



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AERONÁUTICA**

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

**DISEÑO DEL BANCO DE PRUEBA PARA EL
TANQUE PRINCIPAL DE COMBUSTIBLE DE
LOS HELICÓPTEROS MI-8MTV-1, MI-171 Y
SUS VARIANTES**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
ABEL JHASMANY CUNO QUISPE**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AERONÁUTICO**

LIMA-PERÚ

2017

DEDICATORIA

A mis padres, por su cariño, trabajo y sacrificios en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí, y convertirme en lo que soy.

A mis hermanos, que supieron comprenderme cuando estaba ausente y siempre me apoyaron.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento se dirige a quien ha forjado mi camino y me ha dirigido por el sendero correcto, a Dios, el que en todo momento está conmigo ayudándome a aprender de mis errores, y a no cometerlos otra vez.

INTRODUCCIÓN

Actualmente diversas empresas aéreas operadoras sobrevuelan nuestro territorio con helicópteros de fabricación rusa MI-8MTV-1; MI-171 y sus variantes, transportando pasajeros y múltiples tipos de carga. En consecuencia, estas aeronaves y sus componentes cumplen un requerimiento técnico horario, calendario y ciclos.

Bajo este contexto, para el cumplimiento del recurso técnico en estas aeronaves y sus componentes, las Organizaciones de Mantenimiento Aprobadas (OMAs) son certificadas por la Dirección General de Aviación Civil (D.G.A.C) para realizar el mantenimiento y overhaul a estas aeronaves y sus componentes, otorgando una cifra de habilitaciones dentro de su lista de capacidades.

La Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA), Helicentro Perú S.A.C., con el certificado N°042, busca aumentar su lista de bancos de pruebas funcionales, con él un banco de prueba que permita simular el funcionamiento del tanque principal de combustible antes de ser instalado en los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes.

Teniendo en cuenta lo descrito en el párrafo anterior, el presente trabajo de suficiencia tiene por objetivo diseñar el banco de prueba funcional para el tanque principal de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes, tal que permita realizar las pruebas funcionales en este componente. Por lo tanto, con el diseño particular de este banco de prueba, Helicentro Perú S.A.C. podrá desarrollar los trabajos de mantenimiento, reparación y pruebas funcionales dentro de las instalaciones de la organización, dejando el componente en óptimas condiciones de aeronavegabilidad.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se describe información técnica para el diseño del tanque principal de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes, tal que permita realizar las pruebas funcionales en el componente después de su reparación y/o antes de la instalación en los helicópteros.

Este trabajo de investigación se compone de seis capítulos, donde se llevará a cabo el procedimiento y análisis para el diseño del banco de prueba del tanque principal de combustible en los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes.

El primer capítulo está compuesto por: Las generalidades de la Organización de Mantenimiento Aprobada, mencionando los antecedentes, perfil y actividades en el sector aeronáutico; describiendo la misión, visión y objetivo particular de la organización; asimismo se indicará la situación actual y entorno a la Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA); En el segundo capítulo se mencionará la problemática y análisis del problema, haciendo referencia a los objetivos generales y específicos del presente trabajo de investigación. En el tercer capítulo se describe el desarrollo del proceso a desarrollar en el proyecto. Por último en el capítulo cuarto, quinto y sexto harán mención a las referencias bibliográficas, glosario de términos y anexos.

ABSTRAC

This work of investigation describes the technical information for a designing of main tank of fuel from MI-8MTV-1, MI-171 helicopters and their variants, which allows to realize functional tests on the component after its reparation and / or before its installation on the helicopters.

This investigation work is divided into six chapters, which will develop the procedure and analysis for the designing of a bench test of main tank of fuel on MI-8MTV-1, MI-171 helicopters and their variants.

The first chapter contains a general view of Approved Maintenance Organization (OMA), using the base and the activities in aviation field; describing the target, viewing and particular purpose of the organization, a also will indicate the actual situation of Approved Maintenance Organization (OMA); the second chapter contains troubles and the analysis of this affair, making reference to generals purposes this present work of investigation. Third chapter contains the developing of process. Fourth, fifth and sixth chapters contains; bibliographic references, glossary of terms and annexes.

TABLA DE CONTENIDOS

CÁRATULA	
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
INTRODUCCIÓN	iv
RESUMEN	v
ABSTRAC	vi
TABLA DE CONTENIDOS	vii
LISTA DE GRÁFICOS	ix
LISTA DE TABLAS	x
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1 Antecedentes de la empresa	2
1.2 Perfil de la empresa	2
1.3 Actividades de la empresa	3
1.3.1 Misión	4
1.3.2 Visión.....	5
1.3.3 Objetivo estratégico.....	5
1.4 Organización actual de la empresa.....	5
CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA	7
2.1 Descripción de la realidad problemática	8
2.2 Análisis del problema	8
2.3 Justificación	10
2.4 Finalidad	11
2.5 Limitación.....	11
2.6 Objetivo del proyecto	11
2.6.1 Objetivo general	11
2.6.2 Objetivos específicos.....	11
CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO	12
3.1 Descripción del proyecto.....	13
3.1.1 Componente, piezas y partes.....	13
3.1.2 Software	16
3.1.3 Diseño estructural del banco	18
3.1.4 Descripción del material	20

3.1.5	Factor de seguridad.....	21
3.2	Conceptos básicos para el desarrollo del proyecto.....	22
3.3	Planificación del proyecto	24
3.3.1	Inicio del proyecto.....	24
3.3.2	Elaboración de etapas y actividades	25
3.3.3	Ejecución.....	28
3.3.4	Cierre.....	31
3.4	Servicios y aplicaciones	31
3.4.1	Presupuesto	31
3.4.2	Proceso	36
3.4.3	Gestión del proyecto.....	38
3.4.4	Resultado	41
3.5	Conclusiones	52
3.6	Recomendaciones	52
CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		53
4.1	Fuentes bibliográficas	54
4.2	Fuentes hemerográficas	54
CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS		55
CAPÍTULO VI: ANEXOS		58
6.1	Anexo A Programa de mantenimiento	59
6.2	Anexo B Propiedades del material	61
6.3	Anexo C Planos de diseño.....	63

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1	Estructura organizacional de Helicentro Perú S.A.C..	6
Grafico 2	Diagrama de envío del componente reparado a otra estación reparadora para pruebas funcionales	10
Grafico 3	Ubicación del tanque principal de combustible en el helicóptero....	14
Grafico 4	Tanque principal de combustible.	15
Grafico 5	Medidas generales del tanque principal.	15
Grafico 6	Piezas y partes de la estructura del banco.	16
Grafico 7	Software computacional SolidWorks.	17
Grafico 8	Cesta metálica enrejada con geometrías del tanque.	18
Grafico 9	Estructura para el soporte de la cesta metálica.	19
Grafico 10	SolidWorks Simulation, estudio de la estructura para el soporte..	19
Grafico 11	Actividades generales del proyecto, diagrama de Gantt.....	26
Grafico 12	Actividades particulares para el diseño del banco.....	27
Grafico 13	Diagrama de flujo para el diseño del banco de pruebas.....	37
Grafico 14	Selección del tipo de material ASTM A36. Vista isométrica.	42
Grafico 15	Aplicar el tipo de material ASTM A36.	42
Grafico 16	Selección de las áreas fijas del banco. Vista lateral derecho.	43
Grafico 17	Introducir cargas máximas. Vista frontal.....	43
Grafico 18	Crear malla en la estructura del soporte. Vista isométrica.....	44
Grafico 19	Tensiones Von Mises.	45
Grafico 20	Desplazamiento de la estructura. Vista isométrica.	48
Grafico 21	Diseño estructural banco de pruebas. Vista isométrica (a).....	50
Grafico 22	Diseño estructural banco de pruebas. Vista isométrica (b).....	51

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Propiedades mecánicas del acero ASTM A36.	20
Tabla 2	Propiedades físicas del acero ASTM A36.	20
Tabla 3	Propiedades químicas del acero ASTM A36.	20
Tabla 4	Presupuesto de personal involucrado	31
Tabla 5	Presupuesto de materiales.....	32
Tabla 6	Presupuesto de material misceláneo.	34
Tabla 7	Costo de otras actividades.	35
Tabla 8	Presupuesto total.	36

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Antecedentes de la empresa

El año 2005 se marca como inicio de las actividades de Helicentro Perú S.A.C. realizando trabajos en la infraestructura del usuario, así como también, realización de mantenimiento y reparación conjuntamente con otras instituciones tales como: la Aviación del Ejército del Perú, Aviación Policial, Fuerza Aérea del Perú, y algunas empresas civiles.

En noviembre del 2010, se firma el convenio de cooperación interinstitucional entre Helicentro Perú S.A.C. con la Primera Brigada de Aviación del Ejército y el Centro de Mantenimiento y Reparación de Helicópteros Rusos de Colombia (C.M.R.). Dentro de este convenio se empieza a trabajar en una de las instalaciones de la Aviación del Ejército del Perú, teniendo como compromiso la transferencia de tecnologías y cursos de capacitación hacia los técnicos de mantenimiento de la Aviación del Ejército del Perú. Por otro lado, Helicentro Perú S.A.C. al no contar con todas las habilitaciones para realizar los trabajos de overhaul de los helicópteros, se recurría al envío de estos componentes al Centro de Mantenimiento y Reparación de Helicópteros Rusos de Colombia para la reparación correspondiente.

Por lo tanto, el nueve de Mayo del 2012 Helicentro Perú S.A.C. obtiene la certificación por parte de la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC), como Organización de Mantenimiento Aprobada N°042 (OMA 042), desde esa fecha son autónomos en ese sector.

1.2 Perfil de la empresa

La Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA 042), Helicentro Perú S.A.C., es una empresa reparadora que desarrolla trabajos con una infraestructura de primer nivel, que incorpora los últimos avances de la tecnología. Además, cuenta con herramientas especiales propias e indispensables para los trabajos que se realizan, así como también bancos

de prueba que permiten examinar el funcionamiento de ciertos componentes, antes de ser instalados en los helicópteros.

Como organización, viene realizando trabajos en el Perú desde el año 2005 con sede en la Av. Elmer Faucett S/N°, Aeropuerto Internacional Jorge Chávez; Rampa Norte – Callao, Lima-Perú. Hoy, su política como empresa tiene como base sustancial el valorar a la persona, esto supone el bienestar del personal, además de su continua capacitación y calificación. Este recurso invaluable es esencial para la continuidad y se considera orgullosamente una empresa con rostro humano. El contacto con todo el personal es permanente, sin importar su posición laboral, pues existen canales y tiempo para todo. Ese sentimiento de comunidad se ve reforzado por actividades que involucran las distintas áreas de trabajo entre sí, a través de reuniones, momentos para compartir, dinámicas y actividades institucionales, que permite conocer cada día más y estar atento a las necesidades del grupo del cual se forma parte.

1.3 Actividades de la empresa

Helicentro Perú S.A.C. brinda el mejor servicio como Organización de Mantenimiento Aprobada, para realizar trabajos de mantenimiento y reparación a helicópteros y componentes de la aeronave en el sector aeronáutico, sustentando el adecuado cumplimiento de las tareas de mantenimiento: equipos y herramientas, personal entrenado y calificado, infraestructura y datos de mantenimiento actualizado que se describen como los cuatro pilares de mantenimiento.

Helicentro Perú S.A.C., posee certificados que le permite realizar actividades de mantenimiento y reparación de helicópteros. Estos certificados son:

- ✓ Aprobación por la Dirección General de Aviación Civil, cumpliendo los requisitos de la Ley Aeronáutica Civil del Perú N° 27261, su reglamento y la Regulación Aeronáutica del Perú RAP 145 Nueva Edición, por ello

tiene las facultades para ejecutar el mantenimiento en aeronaves y componentes de aeronaves como Organización de Mantenimiento Aprobada con certificado N° 042 (OMA N°042). Ejecutar de acuerdo a las habilitaciones y limitaciones especificadas en su Lista de Capacidad.

- ✓ Habilidadación por la Dirección General de Aeronavegabilidad Militar Conjunta del Estado Mayor Conjunto de las FF.AA. de la República Argentina cumpliendo las normas y regulaciones emitidas por la Autoridad Técnica Aeronáutica de la Defensa (ATAD), aplicables a la Organización de Mantenimiento Aeronáutico de Defensa (OMAD) con habilitaciones de mantenimiento de limitado.
- ✓ Funcionamiento como Taller Aeronáutico Extranjero de Reparaciones (T.A.R.E.) para la República de Colombia a través del Certificado N° UAEAC-TARE-026 expedido por la Secretaría de Seguridad Aérea de la Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil.
- ✓ Planta de Overhaul, a través del Certificado N° 1/MVZ-2014, otorgado por la MIL Moscow Helicopter Plant (MMHP), diseñadora de los helicópteros. Estableciendo adicionalmente una relación de cooperación tecnológica, abriendo canales directos de comunicación e intercambio de información y experiencia.

1.3.1 Misión

Ser la empresa que brinda el mejor servicio, para la reparación y mantenimiento de helicópteros de fabricación rusa MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes en el Perú y América Latina, con certificación mundial de calidad, con colaboradores motivados, leales y competentes, contribuyendo al desarrollo aeronáutico en nuestras actividades.

1.3.2 Visión

Extender el liderazgo nacional a toda América Latina, en el servicio de reparación y mantenimiento de los helicópteros rusos MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes.

1.3.3 Objetivo estratégico

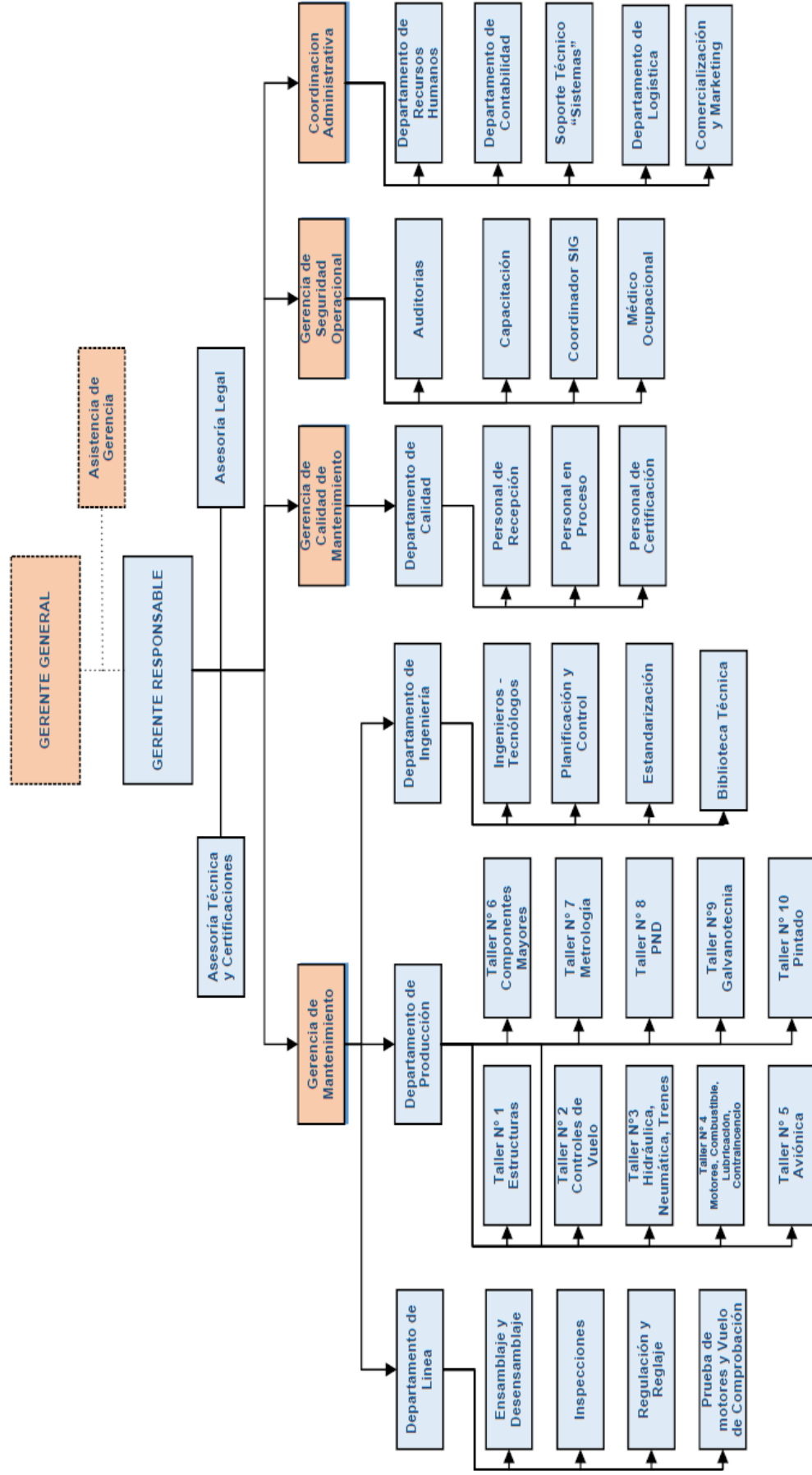
Realizar el trabajo aeronáutico con la mayor precisión a través de personal calificado, acreditado y constantemente capacitado, aplicando rigurosos controles de calidad, y dando cumplimiento a la normativa aeronáutica local, regional y mundial.

1.4 Organización actual de la empresa

Helicentro Perú S.A.C. ha suscrito un convenio de cooperación técnica interinstitucional con la compañía HELICOPTEROS DE RUSIA (Вертолеты России) con base en Moscú y dedicada a la fabricación y comercialización de este tipo de helicópteros a nivel mundial, siendo la única autorizada a la comercialización dentro y fuera de Rusia y que forma parte de un holding encabezado por la Federación Rusa y las compañías relacionadas *Oboronprom*, *Rosoboronexport* y *Rostec*, Fabricación de Helicópteros Ulan-Ude y Kazán, así como al propio diseñador del helicóptero la MIL Moscow Helicopter Plant (MMHP). Este convenio sin precedentes lo coloca en una posición, sin dudas privilegiada puesto que Helicentro Perú S.A.C. es la única empresa privada en América Latina que cuenta con una alianza de esta naturaleza.

Así mismo, Helicentro Perú S.A.C. amplió sus habilitaciones dentro de su lista de capacidades, con la aprobación y la recertificación por la Dirección General de Aviación Civil del Perú. Helicentro Perú S.A.C. cuenta con una estructura organizacional establecida de la siguiente forma:

Grafico 1 Estructura organizacional de Helicentro Perú S.A.C..



Fuente Manual de Organización de Mantenimiento Cap. I. Pag. 22. Rev.09.

CAPÍTULO II: REALIDAD PROBLEMÁTICA

2.1 Descripción de la realidad problemática

La Organización de Mantenimiento Aprobada (OMA) Helicentro Perú S.A.C. requiere implementar en su lista de bancos de pruebas funcionales, un banco de prueba funcional para el tanque principal de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes, ya que no cuenta con este para poder realizar las pruebas funcionales en las instalaciones de la organización.

Actualmente estos ensayos y pruebas son realizados en bancos de otras estaciones reparadoras, que cuentan con uno dentro de su lista de capacidad de bancos de pruebas.

2.2 Análisis del problema

Helicentro Perú S.A.C., requiere un banco para ejecutar las pruebas funcionales, hermeticidad y estanqueidad del tanque principal de combustible, y realizar las pruebas con las herramientas requeridas, el personal calificado, información técnica actualizada y, primordialmente, en las instalaciones de la organización.

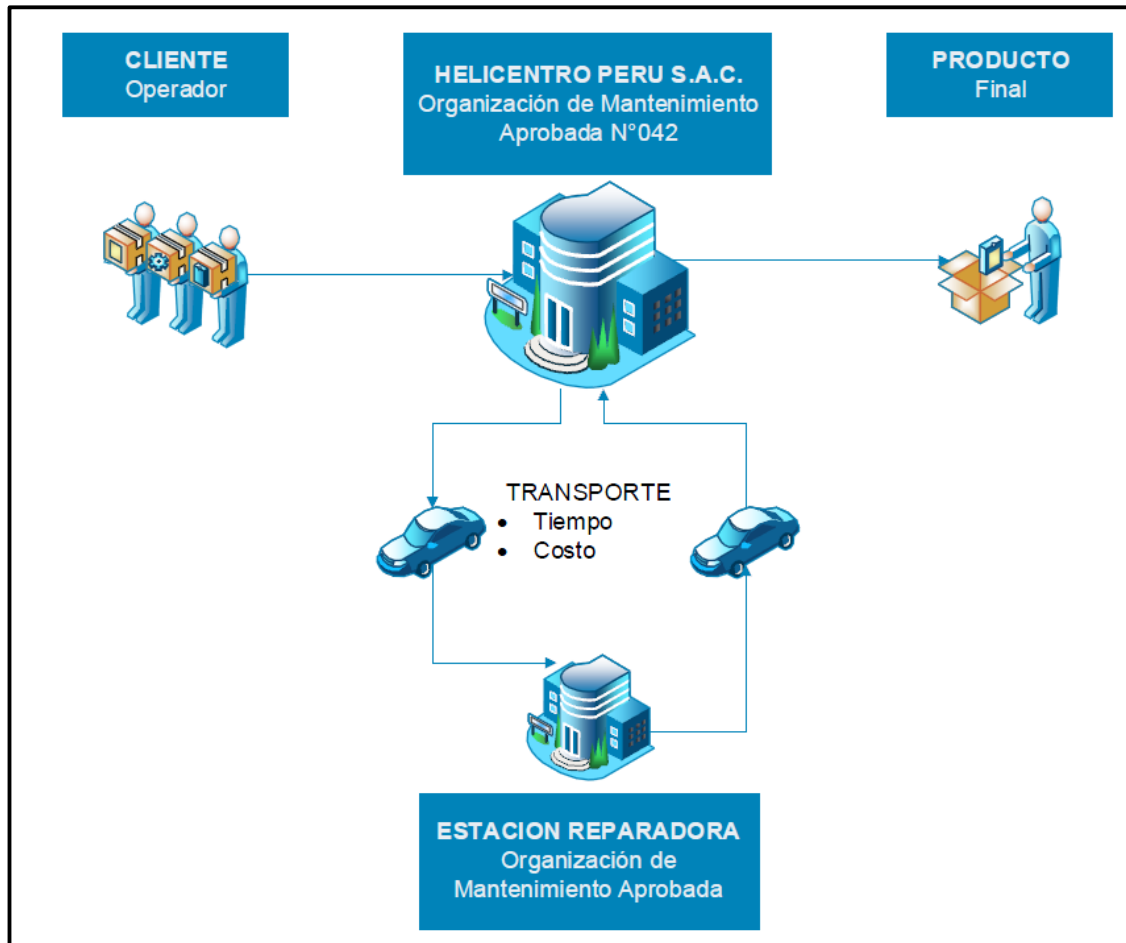
Para realizar trabajos de inspección, reparación y pruebas funcionales al mencionado componente, según el Grafico 2., Helicentro Perú S.A.C. ejecuta el siguiente procedimiento:

- ✓ Recepción del componente con la documentación por medio de sus inspectores de recepción,
- ✓ Se interna en el almacén,
- ✓ Se genera una orden de trabajo
- ✓ Se procede a retirar del almacén por medio de la orden de trabajo,
- ✓ Se inicia el trabajo, realizando la inspección preliminar del componente,
- ✓ Luego es llevado al taller para la reparación correspondiente,
- ✓ Una vez culminada la reparación del componente, se alista para ser sometido a las pruebas funcionales mediante un banco de pruebas.

- ✓ Entonces Helicentro Perú S.A.C. solicita servicios a otra estación reparadora para realizar las pruebas funcionales y dar cumplimiento al manual en realizar las pruebas funcionales al componente una vez culminada la mencionada reparación.
- ✓ Helicentro Perú S.A.C. gestiona el proceso de: transporte del componente, transporte del personal, los tiempos y el costo para el traslado del componente hacia la estación reparadora.
- ✓ Helicentro Perú S.A.C., por medio del personal asignado, entrega el componente a dicha estación reparadora para realizar las pruebas funcionales de hermeticidad y estanqueidad.
- ✓ Asimismo, Helicentro Perú S.A.C. mediante sus inspectores de control de calidad, verifica y registra el comportamiento del componente en el desarrollo de las pruebas de hermeticidad y estanqueidad.
- ✓ Una vez culminado el proceso de pruebas en la estación reparadora, Helicentro Perú S.A.C. gestiona el proceso del retorno; transporte del componente, transporte del personal, los tiempos y los costos.
- ✓ Entonces se emite el Certificado de Conformidad de Mantenimiento.
- ✓ Finalmente se procede a internar el componente en el almacén para el retorno al cliente con la documentación pertinente.

No contar con un banco y no poder realizar pruebas en las instalaciones de la organización hace que, Helicentro Perú S.A.C. realice este proceso mediante terceros, generando gastos por contrato, transporte del personal, transporte del componente y mayor tiempo para la finalización del trabajo.

Grafico 2 Diagrama de envío del componente reparado a otra estación reparadora para pruebas funcionales



Fuente Elaboración propia.

2.3 Justificación

La presente investigación abarca el diseño estructural del banco de pruebas funcionales del tanque principal de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes, debido a que después de la culminación de una reparación del componente, y de acuerdo a los manuales de overhaul, este se tiene que llevar a pruebas funcionales mediante un banco. El presente trabajo permitirá mostrar el diseño estructural del banco, además de ofrecer el procedimiento para operar las pruebas funcionales; pruebas de hermeticidad y pruebas de estanqueidad, en tal sentido realizándolas en las instalaciones de Helicentro Perú S:A.C..

2.4 Finalidad

El diseño del banco de pruebas tendrá como finalidad la ejecución de pruebas funcionales al componente, así mismo, la Organización de Mantenimiento Aprobada Helicentro Perú S.A.C. aumentará su lista de capacidad de bancos de pruebas, con el cual podrá cumplir las pruebas funcionales que requiere el componente después de una reparación, según lo establece el fabricante en los manuales técnicos de reparación.

2.5 Limitación

- ✓ El banco de pruebas funcionales será utilizado únicamente para realizar pruebas de hermeticidad y estanqueidad de los tanques principales de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes.

2.6 Objetivo del proyecto

2.6.1 Objetivo general

Diseñar un banco de pruebas para realizar las pruebas funcionales a los tanques principales de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes en la empresa Helicentro Perú S.A.C., Callao periodo 2017.

2.6.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar pruebas y ensayos de hermeticidad con aire en el banco de pruebas.
- ✓ Realizar pruebas y ensayos de estanqueidad con combustible en el banco de pruebas.
- ✓ Ahorro de tiempo y dinero en las pruebas de los tanques principales de combustible.

CAPÍTULO III: DESARROLLO DEL PROYECTO

3.1 Descripción del proyecto

El presente proyecto describe la forma del diseño estructural de acuerdo a la geometría del componente, por lo tanto se utiliza un modelo de software para diseñar y simular el comportamiento de la estructura del banco, está también la elaboración de los planos de diseño por el mismo software.

El presente modelo de software donde se desarrollará en diseño estructural del banco, tiene por nombre SolidWorks. Este modelo de software es un sistema computacional que tiene como finalidad elaborar planos de diseño en dos dimensiones, tres dimensiones, y también analizar estructuralmente el comportamiento del banco.

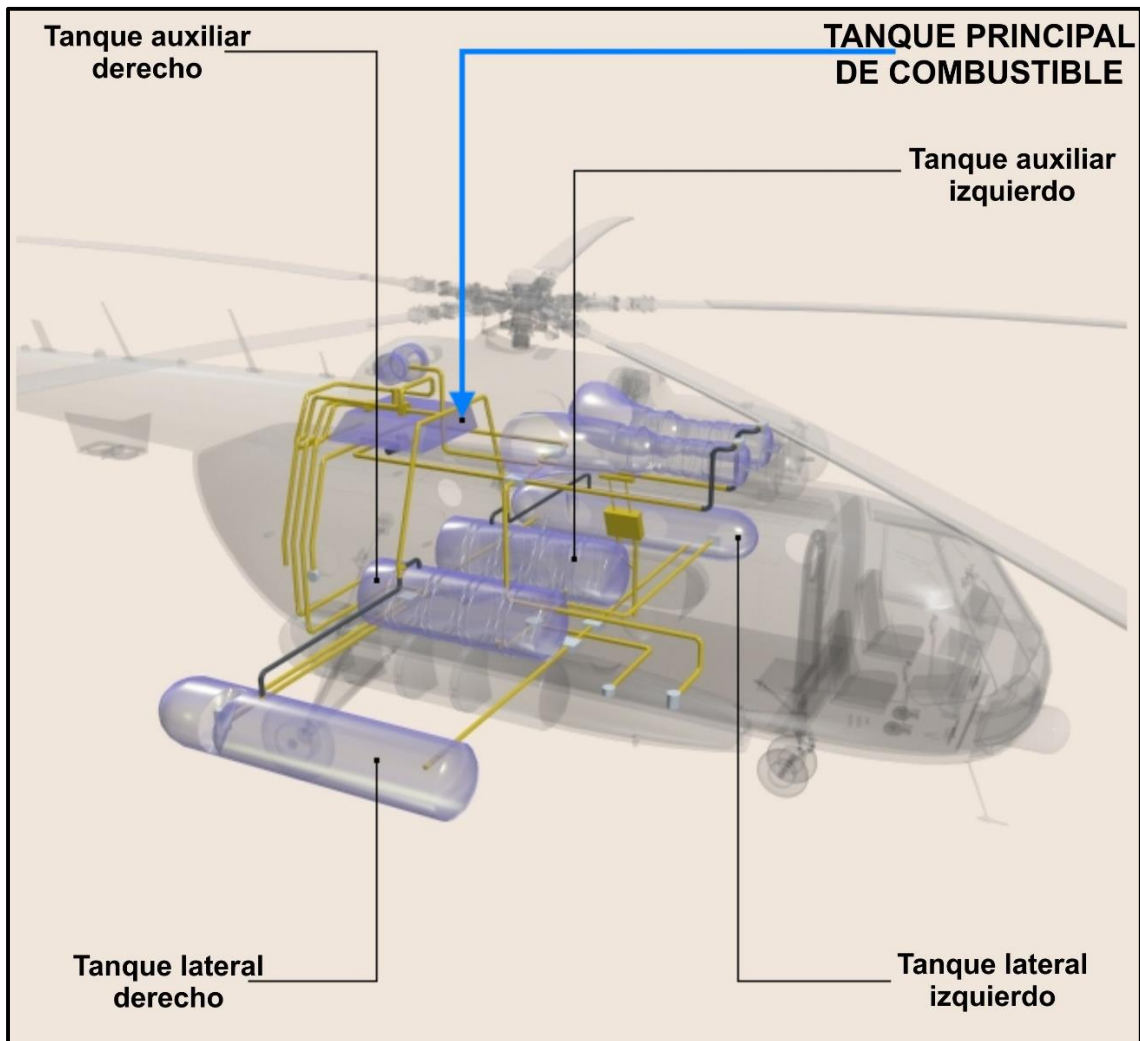
Se tomarán como referencia los manuales técnicos, medidas generales del componente, peso particular del componente y cargas máximas a las que estará sometida dicha estructura del banco. Se emplearán cálculos y técnicas de dibujo de ingeniería para el diseño particular del banco, por lo que se enfatizará en las medidas externas del componente para el diseño estructural del banco.

El interés principal para el presente diseño es la resistencia del soporte, esto es, la capacidad para soportar los objetos que debe resistir cargas con un factor de seguridad considerable; por lo tanto, esta estructura debe soportar una carga no más de 17500 N.

3.1.1 Componente, piezas y partes

En los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes se encuentra instalado un tanque principal de combustible con una capacidad de 445 ± 10 litros, que se encuentra instalado en el contenedor detrás de la transmisión principal.

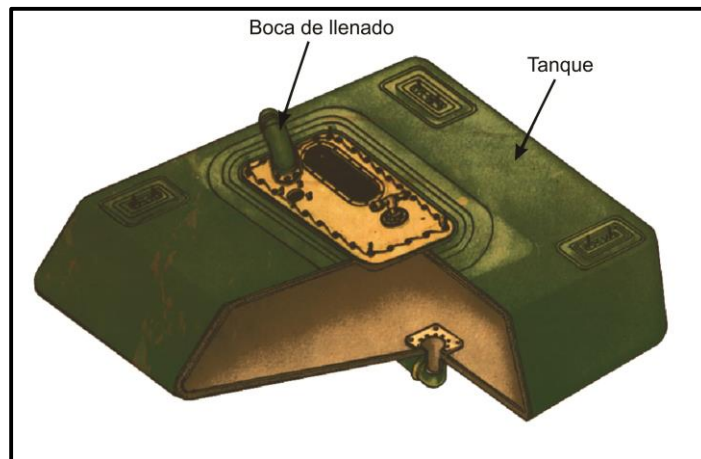
Grafico 3 Ubicación del tanque principal de combustible en el helicóptero.



Fuente SPARC Sistema de combustible.

El tanque está compuesto de una capa interna de caucho con espesor de 0,7 mm y de un lienzo de caprón (fibra artificial) exterior encauchado. En la parte superior del tanque se instala una plancha rectangular fundida de aleación de aluminio. La plancha se fija al tanque con ayuda de espárragos, enroscados al bastidor fundido, vulcanizado a la pared del tanque por el lado de corte bajo la plancha. En la plancha se instalan: medidor de combustible, válvula de drenaje, válvula flotadora, cuerpo de las válvulas de retorno y empalme del conductor de paso del combustible.

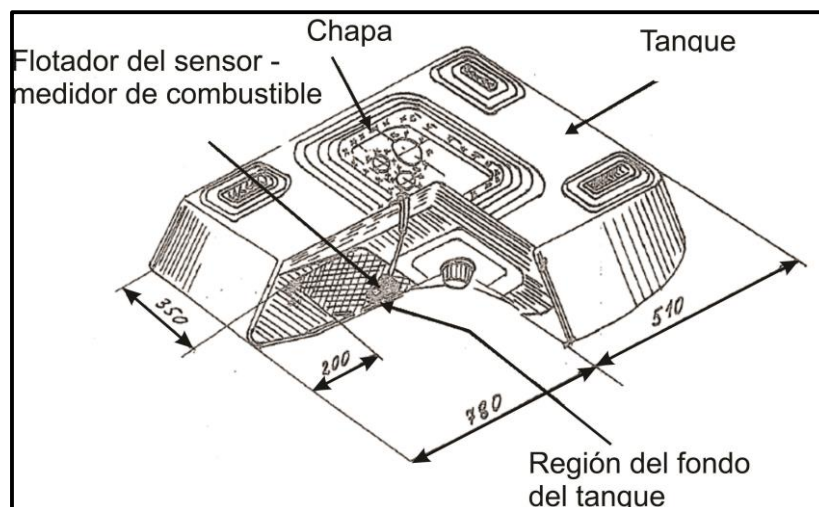
Grafico 4 Tanque principal de combustible.



Fuente SPARC Tanque principal de combustible.

Diseñar los planos de diseño, teniendo como referencia las medidas exteriores del componente, que se menciona en el Grafico 5. Cabe mencionar que dicho grafico brinda medidas generales en unidades milimétricas. En tal sentido, se muestra las medidas generales del tanque principal de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes, para el diseño estructural del banco de pruebas, con una particularidad de forma de cesta enrejada, para así poder visualizar la hermeticidad, no hermeticidad, estanqueidad y la no estanqueidad de dicho componente

Grafico 5 Medidas generales del tanque principal.

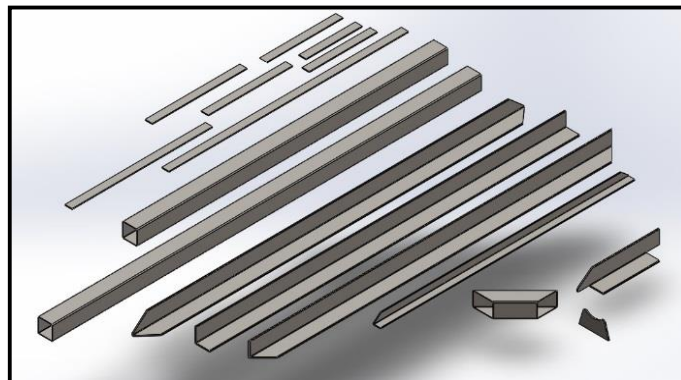


Fuente Manual de reparación de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 ATA
028.00.00.

Las partes y piezas que componen la estructura del banco se ejecutará fabricando las piezas, con la finalidad de obtener una estructura sólida y segura, para que soporte las cargas máximas que requiere el banco, con la geometría particular del tanque principal de combustible. Permitirá, elaborar una estructura en forma de cesta enrejada para el componente además elaborar el soporte para la cesta.

Se realizará el corte de las partes y piezas con medidas y tolerancias establecidas en los planos de diseño, y, se ejecutará el ensamble de las piezas que componen la estructura del banco. La unión de las piezas metálicas en el ensamble se realizará con soldadura arco eléctrico AWS E7018 de 1/8" de diámetro.

Grafico 6 Piezas y partes de la estructura del banco.



Fuente SolidWorks.

3.1.2 Software

Este punto brinda información del sistema computacional utilizado por un tipo de software. SolidWorks es un software profesional de modelado en dos dimensiones 2D y en tres dimensiones 3D, que resulta ideal para diseñar productos de manera virtual en menores tiempos. Así mismo se emplea para realizar análisis por SolidWorks Simulation, que consiste en dividir las piezas en elementos más pequeños, llamados nodos, cada uno de estos nodos se evalúa a través del sistema para después hacer un post-procesamiento que

genera gráficos. Tales gráficos nos proporcionan información del comportamiento mecánico del material utilizado y verificar la simulación mediante un computador.

Grafico 7 Software computacional SolidWorks.



Fuente SolidWorks.

Funcionalidad básica de SolidWorks Simulation

Presentar los análisis de diseño, como una herramienta esencial para complementar el modelado 3D con SolidWorks Simulation.

Realizar el análisis estático de acuerdo a los siguientes pasos:

- ✓ Apertura de nuevo documento.
- ✓ Selección del menú SolidWorks Simulation.
- ✓ Establecimiento de las unidades del análisis.
- ✓ Paso 1: Creación de un estudio estático.
- ✓ Paso 2: Asignación de materiales.
- ✓ Paso 3: Aplicación de sujeciones.
- ✓ Paso 4: Aplicación de cargas.
- ✓ Paso 5: Mallado del ensamblaje.
- ✓ Paso 6: Ejecución del análisis.

- ✓ Paso 7: Visualización de los resultados.
- ✓ Visualización de la tensión de Von Mises.
- ✓ Simulación y/o animación del trazado

3.1.3 Diseño estructural del banco

Realizar el diseño particular de una cesta en forma de rejas, con la finalidad de poder inspeccionar la hermeticidad y estanqueidad del componente.

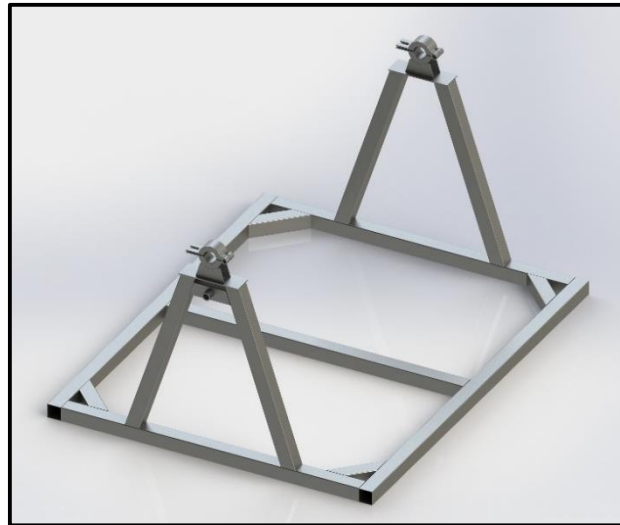
Grafico 8 Cesta metálica enrejada con geometrías del tanque.



Fuente Elaboración propia.

Realizar un soporte para la estructura en forma de cesta, que se encuentre en condiciones para soportar esfuerzos que permita mantener el banco en óptimas condiciones. La estructura base metálica debe ser diseñada para soportar el peso de la estructura de la cesta, el componente y el volumen del líquido empleado en las pruebas de estanqueidad.

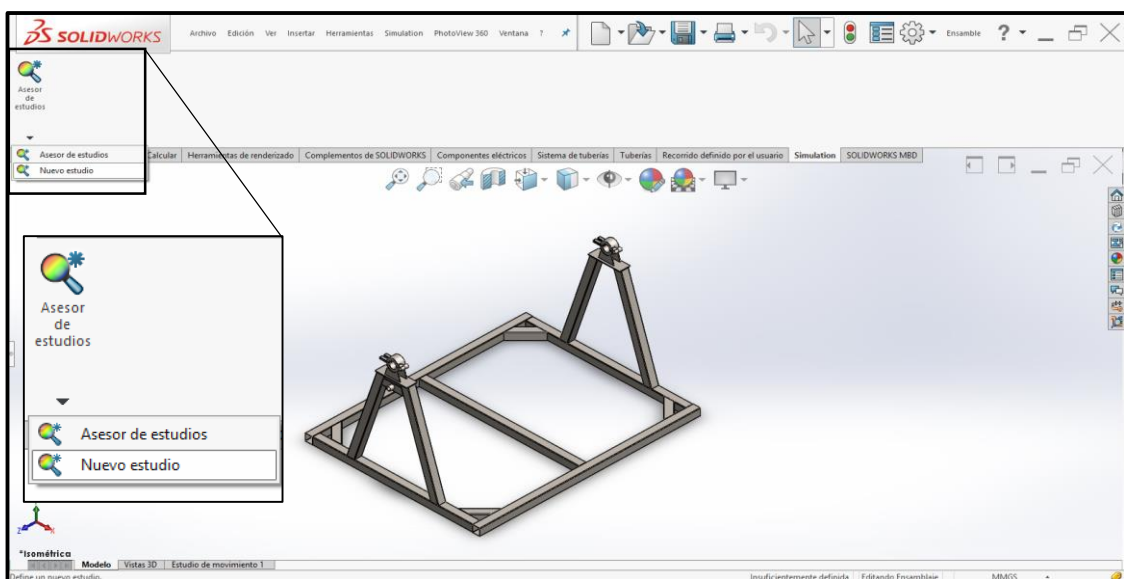
Grafico 9 Estructura para el soporte de la cesta metálica.



Fuente Elaboración propia.

Para verificar y analizar el comportamiento estático del soporte, se deberá realizar el diseño en tres dimensiones 3D en SolidWorks y mediante SolidWorks Simulation llevarlo a un post-procesamiento en un computador, y mediante el sistema computacional y la aplicación de análisis de elementos finitos plasmar el comportamiento de la estructura del banco de acuerdo a los esfuerzos sometidos en las áreas de sujeción.

Grafico 10 SolidWorks Simulation, estudio de la estructura para el soporte.



Fuente SolidWorks Simulation. Nuevo estudio.

3.1.4 Descripción del material

El material empleado para el diseño estructural del banco de pruebas será el acero estructural ASTM A36 acero de bajo porcentaje de carbono de alta calidad de gran pureza de fabricación y estricto control de calidad.

Es un acero utilizado cuando la resistencia y soldabilidad son necesarios en condición de suministro. Este acero de bajo carbono presenta soldabilidad adecuada. El detalle de las características técnicas se muestra en las tablas siguientes:

Tabla 1 Propiedades mecánicas del acero ASTM A36.

Propiedades	Descripción	Unidades
Mecánicas	✓ Esfuerzo de fluencia.	248 Mpa.
	✓ Esfuerzo máximo	551 Mpa.
	✓ Elongación	15%.
	✓ Módulo de elasticidad	206 GPa.

Fuente Elaboración en base a la información de Aceros Arequipa.

Tabla 2 Propiedades físicas del acero ASTM A36.

Propiedades	Descripción	Unidades
Físicas	✓ Densidad	7.87 g/cm ³

Fuente Elaboración en base a la información de Aceros Arequipa.

Tabla 3 Propiedades químicas del acero ASTM A36.

Propiedades	Descripción	
Químicas	0,26	% C
	0,40	% Si
	0,04	%P max.
	0,05	%S max.

Fuente Elaboración en base a la información de Aceros Arequipa.

3.1.5 Factor de seguridad

Si se tiene que evitar una falla estructural, las cargas que una estructura es capaz de soportar deben ser mayores que las cargas a las que se va a someter cuando esté en servicio. Como la resistencia es la capacidad de la estructura para resistir cargas, el criterio anterior se puede replantear como sigue:

- ✓ La resistencia real de una estructura debe ser mayor que la resistencia requerida.

La relación de la resistencia real entre la resistencia requerida se llama factor de seguridad n :

$$\text{Factor de seguridad } n = \frac{\text{resistencia real}}{\text{resistencia requerida}}$$

Naturalmente, el factor de seguridad debe ser mayor que 1.0 para evitar fallas. Dependiendo de las circunstancias, los factores de seguridad varían desde un poco más que 1.0 hasta 10.

La determinación de un factor de seguridad también debe tener en cuenta asuntos tales como los siguientes: probabilidad de sobrecarga accidental de la estructura, debido a cargas que excede las cargas de diseño; tipos de cargas *estática* o *dinámica*; si las cargas se aplican una vez o se repiten; la exactitud con que se conozcan las cargas; posibilidad de falla o fatiga.

Si el factor de seguridad es muy bajo, la probabilidad de falla será alta, y la estructura será inaceptable; si el factor de seguridad es muy grande, la estructura será muy costosa y quizá no sea adecuada para determinado diseño.

3.2 Conceptos básicos para el desarrollo del proyecto

- ✓ Aeronavegabilidad: representa la condición técnica y legal que deberá tener una aeronave para volar en condiciones de operación segura. La aeronave debe cumplir dos condiciones:
 - Conformar o corresponder con su Certificado Tipo (CT) o su diseño tipo, es decir cuando la configuración de la aeronave y los componentes instalados son consistentes con los planos, especificaciones y otra información técnica que es parte del CT y podría incluir cualquier alteración incorporada por medio de un Certificado Tipo Suplementario (STC) y Aprobación de Campo.
 - Debe estar en condiciones de realizar una operación segura; esto se refiere a la condición de la aeronave relativa al desgaste y deterioro. *Fuente DGAC Perú. RAP 01.*

- ✓ Control de calidad: es el proceso de regulación, a través del cual se puede medir la calidad real, compararla con las normas y actuar sobre la diferencia. *Fuente DGAC Perú. RAP 01.*

- ✓ Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC): es el organismo nacional de la República Peruana que, a través del conjunto de las funciones que realiza como Autoridad de Aplicación, otorga las Certificaciones, Habilitaciones y Aprobaciones que garantizan de por sí la confiabilidad del personal y material de vuelo, así como todo lo conexo, necesarios para la seguridad operativa de la actividad aeronáutica civil. *Fuente DGAC Perú. RAP 01.*

- ✓ Certificado de aprobación de una OMA RAP 145 NE: es un documento expedido por la DGAC, mediante el cual se autoriza a una OM para realizar trabajos técnicos aeronáuticos, u otras actividades relacionadas (pueden ser empresas que realizan servicios especializados), con el mantenimiento de aeronaves, previa certificación de su capacidad

técnica para realizarlas, cuyo alcance se detalla en la lista de capacidad aprobada por la DGAC. *Fuente DGAC Perú. MIA. Parte II.*

- ✓ Fabricante principal: es el poseedor del Certificado de Producción. *Fuente DGAC Perú. RAP 01.*
- ✓ Habilitación: significa autorización inscrita en una licencia o asociada con ella, y de la cual forma parte, en la que se especifican condiciones especiales, atribuciones o restricciones referentes a dicha licencia. *Fuente DGAC Perú. RAP 01.*
- ✓ Helicóptero: aerodino que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor que giran alrededor de ejes verticales o casi verticales. *Fuente DGAC Perú. RAP 01.*
- ✓ Mantenimiento: significa inspección, revisión, reparación, conservación y cambio de partes, pero excluye el mantenimiento preventivo. *Fuente DGAC Perú. RAP 01.*
- ✓ Regulaciones Aeronáuticas del Perú (RAP): conjunto, de regulaciones que deben ser cumplidas por los ciudadanos en la Republica Peruana con respecto a todas las fases de la certificación y operación de Aeronaves Civiles. *Fuente DGAC Perú. RAP 01.*
- ✓ Lista de capacidad: representa el alcance y limitación del Certificado de Aprobación RAP 145 NE otorgado por la DGAC definiendo las limitaciones, es decir cuáles son los servicios de mantenimiento que la OMA está autorizada, por ubicación, a realizar conforme a lo establecido por la RAP 145 NE. *Fuente DGAC Perú. MIA. Parte II.*
- ✓ Software: es el equipamiento lógico e intangible de un ordenador. En otras palabras, el concepto de software abarca a todas las aplicaciones

informáticas, como los procesadores de textos, las planillas de cálculo y los editores de imágenes.

- ✓ Manómetro: es un instrumento que sirve para medir la presión de fluidos contenidos en recipientes cerrados. Existen, básicamente, dos tipos: los de líquidos y los de gases.

- ✓ Sistema de combustible del helicóptero: el sistema de combustible del helicóptero está destinado para alojar la reserva indispensable del combustible a bordo del helicóptero, y alimentar continuamente con combustible los motores principales, motor de la planta propulsora auxiliar y el calentador de keroseno en todos los regímenes operacionales en cualesquiera que sean las condiciones de operaciones. *Fuente Manual de Reparación del Helicóptero MI-8MTV-1 libro1 parte 1 ATA 028.00.00.*

- ✓ Tanque principal de combustible: el tanque principal de hule blando, se encuentra instalado en el contenedor detrás de la transmisión principal del helicóptero que almacena combustible para alimentar continuamente con combustible los motores principales, motor de la planta propulsora auxiliar y el calentador de keroseno. *Fuente Manual de Reparación del Helicóptero MI-8MTV-1 libro1 parte 1 ATA 028.10.00.*

3.3 Planificación del proyecto

3.3.1 Inicio del proyecto

Siendo las 10:00 horas del 01 de Julio del 2016, se da inicio al proyecto de diseño del banco de pruebas para el tanque principal de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes, para la organización de mantenimiento, teniendo como director del proyecto a un ingeniero de la organización de mantenimiento, quien deberá asumir la responsabilidad del mismo.

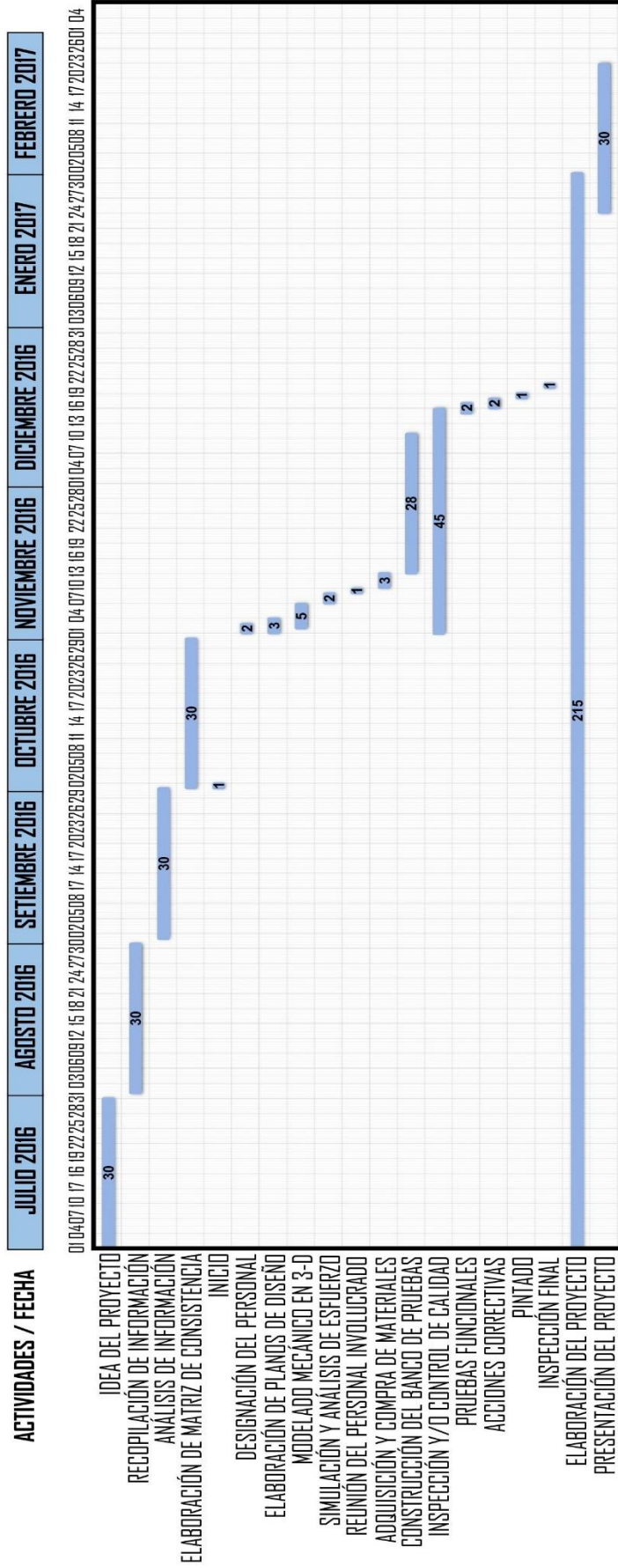
3.3.2 Elaboración de etapas y actividades

El proyecto se realiza de acuerdo al cronograma de actividades, utilizando el diagrama de Gantt. Este diagrama es una herramienta gráfica cuyo objetivo es planificar y exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.

El cronograma de actividades y tareas se grafica en dos tipos de diagramas:

- ✓ El primer diagrama se enfatiza en actividades generales, que abarca desde la idea del proyecto hasta la fecha de culminación y presentación del proyecto.
- ✓ El segundo diagrama representa las actividades particulares que grafica el procedimiento para el desarrollo, la gestión, la construcción y las pruebas experimentales del banco. Estas actividades también son mencionadas en el primer diagrama.

Grafico 11 Actividades generales del proyecto, diagrama de Gantt.
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES - DIAGRAMA DE GANTT



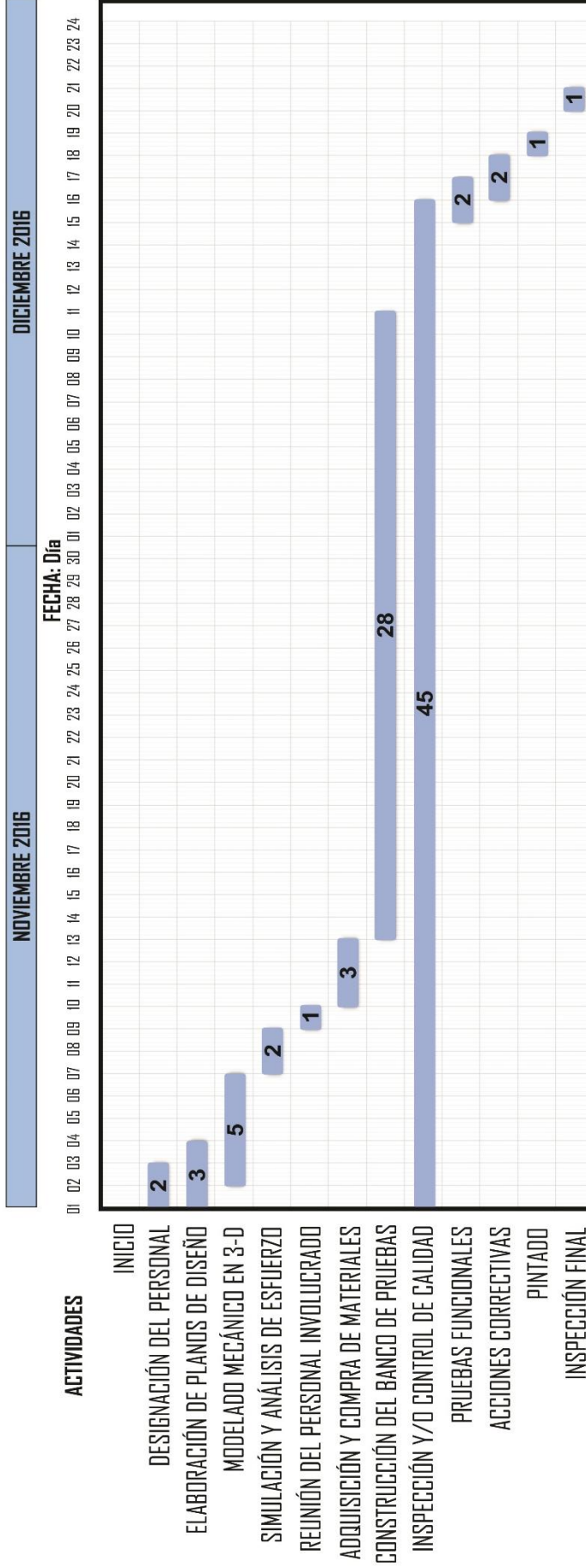
FECHA	24/10/2017	1/07/2016	20/12/2016	18/12/2016	16/12/2016	15/12/2016	1/11/2016	13/11/2016	10/11/2016	9/11/2016	7/11/2016	2/11/2016	1/11/2016	1/10/2016	1/09/2016	1/08/2016	1/07/2016	
PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	30	215	1	1	2	2	1	3	3	1	2	5	3	2	2	2	1	1
ELABORACIÓN DEL PROYECTO																		
INSPECCIÓN FINAL																		
PINTADO																		
ACCIONES CORRECTIVAS																		
PRUEBAS FUNCIONALES																		
INSPECCIÓN Y/O CONTROL DE CALIDAD																		
CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS																		
ADQUISICIÓN Y COMPRA DE MATERIALES																		
REUNIÓN DEL PERSONAL INVOLUCRADO																		
SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE ESFUERZO																		
MODELADO MECÁNICO EN 3-D																		
ELABORACIÓN DE PLANOS DE DISEÑO																		
DESIGNACIÓN DEL PERSONAL																		
ELABORACIÓN DE MATRIZ DE CONSISTENCIA																		
ANÁLISIS DE INFORMACIÓN																		
RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN																		
IDEA DEL PROYECTO																		

Fuente: Elaboración propia.

Grafico 12 Actividades particulares para el diseño del banco.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES -DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL BANCO

FECHA: Mes-Año



FECHA	INSPECCIÓN FINAL	PINTADO	ACCIONES CORRECTIVAS	PRUEBAS FUNCIONALES	INSPECCIÓN Y/O CONTROL DE CALIDAD	CONSTRUCCIÓN DEL BANCO DE PRUEBAS	ADQUISICIÓN Y COMPRA DE MATERIALES	REUNIÓN DEL PERSONAL INVOLUCRADO	SIMULACIÓN Y ANÁLISIS DE ESFUERZO	MODELADO MECÁNICO EN 3-D	ELABORACIÓN DE PLANOS DE DISEÑO	DESIGNACIÓN DEL PERSONAL	INICIO
20/12/2016	1					28	3	1	2	5	3	2	1/10/2016
18/12/2016		1			45								
16/12/2016			2										
15/12/2016				2									
1/11/2016													
1/11/2016													
1/11/2016													
2/11/2016													
7/11/2016													
9/11/2016													
10/11/2016													
13/11/2016													
1/10/2016													

Fuente Elaboración propia.

3.3.3 Ejecución

El proceso de fabricación y gestión del proyecto se realizará mediante un ingeniero, el cual se encargará de realizar los planos de diseño, simulación en tres dimensiones, el análisis computacional *Análisis de Elementos Finitos* y ejecutar el proceso de fabricación. Una vez realizada la simulación, y haber realizado los cálculos en los puntos críticos del banco, se desarrollará una reunión general con todo el personal involucrado, con la finalidad de coordinar y llegar a un acuerdo para la fabricación del proyecto.

Según lo mencionado en el párrafo anterior, el personal designado para la adquisición y compra de materiales se enfatizará de acuerdo a los planos de diseño con las medidas correspondientes, y realizará las compras de los materiales, con el fin de fabricar y elaborar el proyecto.

De acuerdo al cronograma de actividades y las inspecciones por parte del personal de control de calidad, se ejecutará el proceso de fabricación del banco teniendo las herramientas, materiales e insumos ya adquiridos, se dará inicio a la fabricación de las piezas y partes del banco de pruebas, conjuntamente con el ingeniero responsable y el personal de control de calidad, quienes verificarán y controlarán las medidas y tolerancias asignadas para cada pieza y parte del banco. El personal técnico, quien ejecutará la fabricación y construcción, y a su vez serán unidas mediante soldadura por arco eléctrico a todo ello exigiendo a todo el personal el uso de EPPs materiales y con la seguridad correspondiente.

Ya teniendo fabricado el banco de pruebas, siendo verificada y controlada por el personal idóneo, se podrán realizar las pruebas funcionales de acuerdo al manual de reparación de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes.

La prueba de hermeticidad del tanque se realizará con aire en la cesta metálica enrejada, cuya configuración debe corresponder a las dimensiones externas del tanque principal. Así mismo, la prueba de estanqueidad del tanque se realizará con combustible.

Preparación del tanque de combustible para las pruebas:

- ✓ Limpie la superficie interna del tanque con aspiradora,
- ✓ Después frote con una servilleta bien humedecida con el combustible de trabajo TC-1 o agua tibia;
- ✓ Luego seque minuciosamente la superficie interna del tanque con servilletas limpias,
- ✓ Cierre los orificios de todos los acople con tapones tecnológicos, excepto el fitting de drenaje que posee tres boquillas, una de las cuales debe estar abierta para unir la manguera.

Realizar la prueba de hermeticidad del tanque después de su reparación por overhaul, en el siguiente orden:

- ✓ Establecer el tanque en la cesta del banco, cerrar la tapa de la cesta y asegurar con fijadores.
- ✓ Conectar el empalme en conexión en T al manómetro a través del manguito.
- ✓ Conectar a la rosca del empalme de la conexión en T, la manguera para el suministro de aire.
- ✓ Dar al tanque aire seco hasta una presión de 0,2 atm.
- ✓ Separar la manguera de transmisión del aire al tanque del empalme de la conexión en T del tanque, no permitiendo la fuga del aire del tanque, cerrar el empalme libre del conector en T con la tapa, compuesta de una tuerca de cubierta y tapón.
- ✓ Verificar la hermeticidad del tanque en un periodo de 10 min.
- ✓ Untar a la cesta del banco con solución jabonosa y a la formación de burbujas de jabón e indicación del manómetro determinar el lugar de la no hermetización de la cesta del banco.

- ✓ Al detectarse la no hermeticidad, marcar con una tiza en ese lugar

A continuación, realizar la prueba de estanqueidad del tanque, en el siguiente orden:

- ✓ No realice la prueba de resistencia al combustible con los tanques cuyas capas internas no han sido sometidas a reparación.
- ✓ La temperatura del lugar en el cual se realiza las pruebas del tanque no deben ser menor a 5°C.
- ✓ La posición del tanque durante las pruebas debe corresponder a su posición en el helicóptero.
- ✓ Llene el tanque hasta arriba de combustible de trabajo TC-1, a través de la manguera bombee aire comprimido 0.2 atm de presión.
- ✓ Deje el tanque bajo presión durante dos horas.
- ✓ Después de las dos horas retire la presión de aire, y deje el combustible en el tanque durante 22 horas más.
- ✓ Al cumplirse las 22 horas vacíe el combustible del tanque.
- ✓ Elimine los residuos de combustible y purgue con aire comprimido durante tres horas.
- ✓ Pese el tanque.
- ✓ Si el aumento de peso del tanque no supera 2.0% del peso inicial del tanque, se considera que el tanque paso la prueba de estanqueidad.

Al finalizar la prueba, revise las secciones reparadas de la capa interna. Los refuerzos no deben presentar defectos de adhesión. Registre en el pasaporte del tanque los resultados de la prueba, como también registrar en el grupo funcional. En la pared externa del tanque marque el número del tanque, la fecha de producción, la fecha de reparación, los datos del taller que realizó la reparación, el peso del tanque después de la reparación, y el sello de control de calidad.

3.3.4 Cierre

Realizar el cierre del proyecto de acuerdo a lo estipulado en los planos de diseño estructural del banco de pruebas.

3.4 Servicios y aplicaciones

3.4.1 Presupuesto

Recursos humanos

Para determinar la remuneración del personal involucrado en el proyecto se define un presupuesto general, mediante un cuadro que describe los costos de los servicios que serán desarrollados por el personal involucrado en las actividades durante el proyecto. Con lo cual se estima la cantidad del personal profesional, costo por día laborado, cantidad de días requeridos y el costo total. Además, el cuadro muestra el monto total remunerado a cada persona que se encuentra involucrado en el proyecto.

Tabla 4 Presupuesto de personal involucrado

RECURSOS HUMANOS					
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTI- DAD	COSTO POR DIA	DIAS REQUE- RIDOS	COSTO TOTAL
1	Ingeniero aeronáutico y/o mecánico	01	90	230	20700
2	Inspector de control de calidad	01	130	52	6760
3	Técnico aeronáutico y/o mecánico	01	73	28	2044

Continuación

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTI- DAD	COSTO POR DIA	DIAS REQUE- RIDOS	COSTO TOTAL
4	Técnico en pintura	01	50	01	50
5	Asistente de compras	01	45	03	135
6	Técnico en Soldadura	01	70	15	1050

TOTAL

s/.

30739

Fuente Elaboración propia.

Materiales.

Se elabora una relación de materiales que son necesarios para fabricar el banco de pruebas funcionales. El siguiente cuadro describe los materiales, la cantidad por cada pieza, el costo por unidad de pieza y el costo total de las piezas. Asimismo, el cuadro muestra el costo total de los materiales.

Tabla 5 Presupuesto de materiales.

MATERIALES				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTI- DAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Ángulo 2"x2"x3/16" x 1322mm	02	25	50
2	Ángulo 2"x2"x3/16" x 1251mm	02	25	50
3	Ángulo 2"x2"x3/16" x 190mm	04	15	60
4	Ángulo 2"x2"x3/16" x 1230mm	02	25	50
5	Ángulo 2"x2"x3/16" x 910mm	02	17	34
6	Ángulo 2"x2"x3/16" x 810mm	02	17	34

Continuación

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTI- DAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
7	Platina 1/8"x1" x 810mm	05	2	10
8	Platina 1/8"x1" x 285mm	02	0.8	1.6
9	Platina 1/8"x1" x 230mm	01	0.8	0.8
10	Platina 1/8"x1" x 320mm	05	1	5
11	Platina 1/8"x1" x 475mm	05	1.5	7.5
12	Platina 1/8"x1" x 258mm	20	0.8	16
13	Platina 1/8"x1" x 190mm	12	0.5	6
14	Platina 1/8"x1" x 1251mm	10	3.5	35
15	Platina 1/8"x1" x 1222mm	06	3.5	21
16	Soporte 70mmx59mmx3/16"	04	5	20
17	Brida $\varnothing 12"$ x 5/16"	01	20	20
18	Barra redonda 7/8" x 200mm	02	10	20
19	Abrazadera (superior)	02	5	10
20	Abrazadera (inferior)	03	5	15
21	Tubo cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> formado de 2 ángulos de 2"x2"x3/16" x 1322mm	02	50	100
22	Tubo cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> formado de 2 ángulos de 2"x2"x3/16" x 1251mm	02	50	100
23	Tubo cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> formado de 2 ángulos de 2"x2"x3/16" x 1450mm	02	30	60
24	Tubo cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> formado de 2 ángulos de 2"x2"x3/16" x 1050mm	03	25	75
25	Tubo cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> formado de 2 ángulos de 2"x2"x3/16" x 745mm	04	30	120
26	Tubo cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> formado de 2 ángulos de 2"x2"x3/16" x 80mm	04	3	12
27	Tubo cuadrado <input checked="" type="checkbox"/> formado de 2 ángulos de 2"x2"x3/16"	01	10	10
28	Tubo $\varnothing 28$ mm	01	5	5
29	Soporte 110mmx42mmx1/8"	12	5	60

Continuación

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTI- DAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
30	Perno especial M8x1.75 – 6g	10	2	20
31	Tuerca especial M8x1.75 – 6H	10	2	20
32	Soporte 210mmx50mmx3/16”	02	5	10
33	Soporte 100mmx50mmx3/16”	04	5	20
34	Perno M12x1.75 – 6g	03	5	15
35	Perno M12x1.75 – 6g	02	5	10
36	Tuerca M12x1.75 - 6H	05	5	25
37	Llave especial	01	15	15
38	Pintura	01	35	35

TOTAL

s/. 1200

Fuente Elaboración propia.

Materiales misceláneos.

Para adquirir los materiales misceláneos se elabora un cuadro que describe los materiales que se utilizarán para el presente proyecto de investigación. El siguiente cuadro describe los materiales, la cantidad por cada pieza, el costo por unidad de pieza y el precio total de las piezas. De la misma manera, el cuadro muestra el costo total de los materiales misceláneos.

Tabla 6 Presupuesto de material misceláneo.

MATERIALES MISCELÁNEOS				
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1	Papel A3	10	1	10
2	WypAll	02	15	30

Continuación

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
3	Lentes de seguridad	06	10	60
4	Guantes protectores	03	10	30

TOTAL	s/.	130
--------------	------------	------------

Fuente Elaboración propia.

Otras actividades.

Asimismo, la siguiente tabla considera los costos de otras actividades que serán de utilidad en el proyecto. En el siguiente cuadro se describen los materiales, la cantidad por cada pieza, el costo por unidad de pieza y el costo total de las piezas. De la misma manera el cuadro muestra el costo total de los materiales misceláneos.

Tabla 7 Costo de otras actividades.

OTRAS ACTIVIDADES		
ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
1	Movilidad del personal	200
2	Transporte de los materiales	350

TOTAL	s/.	550
--------------	------------	------------

Fuente Elaboración propia.

Costo total.

De acuerdo a lo mencionado en los párrafos anteriores, la siguiente tabla describe los costos en las áreas de: recursos humanos,

materiales, materiales misceláneos y otras actividades. De esta manera se obtiene el costo total, que es el presupuesto que se requiere para realizar este proyecto.

Tabla 8 Presupuesto total.

COSTO TOTAL		
ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO TOTAL
1	Recursos Humanos	30,739.00
2	Materiales	1,200.00
3	Material misceláneo	130.00
4	Otros	550.00

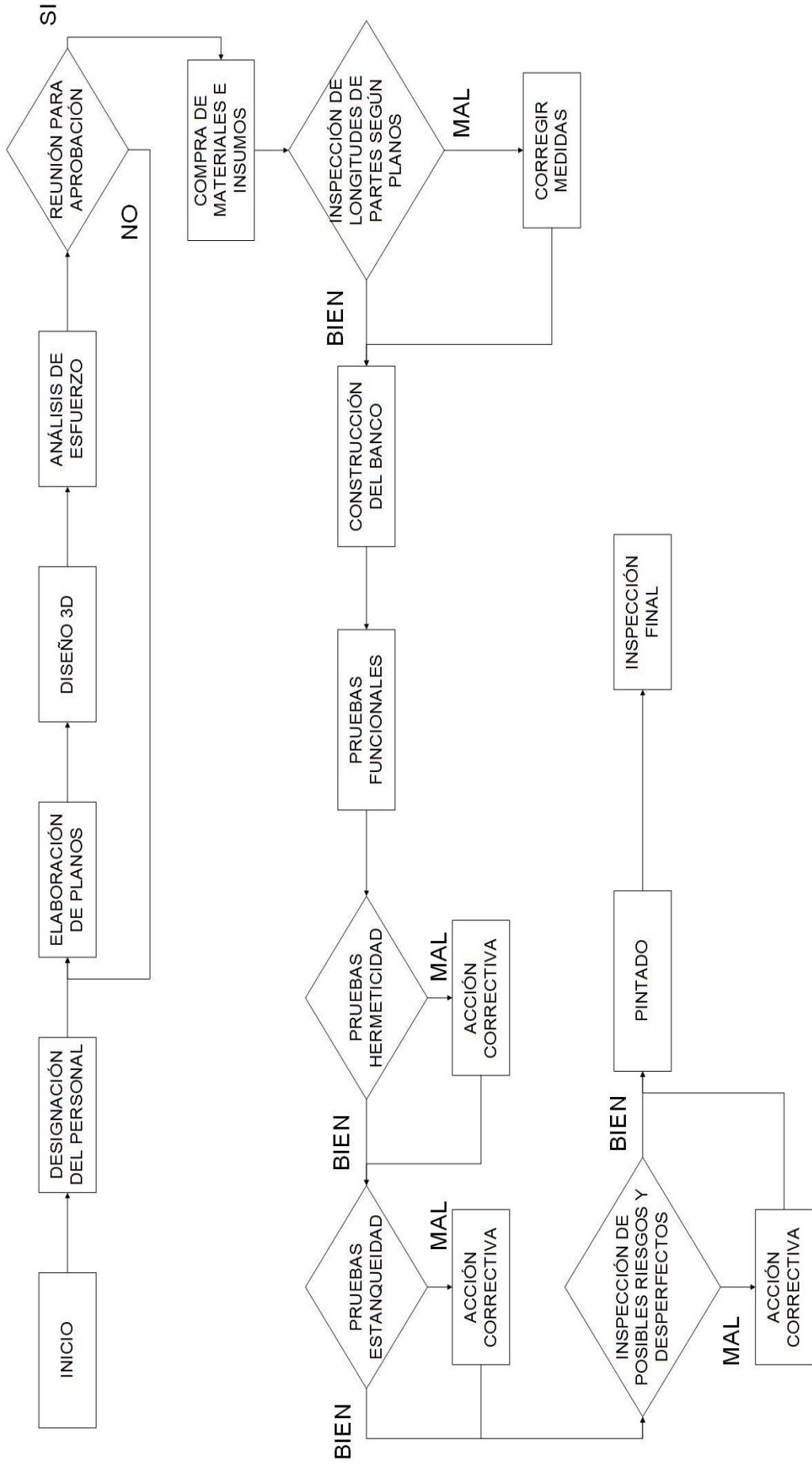
TOTAL	s/.	32,619.00
--------------	------------	------------------

Fuente Elaboración propia.

3.4.2 Proceso

Por lo mencionado en las actividades del proyecto, es necesario aplicar el diagrama de flujo. Ver Gráfico 13, para la elaboración y construcción del banco de pruebas del tanque principal de combustible de los helicópteros. El diagrama de flujo permite visualizar la trayectoria del proyecto y también el personal que se encuentra involucrado en el mismo, que permitirá enfocarse en las responsabilidades, y tiempos asignados para cada especialidad, y en consecuencia realizar actividades independientes como: diseñar, fabricar, construir y gestionar el proyecto en tiempos determinados.

Grafico 13 Diagrama de flujo para el diseño del banco de pruebas.



Fuente Elaboración propia.

3.4.3 Gestión del proyecto

Gestión de la calidad del proyecto

La gestión de calidad del presente proyecto de investigación incluye procesos y actividades que establece las políticas de calidad, objetivos y responsabilidades de calidad con la Organización de Mantenimiento Aprobada N° 042. Así mismo el proyecto está acorde a los procedimientos de calidad que cuenta dicha organización.

La gestión de calidad del proyecto utiliza políticas y procedimientos para implementar el sistema de gestión de la calidad de la organización en el contexto del proyecto, y en la forma que resulte adecuada, apoyar las actividades de mejora continua del proceso, tal y como las lleva a cabo la organización. La gestión de calidad del proyecto trabaja para asegurar que se alcancen y se validen los requisitos del proyecto.

Controlar la calidad es el proceso de monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios. En este proceso incluyen:

- ✓ Identificar las causas de una calidad deficiente del proceso, y recomendar y/o implementar acciones para eliminarlas; y
- ✓ Validar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los requisitos especificados para la aceptación final.

El proceso controlar la calidad utiliza un conjunto de técnicas operativas y de tareas para verificar los procedimientos realizados y cumplir con los requisitos. Se utilizará el aseguramiento de la calidad durante las fases de planificación y de ejecución del proyecto para proporcionar confianza respecto al cumplimiento de los requisitos, y se deberá emplear el control de calidad durante las fases de

ejecución y de cierre del proyecto para demostrar formalmente, con datos fiables, que se han cumplido los criterios de aceptación de la organización.

El equipo de dirección del proyecto deberá tener un conocimiento práctico de los procesos estadísticos de control, para evaluar los datos contenidos en los procedimientos del control de calidad. Entre otros aspectos puede resultar útil para el equipo conocer la diferencia entre los siguientes pares de términos:

- ✓ Prevención (evitar que haya errores en el proceso) e inspección (evitar los errores en los procedimientos).
- ✓ Muestreo por atributos (el resultado es conforme o no conforme) y muestreo por variables (el resultado se mide según una escala continua que refleja el grado de conformidad).
- ✓ Tolerancias (rango establecido para los resultados aceptables) y límites de control (que identifican las fronteras de la variación normal para un proceso o rendimiento del proceso estadísticamente estables).

Gestión de los recursos humanos del proyecto.

La gestión de los recursos humanos del proyecto incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo del proyecto. El equipo del proyecto está compuesto por las personas a las que se han asignado roles y responsabilidades para completar el proyecto. Los miembros del equipo del proyecto pueden tener diferentes conjuntos de habilidades, pueden estar asignados a tiempo completo y se pueden incorporar o retirar del equipo conforme avanza el proyecto. También se puede referir a los miembros del equipo del proyecto, como al personal del proyecto.

Si bien se asignan roles y responsabilidades específicos a cada miembro del equipo del proyecto, la participación de los miembros del equipo en la planificación aporta su experiencia al proceso y fortalece su compromiso con el proyecto.

A continuación se describen, de manera general, las funciones que se le asignan al personal para el desarrollo del proyecto:

Ingeniero Aeronáutico o Mecánico, realiza las siguientes funciones:

- ✓ Recolectar toda la información necesaria para la elaboración del proyecto.
- ✓ Analizar el comportamiento del tanque principal de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI 171 y sus variantes.
- ✓ Realizar los procedimientos, planificación y control del proyecto.
- ✓ Diseñar la estructura del banco.
- ✓ Elaborar los planos
- ✓ Analizar los resultados asistidos por computador *Análisis de Elementos Finitos* en diseños 3D.
- ✓ Coordinar y comunicar al personal involucrado para el cumplimiento de las actividades y tareas programadas en la planificación del proyecto.
- ✓ Seleccionar el área de trabajo.

Inspector de control de calidad, realiza las siguientes funciones:

- ✓ Es responsable de inspeccionar antes, durante y después de la ejecución del proyecto.
- ✓ Analizar el diseño estructural del banco.
- ✓ Analizar la funcionabilidad del diseño del banco.
- ✓ Verificar el cumplimiento de las medidas y tolerancias en la fabricación de piezas y partes del banco.
- ✓ Verificar el uso adecuado de los equipos y herramientas para la construcción y el pintado del banco.

- ✓ Verificar que las partes y piezas ensambladas estén correctamente unidas y seguras.
- ✓ Verificar que las pruebas experimentales y funcionales se desarrollen de acuerdo a los procedimientos mencionados.

Técnico mecánico, realizar las siguientes funciones:

- ✓ Realizar la construcción de piezas y partes del banco.
- ✓ Realizar el ensamble y unión de las piezas y partes del banco.
- ✓ Realizar el pintado del banco.

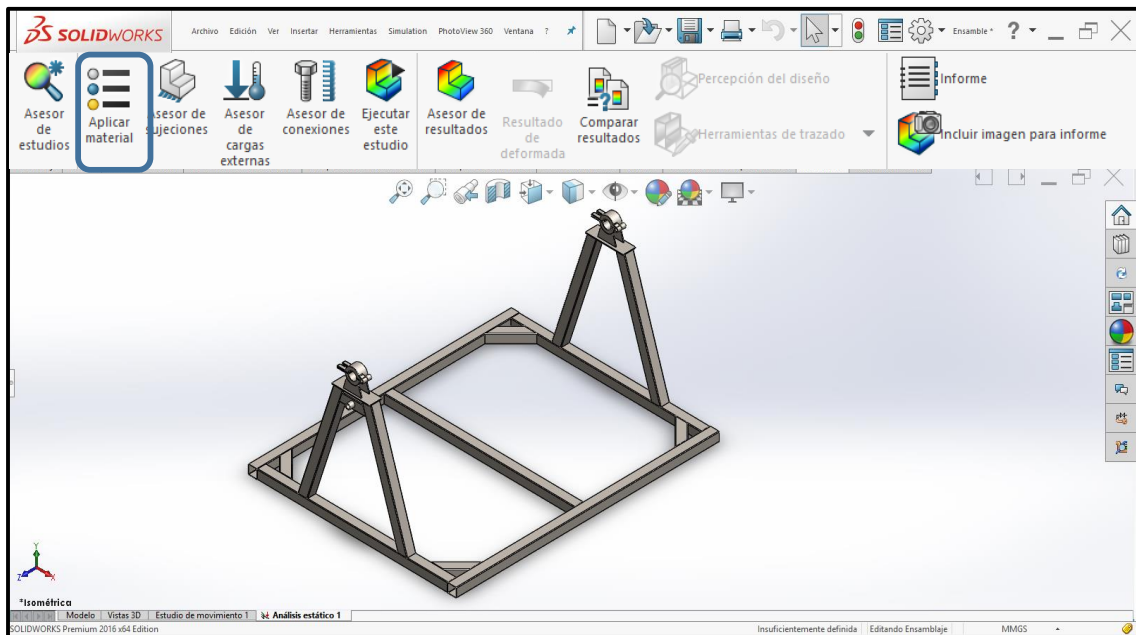
3.4.4 Resultado

El análisis resulta básicamente en el diseño del soporte de la estructura. Por lo que el soporte es la parte estructural del banco que se encuentra sometido a las mayores cargas y esfuerzos del banco.

A continuación se detalla el cálculo empleado por el software SolidWorks Simulation:

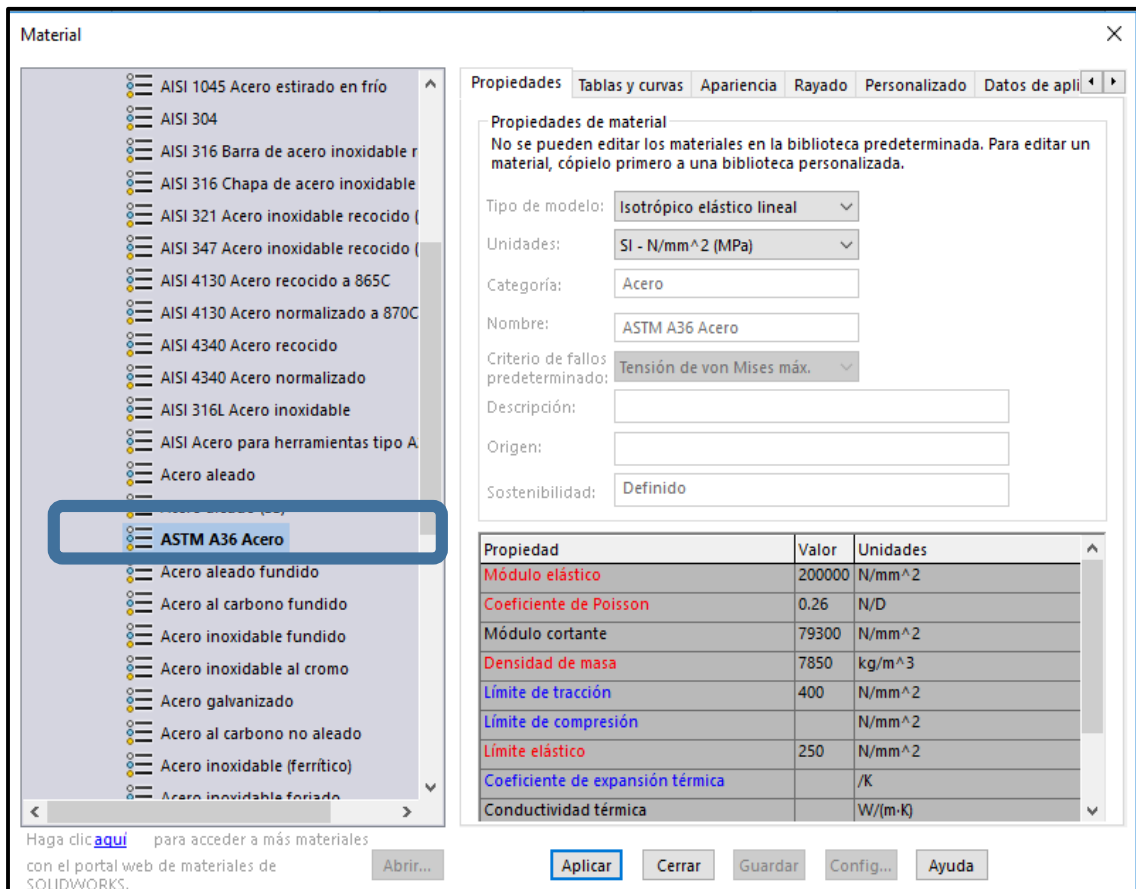
- ✓ En primer lugar se selecciona el tipo de material empleado.

Grafico 14 Selección del tipo de material ASTM A36. Vista isométrica.



Fuente SolidWorks Simulation. Aplicar material.

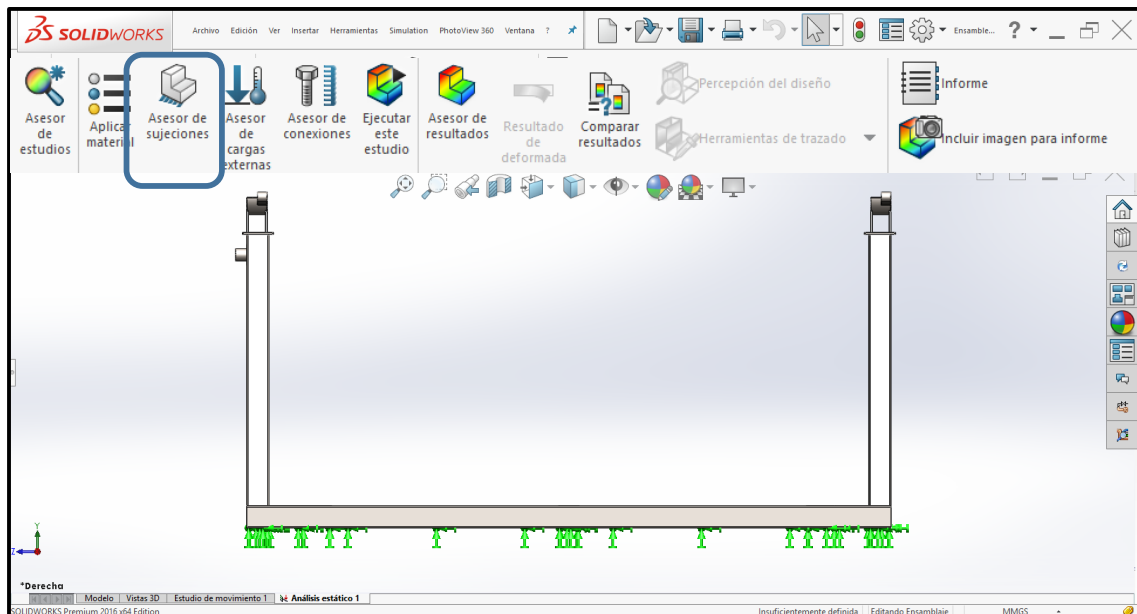
Grafico 15 Aplicar el tipo de material ASTM A36.



Fuente SolidWorks Simulation. Aplicar material.

- ✓ Seleccionar las áreas fijas en la estructura del banco.

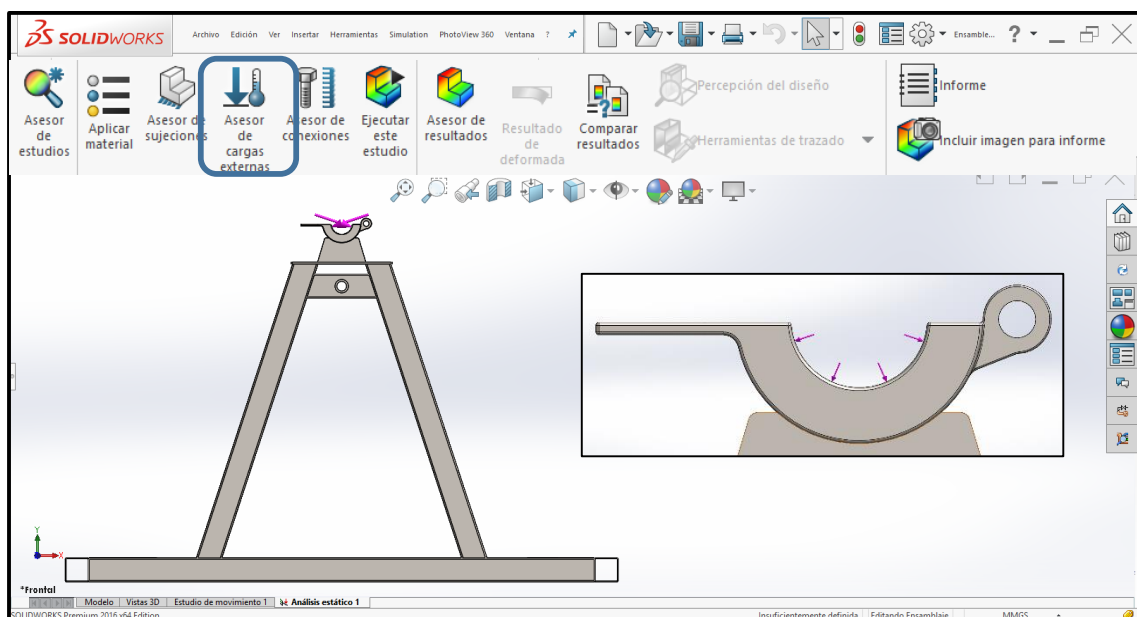
Grafico 16 Selección de las áreas fijas del banco. Vista lateral derecho.



Fuente SolidWorks Simulation. Asesor de sujeciones.

- ✓ Introducir la carga máxima en las áreas de la estructura donde se concentrará la mayor fuerza en el soporte del banco.

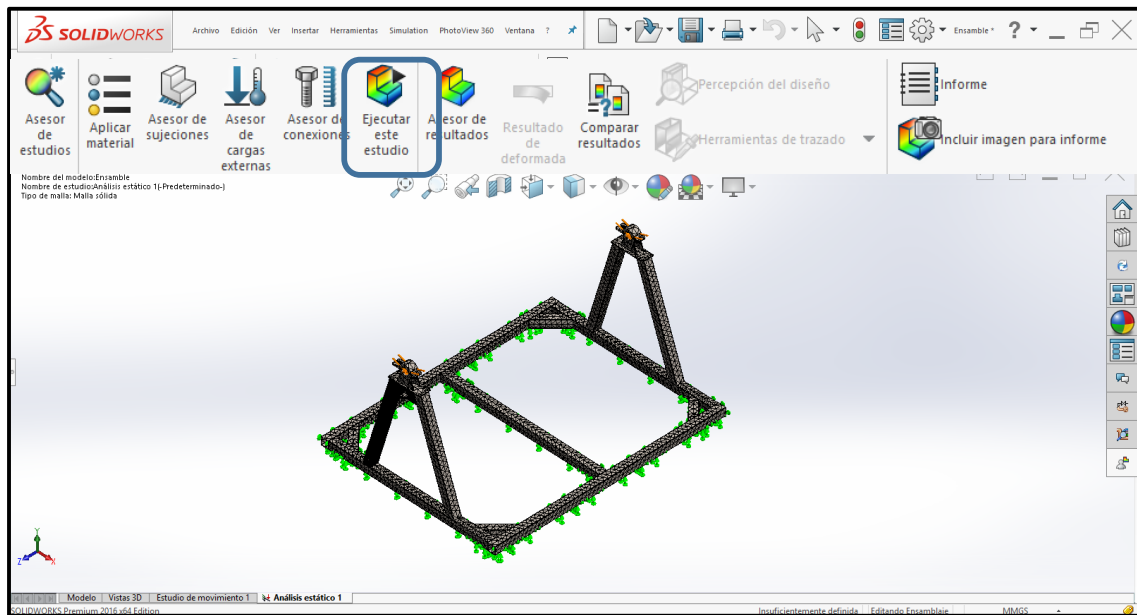
Grafico 17 Introducir cargas máximas. Vista frontal.



Fuente SolidWorks Simulation. Asesor de cargas externas.

- ✓ Crear malla para el análisis computacional que consiste en dividir las piezas en elementos más pequeños, llamados nodos, cada uno de estos nodos se evalúa a través del sistema para después hacer un post-procesamiento que genera gráficos.

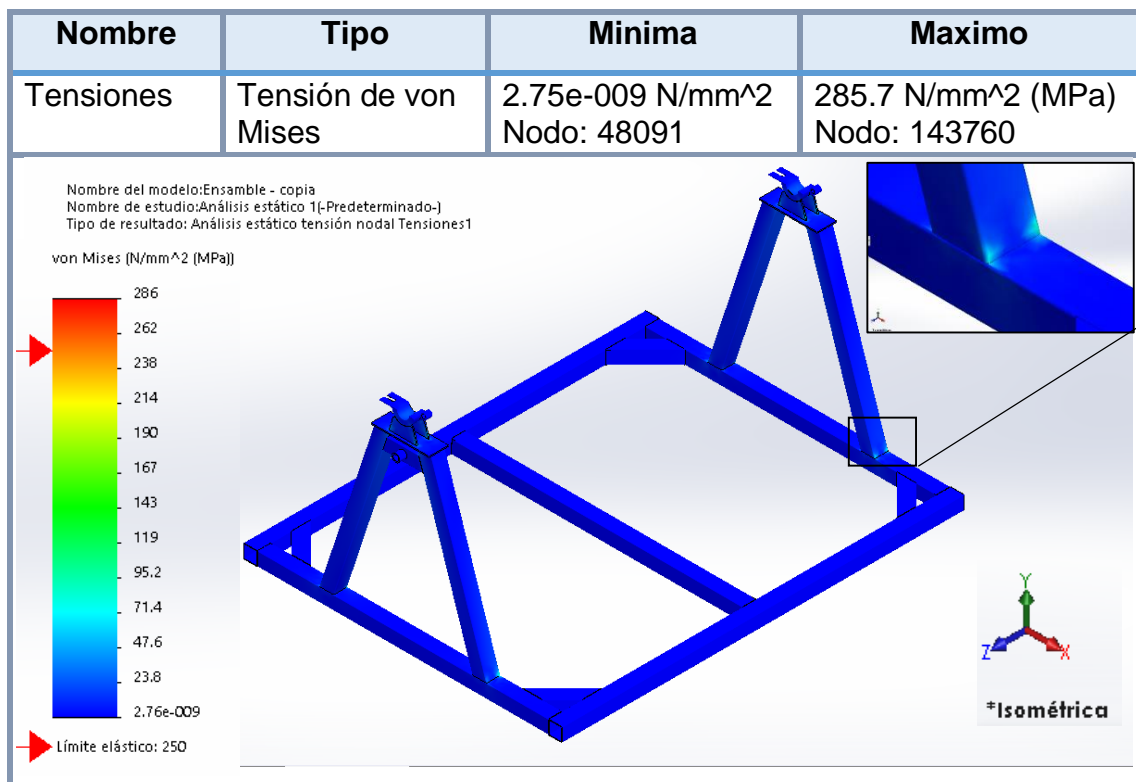
Grafico 18 Crear malla en la estructura del soporte. Vista isométrica.



Fuente SolidWorks Simulation. Crear malla.

- ✓ El resultado del análisis nos muestra las tensiones de tipo Von Mises en los nodos sometidos a tensiones mínimas, y los nodos sometidos a tensiones máximas.

Grafico 19 Tensiones Von Mises.



Fuente SolidWorks Simulation. Resultados.

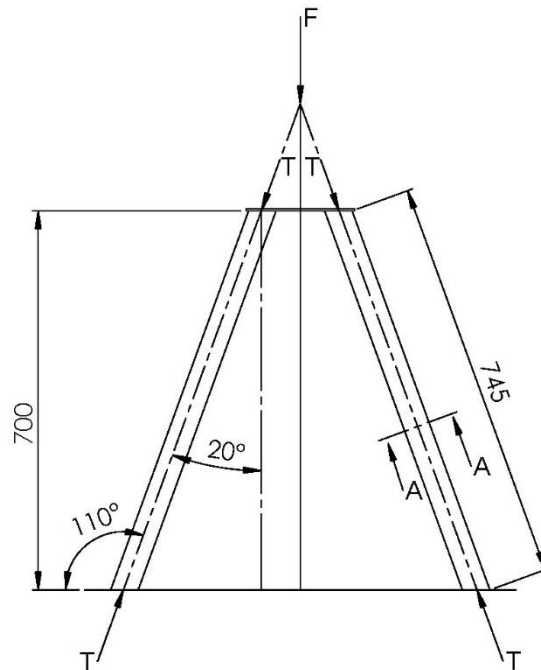
✓ Cálculo del elemento crítico

Datos:

- Peso de la estructura de la canasta = 127.6 Kg
- Peso del combustible = 455.0 Kg
- Peso del componente = 0.1 Kg
- Peso Total = 582.7 Kg \cong 583 Kg

$$\therefore F = 583 \text{ Kg}$$

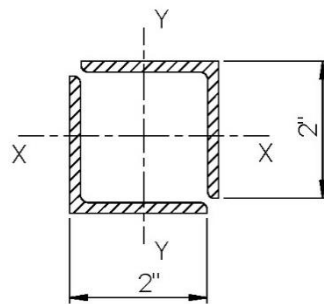
Cálculo de soportes de apoyo



Cálculo del radio de giro (r) de dos ángulos de 2"x2"x3/16", sección A-A

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}}$$

SECCIÓN A-A



$$I_{xx} = \frac{b x h^3}{12}$$

$$\therefore I_{xx} = 30.66 \text{ cm}^4$$

$$\therefore A = 9.22 \text{ cm}^2$$

\Rightarrow

$$\therefore r = 1.8235$$

Calculo de la carga de compresión y carga crítica.

Para que el soporte no falle por compresión, la carga crítica (P_{cr}) debe ser mayor que la tensión (T).

Calculo de carga de compresión:

$$T \cos 20^\circ = F/2$$

$$T = \frac{F}{2 \cos 20^\circ}$$

$$T = \frac{583}{2(0.9397)}$$

$$\therefore T = 310.2 \text{ Kg}$$

Cálculo de la carga crítica

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I}{L^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6 \times 30.66}{74.5^2}$$

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 \times 2.1 \times 10^6 \times 30.66}{74.5^2}$$

$$P_{cr} = \frac{635464349}{5550.25}$$

$$\therefore P_{cr} = 114493 \text{ Kg}$$

\Rightarrow

$$P_{cr} = 114493 \text{ Kg} \gg T = 310.2 \text{ Kg}$$

\therefore El soporte no falla a compresión

Cálculo de deformación por pandeo

Para que no exista pandeo, la esbeltez (λ) debe ser ≤ 100 , tenemos:

$$\lambda = \frac{L}{r}$$

$$\lambda = \frac{74.5}{1.8235}$$

$$\lambda = 40.8$$

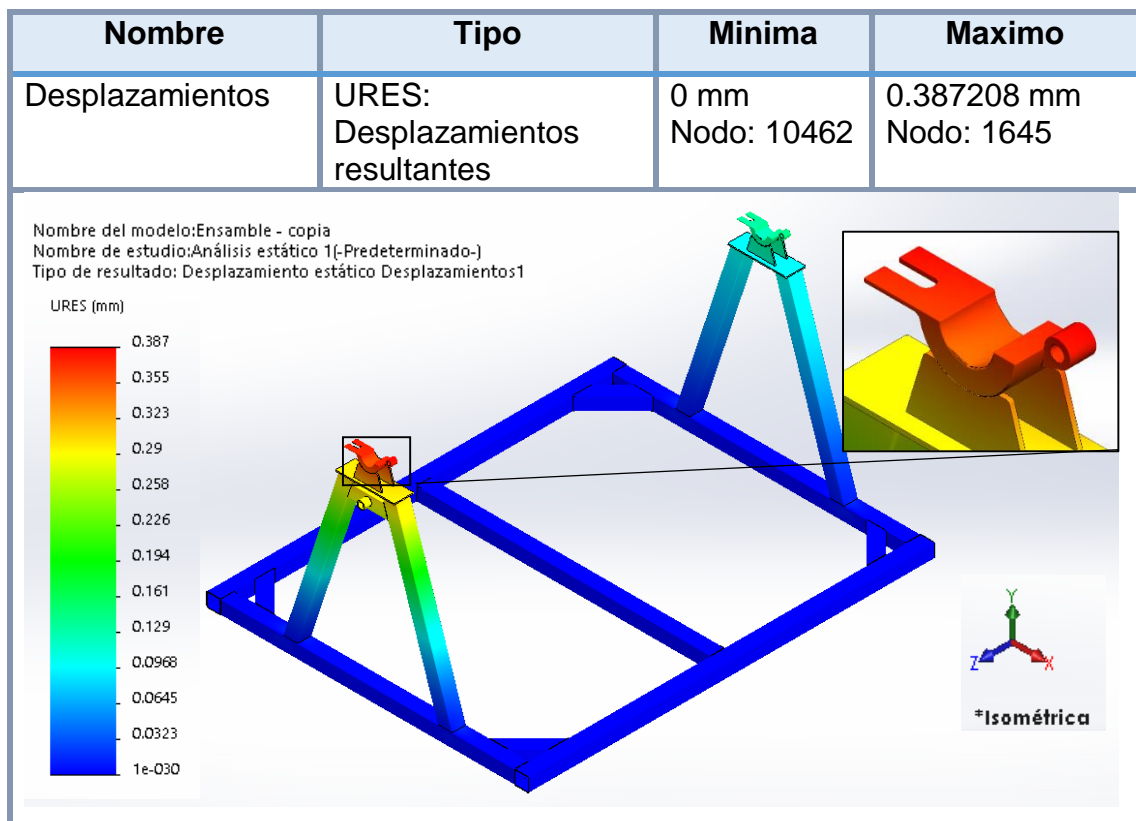
⇒

$$40.8 < 100$$

∴ El soporte no falla por pandeo

- ✓ Finalmente nos muestra las áreas con un mínimo y máximo desplazamiento mediante una escala de colores.

Grafico 20 Desplazamiento de la estructura. Vista isométrica.



Fuente SolidWorks Simulation. Resultados.

- ✓ De acuerdo a la ecuación para calcular el factor de seguridad y hallar el grado de seguridad en el soporte de la estructura, se tiene:

$$\text{Factor de seguridad } n = \frac{\text{resistencia real}}{\text{resistencia requerida}}$$

$$n = \frac{17500 \text{ N}}{\sum (\text{estructura de la canasta} + \text{combustible} + \text{componente})}$$

$$n = \frac{17500 \text{ N}}{127611.3 \text{ g} + 455 \text{ l} + 100 \text{ g}}$$

$$n = \frac{17500 \text{ N}}{127.6 \text{ Kg} + 455 \text{ Kg} + 0.1 \text{ Kg}}$$

$$n = \frac{17500 \text{ N}}{1250.5 \text{ N} + 4459 \text{ N} + 0.98 \text{ N}}$$

$$n = \frac{17500 \text{ N}}{5807.5 \text{ N}}$$

$$n = 3$$

Por lo tanto, se obtiene un factor de seguridad aceptable para el presente diseño estructural.

- ✓ Ensamble general del diseño del banco de pruebas para el tanque principal de combustible para los helicópteros MI-8MTV-1 y MI-171 y sus variantes.

Grafico 21 Diseño estructural banco de pruebas. Vista isométrica (a).



Fuente SolidWorks Renderizado.

Grafico 22 Diseño estructural banco de pruebas. Vista isométrica (b).



Fuente SolidWorks Renderizado.

3.5 Conclusiones

- ✓ El banco de prueba será fabricado por la Organización de Mantenimiento Aprobada N°042 Helicentro Perú S.A.C.
- ✓ Su diseño permitirá realizar las pruebas de hermeticidad.
- ✓ Su diseño permitirá realizar las pruebas de estanqueidad.
- ✓ Su diseño tiene la capacidad de realizar las pruebas funcionales sometidas a esfuerzos de 17500 N.
- ✓ Su diseño permitirá ahorrar tiempo y dinero en el programa de overhaul del tanque principal de combustible.

3.6 Recomendaciones

- ✓ Fabricar de acuerdo a los procesos mencionados en el proyecto de investigación.
- ✓ Realizar la prueba de hermeticidad de acuerdo a los procedimientos y parámetros establecidos.
- ✓ Realizar la prueba de estanqueidad de acuerdo a los procedimientos y parámetros establecidos.
- ✓ No realizar pruebas con esfuerzos mayores a los 17500 N.
- ✓ Comercializar las pruebas funcionales a los tanques principales de combustible de los helicópteros MI-8MTV-1, MI-171 y sus variantes.

CAPÍTULO IV: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

4.1 Fuentes bibliográficas

- ✓ Gere, J. M. (5ta edición) (2012), *Timoshenko Resistencia de Materiales*. Barcelona, España. Editorial Paraninfo.
- ✓ Nash, W. A. *Resistencia de materiales*. Editorial McGraw-Hill

4.2 Fuentes hemerográficas

- ✓ Project Management Institute (2008), *Fundamentos para la Dirección de Proyectos. Guía del PMBoK*. Editorial Books Service Center de PMI.
- ✓ American Psychological Association (2016), *Manual Normas APA*.
- ✓ SAA Planta de aviación de Ulan-Ude (2007). *Manual de reparación del helicóptero MI-8MTV-1 libro 1 célula, sistemas del helicóptero y planta propulsora ATA 028.00.00*.
- ✓ SAA Planta de helicópteros de Kazán. *Manual de reparación del helicóptero MI-171 ATA 028.00.00*.
- ✓ Helicentro Perú S.A.C. (2015). *Tecnología de reparación del tanque principal de combustible*. Lima, Perú.
- ✓ Solidworks (2016), *Guía del instructor para la enseñanza del software solidworks*. Massachusetts, EE.UU.
- ✓ Solidworks (2016), *Introducción a las aplicaciones de análisis de tensión con solidworks simulation, Guía del instructor*. Massachusetts, EE.UU.
- ✓ Instituto Ecuatoriano de Normalización (1989). *Código de dibujo técnico-mecánico*. Quito, Ecuador.

CAPÍTULO V: GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

APA	American Psychological Association.
ASTM	American Society for Testing and Materials.
ATA	Asociación del Transporte Aéreo.
ATAD	Autoridad Técnica Aeronáutica de la Defensa
atm	Unidad de atmosfera.
AWS	American Welding Society.

C

CMR	Centro de Mantenimiento y Reparación de helicópteros de Colombia.
CT	Certificado tipo.

D

DGAC	Dirección General de Aviación Civil.
------	--------------------------------------

E

EPPs	Equipos de protección personal.
------	---------------------------------

F

FF.AA.	Fuerzas Armadas.
--------	------------------

G

Gpa	Unidades de giga pascal.
-----	--------------------------

M

MIA	Manual del Inspector de Aeronavegabilidad.
MI-171	Número de matrícula de Aeronave versión militar.
MI-8MTV-1	Número de matrícula de Aeronave versión civil.
Min.	Unidades de minutos.
MMHP	Mil Moscow Helicopter Plant.
Mpa	Unidades de mega pascal.

N

N	Unidades de newton
NE	Nueva edición.

O

OMA	Organización de Mantenimiento Aprobada.
OMAD	Organización de Mantenimiento Aeronáutico de Defensa.

P

PMI	Project Management Institute.
-----	-------------------------------

R

RAP	Regulaciones Aeronáuticas del Perú.
-----	-------------------------------------

S

S.A.C.	Sociedad Anónima Cerrada.
SolidWorks	Software computacional.
SPARC	Compañía de Reparación de Aviación de San Petersburgo.
STC	Certificado Tipo Suplementario.

T

TARE	Taller Aeronáutico Extranjero de Reparaciones.
TC-1	Número de parte del tipo de combustible.

2

2D	Dos dimensiones.
----	------------------

3

3D	Tres dimensiones.
----	-------------------

CAPÍTULO VI: ANEXOS

6.1 Anexo A Programa de mantenimiento

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL BANCO DE PRUEBAS

Importancia del mantenimiento

El mantenimiento tanto preventivo, correctivo y predictivo apropiado es importante para garantizar una operación segura, económica y sin problemas del banco de pruebas de hermeticidad, estanqueidad y resistencia al tanque de consumo del helicóptero Mi-8MTV-1, MI-171 y sus variantes.

Un mantenimiento inadecuado o fuera de tiempo puede ocasionar que sus piezas o partes del banco no funcionen o simplemente en su funcionamiento sufran algún desperfecto, causándole un daño al mecánico que se encuentra operándolo.

Plan de mantenimiento

Advertencia

Corte la alimentación de presión de aire, antes de realizar cualquier tipo de mantenimiento.

Banco de pruebas al tanque de consumo principal de combustible.

Con el fin de mantener un buen rendimiento y alargar la vida útil del banco de pruebas funcionales, la inspección y mantenimiento periódico y los ajustes deben hacerse teniendo en cuenta el programa de mantenimiento siguiente:

Artículo	Mantenimiento	Periodo
Inspección general*	Inspección visual	Antes de su aplicabilidad
Piezas, partes de la estructura	Inspección visual	Anual
Garuchas	Inspección visual	Anual

Artículo	Mantenimiento	Periodo
Uniones de soldadura	Inspección visual	Anual
Manómetro	Calibración	Anual
Pernos, arandelas y tuercas	Inspección visual	Anual

* Inspección General

1. Inspeccione de manera visual que la estructura no tenga ningún tipo de daño, que pueda afectar en el funcionamiento (rajaduras de tamaño considerable, abolladuras, etc.)
2. Revisar que las conexiones se encuentren con la protección correspondiente.
3. Verificar que la sujeción de las canastas, se encuentren correctamente
4. Observe y escuche si hay ruidos extraños o altas vibraciones, mientras se realizan las pruebas. Si las tiene, detengan inmediatamente el funcionamiento del banco.
5. Compruebe si hay suciedad y limpie cuando sea necesario.

Discrepancias y corrección.

Artículo	Discrepancia	Corrección
Piezas o partes	Rajadura, abolladura	Reparar
Soldadura	Rajadura, abolladura. Oscilaciones	Reparar
Garuchas	Rajadura	Cambio
Corrosión	Rajadura	Tratamiento anticorrosivo
Soportes	Rajadura (>50% de su tamaño). Corrosión.	Cambio

6.2 Anexo B Propiedades del material

Ángulos Estructurales

CALIDAD: ASTM A36

DENOMINACIÓN:

L A36.

DESCRIPCIÓN:

Producto de acero laminado en caliente cuya sección transversal está formada por dos alas de igual longitud, en ángulo recto.

USOS:

En la fabricación de estructuras de acero para plantas industriales, almacenes, techados de grandes luces, industrial naval, carrocerías, torres de transmisión. También se utiliza para la fabricación de puertas, ventanas, rejas, etc.

NORMAS TÉCNICAS:

- Sistema Inglés:- Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M
- Tolerancias Dimensionales: ASTM A6 / A6M
- Sistema Métrico:- Propiedades Mecánicas: ASTM A36 / A36M
- Tolerancias Dimensionales: ISO 657 / V

PRESENTACIÓN:

Se produce en longitudes de 6 metros. Se suministra en paqueteros de 2 TM, los cuales están formados por paquetes de 1 TM c/u.

PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Límite de Fluencia mínimo = 2,530 Kg/cm².
- Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 Kg/cm² (*).
- Alargamiento en 200 mm
- 2,0 mm, 2,5 mm, 3,0 mm, 1/8", 3/32", 4,5 mm y 3/16" = 15,0% mínimo.
- 6,0 mm = 17,0% mínimo.
- 1/4" = 17,5% mínimo.
- 5/16", 3/8" y 1/2" = 20,0% mínimo.
- (* Para los espesores de 2,0 mm a 2,5 mm, la resistencia a la tracción mínima es de 3,500 kg/cm².
- Soldabilidad = Buena.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

SISTEMA INGLÉS

DIMENSIONES (pulg)	PESO NOMINAL		
	Lb/pie	Kg/m	Kg/6m
1 1/2 x 1 1/2 x 3/32	0.929	1.382	8.292
1 1/2 x 1 1/2 x 1/8	1.230	1.830	10.983
1 1/2 x 1 1/2 x 3/16	1.800	2.679	16.072
1 1/2 x 1 1/2 x 1/4	2.340	3.482	20.894
2 x 2 x 3/16	2.440	3.631	21.787
2 x 2 x 5/16	3.920	5.834	35.002
2 x 2 x 3/8	4.700	6.994	41.966
2 1/2 x 2 1/2 x 3/16	3.070	4.569	27.412
2 1/2 x 2 1/2 x 1/4	4.100	6.101	36.609
2 1/2 x 2 1/2 x 5/16	5.000	7.441	44.645
2 1/2 x 2 1/2 x 3/8	5.900	8.780	52.681
3 x 3 x 1/4	4.900	7.292	43.752
3 x 3 x 5/16	6.100	9.078	54.467
3 x 3 x 3/8	7.200	10.715	64.289
3 x 3 x 1/2	9.400	13.989	83.932
4 x 4 x 1/4	6.600	9.822	58.932
4 x 4 x 5/16	8.200	12.203	73.218
4 x 4 x 3/8	9.800	14.584	87.504
4 x 4 x 1/2	12.800	19.048	114.288

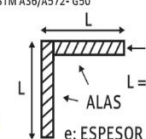
SISTEMA MÉTRICO

DIMENSIONES (mm)	PESO ESTIMADO	
	Kg/m	Kg/6m
20 x 20 x 2.0	0.597	3.582
20 x 20 x 2.5	0.736	4.416
20 x 20 x 3.0	0.871	5.226
25 x 25 x 2.0	0.754	4.524
25 x 25 x 2.5	0.932	5.592
25 x 25 x 3.0	1.107	6.642
25 x 25 x 4.5	1.607	9.642
25 x 25 x 5.0	1.766	10.596
25 x 25 x 6.0	2.072	12.432
30 x 30 x 2.0	0.911	5.466
30 x 30 x 2.5	1.128	6.768
30 x 30 x 3.0	1.342	8.052
30 x 30 x 4.5	1.961	11.766
30 x 30 x 5.5	2.353	14.118
30 x 30 x 6.0	2.543	15.258
38 x 38 x 2.0	1.162	6.972

Los productos a partir de 1 1/2" se fabrican bajo la Norma Técnica ASTM A36/A572- G50

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN CUCHARA (%):

NORMA	%C máx	%Si máx	%P máx	%S máx
ASTM A36/A36M	0.26	0.40	0.04	0.05



TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

Sistema Inglés

NORMA TÉCNICA	DIMENS. NOMINAL	LONG. DE ALA (L-mm)	DIFER. ENTRE ALAS (ΔL-mm)*	ESPESOR (e - mm)			DESV. MÁX. DE RECTITUD (f-mm/m)	LONG. (l-mm)
				e≤3/16"	3/16" < e ≤ 3/8"	e > 3/8"		
ASTM A6/A6M	1 1/4", 1 1/2", 1 3/4" y 2"	± 1.19	1.78	± 0.25	± 0.25	± 0.30	4.16	+50 -0
	2 1/2"	± 1.58	1.90	± 0.30	± 0.38	± 0.38		
	3"	+3.17		(?)	(?)	(?)		
	3 1/2"	-2.38	2.77	(?)	(?)	(?)	2.08	
	4"							

(1) La máxima diferencia entre alas 75%, 60% y 50% de la tolerancia total de longitud de alas, respectivamente según la dimensión del ángulo. Fuera de Escuadra entre Alas: máximo permitido +/- 1.5".
 (2) El peso métrico no deberá variar más de +3.0%/ -2.5% del peso nominal.

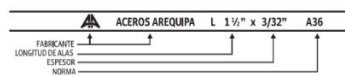
SISTEMA MÉTRICO

CARACTERÍSTICA DE CALIDAD	LONGITUD DE ALA (L)	ESPESOR DE ALA (e)	DIFERENCIA ENTRE ALAS (D)	LONGITUD DE BARRA (l)	DESVIACIÓN MÁXIMA DE RECTITUD (f)	FUERA DE ESCUADRA (e)
NORMA TÉCNICA ISO 657/V	L hasta 50 mm inclusive	L hasta 50 mm inclusive	L hasta 50 mm inclusive	L hasta 12 m inclusive	4.0 mm/m máx.	L hasta 50 mm inclusive

(*) No incluye puntas dobladas.

IDENTIFICACIÓN:

Los ángulos son identificados con marcas estampadas que indican el fabricante, las dimensiones nominales y la Norma, según los siguientes esquemas:



En el caso de ángulos de 4" x 4" el esquema de identificación del perfil será el siguiente:



QCQA01-F103 / 01 / NOV 15

LIMA: Av.Enrique Meiggs 297, Pque.Internacional de la Industria y Comercio Lima y Callao, Callao 3-Perú. Tlf.(51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059.

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibáñez 111, Pque.Industrial. Arequipa-Perú. Tlf.(51)(54) 23-2430 / Fax.(51)(54) 21-9796.

PISCO: Panamericana Sur Km.240. Ica-Perú. Tlf.(51)(56) 58-0830 / Fax.(51)(56) 58-0858.

www.acerosarequipa.com

Encuétranos en:

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification



Platinas

CALIDAD: ASTM A36

DENOMINACIÓN:
PLAT A36.

DESCRIPCIÓN:

Producto de acero que ha sido laminado en caliente en sus cuatro superficies, con una sección transversal rectangular. Tiene las superficies lisas.

USOS:

En la fabricación de estructuras metálicas, puertas, ventanas, rejas, piezas forjadas y otros.

NORMAS TÉCNICAS:

- Propiedades Mecánicas: ASTM A36/A36M
- Tolerancias Dimensionales: ISO 1035/4

PRESENTACIÓN:

Se produce en barras de 6 metros de longitud. Se suministra en paquetes de 2 TM, formados por paquetes de 1 TM c/u.

DIMENSIONES NOMINALES (pulg)	PESO NOMINAL	
	Kg/m	Kg/6m
1/8" x 1/2" x 6 m	0.32	1.92
1/8" x 5/8" x 6 m	0.39	2.34
1/8" x 1" x 6 m	0.64	3.84
1/8" x 1 1/2" x 6 m	0.95	5.70
1/8" x 2" x 6 m	1.27	7.62
3/16" x 1/2" x 6 m	0.48	2.88
3/16" x 5/8" x 6 m	0.61	3.66
3/16" x 3/4" x 6 m	0.74	4.44
3/16" x 1" x 6 m	0.98	5.88
3/16" x 1 1/4" x 6 m	1.18	7.08
3/16" x 1 1/2" x 6 m	1.42	8.52
3/16" x 2" x 6 m	1.90	11.40
3/16" x 2 1/4" x 6 m	2.14	12.84
3/16" x 2 1/2" x 6 m	2.37	14.22
3/16" x 3" x 6 m	2.85	17.10
1/4" x 1/2" x 6 m	0.64	3.84
1/4" x 5/8" x 6 m	0.80	4.80
1/4" x 3/4" x 6 m	0.95	5.70
1/4" x 1" x 6 m	1.28	7.68
1/4" x 1 1/4" x 6 m	1.58	9.48
1/4" x 1 1/2" x 6 m	1.90	11.40
1/4" x 2" x 6 m	2.53	15.18
1/4" x 2 1/2" x 6 m	3.16	18.96
1/4" x 3" x 6 m	3.80	22.80
1/4" x 4" x 6 m	5.06	30.36
3/8" x 1" x 6 m	1.92	11.52
3/8" x 1 1/4" x 6 m	2.38	14.28
3/8" x 1 1/2" x 6 m	2.85	17.10
3/8" x 2" x 6 m	3.80	22.80
3/8" x 2 1/2" x 6 m	4.74	28.44
3/8" x 3" x 6 m	5.70	34.20
3/8" x 4" x 6 m	7.60	45.60

DIMENSIONES NOMINALES (pulg)	PESO NOMINAL	
	Kg/m	Kg/6m
1/2" x 1" x 6 m	2.54	15.24
1/2" x 1 1/2" x 6 m	3.79	22.74
1/2" x 2" x 6 m	5.06	30.36
1/2" x 2 1/2" x 6 m	6.33	37.98
1/2" x 3" x 6 m	7.60	45.60
1/2" x 4" x 6 m	10.13	60.78
5/8" x 2 1/2" x 6 m	7.91	47.46
5/8" x 3" x 6 m	9.50	57.00
5/8" x 4" x 6 m	12.66	75.96
3/4" x 4" x 6 m	15.19	91.14
1" x 3" x 6 m	15.19	91.14
1" x 4" x 6 m	20.26	121.56

COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%):

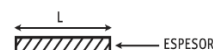
NORMA	%C máx	%Si máx	%P máx	%S máx
ASTM A36/A36M	0.26	0.40	0.04	0.05

PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Límite de Fluencia mínimo = 2,530 kg/cm²
- Resistencia a la Tracción = 4,080 - 5,620 kg/cm²
- Alargamiento en 200 mm:
 - 1/8" y 3/16" = 15.0% mínimo.
 - 1/4" = 17.5% mínimo.
 - 5/16", 3/8", 5/8", 3/4" y 1" = 20.0% mínimo.
- Doblado a 180° = Bueno.
- Soldabilidad = Buena.

TOLERANCIAS DIMENSIONALES Y DE FORMA:

DIMENSIÓN NOMINAL b (pulg)	ANCHO b (mm)	ESPESOR		DESVIACIÓN MÁX. DE RECTITUD (mm/m)	LONGITUD (mm)
		e < 3/4"	3/4" ≤ e ≤ 1 5/8"		
b < 2"	± 0.8	± 0.4	± 0.8	4.0	+ 50 - 0
2" ≤ b < 3"	± 1.2	± 0.5	± 1.0		
3" ≤ b < 4"	± 1.5				
b ≥ 4"	± 2.0				



QCQA01-F104 / 02 / FEB 16

ISO 9001
ISO 14001
OHSAS 18001
BUREAU VERITAS
Certification



LIMA: Av. Enrique Meiggs 297, Pque. Internacional de la Industria y Comercio Lima y Callao, Callao 3-Perú. Tlf.(51)(1) 517-1800 / Fax Central (51)(1) 452-0059.

AREQUIPA: Calle Jacinto Ibáñez 111, Pque. Industrial. Arequipa-Perú. Tlf.(51)(54) 23-2430 / Fax.(51)(54) 21-9796.

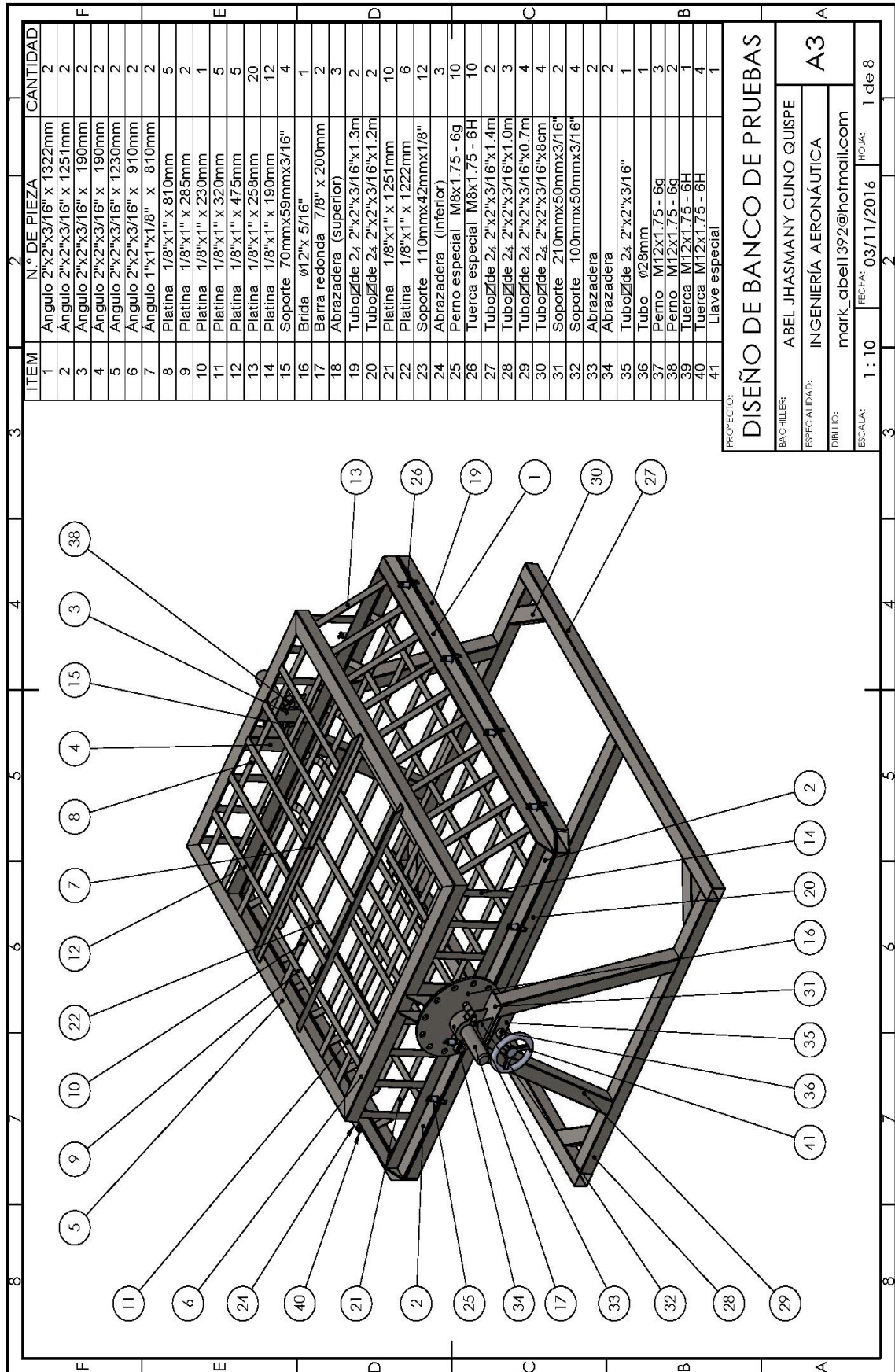
PISCO: Panamericana Sur Km.240. Ica-Perú. Tlf.(51)(56) 58-0830 / Fax.(51)(56) 58-0858.

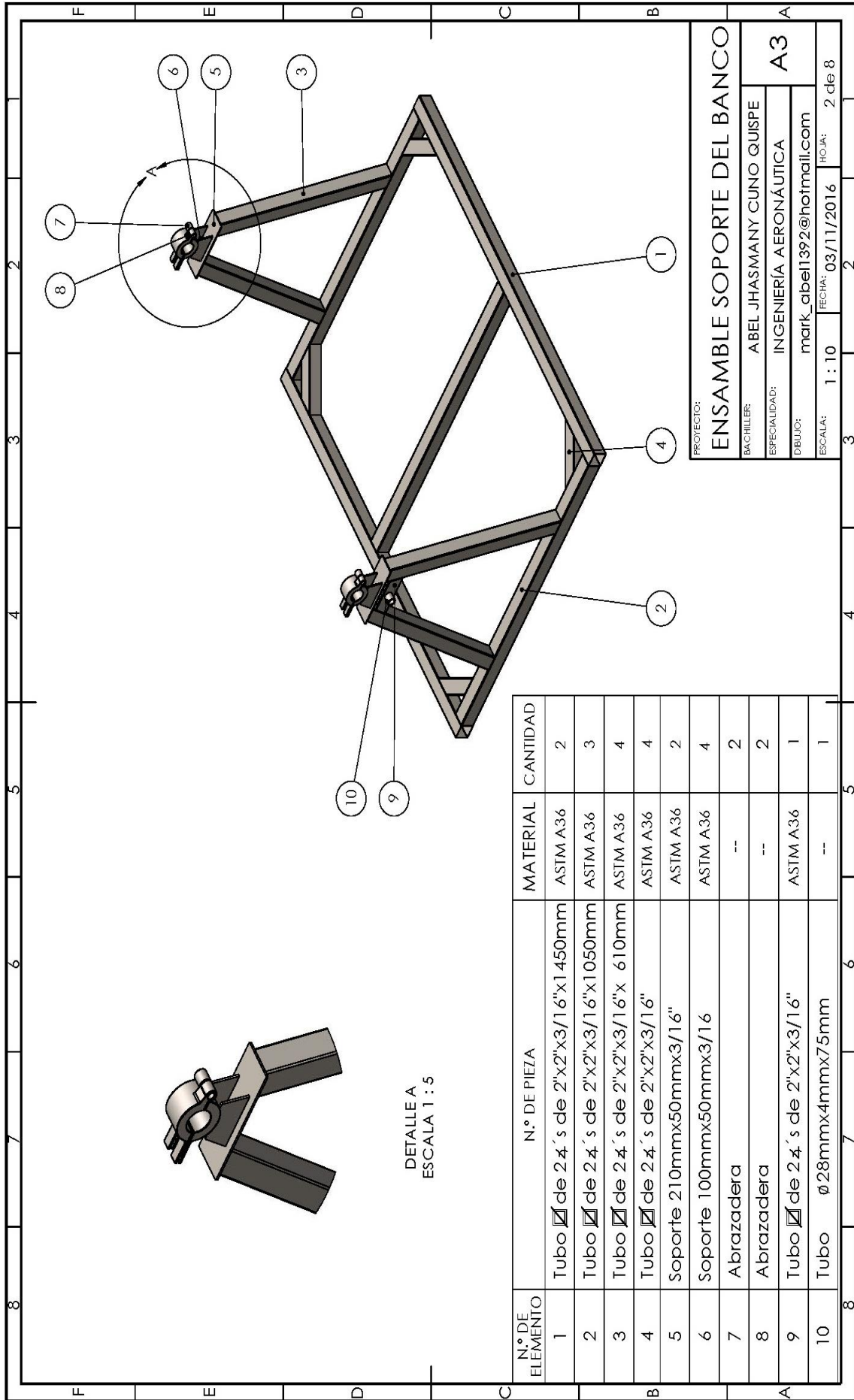
www.acerosarequipa.com

Encuétranos en: Facebook YouTube Twitter

**ACEROS
AREQUIPA**

6.3 Anexo C Planos de diseño





PROYECTO:
ENSAMBLE SOPORTE DEL BANCO

BACHILLER:
 ABEL JHASMANY CUNO GUISPE

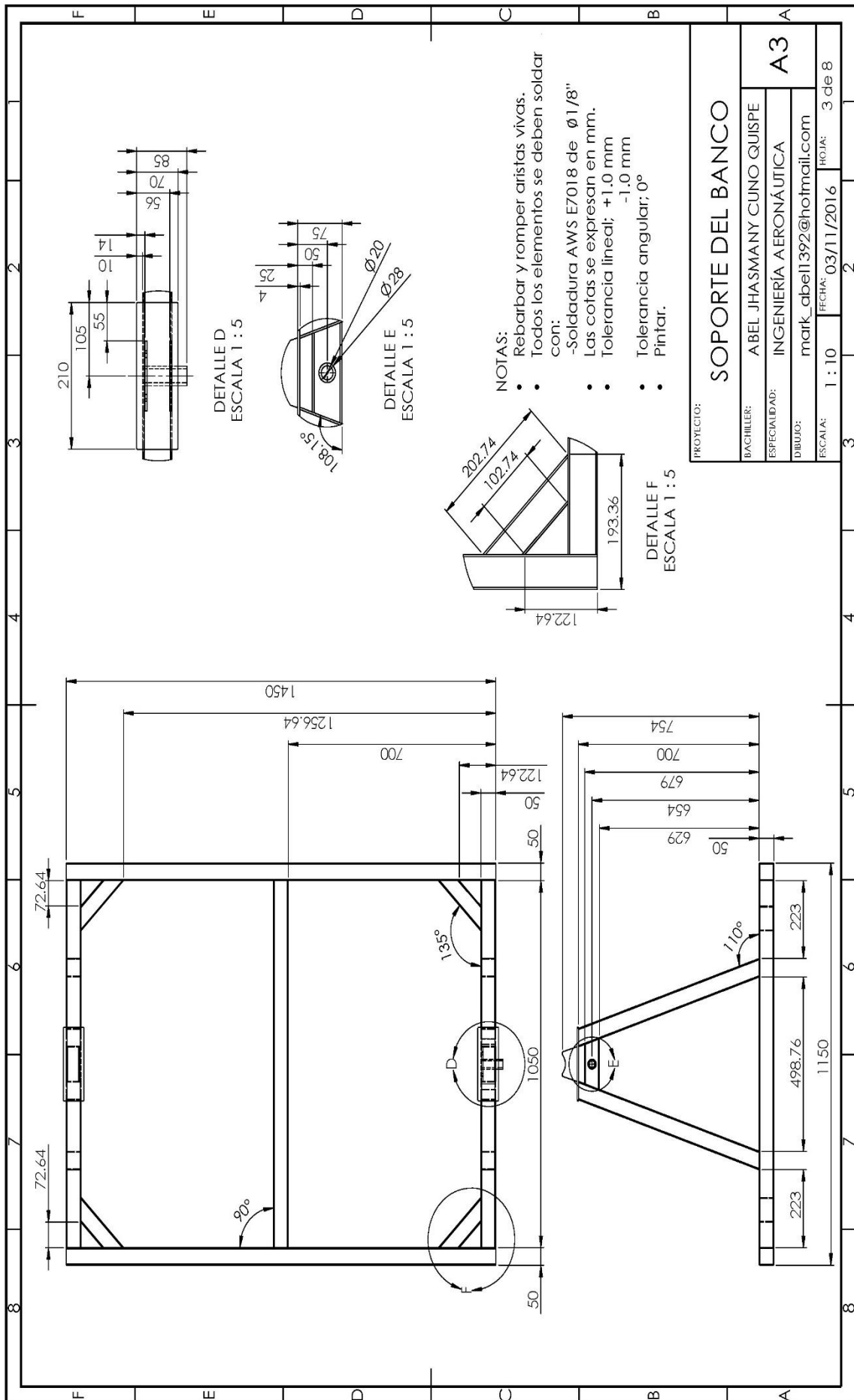
ESPECIALIDAD:
 INGENIERÍA AERONÁUTICA

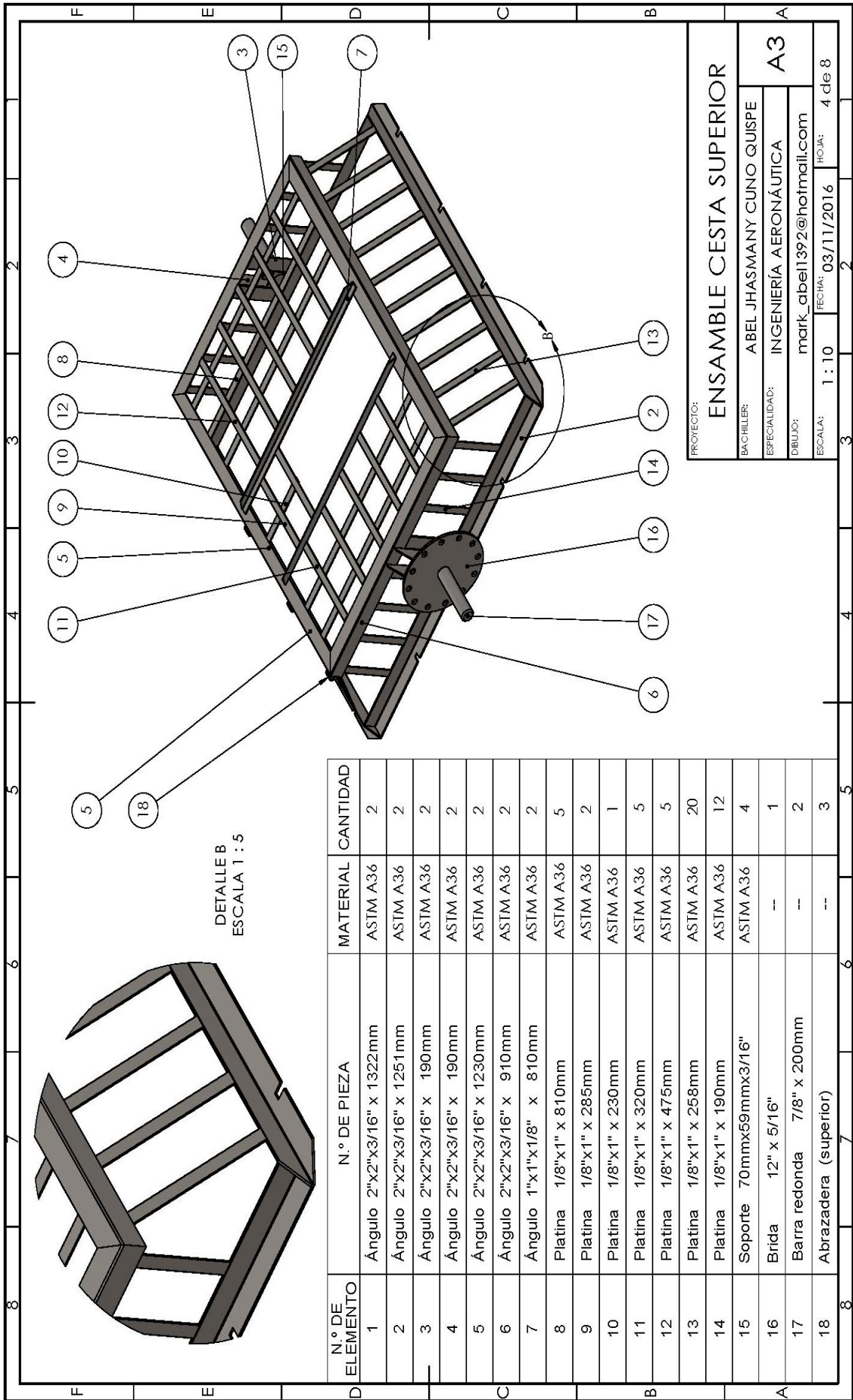
DIBUJO:
 mark_abel1392@hotmail.com

ESCALA: 1 : 10 FECHA: 03/11/2016 HOJA: 2 de 8

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Tubo \square de 2 ¼" s de 2"x2"x3/16"x1 450mm	ASTM A36	2
2	Tubo \square de 2 ¼" s de 2"x2"x3/16"x1 050mm	ASTM A36	3
3	Tubo \square de 2 ¼" s de 2"x2"x3/16"x 610mm	ASTM A36	4
4	Tubo \square de 2 ¼" s de 2"x2"x3/16"	ASTM A36	4
5	SopORTE 210mmx50mmx3/16"	ASTM A36	2
6	SopORTE 100mmx50mmx3/16	ASTM A36	4
7	Abrazadera	--	2
8	Abrazadera	--	2
9	Tubo \square de 2 ¼" s de 2"x2"x3/16"	ASTM A36	1
10	Tubo ϕ 28mmx4mmx75mm	--	1

DETALLE A
 ESCALA 1 : 5





DETALLE B
ESCALA 1 : 5

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Angulo 2"x2"x3/16" x 1322mm	ASTM A36	2
2	Angulo 2"x2"x3/16" x 1251mm	ASTM A36	2
3	Angulo 2"x2"x3/16" x 190mm	ASTM A36	2
4	Angulo 2"x2"x3/16" x 190mm	ASTM A36	2
5	Angulo 2"x2"x3/16" x 1230mm	ASTM A36	2
6	Angulo 2"x2"x3/16" x 910mm	ASTM A36	2
7	Angulo 1"x1"x1/8" x 810mm	ASTM A36	2
8	Platina 1/8"x1" x 810mm	ASTM A36	5
9	Platina 1/8"x1" x 285mm	ASTM A36	2
10	Platina 1/8"x1" x 230mm	ASTM A36	1
11	Platina 1/8"x1" x 320mm	ASTM A36	5
12	Platina 1/8"x1" x 475mm	ASTM A36	5
13	Platina 1/8"x1" x 258mm	ASTM A36	20
14	Platina 1/8"x1" x 190mm	ASTM A36	12
15	Soporte 70mmx59mmx3/16"	ASTM A36	4
16	Brida 12" x 5/16"	--	1
17	Barra redonda 7/8" x 200mm	--	2
18	Abrazadera (superior)	--	3

PROYECTO: **ENSAMBLE CESTA SUPERIOR**

DISEÑADOR: ABEL JHASMANY CUNO GUISPE

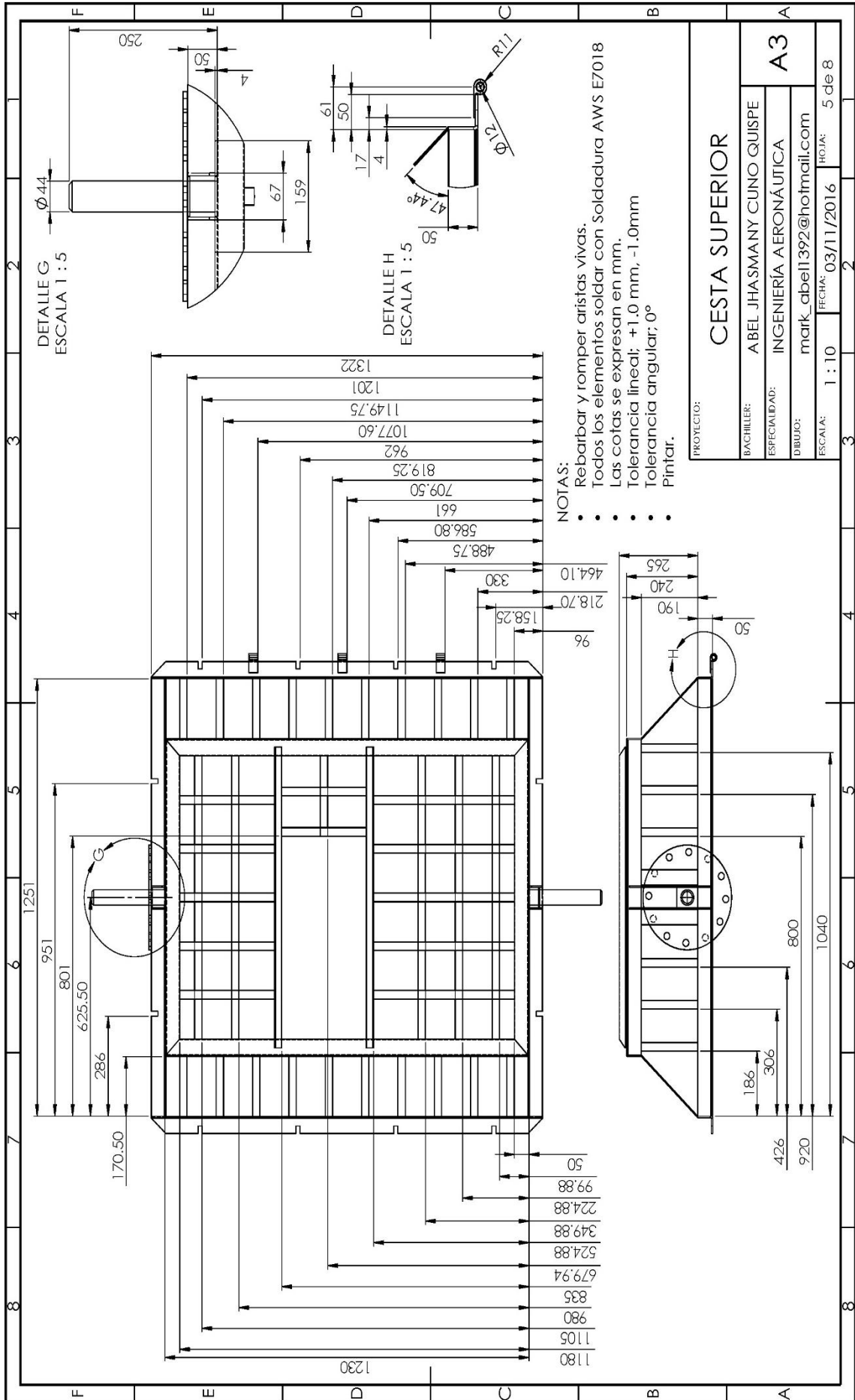
ESPECIALIDAD: INGENIERÍA AERONÁUTICA

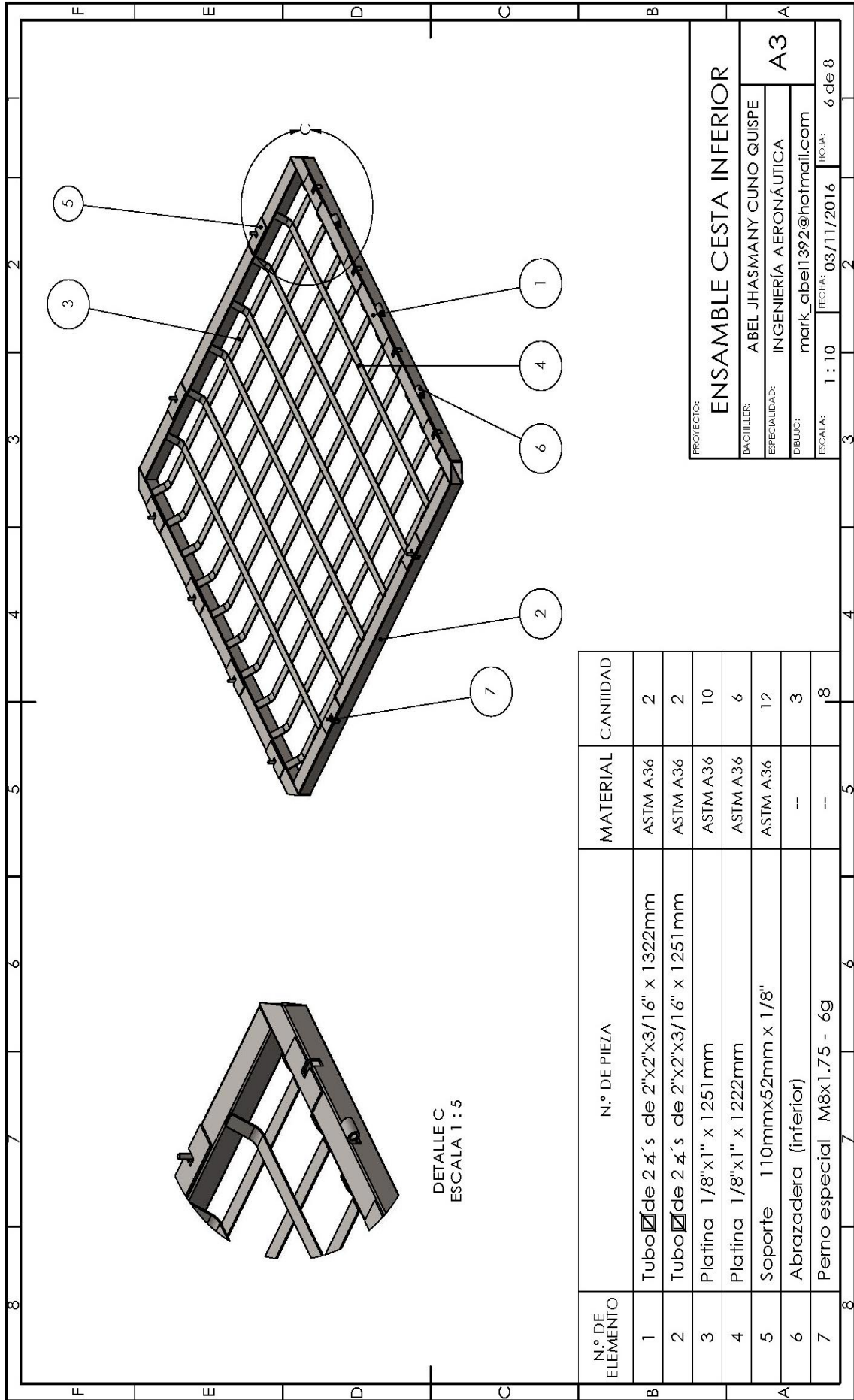
DIBUJOS: mark_abel1392@hotmail.com

ESCALA: 1 : 10

FECHA: 03/11/2016

HOJA: 4 de 8

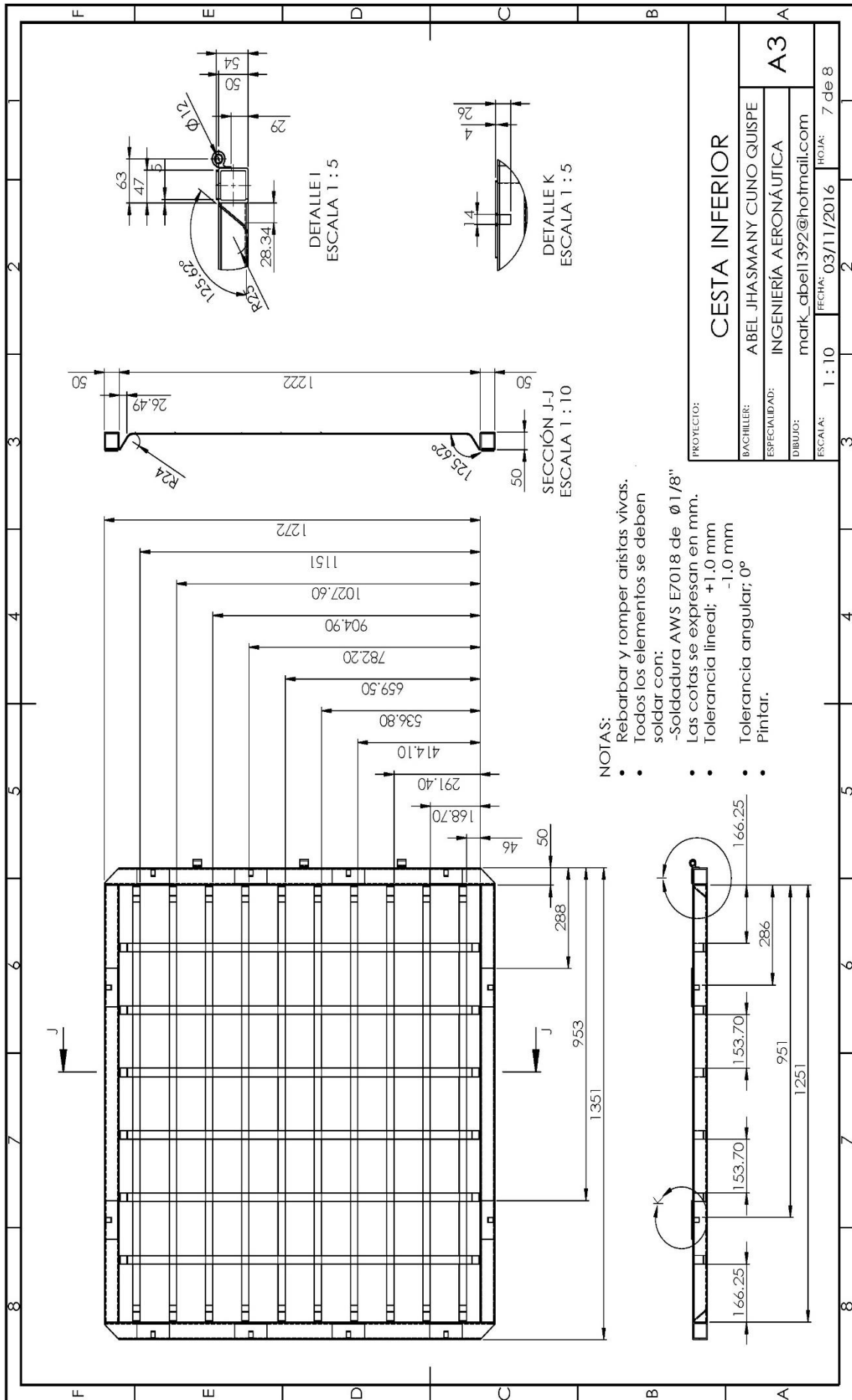




PROYECTO:		ENSAMBLE CESTA INFERIOR	
BACHILLER:	ABEL JHASMANY CUNO QUISPE		
ESPECIALIDAD:	INGENIERÍA AERONÁUTICA		
DIBUJO:	mark_abel1392@hotmail.com		
ESCALA:	1 : 10	FECHA:	03/11/2016
		HUJA:	6 de 8

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Tubo de 2 ¼" s de 2"x2"x3/16" x 1322mm	ASTM A36	2
2	Tubo de 2 ¼" s de 2"x2"x3/16" x 1251mm	ASTM A36	2
3	Platina 1/8"x1" x 1251mm	ASTM A36	10
4	Platina 1/8"x1" x 1222mm	ASTM A36	6
5	Soporte 110mmx52mm x 1/8"	ASTM A36	12
6	Abrazadera (inferior)	--	3
7	Perno especial M8x1.75 - 6g	--	8

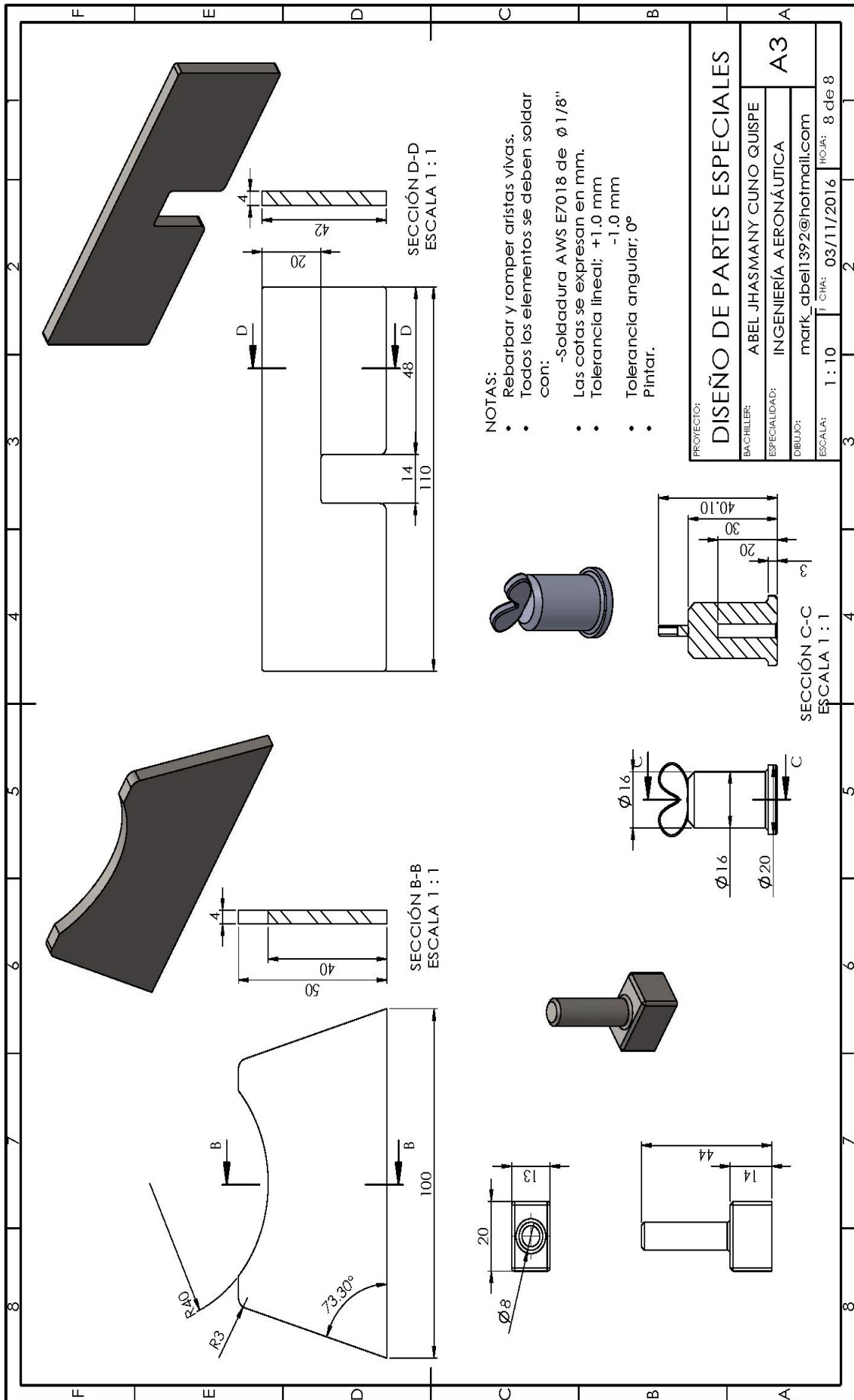
DETALLE C
ESCALA 1 : 5



- NOTAS:
- Rebarbar y romper aristas vivas.
 - Todos los elementos se deben soldar con:
 - -Soldadura AWS E7018 de $\phi 1/8"$
 - Las cotas se expresan en mm.
 - Tolerancia lineal: $+1.0$ mm
 -1.0 mm
 - Tolerancia angular: 0°
 - Pintar.

PROYECTOR:	
CESTA INFERIOR	
BACHILLER:	ABEL JHASMANY CUNO QUISPE
ESPECIALIDAD:	INGENIERÍA AERONÁUTICA
DIBUJO:	mark_abell392@hotmail.com
ESCALA:	1 : 10
FECHA:	03/11/2016
HOJA:	7 de 8

A3



- NOTAS:**
- Rebarbar y romper aristas vivas.
 - Todos los elementos se deben soldar con:
 - -Soldadura AWS E7018 de $\phi 1/8''$
 - Las cotas se expresan en mm.
 - Tolerancia lineal: $+1.0$ mm
 - -1.0 mm
 - Tolerancia angular: 0°
 - Pintar.

PROYECTO:		DISEÑO DE PARTES ESPECIALES	
DISEÑADOR:		ABEL JHASMANY CUNO QUISPE	
ESPECIALIDAD:		INGENIERÍA AERONÁUTICA	
DIBUJO:		mark_abel1392@hotmail.com	
ESCALA:		1:10	HOJA: 8 de 8
		3	2

SECCIÓN C-C		SECCIÓN D-D	
ESCALA 1:1		ESCALA 1:1	