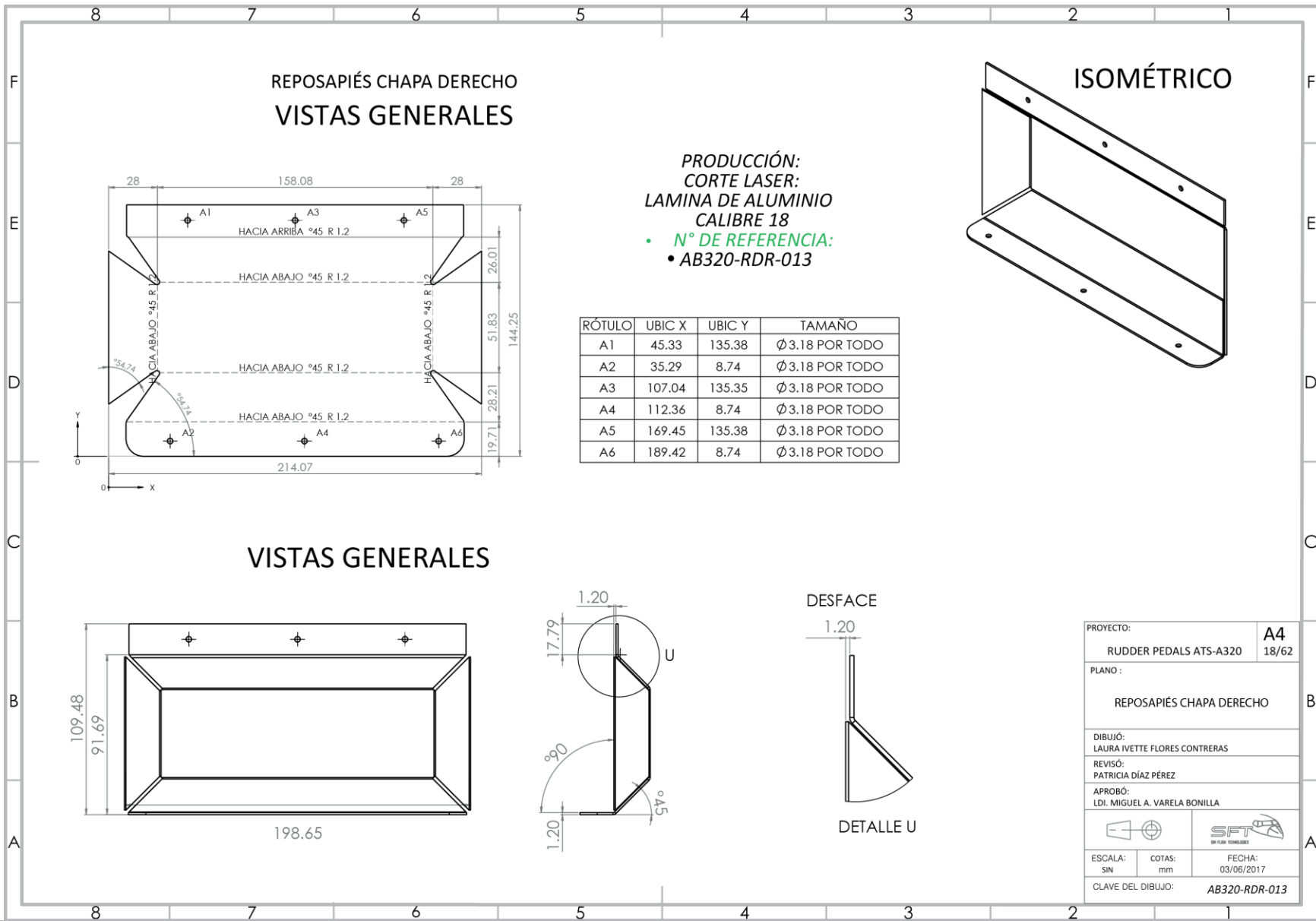


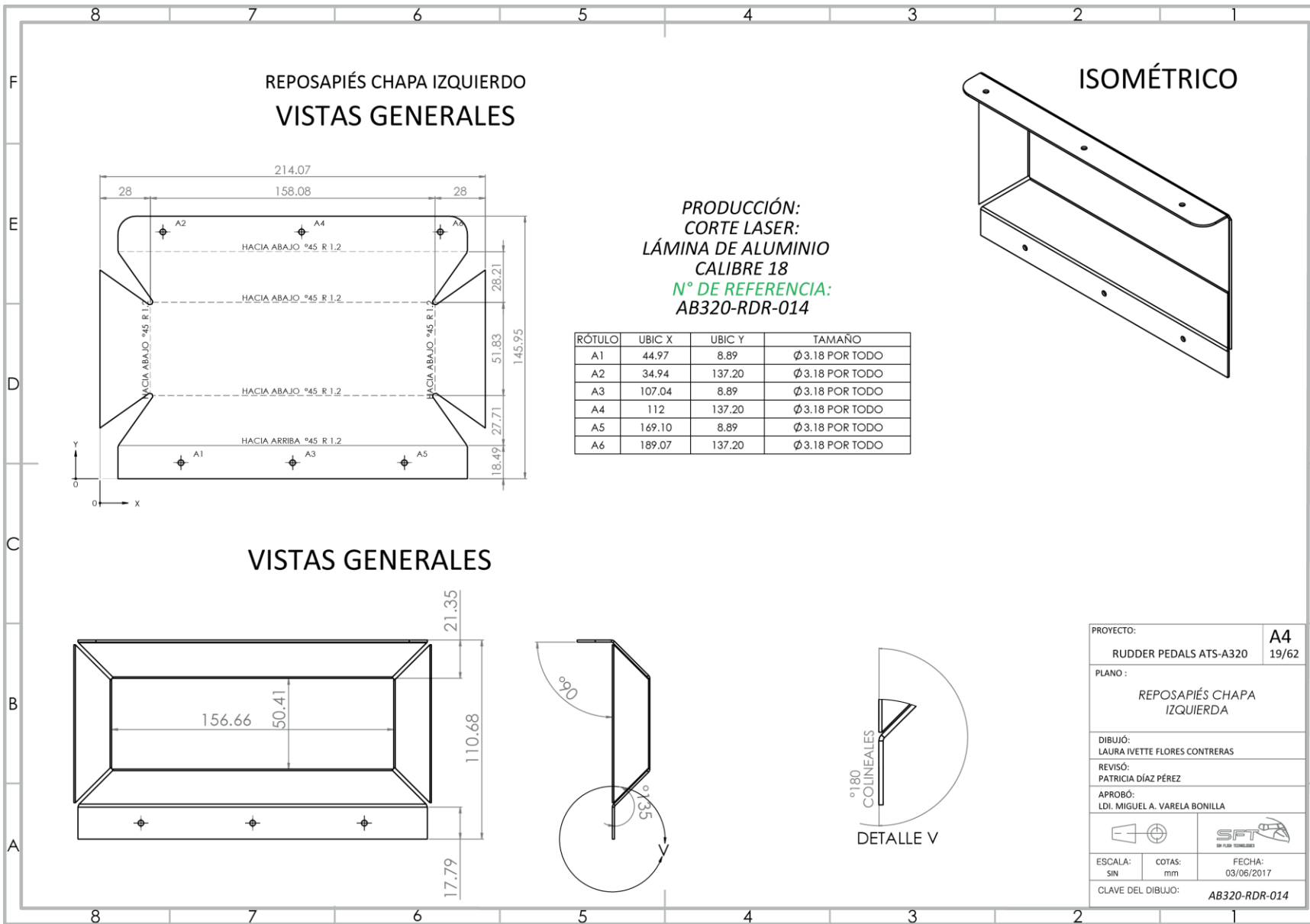


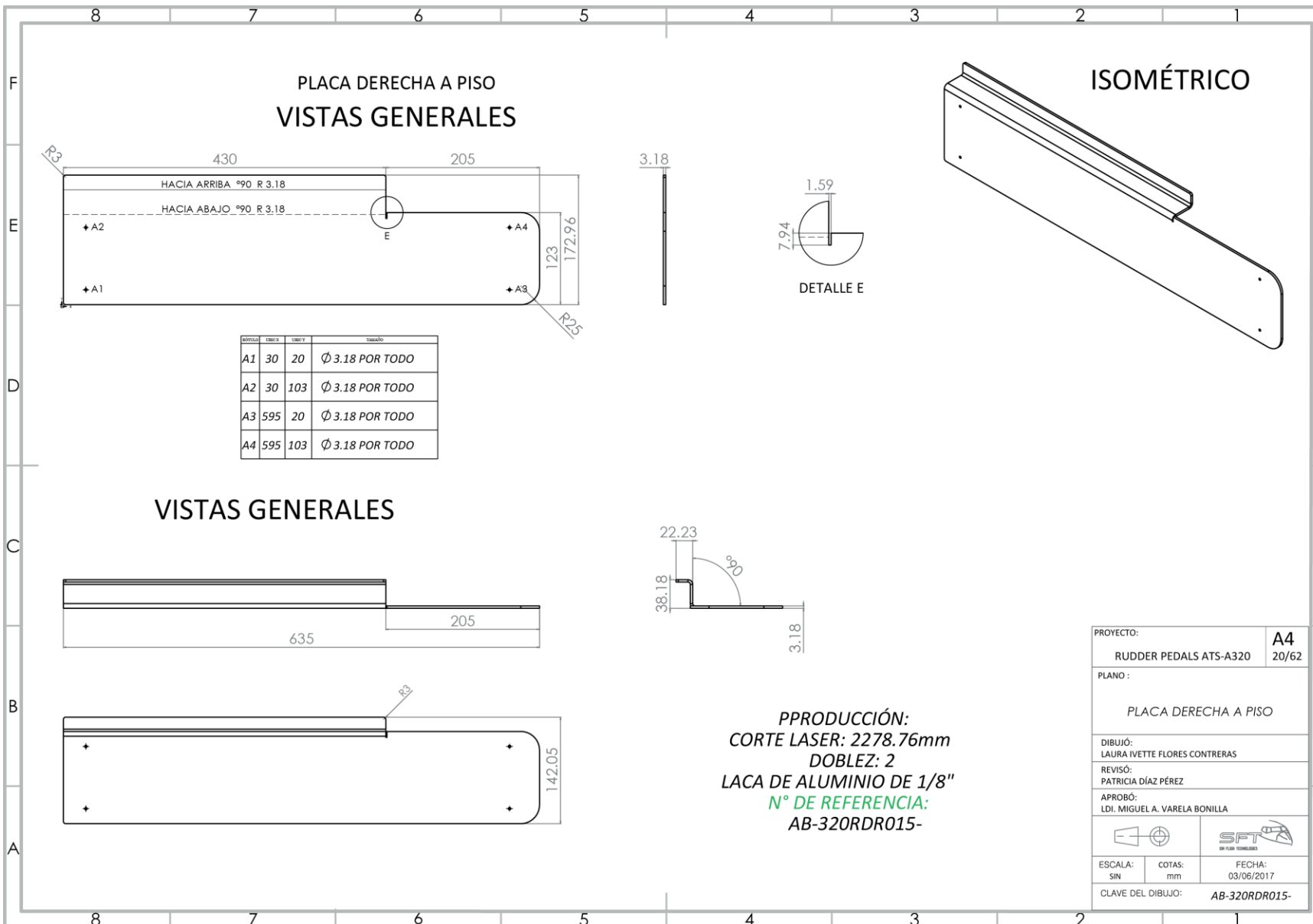


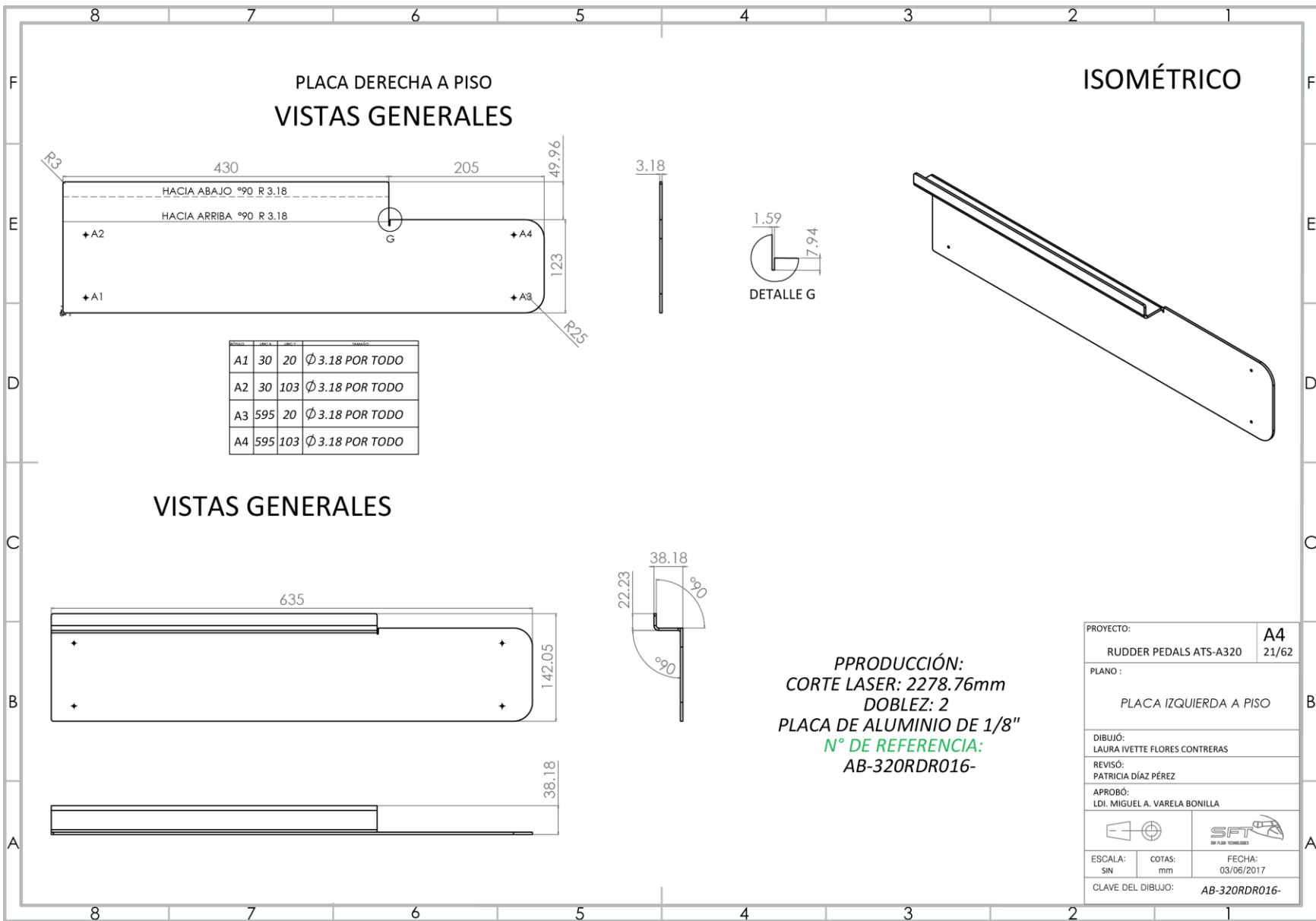


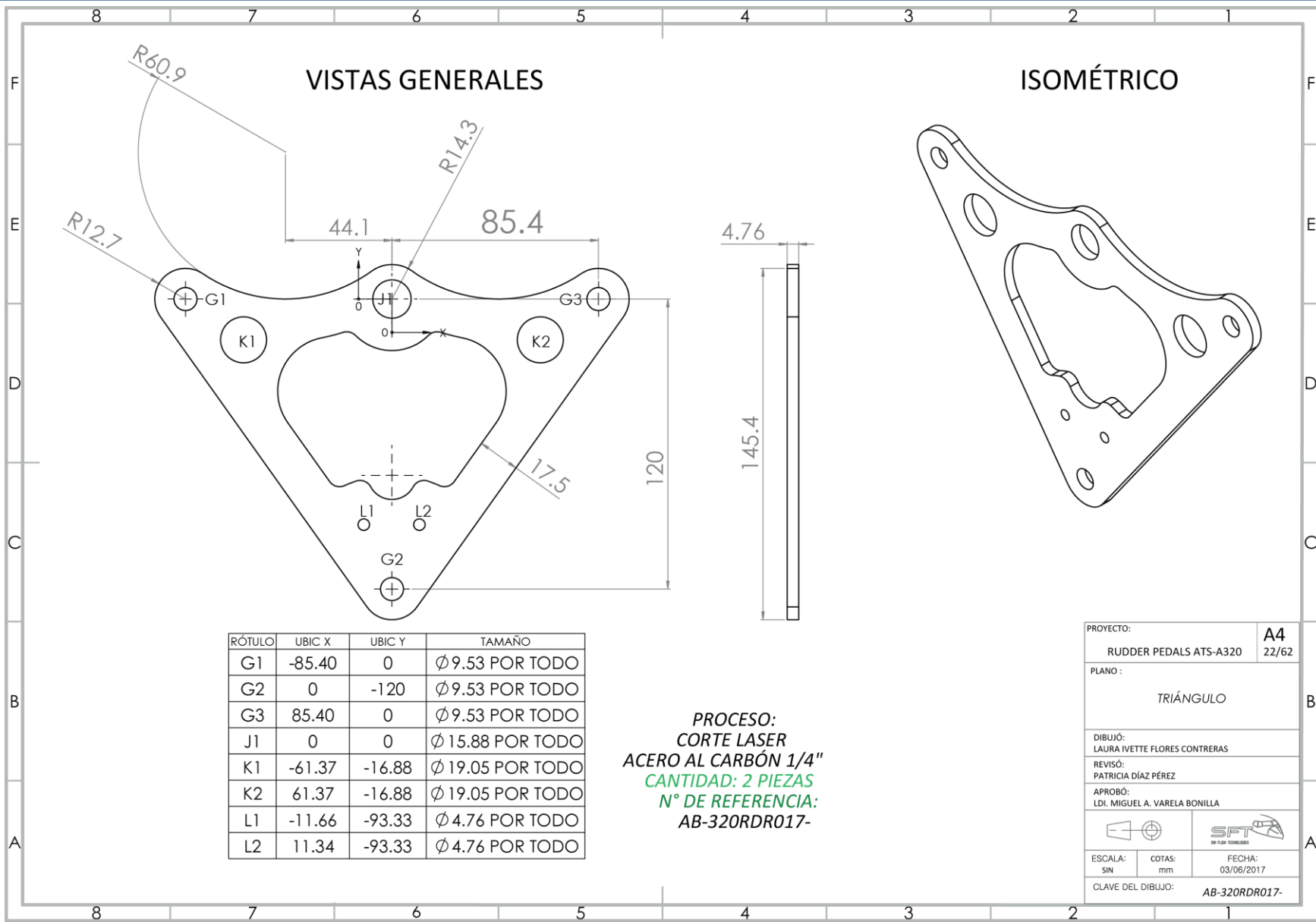


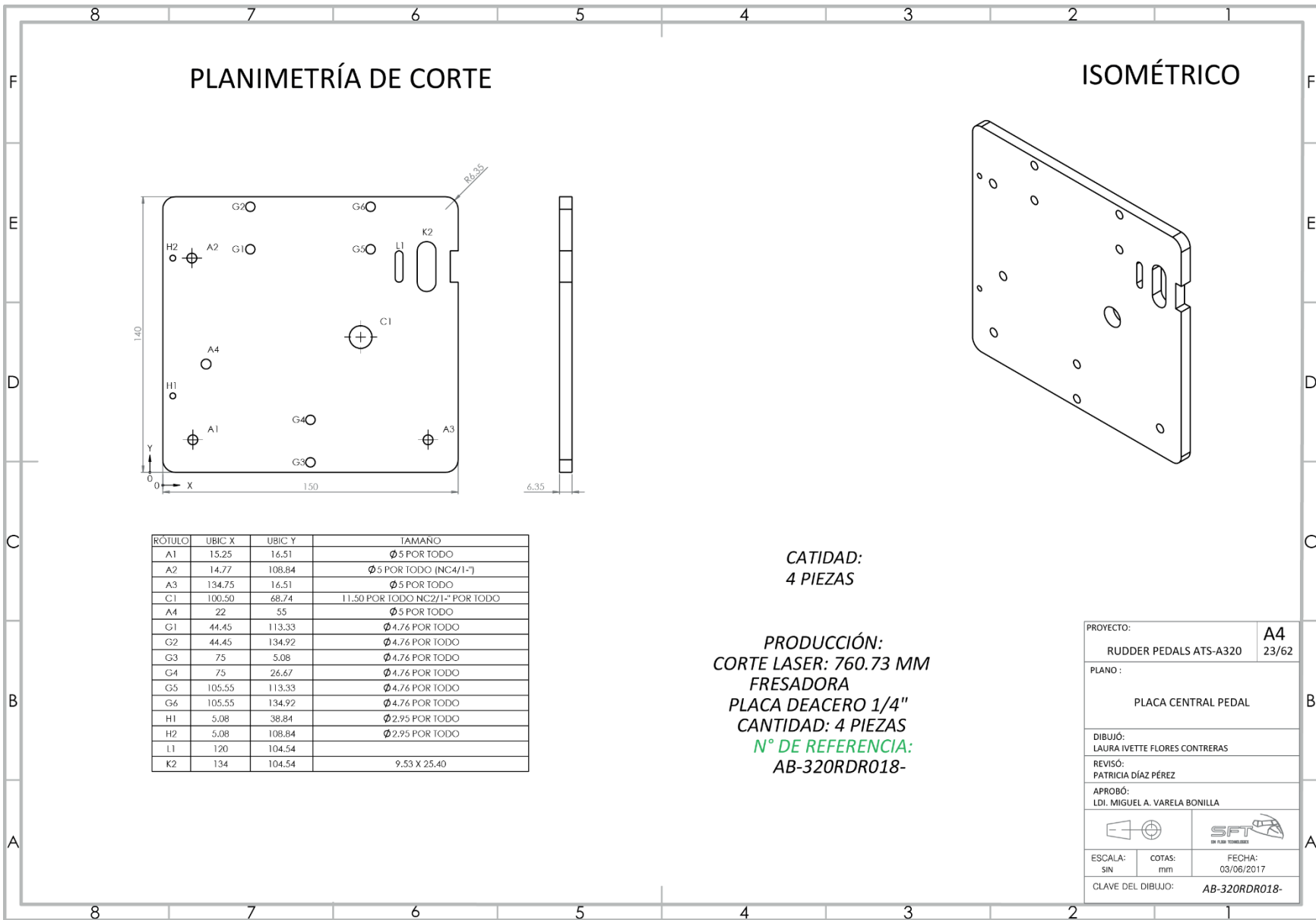












ROTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMANO
A1	15.25	16.51	Ø 5 POR TODO
A2	14.77	108.84	Ø 5 POR TODO (NC4/1-7)
A3	134.75	16.51	Ø 5 POR TODO
C1	100.50	68.74	11.50 POR TODO NC2/1-2 POR TODO
A4	22	55	Ø 5 POR TODO
G1	44.45	113.33	Ø 4.76 POR TODO
G2	44.45	134.92	Ø 4.76 POR TODO
G3	75	5.08	Ø 4.76 POR TODO
G4	75	26.67	Ø 4.76 POR TODO
G5	105.55	113.33	Ø 4.76 POR TODO
G6	105.55	134.92	Ø 4.76 POR TODO
H1	5.08	38.84	Ø 2.95 POR TODO
H2	5.08	108.84	Ø 2.95 POR TODO
L1	120	104.54	
K2	134	104.54	9.53 X 25.40

CATIDAD:
4 PIEZAS

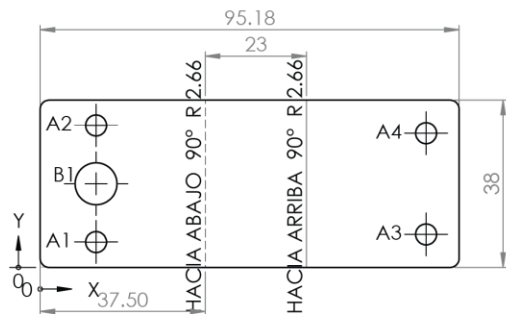
PRODUCCIÓN:
CORTE LASER: 760.73 MM
FRESADORA
PLACA DEACERO 1/4"
CANTIDAD: 4 PIEZAS
N° DE REFERENCIA:
AB-320RDR018-

PROYECTO:		A4
RUDDER PEDALS ATS-A320		23/62
PLANO :		
PLACA CENTRAL PEDAL		
DIBUJÓ: LAURA IVETTE FLORES CONTRERAS		
REVISÓ: PATRICIA DÍAZ PÉREZ		
APROBÓ: LDI. MIGUEL A. VARELA BONILLA		
		
ESCALA: SIN	COTAS: mm	FECHA: 03/06/2017
CLAVE DEL DIBUJO: AB-320RDR018-		



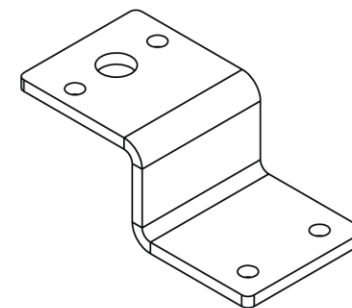


BASE DE POTENCIÓMETRO A TRIÁNGULO PLANIMETRÍA CORTE/DOBLEZ

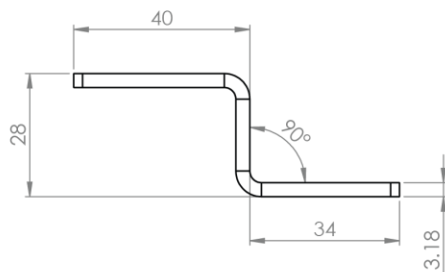
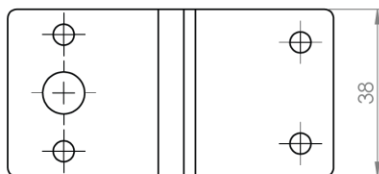


RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	12.70	5.75	Ø 4.76 POR TODO
A2	12.70	32.25	Ø 4.76 POR TODO
A3	87.68	7.50	Ø 4.76 POR TODO
A4	87.68	30.50	Ø 4.76 POR TODO
B1	12.70	19	Ø 9.53 POR TODO

ISOMÉTRICO



VISTAS GENERALES



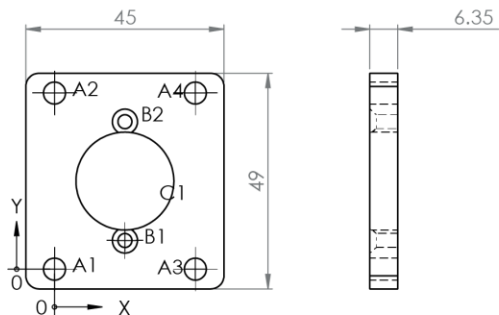
PROCESO:
 CORTE LASER:301.84mm
 DOBLEZ: 2
 LAMINA DE ALUMINIO
 CALIBRE 10
N° DE REFERENCIA:
 AB-320RDR019-

PROYECTO:	RUDDER PEDALS ATS-A320	A4 24/62
PLANO:	BASE DE POTENCIÓMETRO A TRIÁNGULO	
DIBUJÓ:	LAURA IVETTE FLORES CONTRERAS	
REVISÓ:	PATRICIA DÍAZ PÉREZ	
APROBÓ:	LDI. MIGUEL A. VARELA BONILLA	
ESCALA:	SIN	COTAS: mm
FECHA:	03/06/2017	
CLAVE DEL DIBUJO:	AB-320RDR019-	

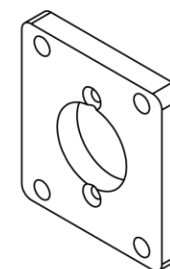




PLACA BUEJE DE ROSCA DE DESPLAZAMIENTO
VISTAS GENERALES



ISOMÉTRICO

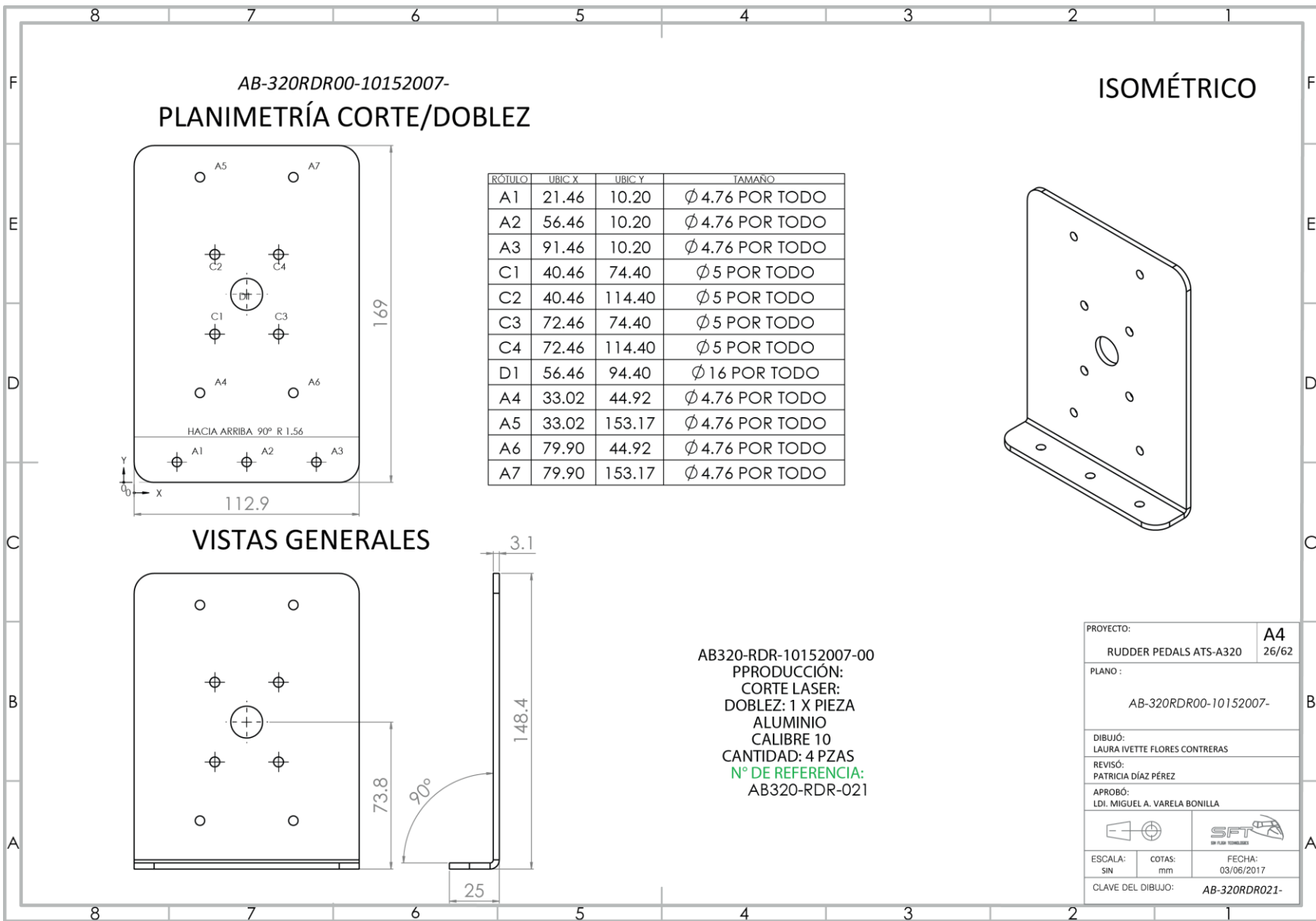


RÓTULO	UBIC X	UBIC Y	TAMAÑO
A1	0	0	Ø 5 POR TODO
A2	0	40	Ø 5 POR TODO
A3	32	0	Ø 5 POR TODO
A4	32	40	Ø 5 POR TODO
B1	16	6.51	Ø 3.18 POR TODO ∠ Ø 5.72 X °82
B2	16	33.49	Ø 3.18 POR TODO ∠ Ø 5.72 X °82
C1	16	20	Ø 22.23

PROCESO:
CORTE LASER/TORNO
ACERO PLACA DE 1/4"
N° DE REFERENCIA:
AB-320RDR020-

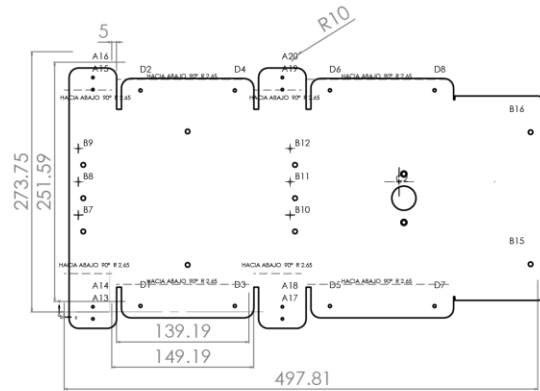
PROYECTO:		A4
RUDDER PEDALS ATS-A320		25/62
PLANO :		
PLACA BUEJE DE ROSCA DE DESPLAZAMIENTO		
DIBUJÓ: LAURA IVETTE FLORES CONTRERAS		
REVISÓ: PATRICIA DÍAZ PÉREZ		
APROBÓ: LDI. MIGUEL A. VARELA BONILLA		
ESCALA:	COTAS:	FECHA:
SIN	mm	03/06/2017
CLAVE DEL DIBUJO:		AB-320RDR020-





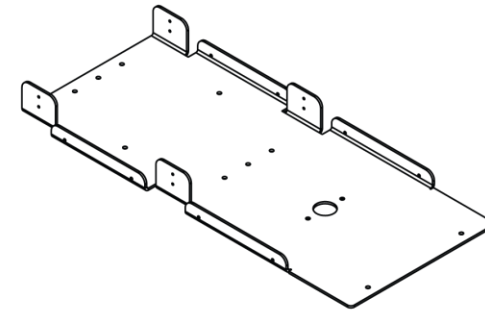


BASE DE MECANISMO PLANIMETRÍA CORTE/DOBLEZ

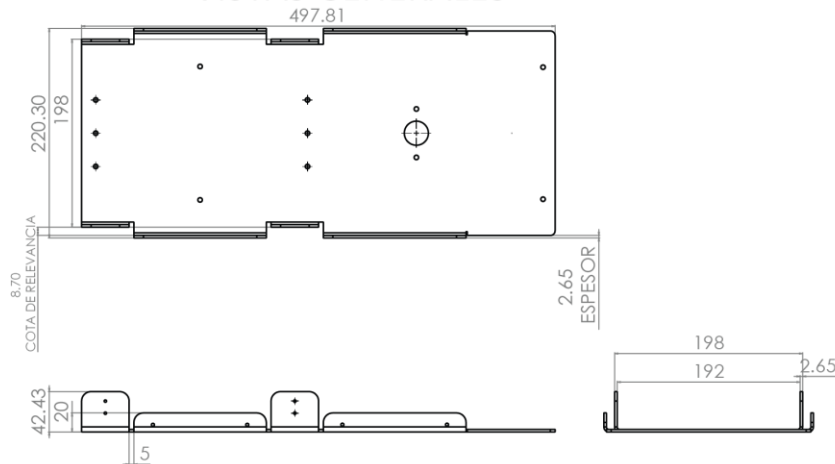


REFERENCIA	SECCION	SECCION	DIAMETRO
A13	25	10	Ø2.50 POR TODO
A14	25	22.70	Ø2.50 POR TODO
A15	25	251.05	Ø2.50 POR TODO
A16	25	263.75	Ø2.50 POR TODO
A17	224.18	10	Ø2.50 POR TODO
A18	224.18	22.70	Ø2.50 POR TODO
A19	224.18	251.05	Ø2.50 POR TODO
A20	224.18	263.75	Ø2.50 POR TODO
B7	14.87	101.87	Ø4.76 POR TODO
B8	14.87	136.87	Ø4.76 POR TODO
B9	14.87	171.87	Ø4.76 POR TODO
B10	237.48	101.87	Ø4.76 POR TODO
B11	237.48	136.87	Ø4.76 POR TODO
B12	237.48	171.87	Ø4.76 POR TODO
B15	485.11	67.47	Ø4.76 POR TODO
B16	485.11	206.27	Ø4.76 POR TODO
C2	351.94	136.87	Ø25.40 POR TODO
D1	74.99	23.58	Ø3.18 POR TODO
D2	74.99	250.17	Ø3.18 POR TODO
D3	174.18	23.58	Ø3.18 POR TODO
D4	174.18	250.17	Ø3.18 POR TODO
D5	274.17	23.43	Ø3.18 POR TODO
D6	274.17	250.32	Ø3.18 POR TODO
D7	384.17	23.43	Ø3.18 POR TODO
D8	384.17	250.32	Ø3.18 POR TODO


ISOMÉTRICO



VISTAS GENERALES



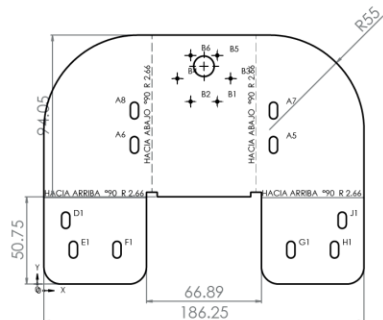
PRODUCCIÓN:
CORTE LASER:
DOBLEZ: 2 X PIEZA
ALUMINIO CALIBRE 12
CANTIDAD: 2 PZAS
N° DE REFERENCIA:
AB-320RDR022-

PROYECTO:	RUDDER PEDALS ATS-A320	A4 27/62
PLANO:	BASE DE MECANISMO	
DIBUJO:	LAURA IVETTE FLORES CONTRERAS	
REVISÓ:	PATRICIA DÍAZ PÉREZ	
APROBÓ:	LDI. MIGUEL A. VARELA BONILLA	
		
ESCALA:	SIN	FECHA:
COTAS:	mm	03/06/2017
CLAVE DEL DIBUJO:	AB-320RDR022-	



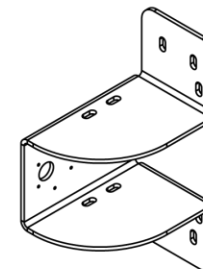


BASE DE MOTOR PLANIMETRÍA CORTE/DOBLEZ

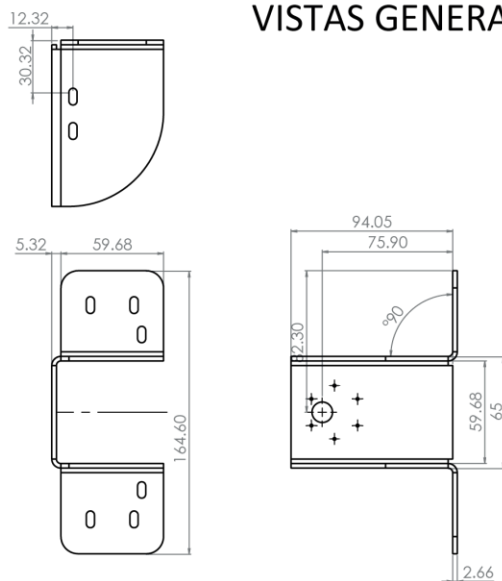


CÓDIGO	UBIC X	UBIC Y	FINANCO
A5	133.57	80.91	4.76 X 9.76
A6	52.68	80.91	4.76 X 9.76
A7	133.57	100.91	4.76 X 9.76
A8	52.68	100.91	4.76 X 9.76
B1	100.87	106.11	Ø 1.59 POR TODO
B2	85.38	106.11	Ø 1.59 POR TODO
B3	108.62	119.53	Ø 1.59 POR TODO
B4	77.63	119.53	Ø 1.59 POR TODO
B5	100.87	132.95	Ø 1.59 POR TODO
B6	85.38	132.95	Ø 1.59 POR TODO
D1	12.70	37.10	
E1	17.14	20	
F1	42.54	20	
G1	143.71	20	
H1	169.11	20	
J1	173.55	37.10	

ISOMÉTRICO



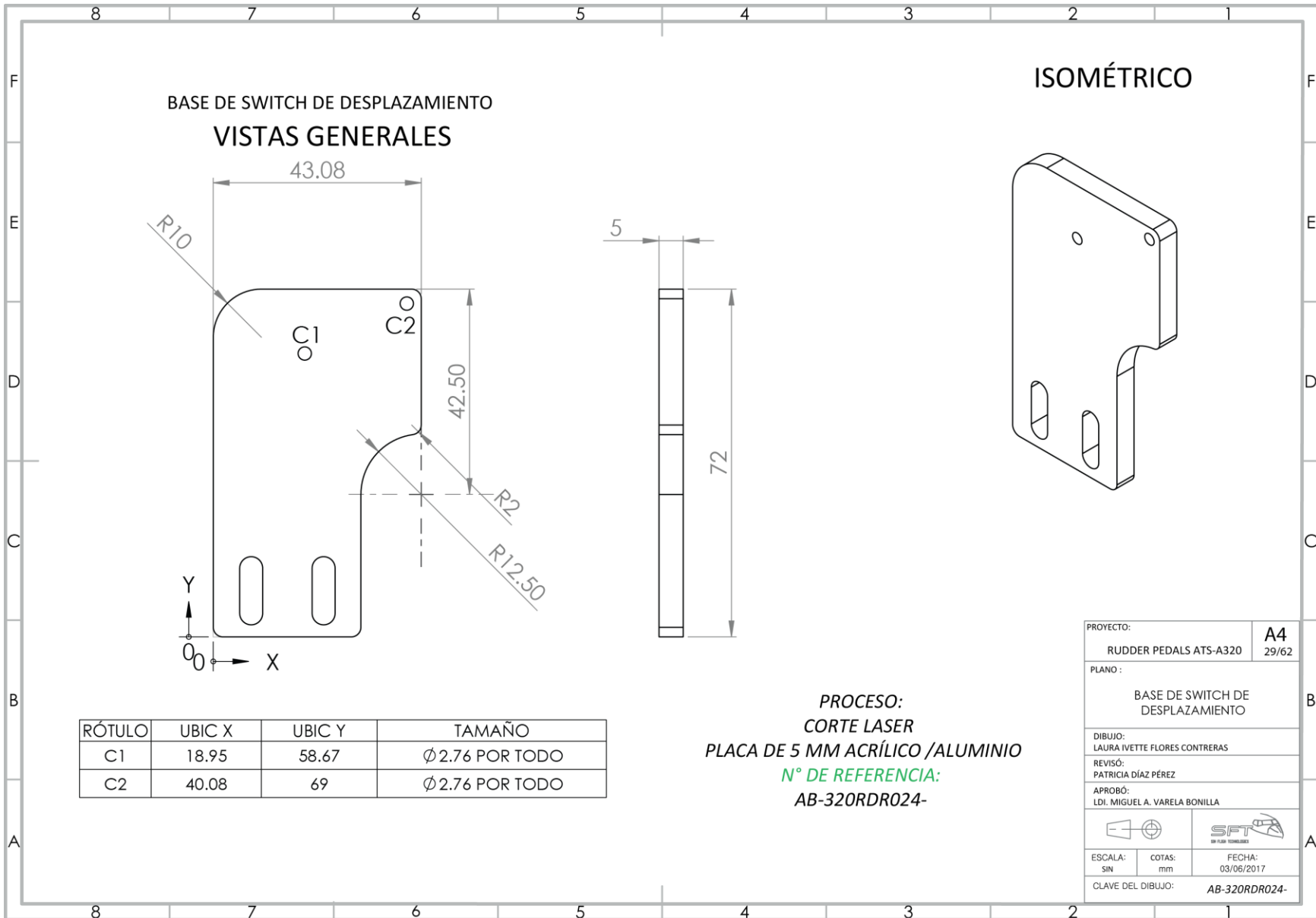
VISTAS GENERALES

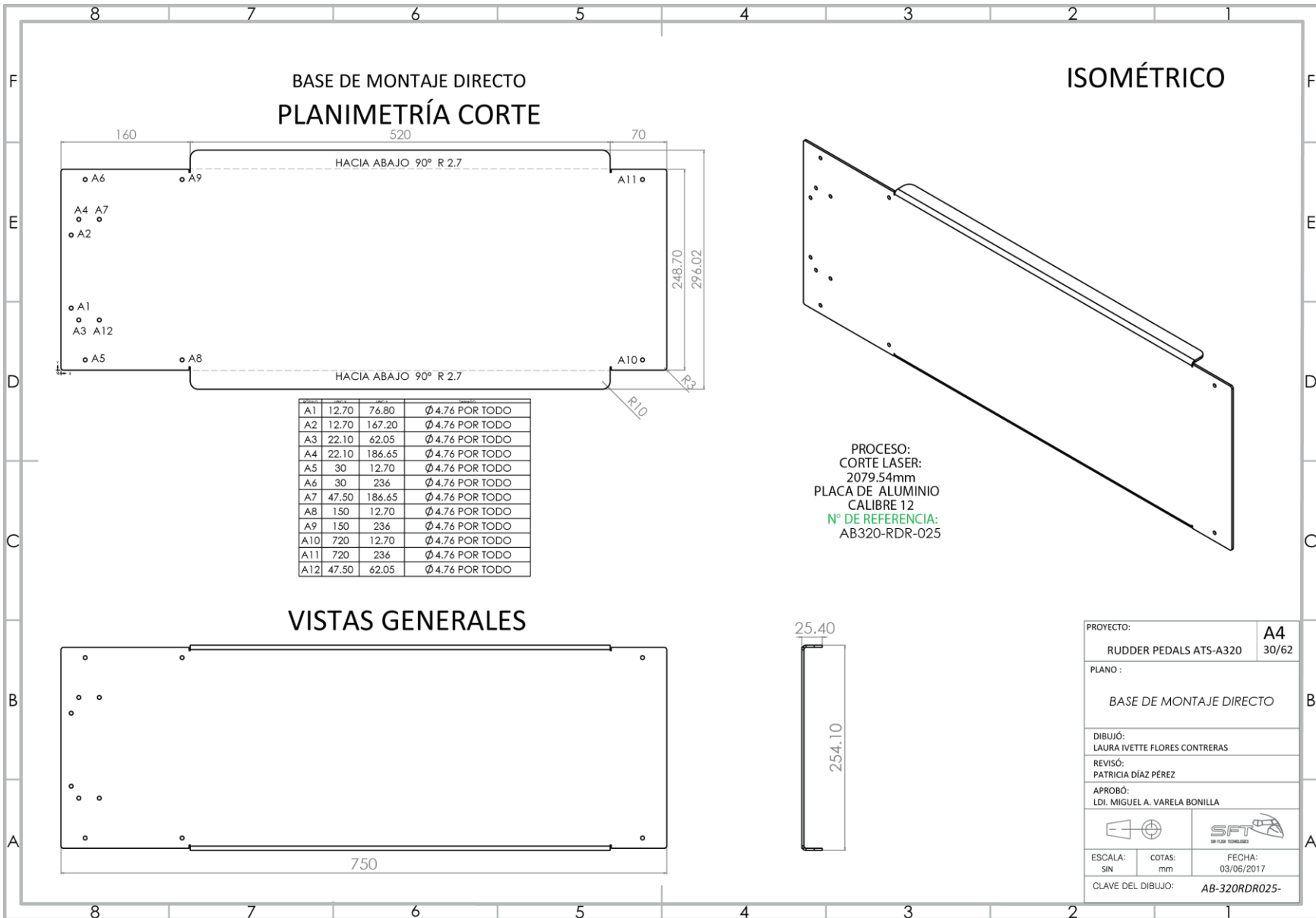


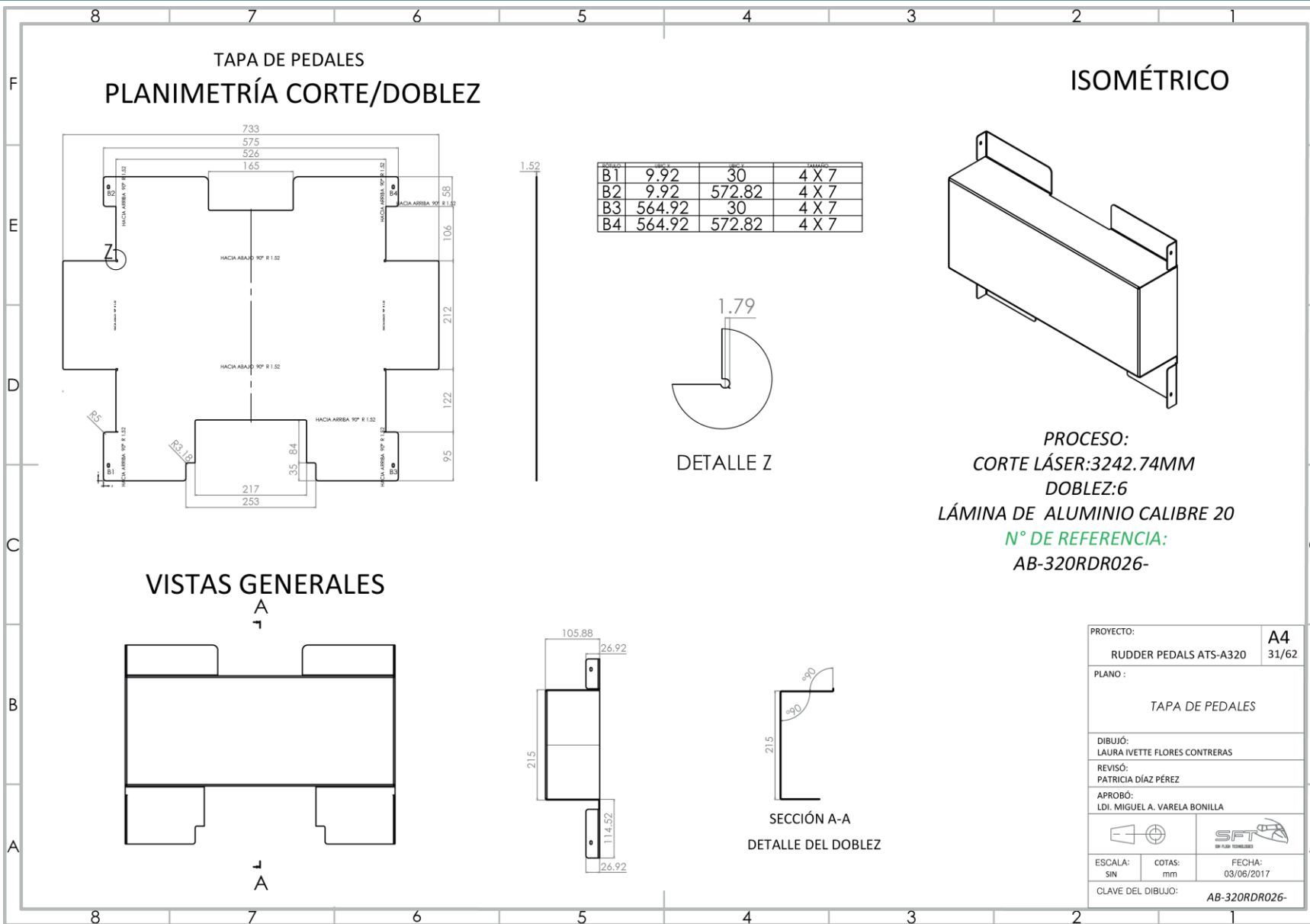
PRODUCCIÓN:
CORTE LASER:
DOBLEZ: 2 X PIEZA
ALUMINIO CALIBRE 12
CANTIDAD: 2 PZAS
N° DE REFERENCIA:
AB-320RDR023-

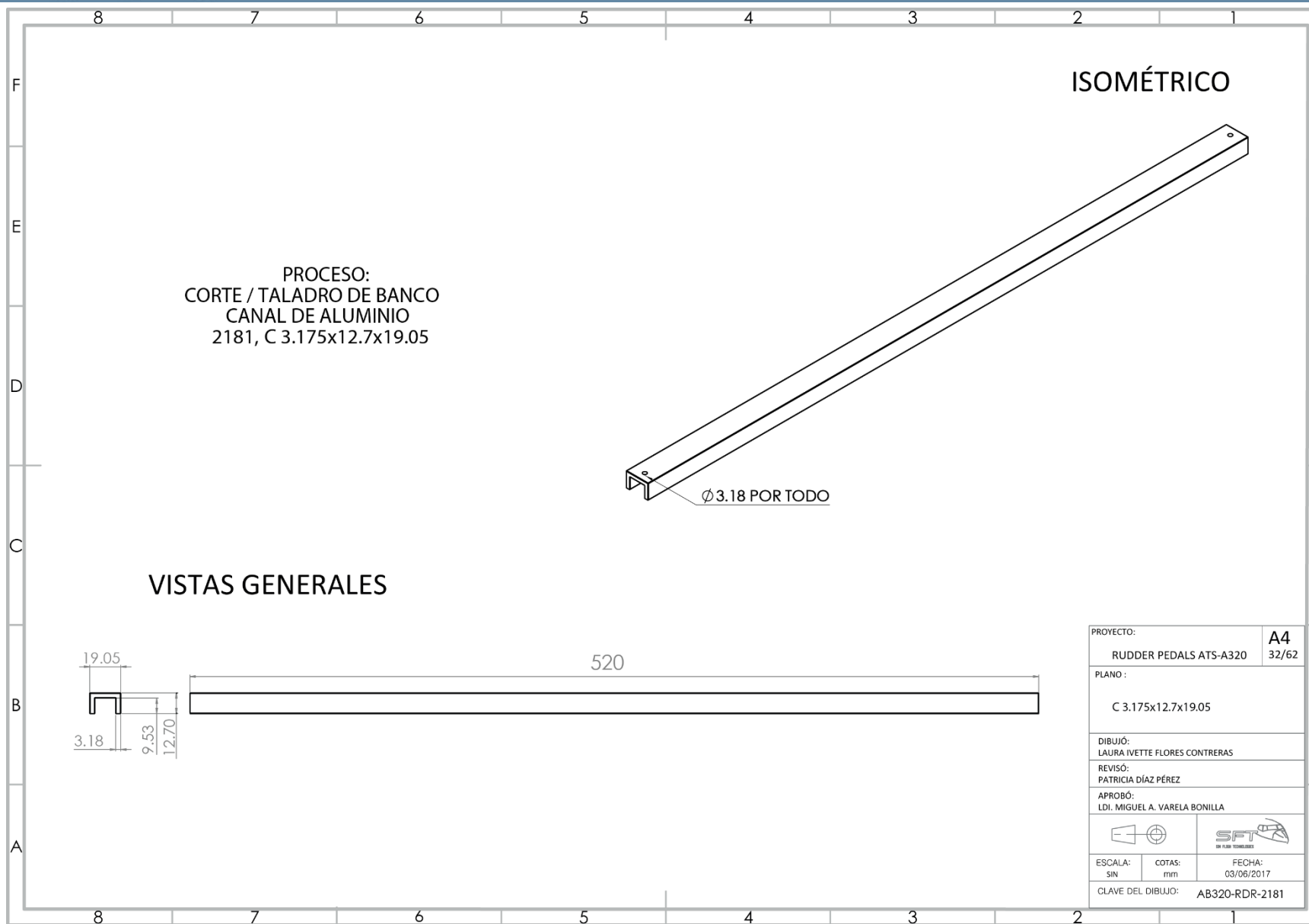
PROYECTO:		A4
RUDDER PEDALS ATS-A320		28/62
PLANO:		
BASE DE MOTOR		
DIBUJO:		
LAURA IVETTE FLORES CONTRERAS		
REVISÓ:		
PATRICIA DÍAZ PÉREZ		
APROBÓ:		
LDI. MIGUEL A. VARELA BONILLA		
		
ESCALA:	COTAS:	FECHA:
SIN	mm	03/06/2017
CLAVE DEL DIBUJO:		AB-320RDR023-

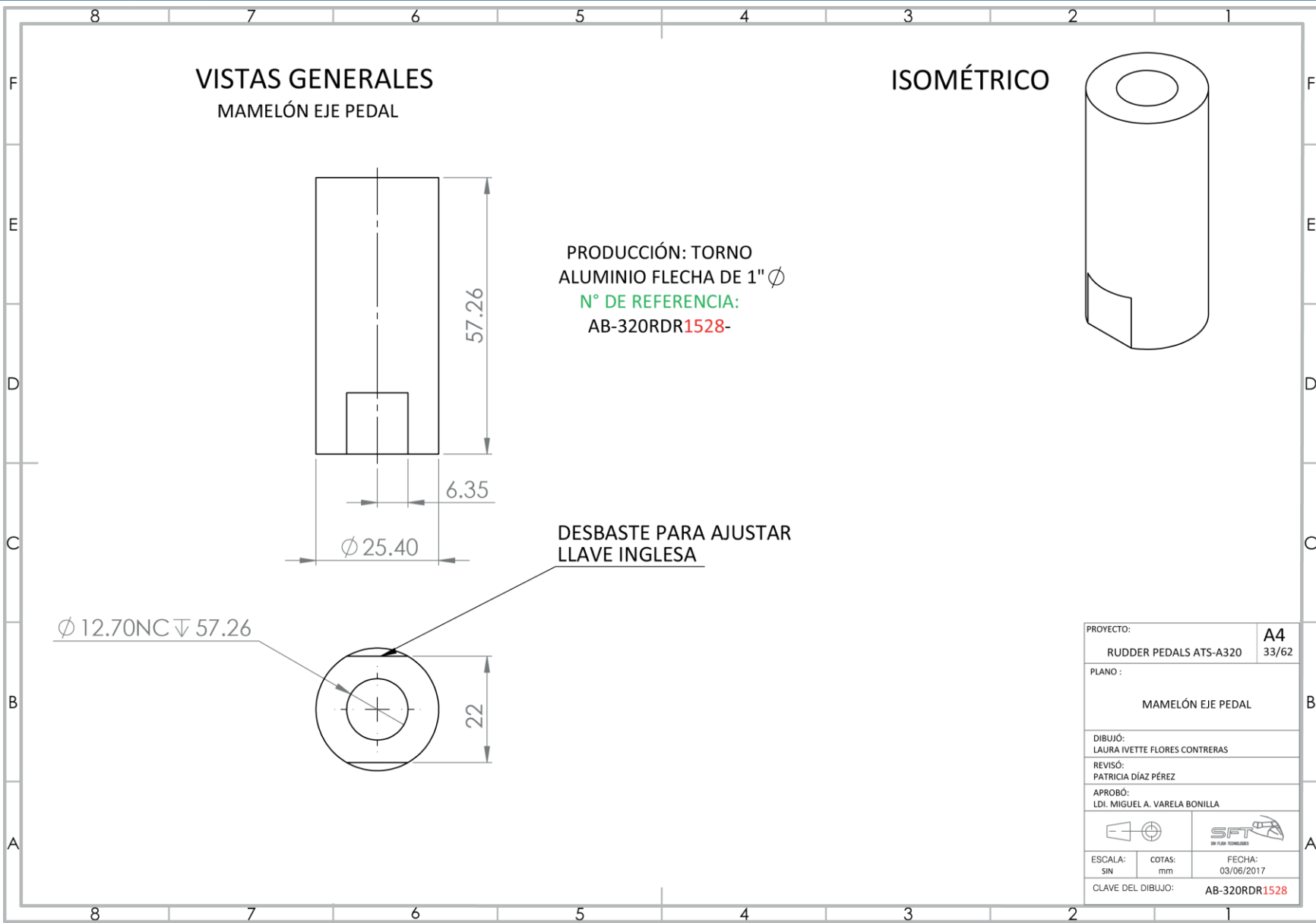


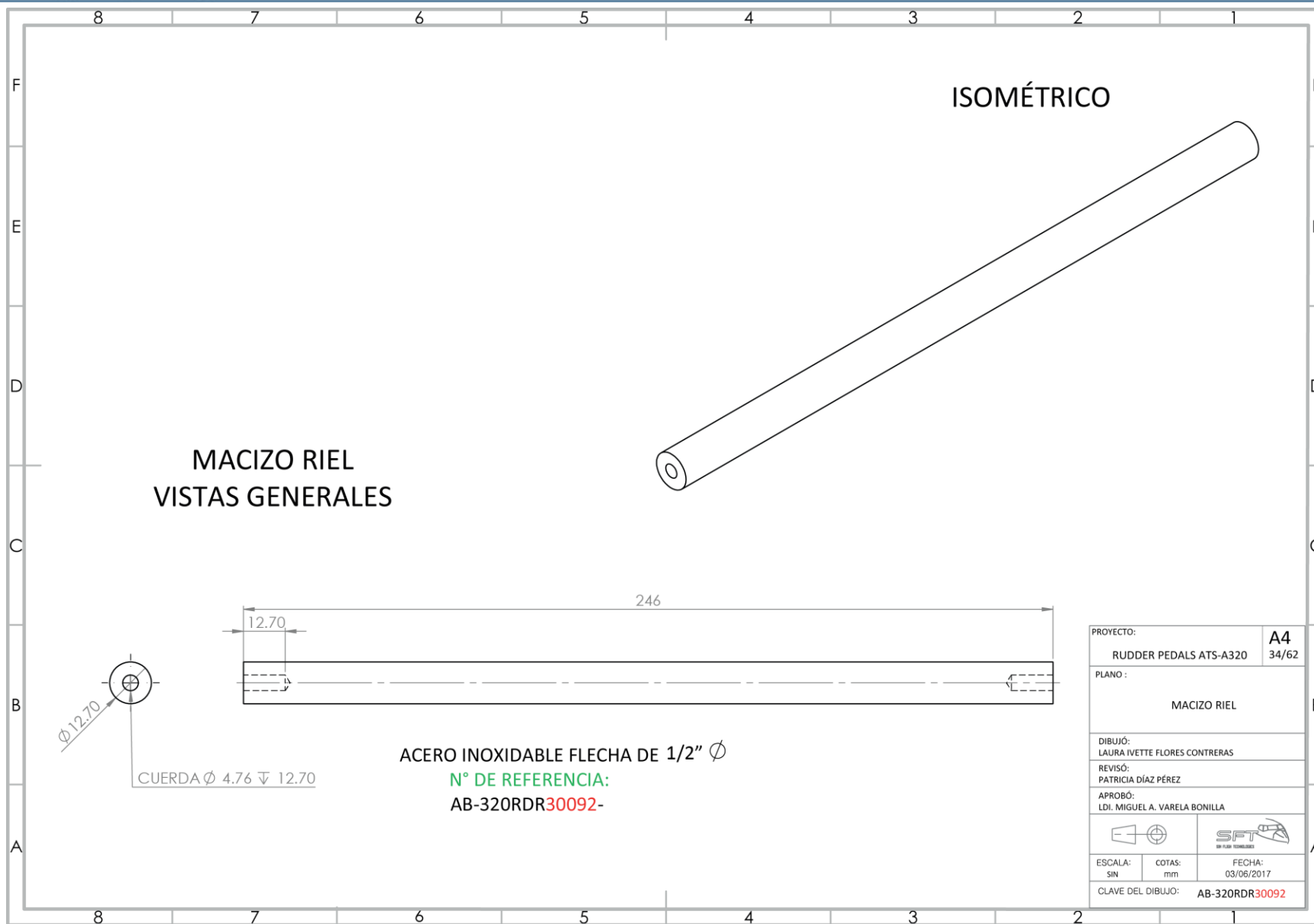


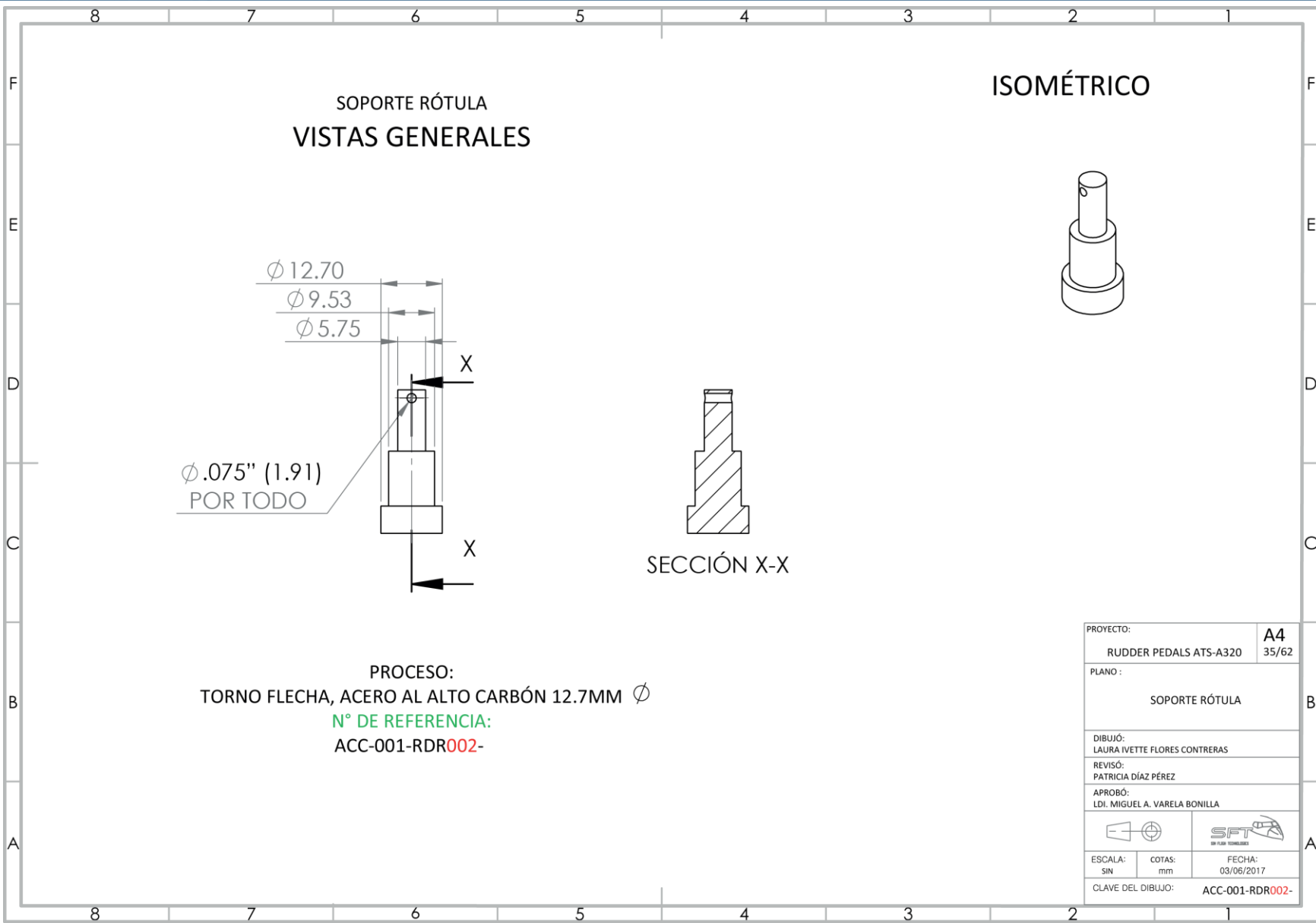


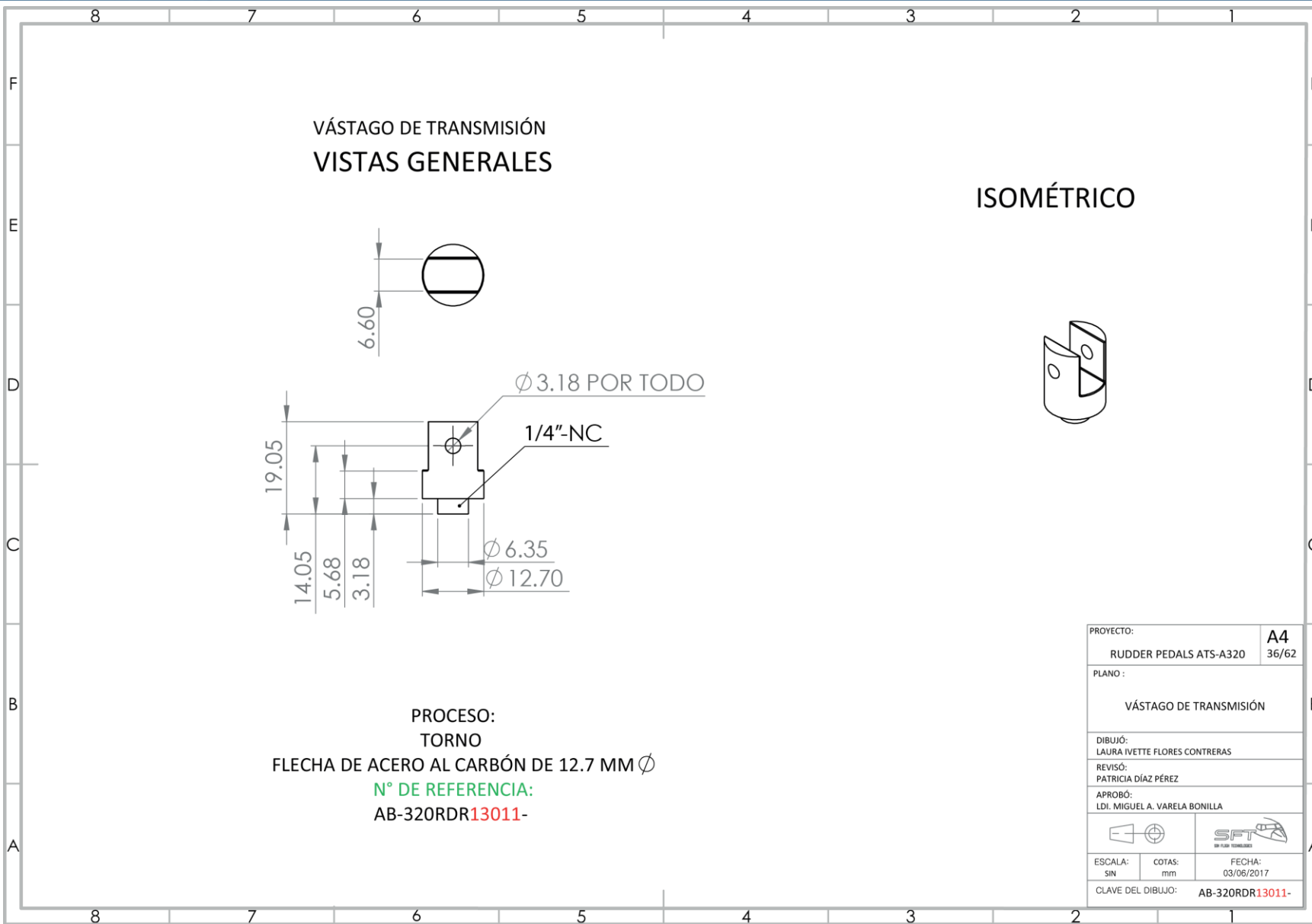


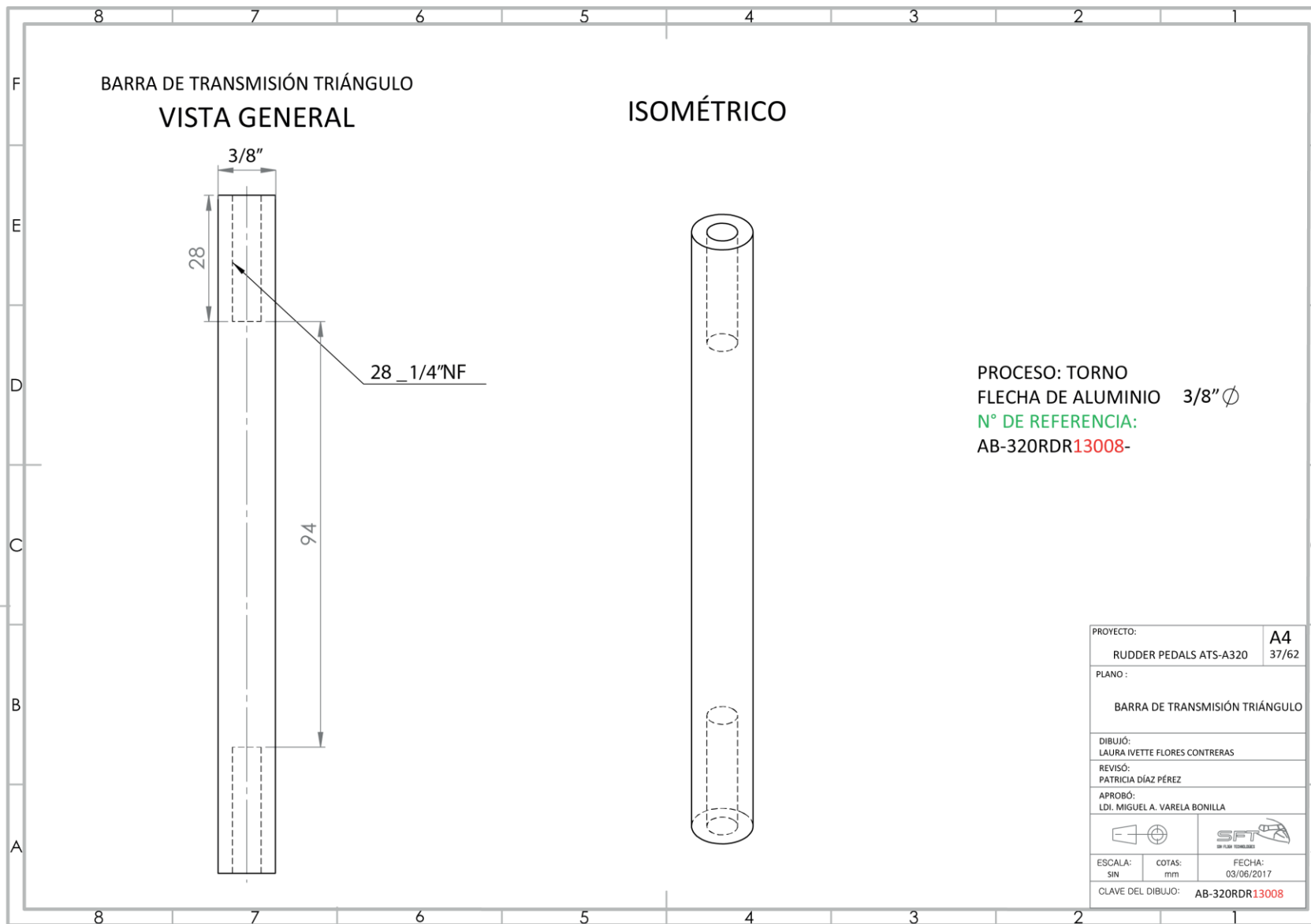


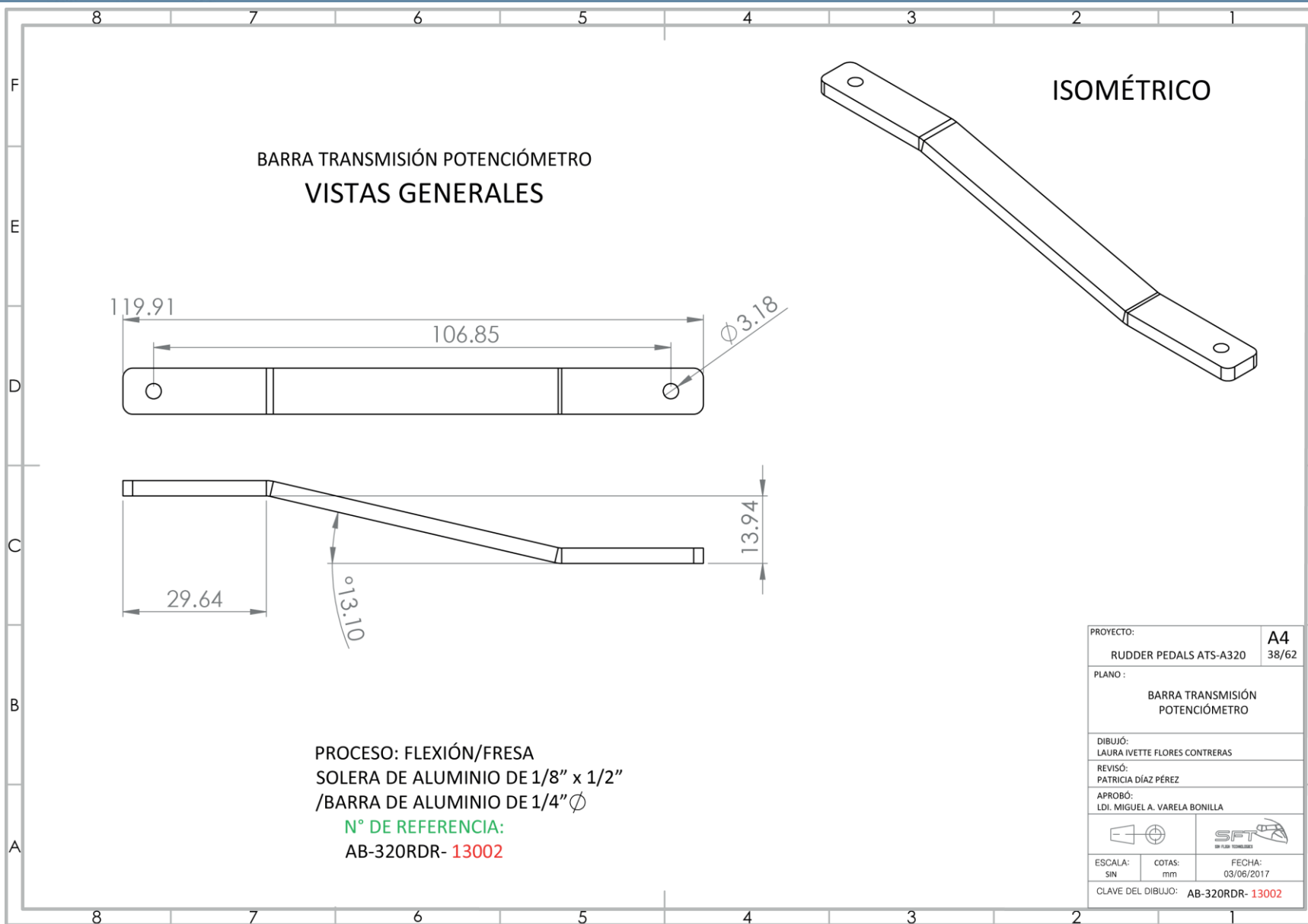


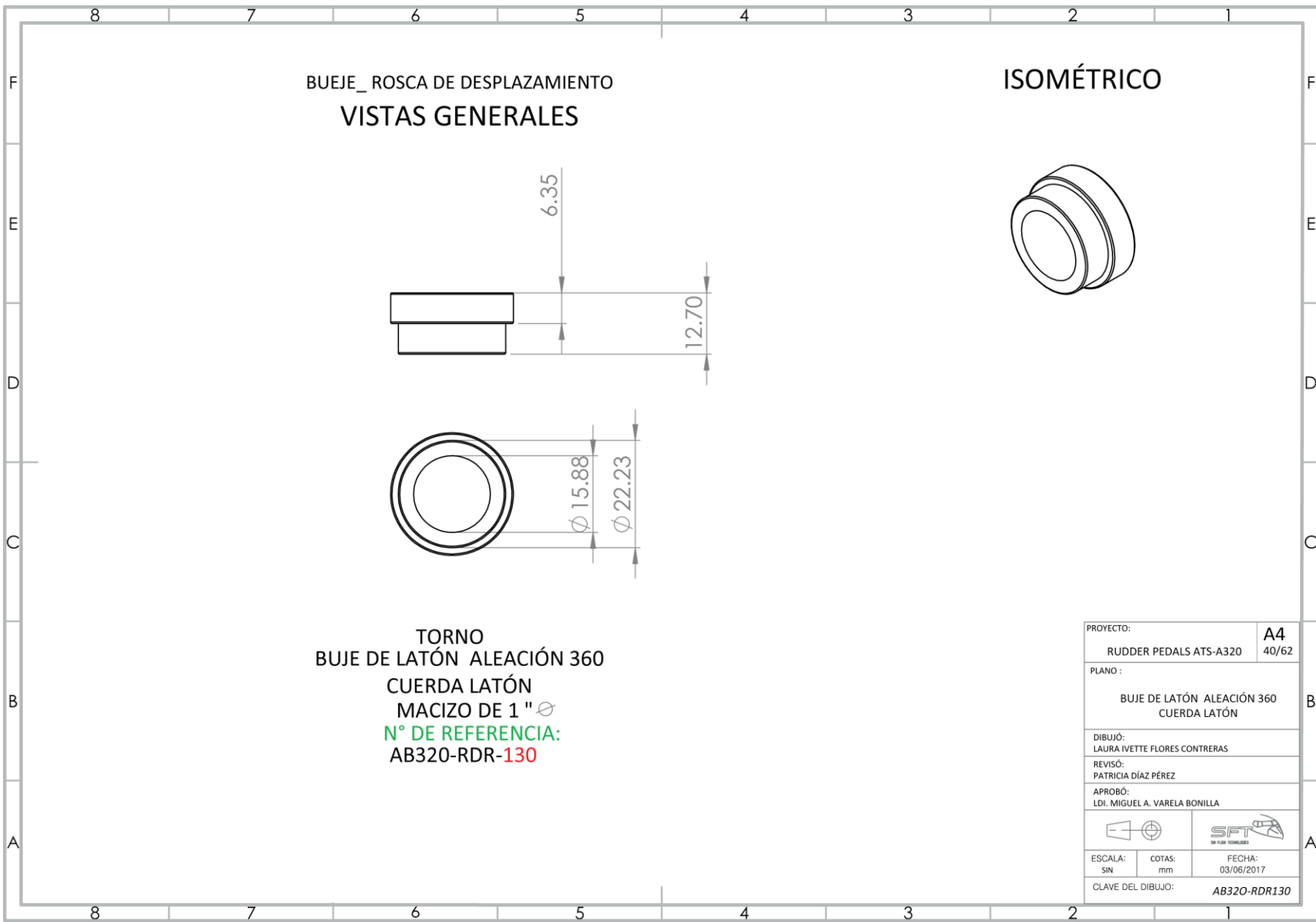


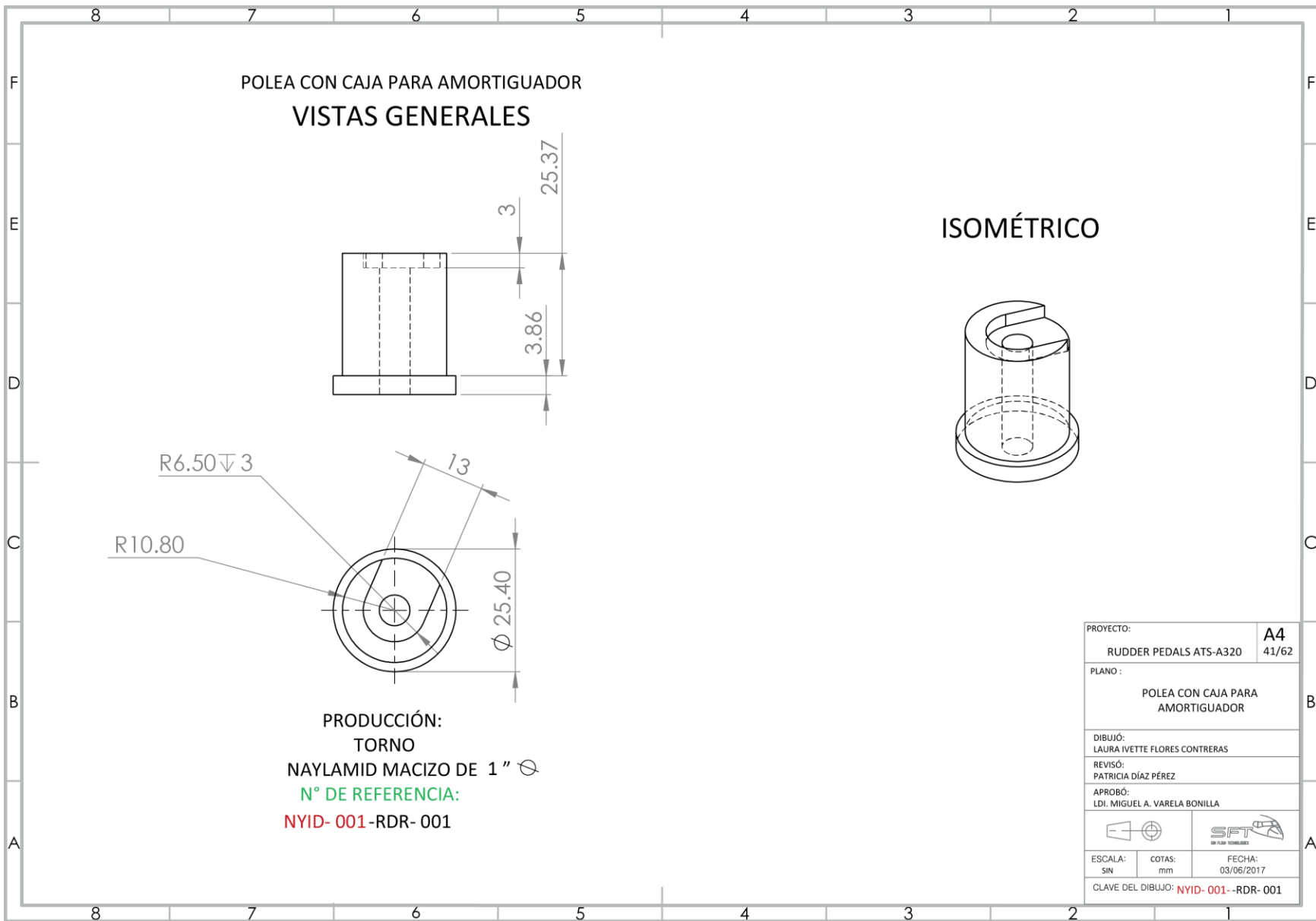


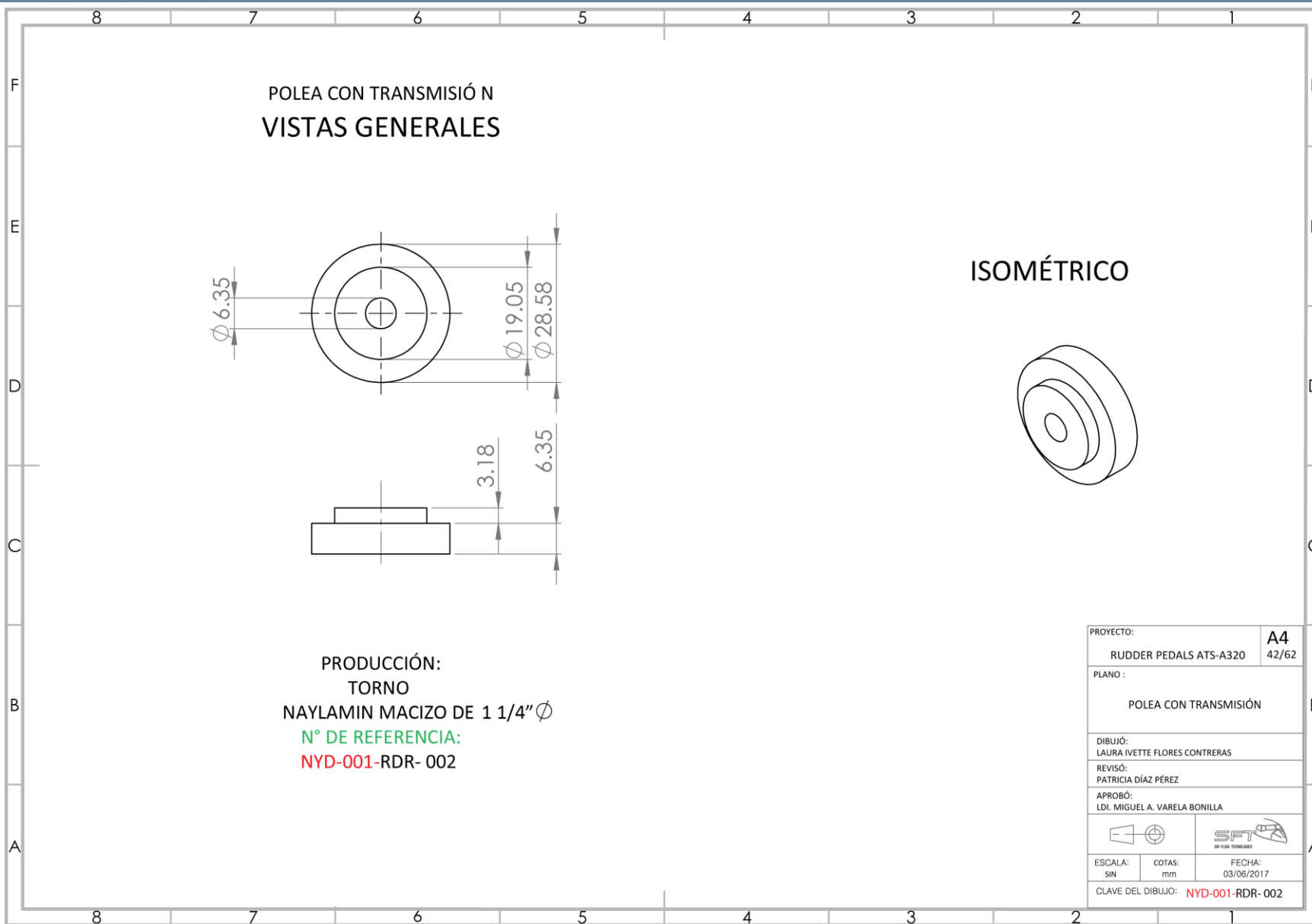


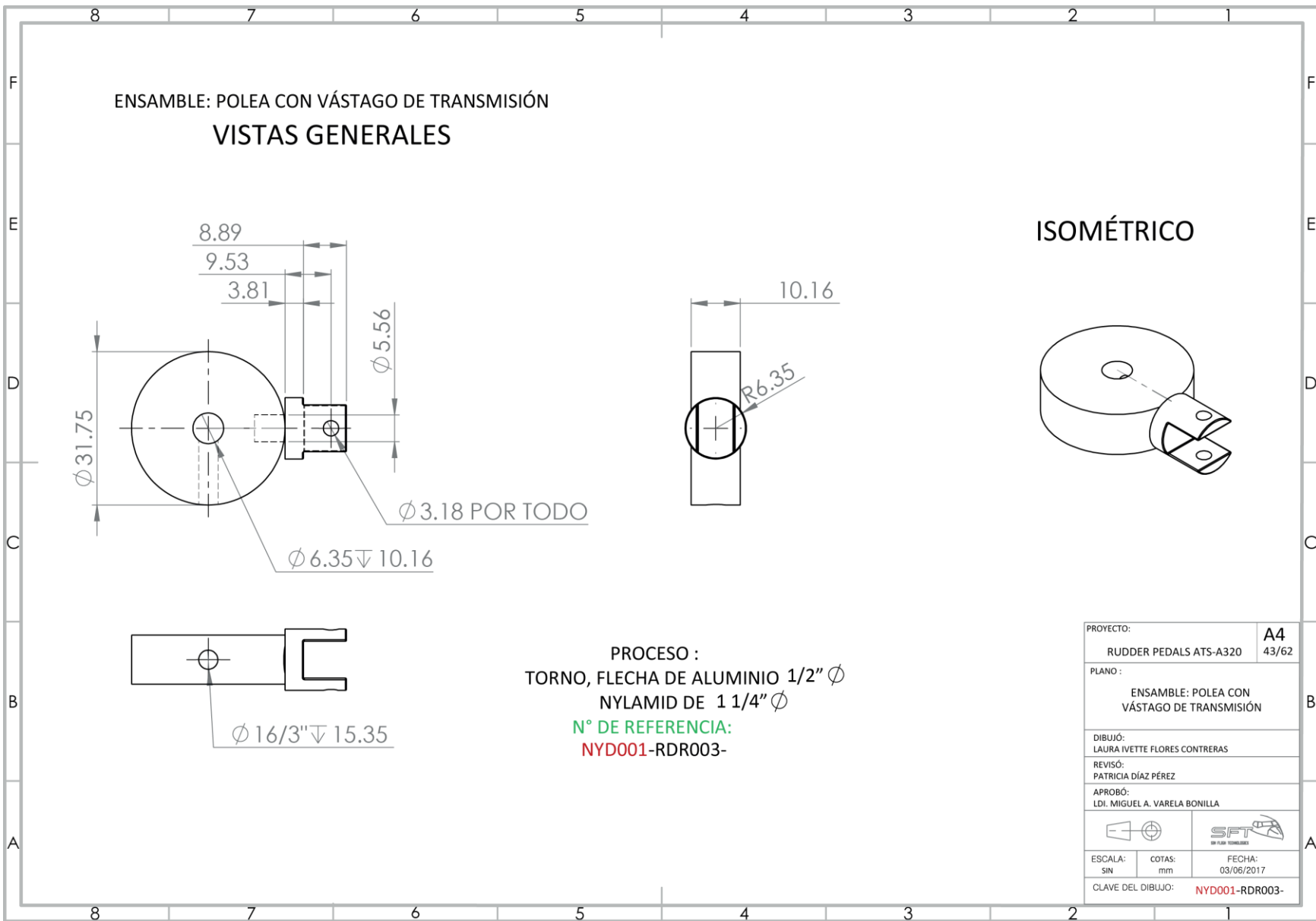


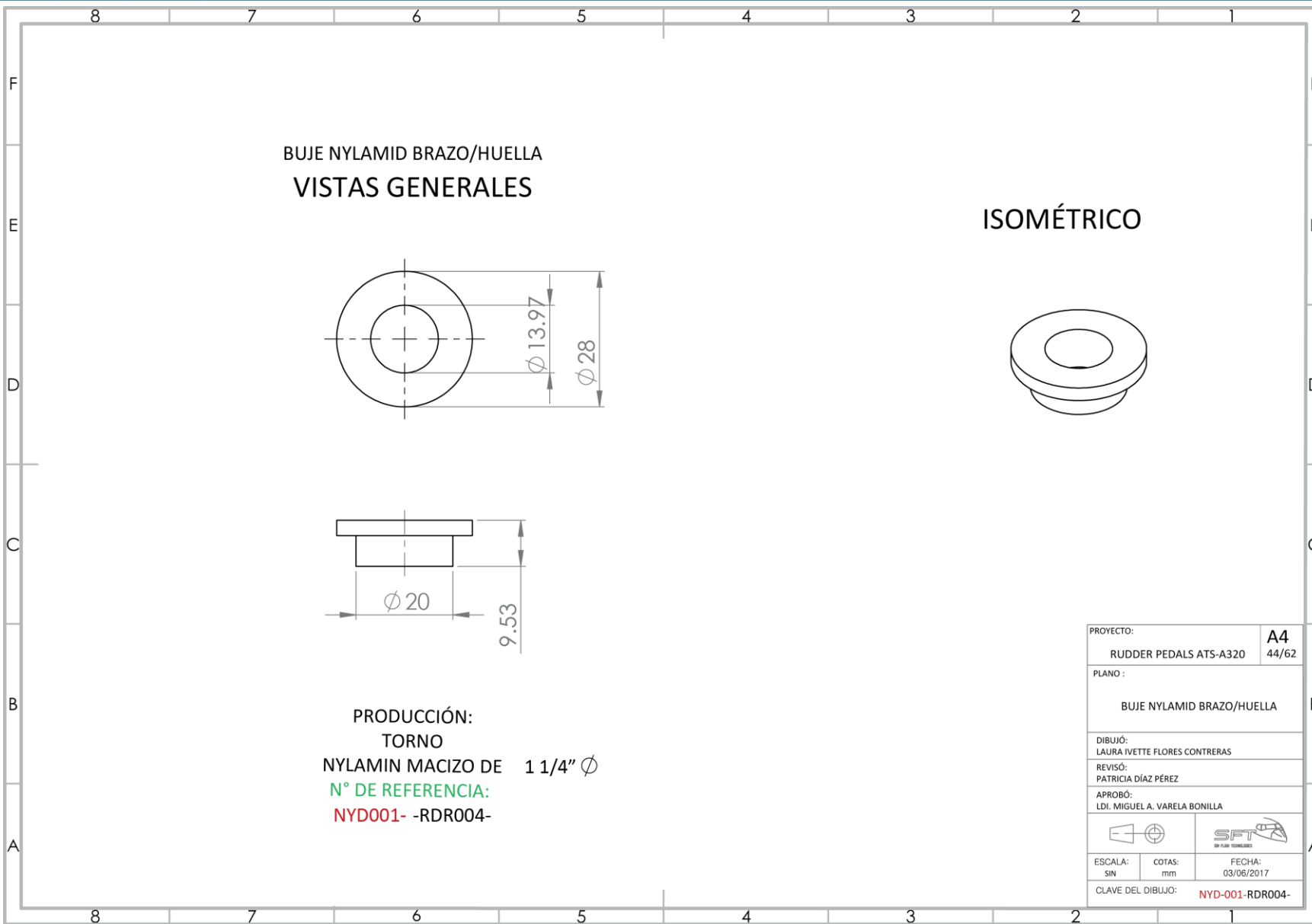


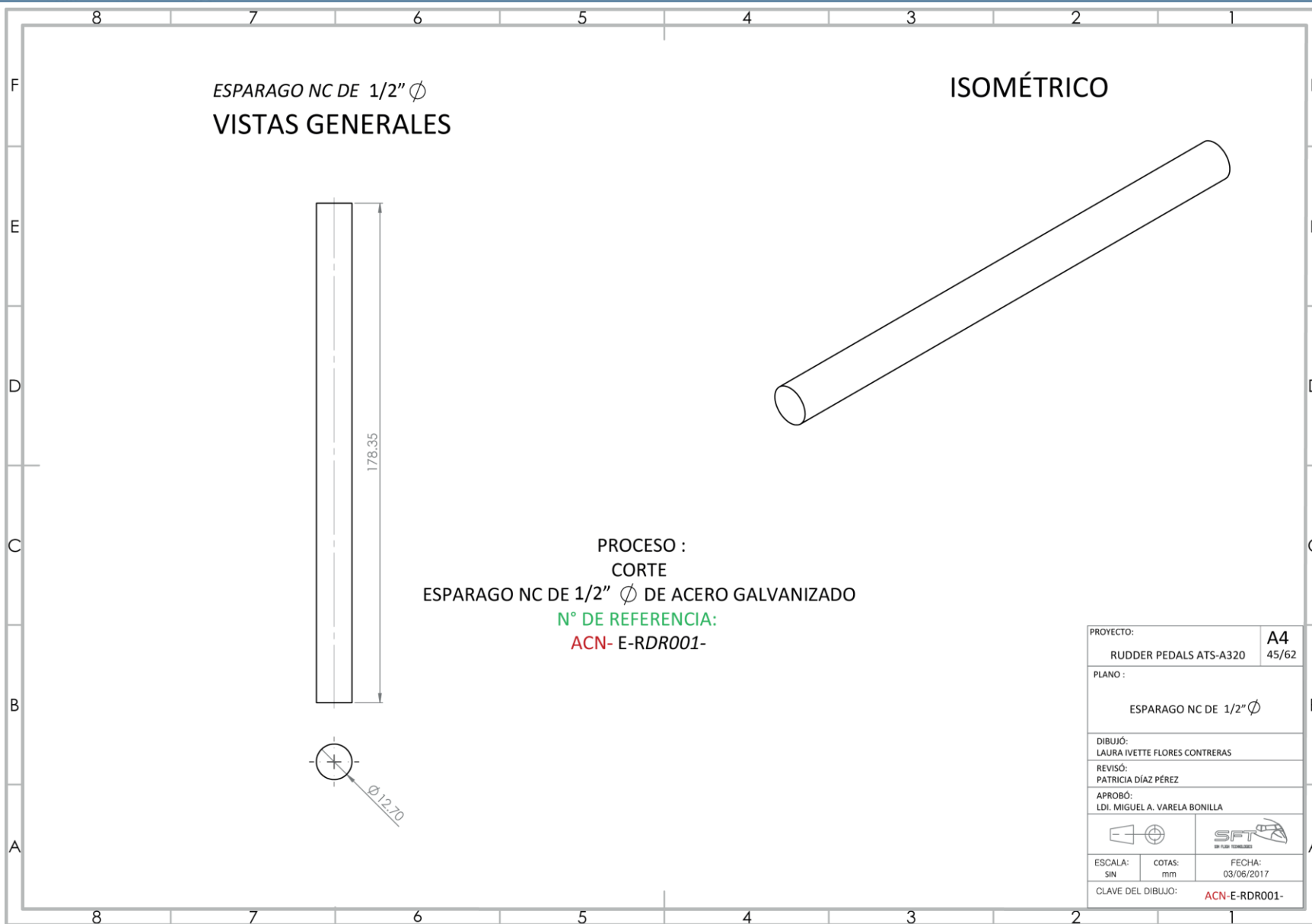


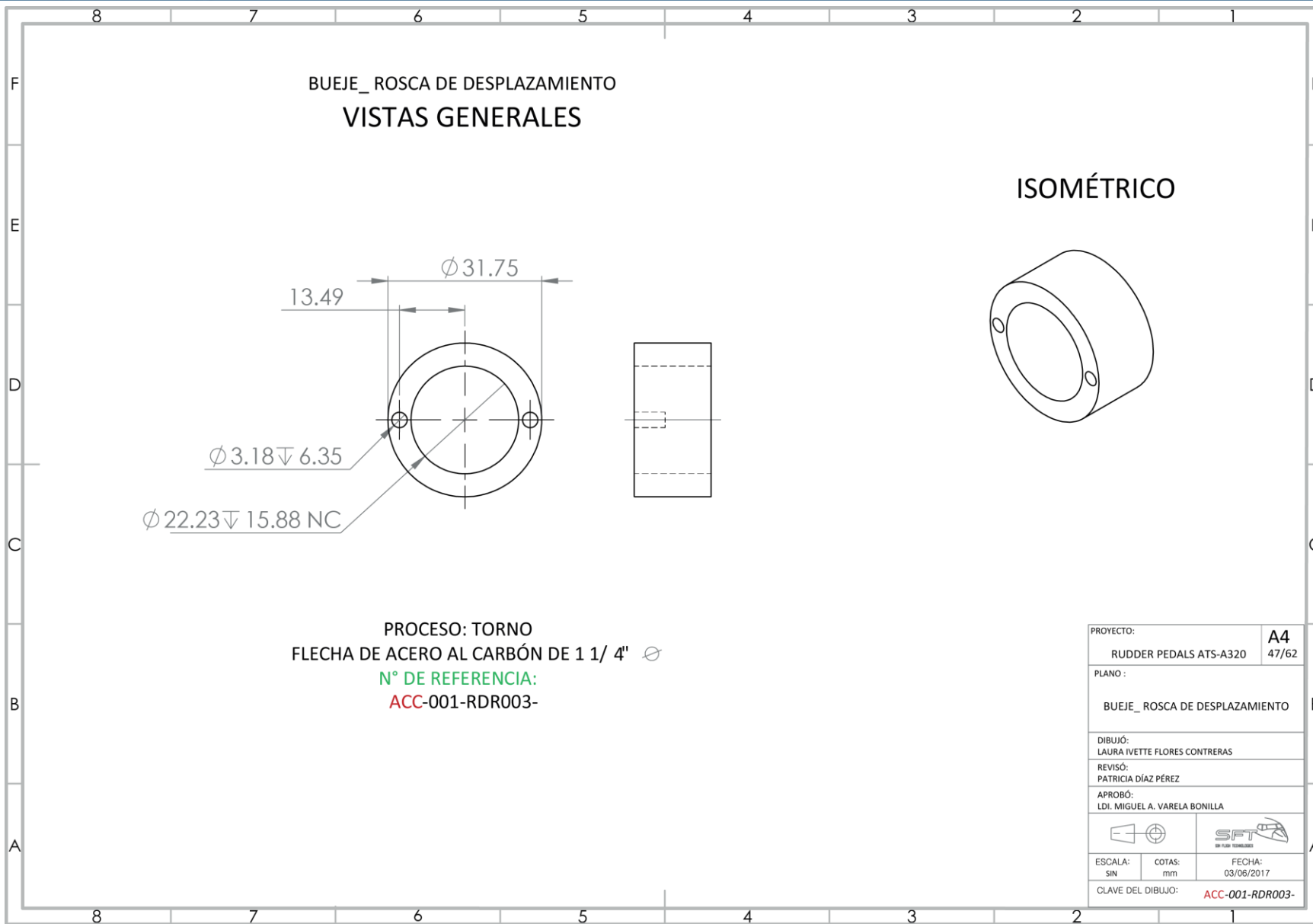


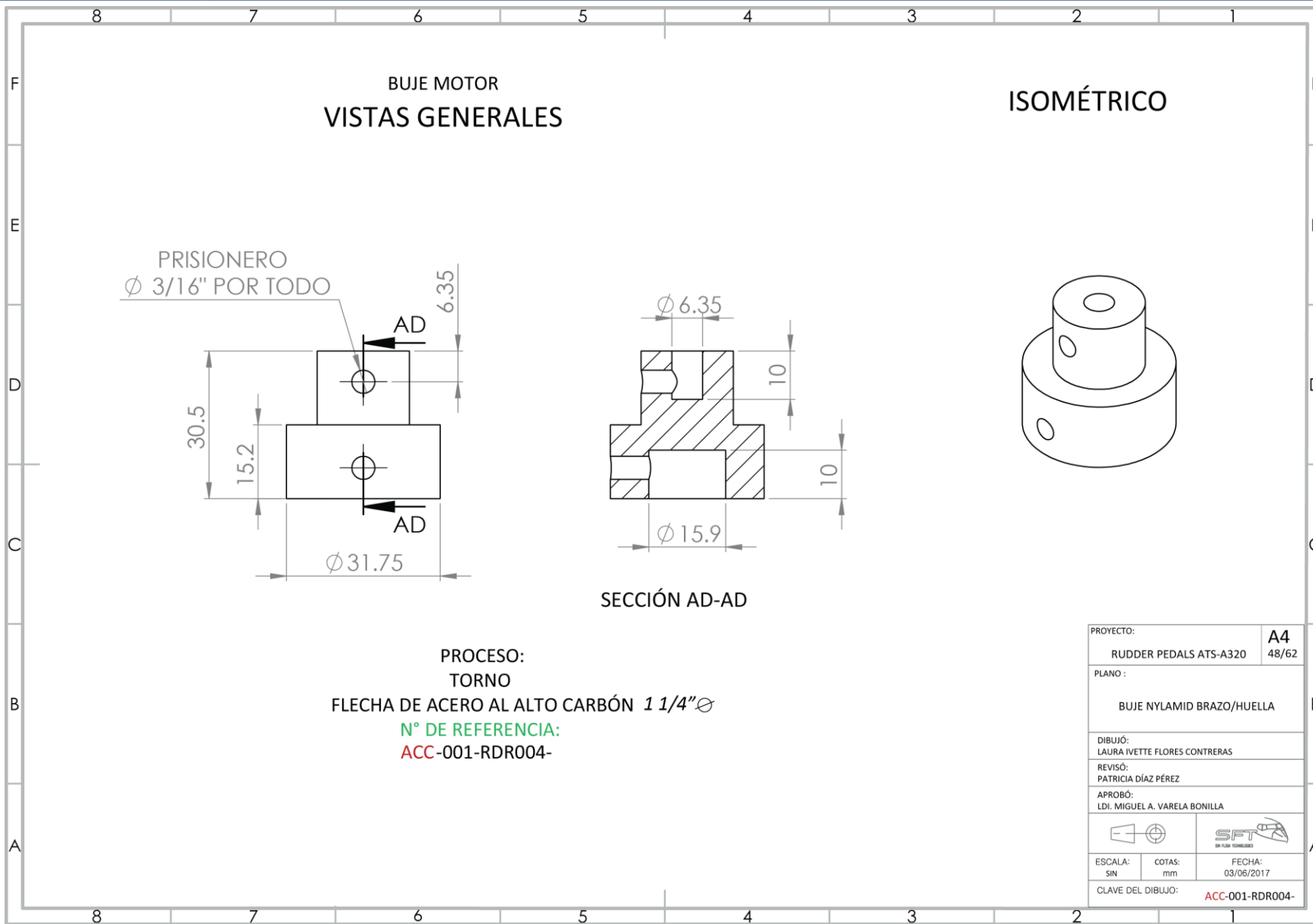


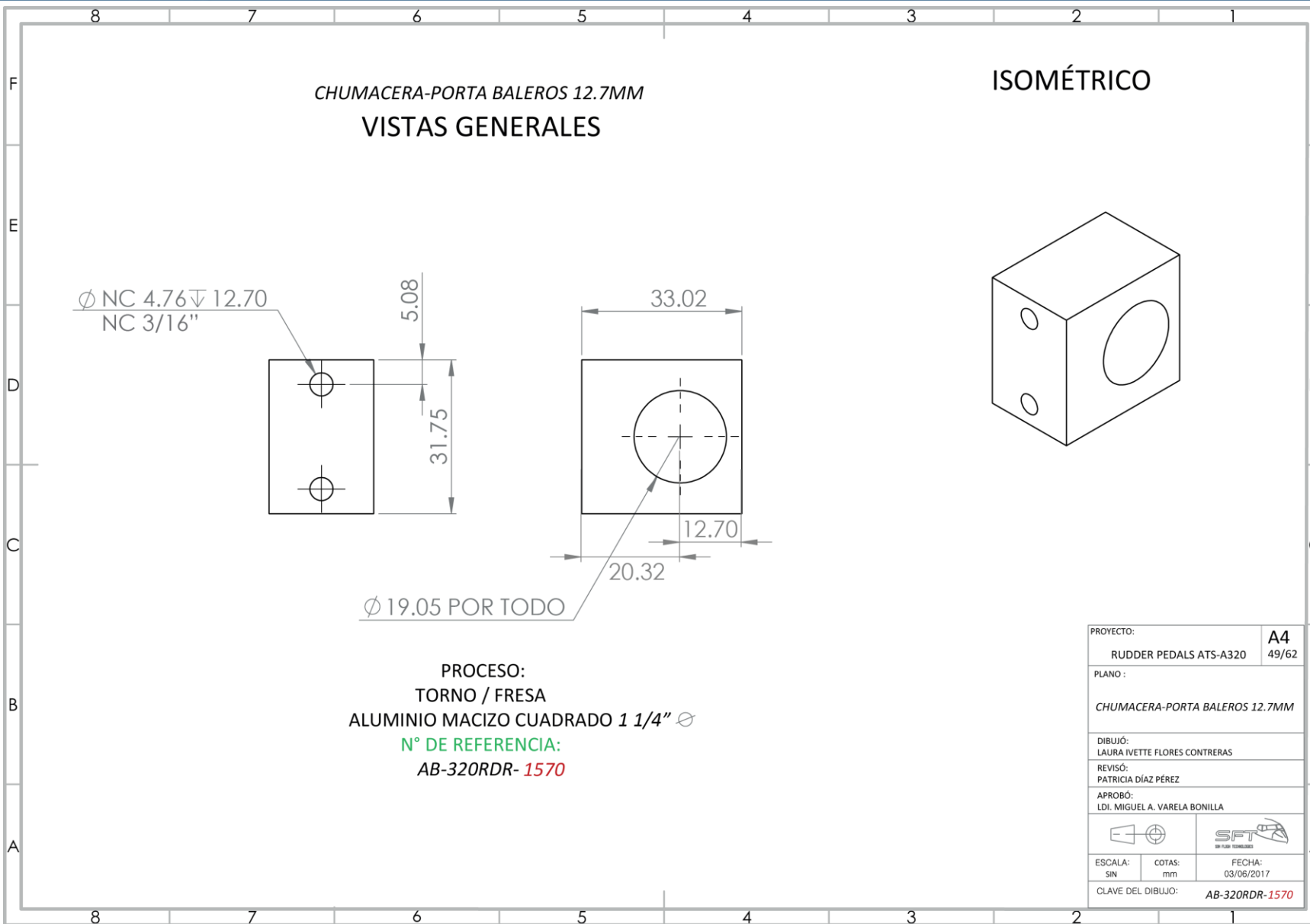


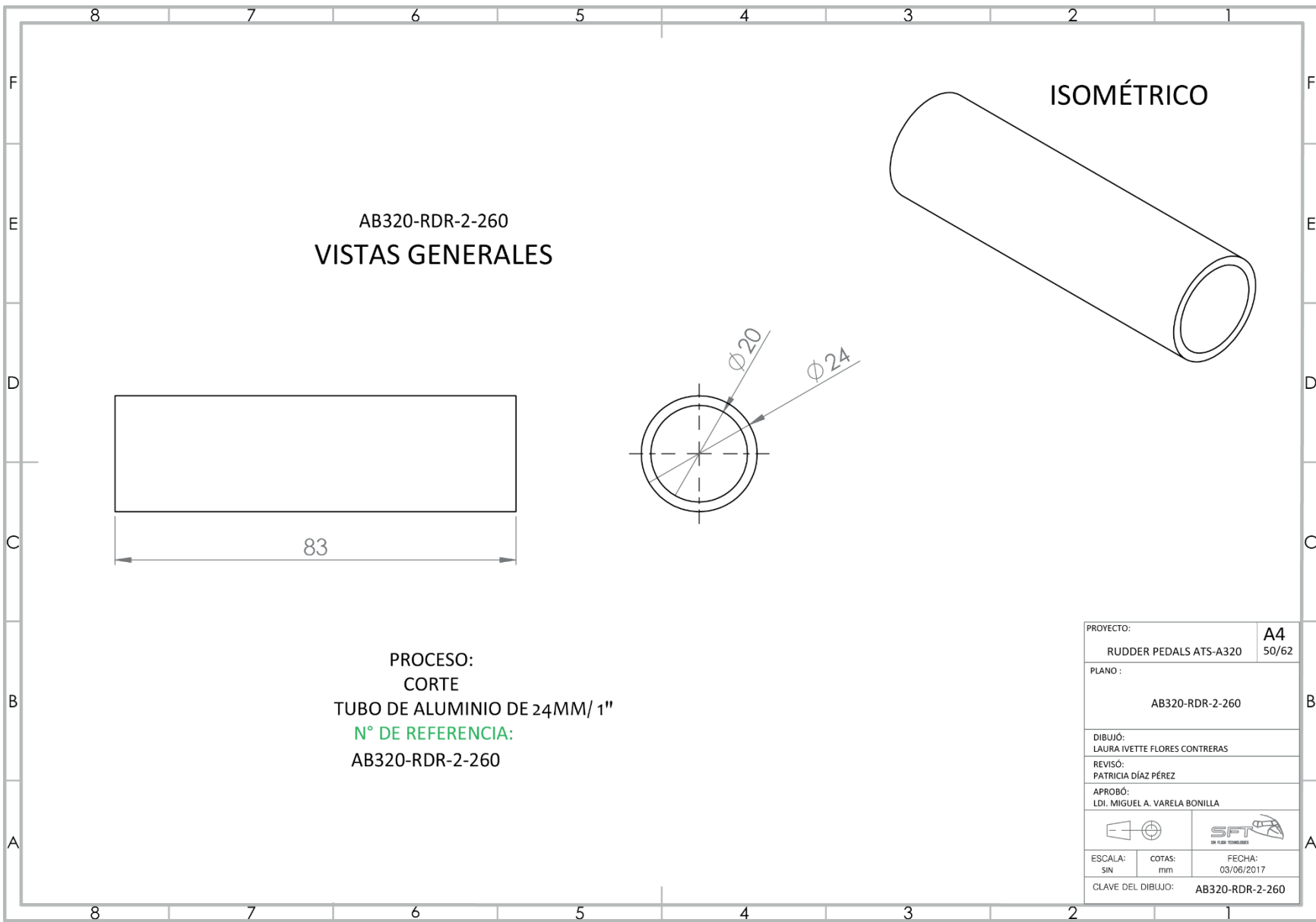














CONCEPTO: RUDDERS PEDALS , PEDALES DE METAL FUNDIDO, POSICIÓN AJUSTABLE, MANGO Y HUELLAS DE PIE CON INCRUSTACIONES DE GOMA	UNIDAD: pz.
	CLAVE:

**COSTOS:
RUDDERS PEDALS**

A-1: (MATERIALES)

PIEZAS METALICAS					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
AB320-RDR-001	FUNDICIÓN DE BRAZOS PEDALES	PIEZA	\$455	2	\$910
AB320-RDR-002	FUNDICIÓN BRAZOS PEDALES	PIEZA	\$455	2	\$910
AB320-RDR-003	FUNDICIÓN DE HUELLAS PEDALES	PIEZA	\$1175	2	\$2350
AB320-RDR-004	FUNDICIÓN DE HUELLAS PEDALES	PIEZA	\$1175	2	\$2350
AB320-RDR-005	CHAPA METÁLICA DE CAJA SUPERIOR	PIEZA	\$ 630.00	2	\$1260
AB320-RDR-006	CHAPA METÁLICA DE CAJA FRONTAL SUPERIOR	PIEZA	\$ 325.00	2	\$650
AB320-RDR-007	CHAPA METÁLICA DE CAJA FRONTAL MEDIA	PIEZA	\$120	2	\$240
AB320-RDR-008	TATAPA DE ACCESO AL MOTOR	PIEZA	\$ 185.00	2	\$370
AB320-RDR-009	CHAPA METALICA_CAJA_BASE DERECHA	PIEZA	\$ 185.00	2	\$370
AB320-RDR-010	CHAPA METALICA_CAJA_BASE	PIEZA	\$ 185.00	2	\$370
AB320-RDR-011	TAPA POSTERIOR	PIEZA	\$ 185.00	2	\$370
AB320-RDR-012	TAPA DE INTERRUPTOR DE DESPLAZAMIENTO	PIEZA	\$45.00	2	\$90
AB320-RDR-013	REPOSAPIES CHAPA DERECHO	PIEZA	\$ 145.00	2	\$290
AB320-RDR-014	REPOSAPIES CHAPA	PIEZA	\$ 145.00	2	\$290
					\$ 10,820.00





CONCEPTO: RUDDERS PEDALS , PEDALES DE METAL FUNDIDO, POSICIÓN AJUSTABLE, MANGO Y HUELLAS DE PIE CON INCRUSTACIONES DE GOMA	UNIDAD: pz.
	CLAVE:

**COSTOS:
RUDDERS PEDALS**

A-1: (MATERIALES)

PIEZAS METALICAS					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
AB320-RDR-015	PLACA DERECHA A PISO	PIEZA	\$ 360.00	2	\$720
AB320-RDR-016	PLACA IZQUIERDA A PISO	PIEZA	\$ 360.00	2	\$720
AB320-RDR-017	AB320-10152036-00 TRIANGULO	PIEZA	\$85.00	4	\$340
AB320-RDR-018	PLACA CENTRAL PEDAL	PIEZA	\$95.00	4	\$380
AB320-RDR-019	BASE DE POTENCIÓMETRO A TRIÁNGULO	PIEZA	\$95.00	2	\$190
AB320-RDR-020	PLACA BUJE DE ROSCA DE DESPLAZAMIENTO	PIEZA	\$35.00	4	\$140
AB320-RDR-021	AB320-RDR-10152007-00 PAREDES DE RIEL	PIEZA	\$70	4	\$280
AB320-RDR-022	BASE DE MECANISMO	PIEZA	\$ 435.00	2	\$870
AB320-RDR-023	BASE DE MOTOR	PIEZA	\$ 165.00	2	\$330
AB320-RDR-024	BASE DE SWITCH DE DESPLAZAMIENTO	PIEZA	\$35.00	4	\$140
AB320-RDR-025	BASE DE MONTAJE DIRECTO	PIEZA	\$ 260.00	2	\$520
AB320-RDR-026	TAPA DE PEDALES	PIEZA	\$500	2	\$1000
AB320-RDR-027	ANGULO ½" X1/2" –CALIBRE 18	PIEZA	\$28	4	\$106
					\$ 5,736.00



CONCEPTO: **RUDERS PEDALS**, PEDALES DE METAL FUNDIDO, POSICIÓN AJUSTABLE, MANGO Y HUELLAS DE PIE CON INCRUSTACIONES DE GOMA

UNIDAD: pz.

CLAVE:

COSTOS: RUDDERS PEDALS

A-2: (MATERIALES)

PERFILES Y BARRAS					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
NYD-001-RDR-003	NYLAMID 1" X 1/4" -POLEA CON BASTAGO DE TRANSMISIÓN	PIEZA 3.2cmx61cm largo	\$130-PZA	4 PIEZAS DE .01016M +.05%DESPERDICIO	\$9.09
NYD-001-RDR-004	BUJE NYLAMID BRAZO/ HUELLA	PIEZA 3.2cmx61cm largo	\$130-PZA	6 PIEZAS DE .02M +.05%DESPERDICIO=.084	26.85
ACN-E-RDR-001	ESPÁRRAGO DE 1/2"-ESPARRAGO DE 12.7	METRO LINEAL	\$51.30	4 PIEZAS DE .175M=.8M	\$41.04
ACN-E-RDR-002	ESPARRAGO DE 5/8"-ESPARRAGO DE .15.875	METRO LINEAL	\$58.00	2 PIEZAS DE .403M	\$58
ACC-001-RDR-003	BUJE DE ROSCA DE DESPLAZAMIENTO DE 1 ¼ DE ACERO AL CARBÓN- BUEJE_ ROSCA DE DESPLAZAMIENTO	METRO LINEAL 6.211KG	\$16.4 -KG	2 PZAS. DE .0254M +.05%DESPERDICIO	\$5.45
ACC-001-RDR-004	BUJE DE ROSCA DE DESPLAZAMIENTO DE 1 " DE ACERO AL CARBÓN-BUJE MOTOR	METRO LINEAL 6.211KG	\$16.4 -KG	2 PZAS. DE .0254M +.05%DESPERDICIO	\$5.45
AB320-RDR-1570	MACIZO CUADRADO 1 1/4" (CHUMACERA DE BALEROS LINEALES DE ½", .03302M X 12 PZAS)=.396M) -AB320-RDR-10152005-00	METRO LINEAL .983	\$295.00	12PZAS DE .03302+.05%DESPERDICIO =.416	\$122.75
AB320-RDR-1548	MACIZO REDONDO DE 2 ½" (BASE DE TRINANGULO DE TRANSMISIÓN .0127 M X 2 PZAS)=.396M)	METRO LINEAL 8.582	\$21.85-KG	2PZAS DE .0127+.05%DESPERDICIO =.027	\$ 5.06
AB320-RDR-2-1528	MACIZO REDONDO DE 1" (TAPA TRIANGULO .005 M X 2 PZAS)=.396M)	METRO LINEAL 1.373 KG	\$21.85-KG	2PZAS DE .0047+.05%DESPERDICIO =.01	\$.30
AB320-RDR-2-260	TUBO DE ALUMINIO DE 24MM/1"	METRO LINEAL .187KG	\$21.85-KG	2PZAS DE .166+.05%DESPERDICIO =.0175	\$.70
					\$ 151.94

CONCEPTO: **RUDERS PEDALS**, PEDALES DE METAL FUNDIDO, POSICIÓN AJUSTABLE, MANGO Y HUELLAS DE PIE CON INCRUSTACIONES DE GOMA

UNIDAD: pz.
CLAVE:

COSTOS: RUDDERS PEDALS

A-2: (MATERIALES)

PERFILES Y BARRAS					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
AB320-RDR-1528	MAMELÓN (MACIZO REDONDO DE ALUMINIO 1")-AB320-10152007-00	METRO LINEAL 1.373 KG	\$21.85-KG	4 PIEZAS DE .06M +.05%DESPERDICIO=.252	\$4.01
AB320-RDR-30092	MACIZO REDONDO- INOX. 1/2"-MASISORIEL	METRO LINEAL 1KG	\$ 65-KG	8 PIEZAS DE .25M +.05%DESPERDICIO	\$136.5
ACC-001-RDR-002	MACIZO REDONDO- ACERO AL CARBÓN. 1/2"-SOPORTE ROTULA	METRO LINEAL .9936KG	\$16.4 -KG	6 PIEZAS DE .03M +.05%DESPERDICIO=.189	\$3.07
AB320-RDR-13011	MACIZO REDONDO- ALUMINIO 1/2"-POSTE FRENO	METRO LINEAL .343 KG	\$21.85-KG	4 PIEZAS DE .02M +.05%DESPERDICIO=.084	\$0.62
AB320-RDR-13008	MACIZO REDONDO- ALUMINIO 3/8"-BARRA DE TRANSMISION	METRO LINEAL .193	\$21.85-KG	1 PIEZAS DE 1.07M +.05%DESPERDICIO=1.1235	\$24.54
AB320-RDR-13002	MACIZO REDONDO -ALUMINIO 1/4"-BARRA DE TRANSMISIÓN	METRO LINEAL .068KG	\$21.85-KG	4 PIEZAS DE .125M +.05%DESPERDICIO=.525	\$7.8
AB320-RDR-30091	MACIZO REDONDO – ACERO INOX 3/8"-TOPE	METRO LINEAL .56KG	\$21.85-KG	8 PIEZAS DE .02M +.05%DESPERDICIO=.168	\$2.05
AB320-RDR-130	LATÓN BUJE ALEACIÓN 360-CUERDA LATÓN	METRO LINEAL 4.03KG	\$86.15-KG	2 PIEZAS DE .025M +.05%DESPERDICIO	\$18.22
NYID-001-RDR-001	NYLAMID 1" X 1/4" -POLEA CON CAJA PARA AMORTIGUADOR	PIEZA 3.2cmx61cm largo	\$130-PZA	4 PIEZAS DE .02M +.05%DESPERDICIO=.084	\$17.90
NYD-001-RDR-002	NYLAMID 1" X 1/4" -POLEA CON TRANSMISION	PIEZA 3.2cmx61cm largo	\$130-PZA	4 PIEZAS DE .008M +.05%DESPERDICIO=.034	\$7.24
					\$ 221.95

CONCEPTO: **RUDERS PEDALS**, PEDALES DE METAL FUNDIDO, POSICIÓN AJUSTABLE, MANGO Y HUELLAS DE PIE CON INCRUSTACIONES DE GOMA

UNIDAD: pz.

CLAVE:

COSTOS: RUDDERS PEDALS

A-3: (MATERIALES)

INSUMOS UNIONES FISICAS / ACTUADORES MECANICOS					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
ACM03010	TORNILLO CABEZA CAJA ALLEN DE 3MM X 10mm – INOX. / MOTOR	PIEZA	\$1.50	10	\$15.00
AB03009	TORNILLO CABEZA GOTA ALLEN 3/16 X 1/2" /GUIAS	PIEZA	\$1.28	60	\$76.80
AP04013	TORNILLO CABEZA PLANA ALLEN 3/16 X 1/2" /BASE	PIEZA	\$1.34	12	\$16.08
AB03019	TORNILLO CABEZA GOTA ALLEN 3/16" X 3/4" /BUJE/TRIANGULO	PIEZA	\$1.61	18	\$28.98
AB02006	TORNILLO CABEZA GOTA ALLEN 1/8" X 1/4" /GUIAS INFERIORES	PIEZA	\$1.16	12	\$13.92
AC02009	TORNILLO CABEZA CAJA ALLEN 1/8" X 3/8" /CARCASA	PIEZA	\$1.46	32	\$46.40
AC03032	TORNILLO CABEZA CAJA ALLEN DE 3/8" X 1 1/4" /PISTÓN/ ROTULAS	PIEZA	\$2.27	8	\$18.16
NYF13	TUERCAS DE SEGURIDAD 1/2-20.	PIEZA	\$4.48	4	\$ 17.92
NCFV09	TUERCAS DE SEGURIDAD 3/16.	PIEZA	\$1.94	28	\$54.32
AOS03013	OPRESOR ALLEN DE 3/16 X 1/2"	PIEZA	\$1.48	6	\$8.88
LMB8UU	RODAMIENTO LINEAL 12 X 19 X 28 (JBL)	PIEZA	\$ 270.00	12	\$3240.00
	RODAMIENTO 12 X 3/16" X5	PIEZA	\$25	8	\$400
IC0019A 6-60-185-100 100N	AMORTIGUADOR HIDRAULICO SESAMEE	PIEZA	\$ 257.74	4	\$1031.00
ABC CM-4	RÓTULAS 6 MM X 1" CON CABEZA ARTICULADA	PIEZA	\$ 155.40	10	\$1554.00
7501042083783	PISO RAYADO DE GOMA 328MM X 76MM	METRO CUADRADO	\$ 175.00	4 PZAS. DE .00913 M/C	\$6.4
MIL RAYAS HUELLA	PISO RAYADO DE GOMA 160MM X 55MM	METRO CUADRADO	\$ 175.00	4 PZAS. DE .025 M/C	\$17.45
A320-RDR-022	CARATULA LASER MAX / ESTIRENO GRIS-FONDO BLANCO	PIEZA	\$ 105.00	1	\$105
A320-RDR-023RSN°6	RESORTE DE DIAMETRO INTERIOR< 12.7X80MM	PIEZA	\$ 40	4PZAS.	\$160
					\$ 6,796.39



CONCEPTO: **RUDERS PEDALS**, PEDALES DE METAL FUNDIDO, POSICIÓN AJUSTABLE, MANGO Y HUELLAS DE PIE CON INCRUSTACIONES DE GOMA

UNIDAD: pz.

CLAVE:

COSTOS: RUDDERS PEDALS

A-4: (MATERIALES)

INSUMOS ELECTRONICA					
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
	POTENCIOMETROS 50 K	PIEZA	\$ 16.00	6	\$ 96.00
	MOTORREDUCTOR METAL 37DX57L MM	PIEZA	\$ 491.00	2	\$ 982.00
	CABLE 2 X 20 AWG	METRO	\$ 1.80	1.5	\$ 2.70
	CONECTORES TIPO ESPADA	PIEZA	\$ 0.70	6	\$ 4.20
	FUENTE 12 V Y 3A	PIEZA	\$ 169.31	1	\$ 169.31
	FLEXOPET CAL 22	METRO	\$ 17.00	9	\$ 153.00
	TERMOFIT	METRO	\$ 9.00	0.3	\$ 5.4
	INTERRUPTOR ELEVADOR DE CRISTALES CHEVROLET GM	PIEZA	\$ 145.41	2	\$ 290.82
	CABLE 22AWG	METRO	\$ 18.00	22.5	\$ 405.00
	SPEED & POSITION-RESISTIVE & OPTICAL	PIEZA	\$ 7.87	2	\$ 15.74
	LIMIT SWITCH	PIEZA	\$ 9.82	1	\$ 9.82
	PORTAFUSIBLES TIPO EUROPEO	PIEZA	\$ 11.21	1	\$ 11.21
	CLAVIJA CON CABLE	PIEZA	\$ 35.00	1	\$ 35.00
					\$ 2,180.20





CONCEPTO: **RUDERS PEDALS**, PEDALES DE METAL FUNDIDO, POSICIÓN AJUSTABLE, MANGO Y HUELLAS DE PIE CON INCRUSTACIONES DE GOMA

UNIDAD: pz.

CLAVE:

COSTOS: RUDDERS PEDALS

A: (MATERIALES)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
A-1	PIEZAS METALICAS	BLOQUE	\$ 14,926.00	1	\$ 16,556.00
A-2	PERFILES Y BARRAS	BLOQUE	\$ 361.46	1	\$ 373.89
A-3	INSUMOS UNIONES FISICAS / ACTUADORES MECANICOS	BLOQUE	\$ 6,956.39	1	\$ 6,796.39
A-4	INSUMOS ELECTRONICA	BLOQUE	\$ 2,180.20	1	\$ 2,180.20
					\$ 25,706.48

B:(MANO DE OBRA)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
TOR-ATS320-RDR	TORNERO* JUEGO DE DOS BLOQUES	JGO./PEDAL	\$ 6500	1	\$ 6500
ELC-ATS320	ELECTRICO	JORNADA	\$ 341.56	3	\$ 1024.68
PNT-ATS-RDR	PINTURA ELECTROESTATICA	SERVICIO	\$	1	\$ 0
ENS-ATS320	ENSAMBLE DEL EQUIPO (MECÁNICA Y ELECTRÓNICA)	HORA	\$ 341.56	3	\$ 1024.68
					\$ 8549.36

C:(HERRAMIENTA Y EQUIPO)

CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
	CAUTÍN/SOLDADURA	1000 hv	\$ 1300	1	\$ 1.3
					\$ 1.3

OBSERVACIONES:	TOTAL COSTO DIRECTO (A+B+C)	\$ 34257.14
	INDIRECTOS(D) 12 %	\$ 4110.85
	ACUMULADO CD+D	\$ 38368
	FINANCIAMIENTO (E)	\$ 0
	ACUMULADO C+D+D+E	\$ 38368
	UTILIDAD (F) 30%	\$ 11510.40
	ACUMULADO CD+D+E+F	\$ 49878.40
	TOTAL DE PRECIO UNITARIO(A+B+C)+(D+E+F)	\$ 49878.40

PRECIO DE VENTA= CUARENTA NUEVE MIL OCHOCIENTOS SETENTA OCHO PESOS CON CUARENTA CENTAVOS /100 MN





2.a.3 – RUDDER PEDAL POSITION VS FORCE

OBJECTIVE	To demonstrate that the simulator Rudder Pedal static characteristics conform to the airplane.
DEMONSTRATION	Starting from a neutral position, move the rudder pedals at a very slow rate over their full range to the left or right limit, then back through neutral to the opposite limit, then back to the neutral again.
TOLERANCE	$\pm 2.2 \text{ daN}$ (5 lbf) breakout $\pm 2.2 \text{ daN}$ (5 lbf) or $\pm 10\%$ of force

2.a.3 - POSICIÓN DEL PEDAL DE TIMÓN CONTRA FUERZA

OBJETIVO

Demostrar que las características estáticas del timón del simulador se ajustan al avión.

DEMOSTRACIÓN

Comenzando desde una posición neutral, mueva los pedales del timón a una velocidad muy lenta en todo su rango hacia el límite izquierdo o derecho, luego vuelva a pasar por neutral al límite opuesto, y luego nuevamente al neutral.

TOLERANCIA

$\pm 2.2 \text{ daN}$ (5 lbf) breakout (roptura/momentum)

$\pm 2.2 \text{ daN}$ (5 lbf) o $\pm 10\%$ de la fuerza





PARÁMETROS DE POSICIÓN DEL CONTROLADOR DE ROL VS PRUEBA DE FUERZA

※	Ley de control de configuración /Configuration Control Law	:	-
※	A/P	:	-
※	Configuración de engranaje /Gear Configuration	:	-
※	Configuración de flaps /Flaps Configuration	:	-
※	IAS	:	-
※	Altitud/ Altitude	:	-
※	VS	:	-
※	Power Thrust	:	-

QTG TEST RESULTS

ATS-A320		
RUDDER POSITION (%)	RUDDER DEFLECTION (degrees)	RUDDER FORCE (daN)
-100	-26.88	-28.45
0	0	-2.08
0	0	0
0	0	2.02
100	26.42	28.61

Table 6.1 – Test 2.a.3.b – Significant Results

POSICIÓN DE RUDDER (%)	DEFLEXIÓN DE TIMÓN (grados)	FUERZA DE RUDDER (daN)
-100	-26.88	-28.45
0	0	-2.08
0	0	0
0	0	2.02
100	0 26.42	28.61

Tabla 6.1 - Prueba 2.a.3.b - Resultados Significativos





According to the Table 6.2 built based on data base extracted from QTG software and experimental test results, we can demonstrate the ATSA320 rudder behavior responses in a good way about the relation of its force requires to get manipulate, its position and its deflection on software.

For this test was made a mechanism on a completely plane and level surface, where the rudder pedals system was mounted and studied. The surface and pedals were adapted to measure the position of pedal system. Also, an extra system was built, which objective was to measure the force (physically) applied on the rudder pedal to get the full sweep* getting next data base. It consisted on a professional dynamometer positioned on a surface at the same height of the rudder pedal point of subjection.

The dynamometer was subject of its both ends, one the rudder pedal subjection and the other to an industrial table vice. This table vice was moved toward behind applying the necessary force to move the pedal with a constant rhythm. This way was ensuring that the movement were in the same level, with no components on any extra plane, traying to not affect the force property.

Rudder deflection and rudder pedal position were graphited by QTG software, as well the second one was confirmed on the pointed lines on surface. This process was applied on both pedals.

De acuerdo con la Tabla 6.2 construida en base a la base de datos extraída del software QTG y resultados de pruebas experimentales, podemos demostrar las respuestas de comportamiento del timón ATSA320 en un buen manera de la relación de su fuerza requiere para obtener manipular, su posición y su desviación en software.

Para esta prueba se hizo un mecanismo en una superficie completamente plana y nivelada, donde el sistema de pedales del timón fue montado y estudiado. La superficie y los pedales se adaptaron a medir la posición del sistema de pedal. Además, se construyó un sistema adicional, cuyo objetivo era medir la fuerza (físicamente) aplicada en el pedal del timón para obtener el barrido completo obteniendo la próxima base de datos. Consistió en un dinamómetro profesional posicionado en una superficie a la misma altura del punto de sujeción del pedal del timón.

El dinamómetro estaba sujeto a sus dos extremos, uno el soporte del pedal del timón y el otro para un vicio de mesa industrial. Este vicio de mesa fue movido hacia atrás aplicando fuerza necesaria para mover el pedal con un ritmo constante. De esta manera se aseguraba de que movimiento estaban en el mismo nivel, sin componentes en ningún plano adicional, trayectoria en la que no se ve afectada la propiedad de la fuerza.





La deflexión del timón y la posición del pedal del timón fueron graficados por el software QTG, así como el segundo fue confirmado en las líneas graficadas y señaladas en la superficie. Este proceso fue aplicado en ambos pedales.

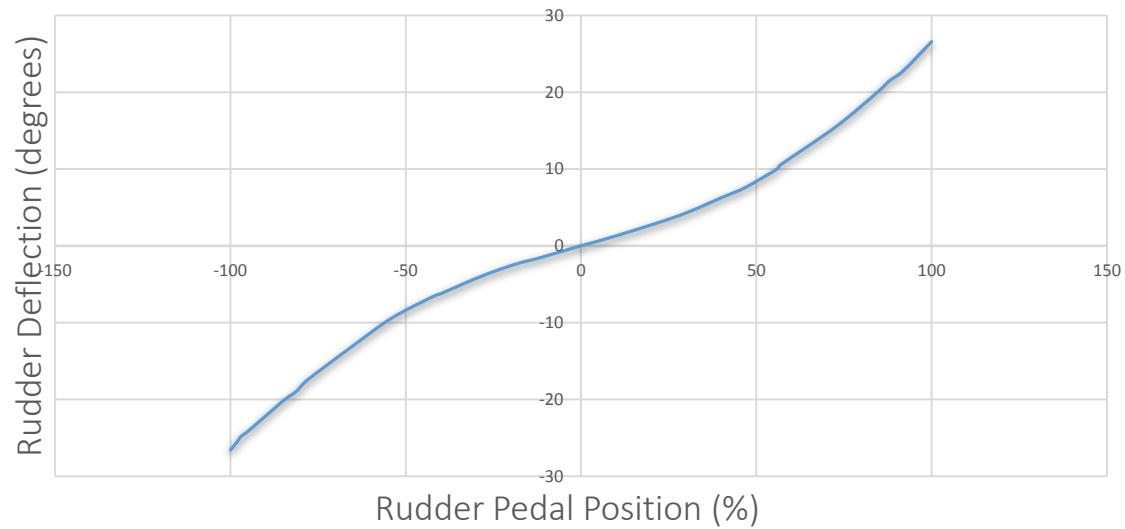
POSITION	DEFLECTION	FORCE
-100	-26.8817	-28.45
-75	-16.6592	-14.34
-50	-8.8117	-9.93
-25	-3.3392	-4.94
0	0	-2.08
0	0	-0.5
0	0	0.5
0	0	2.02
25	3.1973	4.87
50	8.5623	10.54
75	16.3023	16.35
100	26.4173	28.61

Table 6.2 – Test 2.a.3.b – Numerical data base from QTG software

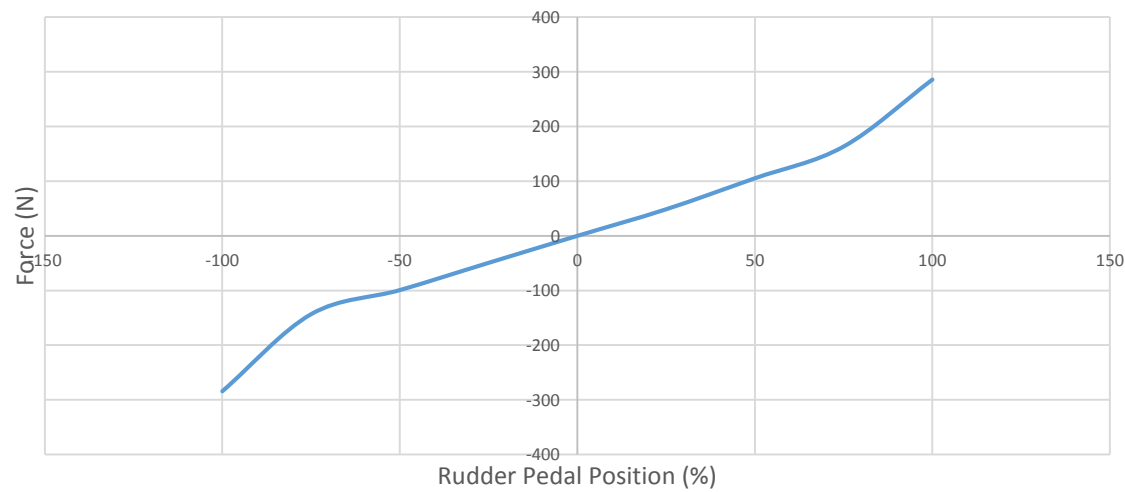




Rudder pedal Position VS Rudder Deflection



Rudder Pedal Position VS Force



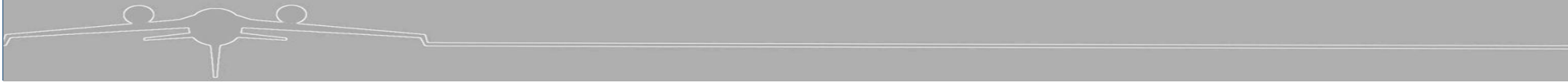
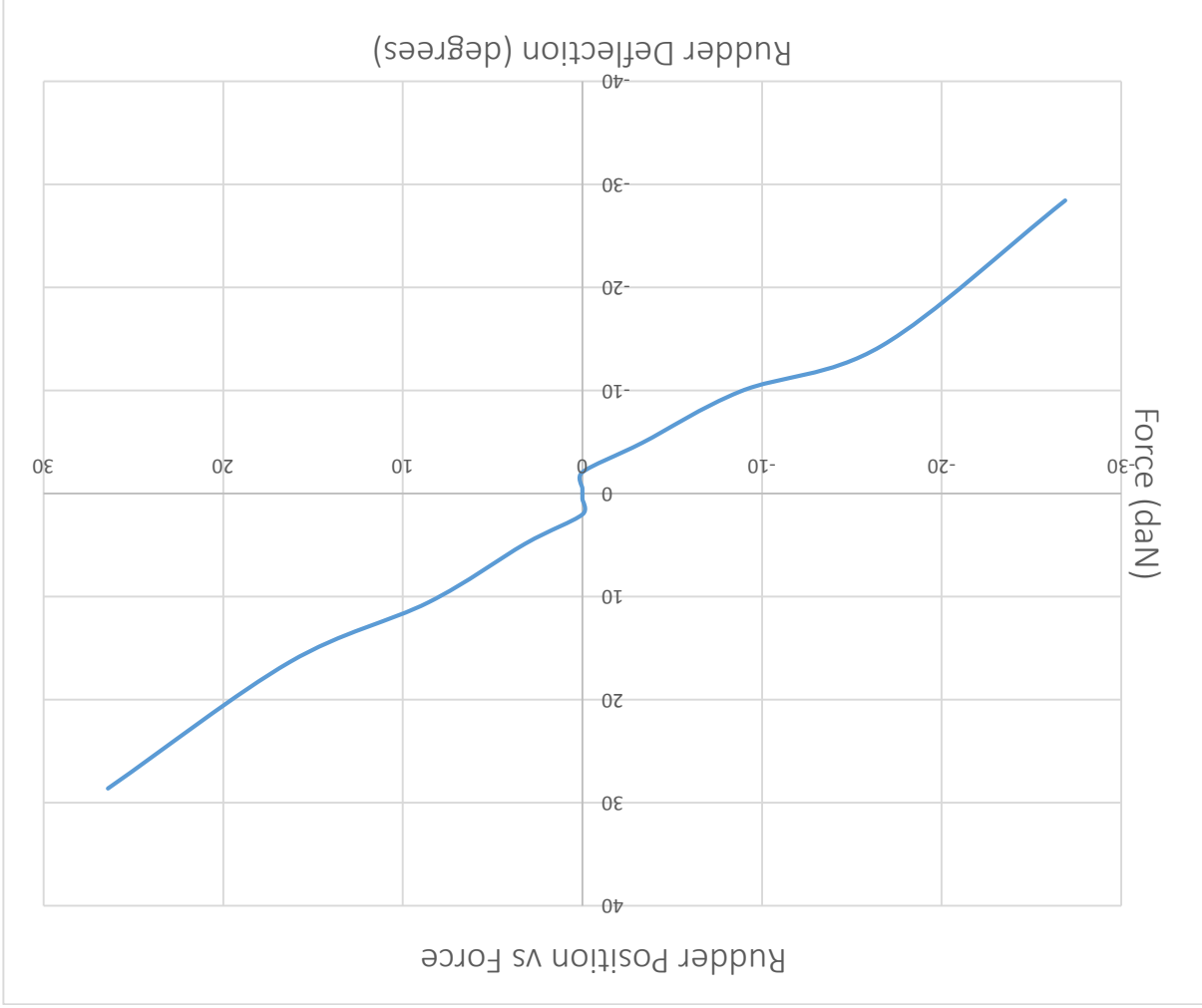


Figure 6.1 – Test 2.a.3.b – Graphical data base.





In order to confirm the process followed on the present test, next figures describe it.

1. The described method to perform the force measure is shown following.
Para confirmar el proceso seguido en la prueba actual, las siguientes figuras lo describen.
1. El método descrito para realizar la medida de la fuerza se muestra a continuación.





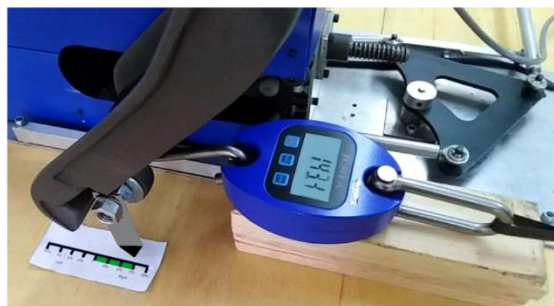
2. For each pedal their forces where measured depending of its position, considering 100% from neutral position to the left limit and -100% from neutral position to the right limit. Next figures show the measure for 25%, 50%, 75% and 100% of Right rudder pedal of First Official. Para cada pedal sus fuerzas se midieron dependiendo de su posición, considerando 100% desde la posición neutral al límite frontal y -100% desde la posición neutral al límite opuesto. Las siguientes figuras muestran la medida del 25%, 50%, 75% y 100% de la derecha pedal de timón del Primer Oficial.



25%



50%



75%



100%

3. Next figures show the measure for 25%, 50%, 75% and 100% of Left rudder pedal of First Official.

3. Las siguientes figuras muestran la medida del 25%, 50%, 75% y 100% del pedal del timón izquierdo del Primer Oficial.





25%



50%



75%



100%





REFERENCE DATA

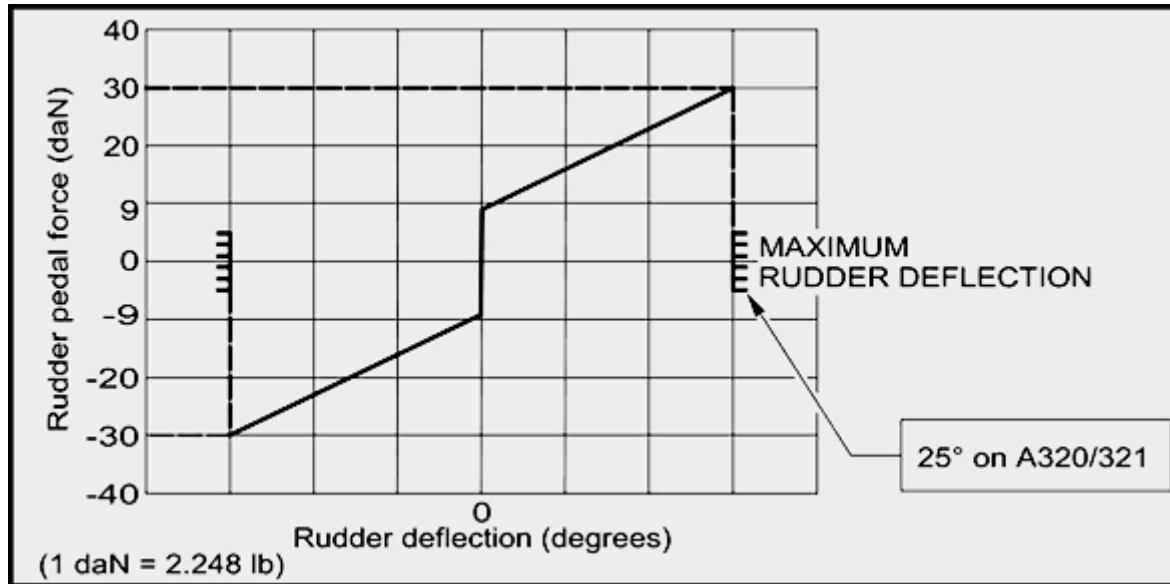


Figure 6.2 – Use of A320 Rudder Pedals

Test Ref. [AIRBUS A320 FCOM]

***[Aeroplane Flight Simulation Training Device Evaluation Handbook – Vol. 1 – Page 2A-12 Test 2a.(3) // A full sweep is define as movement of the controller from neutral to the stop to the opposite stop, then back to the neutral position]**

* [Manual de evaluación del dispositivo de entrenamiento de simulación de vuelo del avión - Vol. 1 - Página 2A12

Prueba 2a. (3) // Un barrido completo se define como el movimiento del controlador de neutral a parar a la parada opuesta, luego de vuelta a la posición neutral]





ANALYSIS & VALIDATION DATA

According to the Use of A320 Rudder Pedals (Figure 6.2) on page 3111 extracted from the Airbus A320 Flight Crew Operating Manual, the maximum force the real A320 rudder pedal system require is 30daN (300N), referring these values versus rudder deflection (degrees) which maximum value is $\pm 25^\circ$. The comparison is described down on Table 6.3.

DATOS DE ANÁLISIS Y VALIDACIÓN

De acuerdo con el uso de los pedales de timón A320 (figura 6.2) en la página 3111 extraídos del Airbus Manual de operación del tripulante de vuelo A320, la fuerza máxima del verdadero sistema de pedal del timón A320 requiere es 30daN (300N), refiriendo estos valores contra la deflexión del timón (grados) que máximo el valor es $\pm 25^\circ$. La comparación se describe en la Tabla 6.3.

TABLA COMPARATIVA ENTRE VALORES DE UN A320 Y UN ATS-A320		
	MAX RUDDER DEFLECTION (degrees)	MAX RUDDER FORCE (daN)
Airbus A320	-25 / 25	-30 / 30
ATS-A320	-26.88 / 26.42	-28.45 / 28.61

TABLA COMPARATIVA ENTRE VALORES DE UN A320 Y UN ATS-A320		
	DESVIACIÓN MAX RUDDER (grados)	MAX FUERZA RUDDER (daN)
Airbus A320	-25 / 25	-30 / 30
ATS-A320	-26.88 / 26.42	-28.45 / 28.61

CONCLUSION

From the analysis above, it is demonstrated the ATS-A320 accomplishes with the parameters established at 2.a.3.b Test, table B2A "Subjective Tests for FTD Level 5" and has a Normal Rudder Pedal System behavior in comparison with real airplane within the class studied. So, we can conclude that the ATS-A320 values can be adopted as validation data.

CONCLUSIÓN

Del análisis anterior, se demuestra que el ATS-A320 logra con el parámetros establecidos en 2.a.3.b Prueba, tabla B2A "Pruebas subjetivas para FTD nivel 5" y tiene una Comportamiento normal del sistema del pedal del timón en comparación con el avión real dentro de la clase estudió. Por lo tanto, podemos concluir que los valores ATS-A320 se pueden adoptar como datos de validación.





PRESENTACIÓN COMERCIAL





REPOSACABEZAS

BRAZO CHICO

FIBRA DE VIDRIO



Fuente propia.

Reposacabezas /brazo Chico/Fibra de Vidrio

Descripción	Status
La cabecera junto con el brazo chico y fibra de vidrio son un replica similar al asiento original o en su defecto la fibra de vidrio a algún componente de la cabina. La cabecera es un sistema fijo o con movimiento de ajuste angular y posicionamiento vertical. El brazo chico es un sistema de movimiento angular necesario para el acceso o descenso del piloto.	Operativo Diseño propio desarrollo





PANEL DE FUSIBLES



Fuente propia.

Panel de fusibles(Fuses Panel)	
Descripción	Status
<ul style="list-style-type: none">• Fusibles superiores• Fusibles de fondo <p>Fusibles réplica de panel de estilo similar a los aviones, fabricado en material acrílico negro y cubre polvos transparente, cubierto por Rowmark, color gris, corte máximo por láser Max, diseño propio. Ubicado en la parte posterior del panel del asiento del FO.</p>	Inoperativo
<ul style="list-style-type: none">• Porta-guantes. <p>Réplica de estilo similar al avión, fabricado en aluminio, pintura gris electrostática. Situado entre los paneles de fusibles superior e inferior.</p>	Diseño propio desarrollo

Fuente propia.





JUMP SEAT



SFT
SimFlightTechnologies

Asiento de Salto

Descripción	Status
Sección abierta establecida en la parte trasera de la cabina para el observador (asiento de salto), con una visión total de la cubierta de vuelo y visual. El asiento del salto es una réplica similar al asiento original del salto del avión. Su asiento es plegable.	Operativo Diseño propio desarrollo

Fuente propia.





VÁSTAGO DEL TIMÓN /TILLER



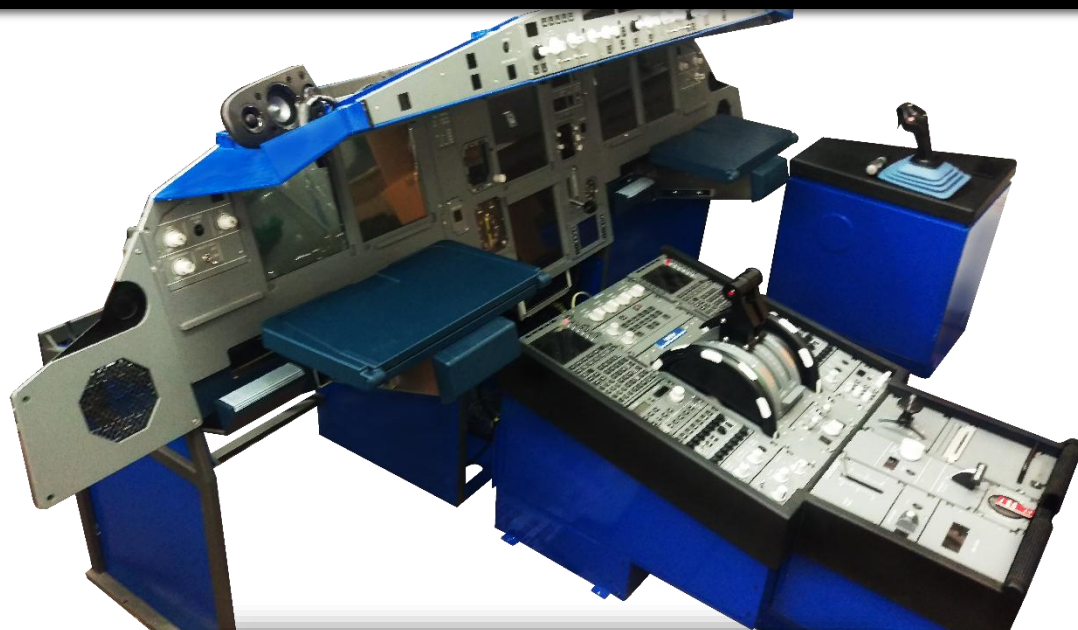
PEDALS
DISCONNECT



Vástago del Timón	
Descripción	Status
Steering Tiller estilo Airbus, fabricado sobre materiales metálicos y fibra de vidrio negro para uso rudo, acabado con pintura electrostática, sistema de resortes, y potenciómetros. Opcional sobre: a) Control de rodillos para giros más agudos.	Operativo Realización de Análisis de funcionamiento, y desarrollo de planos con ajuste para producción



MESA DESLIZANTE Y REPOSAPIÉS



Sliding Table and Foot Rest

Descripción

Mesa deslizable réplica de estilo similar al avión, fabricado en aluminio, pintura con color azul.

Reposapiés réplica de estilo de avión similar, fabricado en aluminio, pintura con color azul.

Status

Operativo

Operativo
Realización de
Análisis de
funcionamiento, y
desarrollo de
planos.





ESTRUCTURA



ATS-A320

Ilustración 17 ESTRUCTURA MODULAR

FUENTE PROPIA.

PUESTO DE CABINA E INSTRUCTOR ESTRUCTURA (PLATFORM COCKPIT PLATFORM PRO)

Descripción	Status
Manufacturado con una estructura de perfiles de 2"x1" (50.8mm x 25.4mm), soportado por 14 patas desmontables (dimensiones externas similares de A320)	Operativo
Aluminio desmontable Suelo de placa de en calibre 16.	Operativo
Acabado en caucho sintético estilo Pirelli, color negro y molduras de aluminio	Realización de Análisis de funcionamiento, y desarrollo de planos.

FUSELAJE, ATS-A320 VISTA EXTERNA





MATERIALES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Aluminio 1100/1200

Aleaciones estándar, anodizable, buen acabado superficial para decoración, óptima conformación en el frío, moderada resistencia mecánica, ductilidad y muy buena resistencia a la corrosión, excelentes características para soldadura fuerte y al arco. ALGUNOS USOS: Para productos químicos en forma gaseosa y líquida, envases de alimentos, elementos decorativos, piezas formadas en frío, etc.

ALUMINIO Aleación	Coeficiente de Exp. Térmica 68°F α 212 °F por cada °F. (x10 ⁻⁶)		Conductividad Térmica α (77 °F) btu- in/ft ² hr°F		Punto Aproximado de Fusión (°C)		Dureza Brinell 500 kg carga de 10 mm		Módulo Elasticidad 1000xpulg ² x10 ³		Fatiga 450Kg x pulg ²
	13.1		1540		643 - 657		32		10		7
Aleación	Si.	Fe.	Cu.	Mn.	Mg.	Cr.	Ni.	Zn.	Ti.	Otros	Aluminio (min)
1100	0.95 Si. + Fe.		0.05 - 0.2	0.05	0	0	0	0.1	0	0.15	99.00
1200	1 Si. + Fe.		0.05	0.05	0	0	0	0.1	0.05	0.15	99.0

CONSTANTES FÍSICAS DEL ALUMINIO (PUREZA 99.5%)

PESO ESPECÍFICO	2.70 gr/cm ³
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA A 25°C	0.53 cal. gr. por seg. por cm ² por cm. de espesor por °C
COEFICIENTE DE DILATACION TÉRMICA (20 a 100°C)	0.0000239 mm/°C
MODULO DE ELASTICIDAD	7030 Kg/mm ²
PUNTO DE FUSION	660°C





Acero Inoxidable

(AISI 303, 304, 310, 316, 430)

USOS: Industria Alimenticia en general, resistencia al medio ambiente, Evaporadores, Tanques, Ind. Aeronáutica, contenedores, construcción civil y Arquitectura general, tuberías, ornatos, mallas, molduras para automóviles, electrodomésticos, etc.

AISI 303, acero inoxidable austenítico al cromo- níquel con aleación de azufre, que facilita su mecanización por arranque de virutas, calidad especial para trabajos en máquinas automáticas, anticorrosivo.

AISI 304, acero inoxidable austenítico, antimagnético, no templable, excelentes propiedades de ductibilidad, buena resistencia a la corrosión y resistencia al golpe.

# AISI	AUSTENÍTICOS					
	303	304	304L	310	316	316L
COMPOSICION QUIMICA TIPICA (% en peso)						
Carbono	0.15 max.	0.08 max.	0.03 max.	0.25 max.	0.08 max.	0.03 max.
Cromo	110-19.0	111-20.0	111-20.0	24.0-210	110-111	110-111
Níquel	11-10.0	11-11.0	11-12.0	19.00-22.0	10.0-14.0	12.0-110
Manganeso	2 max.	2 max.	2 max.	2.0 max	2 max.	2.0-3.0
Silicio	1 max.	1 max.	0.75max	1.5 max	1 max.	1 max.
Fósforo	0.20 max.	0.04max.	0.04 max	0.045 max	0.04 max	0.04 max.
Azufre	0.15 min.	0.03 max.	0.03 max	0.030 max	0.03 max.	0.03 max.
Otros Elementos	Mo. 0.6 max Se 0.07 min.				Mo. 2-3	Mo. 2-3
PROPIEDADES FISICAS						
Densidad: g/cm ³	1127	1127	1127	113	1127	1127
Punto de fusión: °C	1400-1420	1400-1450	1400-1450	1400-1455	1370-1400	1370-1400
Estructura	Austenítico	Austenítico	Austenítico	Austenítico	Austenítico	Austenítico
CALOR ESPECIFICO Calorías / g °C (0/100°C)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
CONDUCTIVIDAD TERMICA:						
Calorías / cm seg. °C(a 20°C)	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
COEFICIENTE DE LA EXPANSIÓN						
10-6mm °C(20°C a 100°C)	16.5	16.5	16.5	15.9	15.2	15.2
(20°C a 500°C)	18.5	18.5	18.5	17.1	19.0 a 800°	19.0 a 800°
RESIST. ELECTRICA ESPECÍFICA A TEMP. BAJO TECHO						
Microhomios-cm a 20°C	72	72	72	78	74	74
PERMEABILIDAD MAGNETICA						
A 200 H.	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02	1.02
PROPS. MECANICAS A TEMPERATURAS BAJO TECHO						
Alargamiento en 50.8mm%	60	60	60	55	55	55
Reducción de área%	60	70	70	70	70	70
Carga de rotura kg/mm ²	70.3	59.7	59.7	59.7	59.7	510
Dureza Brinell	160	150	145	170	165	150
Dureza Rockwell B	80	80	77	85	85	80



Tipo Nylomaq / Propiedades	Unidades	NYLOMAQ "M"	NYLOMAQ "SL"
Gravedad Especifica, 73°F	-	1.15	1.16
Resistencia a la Tensión, 73°F	psi	12,000	11,000
Modulo de Elasticidad a la Tensión, 73°F	psi	400,000	400,000
Elongación a la Ruptura, 73°F	%	20	30
Resistencia a la Flexión, 73°F	psi	16,000	16,000
Resistencia a la Compresión, 10% de Deformación, 73°F	psi	15,000	14,000
Dureza, Rockwell, 73°F	-	M85(R115)	M80(R110)
Coefficiente de Fricción Dinámico (En seco vs. Acero)	-	0.2	0.2
Factor de Desgaste "k" x 10-10 (in-3-min/ft. lbs. hr.)	↑	100	90
Conductividad Térmica (BTU in./hr. ft. ² °F)	↑	1.7	-
Coef. de Expansión Térmica Lineal (de -40°F a 300°F)	in./in./°F	3.5x10 ⁻⁵	3.5x10 ⁻⁵
Temp. de Servicio Continuo en Aire (Máx.) (1)	°F	200	200
Constante Dieléctrica 10 ⁶ Hz	-	3.7	3.7
Absorción de Agua por Inmersión, en 24 Horas	% por peso	0.3	0.3

Nylomaq M, SL.

M= Mecánico (color hueso), resistencia mecánica, rigidez y dureza, aprobada para trabajar con alimentos.

SL= Súper Lubricado (negro), contiene pequeñas partículas de molibdeno que mejoran la resistencia al desgaste.

APLICACIONES GENERALES: Cojinetes, ruedas, engranes, poleas, catarinas, guías de desgaste, rodillos, insertos, tolvas, aislantes eléctricos, aislantes térmicos, moldes, prototipos, gusanos alimentadores, estrellas, mandriles, empaques, slippers, raspadores, sellos, etc.

NYLOMAQ "SL" (NEGRO), SL = Súper Lubricado: Es un Nylon súper lubricado de alta calidad con pequeñas partículas de disulfuro de molibdeno (MoS₂), dispersas homogéneamente que mejoran sus propiedades de resistencia al desgaste. Tiene un incremento en la dureza superficial que brinda excelente maquinabilidad y mejores propiedades antifriccionantes. (Poleas).



Velocidades de maquinado y ángulos de herramientas adecuadas para las diferentes operaciones.

OPERACIÓN	BARRENADO	TORNEADO	ASERRADO	FRESADO
VELOCIDAD DE CORTE M \dot{t} /min	120	100-180	1000	100-200
VELOCIDAD DE CORTE Pres/min	394	328-590	3280	328-856
ANGULO DE SALIDA	10°	10°	25°	20°
ANGULO DE INCLINACIÓN	10°	10°-45°	15°	20°
RELACION DE ALIMENTACION mm/revolución	0.125 a 0.250	0.050 a 0.0508	Ligera a media	
RELACION DE ALIMENTACION ml. de pulg/rev.	0.005 a 0.010	0.002 a 0.020	Ligera a media	1.5 a 3.0 pulg/min

LATÓN (260, 360)

Es una aleación de cobre y zinc (Alrededor del 65% de Cobre y 35% de Zinc); variando las proporciones de zinc y el cobre se puede crear una gama de latones con diferentes propiedades. Para lograr determinadas propiedades dependiendo de su forma se requieren pequeños porcentajes de estaño, plomo, aluminio, y algunos otros. El latón puede ser rechazado, troquelado, taladrado, soldado, estirado y pulido.

USOS: Fabricación de tornillería, remaches, cartuchería, resortes, artículos ornamentales, joyería de fantasía, piezas maquinadas, piezas forjadas, válvulas, contactos eléctricos, etc.

Aleación 260, compuesto de Cobre y Zinc, es un material semi-duro.

Aleación 360, compuesto de Cobre, Zinc y Plomo, aleación maquinable.

FORMA	ESPECIFICACIÓN	ALEACIÓN	CARACTERÍSTICAS
ALAMBRES	260 ASTM B-134	Cu. 70% y Zn. 30%	Semi-duro y para resortes.
BARRAS	360 ASTM B-16	Cu. 61.5%, Zn. 35.5%, Pb 3%	Red, Cuad. y Hex. Maquinables.





PROVEDORES

PROVEDORES				
Clave	Nombre	Datos (domicilio y contacto.)	Especialidad	Datos de depósito
FLN	Fernando Loyola Nieto Contacto: Fernando Loyola Nieto	Cel. 55 6474-5813	Piezas de torno	Nombre: Banco: No. Cuenta:
GGC	Gerardo Granado Castillo Contacto: Gerardo Granado Castillo		Fundiciones	Nombre: Gerardo Granado Castillo Banco: No. Cuenta:
BJAR	Braulio Jorge Aviles Rosas Contacto: Braulio Jorge Aviles Rosas	Hermenegildo Galeana 34 Barrio Xaltocán Delg. Xochimilco, C.P. 16090, Ciudad de México. Tel: 1509-1011; Cel: 55 1952-5175 jorge_coquina@yahoo.com.mx R.F.C. AIRB 510326 8Z3	Piezas de fibra de vidrio	Nombre: Braulio Jorge Aviles Rosas Banco: No. Cuenta:
INOXCRAP	Láser Lago Contacto: Ing. Javier Vázquez	Lago Mayor No. 34 Col. Anahuac Delg. Miguel Hidalgo, C.P. 11320, Ciudad de México. Tel: 2873-0530; 5527-3167 y 5867-4987 www.laserlago.com R.F.C. INO 071109 TM2	Cortes por láser en aluminio	Nombre: INOXCRAP, S.A. DE C.V. Banco: No. Cuenta:
LUCK	Pintura LUCK Contacto: Rodrigo Mendoza Guzmán	Av. Centenario Mz. 1 Lt. 14 Col. Puerta Grande, Delg. Alvaro Obregón, C.P. 01640, Ciudad de México. Tel: 5643-3852. www.luckdc.com R.F.C. LDC 050502 7M5	Pintura	Nombre: LUCK DC, S.A. DE C.V. Banco: No. Cuenta:
ADATTHOS CAR	Tapicero Contacto: Sr. Leonardo Trejo	Avenida Colonia Del Valle No. 308, Col. Del Valle Centro, C.P. 03100, Ciudad de México. Tel: 5331-3003; 5646-1520; 9151-2223	Tapicería general	Nombre: Banco: No. Cuenta:
SESAMEE	SESAMEE Contacto: Sandra García	Calle sin Nombre Lote 103 y 105 B. 13, 14, 15, Col. La Bomba, C.P. 52004, Lerma México. Tel: 01 728 2821 878 www.sesamee.com.mx	Amortiguadores	Nombre: SESAMEE Mexicana S.A. DE C.V. Banco: No. Cuenta:

