

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA EL MOTOR DERECHO DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 CON MATRÍCULA HC-BHD; PARA SU TRASLADO DESDE EL ALA DE TRANSPORTE N°11 HASTA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO.

POR:

GILBER PAUL VARGAS CAISAGUANO

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del Título
de:**

**TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA CON
MENCIÓN EN MOTORES**

Año 2012

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo de graduación fue realizado en su totalidad por el Sr. VARGAS CAISAGUANO GILBER PAUL, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA CON MENCIÓN EN MOTORES.

Ing. Félix Manjarrés
DIRECTOR DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN

Latacunga, 02 de febrero del 2012

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo muy en especial a mi querida familia, por haber sido mi principal fuente de Autoeficacia, por su incansable apoyo y haberme educado para llegar a ser un hombre leal y respetuoso.

A mis padres, por todo lo que me han dado en esta vida, especialmente por sus sabios consejos, su ayuda incondicional, su amor, cariño, ternura y otros sentimientos excesivamente grandes que con palabras no lo puedo describir.

A mis dos hermanos, quienes me han acompañado en silencio con una comprensión a prueba de todo, por su entusiasmo a cada amanecer y en especial por todos esos momentos vividos de suma alegría y gratos recuerdos inolvidables.

A mi pequeña princesita, mi hija quien cada día me contagia de su inmensa alegría de vivir, su manera de querer y su pureza en su forma de ser.

A ti Dios, el más importante en mi vida, porque me diste la oportunidad de vivir, además de fe, fortaleza, salud y me has ayudado a encontrar la luz cuando todo era oscuridad.

A mis amigos, quienes se convirtieron en mi familia adoptiva al vivir muchos momentos inimaginables al acontecer diario de los días entrando en un mundo de locuras y desenfreno obteniendo una experiencia que permanecerá en mi hasta el día que mis ojos se cerrasen para siempre.

Gilber Paúl Vargas C

AGRADECIMIENTO

Cuando comencé a escribir los agradecimientos pensé que por descuido podía dejar a alguien importante fuera de la mención, por eso desde ya pido las disculpas correspondientes en caso de que suceda.

Antes que a todos quiero agradecer a Dios por darme las fuerzas necesarias en los instantes en que más las necesité y bendecirme con la posibilidad de caminar a su lado durante toda mi vida.

Agradezco de forma especial al Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico por proporcionarme esa valiosa información en la carrera que hace de mí sentirme confortable y gustoso de seguir. Además de darme la oportunidad de ser parte de su historia y uno más de sus mejores profesionales.

A la Carrera de Mecánica Aeronáutica por el conocimiento adquirido durante mi estancia dentro de sus aulas, gracias también a cada uno de mis profesores, quienes han dejado en mí todos esos conocimientos impartidos desde que comencé mi carrera de estudio. Y en especial a mi director de trabajo de graduación Ing. Félix Manjarrés por el tiempo y la paciencia que me brindó a lo largo de este trabajo de graduación.

Por ultimo a mis padres, hermanos y a todos aquellos amigos que me alentaron con su afecto y comprensión.

Y en general a muchas de las personas que a lo largo de la realización de esta tesis me han ofrecido su ayuda desinteresadamente. A todas ellas quisiera mostrar mi más profundo agradecimiento.

Gilber Paúl Vargas C.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xii
RESUMEN	1
SUMMARY	2
CAPITULO I	3
EL TEMA	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Justificación e Importancia	4
1.3. Objetivos	4
1.3.1. General	4
1.3.2. Específicos	4
1.4. Alcance	5
CAPITULO II	6
MARCO TEÒRICO	6
2.1. Descripción general del avión	6
2.1.1. Avión Fairchild FH-227	6
2.1.2. Motor Rolls Royce Dart 532-7	8
2.2. Definiciones científicas	11
2.2.1. La fuerza cortante (v)	11

2.2.2. El momento flector (m)	11
2.2.3. Fuerza (F).....	12
2.2.4. Gravedad.....	12
2.2.5. Vector	12
2.2.6. Inercia.....	13
2.2.7. Masa.....	13
2.2.8. Centro de gravedad.....	13
2.2.9. Condiciones de equilibrio	14
2.2.10. Esfuerzos	15
2.2.11. Tipos de esfuerzos	15
2.2.12. Mecánica de materiales.....	18
2.2.13. Diseño Mecánico	18
2.2.14. Teoría de falla por energía de distorsión.	18
2.2.15. Materiales metálicos y no metálicos	26
2.2.16. Propiedades mecánicas de los aceros estructurales.....	26
2.2.17. Perfiles estructurales	28
2.2.18. Estructuras metálicas	39
2.2.19. Acero	39
2.3. Definiciones de procesos de fabricación	40
2.3.1. Medir	40
2.3.2. Trazado	43
2.3.3. Corte.....	45
2.3.4. Soldado por arco	46
2.3.5. Electrodo	47
2.3.6. Pintado	53
2.4. Elementos mecánicos	55
2.4.1. Elementos de sujeción	55

2.4.2. Sujetadores roscados.....	57
2.4.3.Sujetadores sin rosca.....	59
2.5. Normas de seguridad	60
CAPÍTULO III	65
DESARROLLO DEL TEMA	65
3.1. Alternativas.....	65
3.1. Evaluación de la alternativa a seleccionar.....	66
3.2.1. Rapidez de construccion	66
3.2.2. Seguridad	67
3.2.3. Construcción	67
3.2.4. Costos	67
3.3. Análisis de la estructura seleccionada	69
3.3.1. Análisis de las columnas del soporte	69
3.3.2. Análisis de los puntos de sujeción (Muelas).....	75
3.4. Proceso de construcción	77
3.5. Diagramas del proceso de construcción.....	84
3.5.1. Proceso de construcción de la base del soporte	85
3.5.2. Proceso de construcción de las columnas del soporte.....	86
3.5.3. Proceso de construcción de las muelas de sujeción.	87
3.5.4. Proceso de ensamblaje de la estructura.	88
3.6. Pruebas de Evaluación.....	90
3.7. Analisis economico.....	91
3.7.1. Preliminares	91
3.7.1.1. Costos primarios	91
3.7.1.2. Gastos secundarios.....	92
3.7.1.3. Costo total	93

CAPÍTULO IV	94
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	94
4.1. Conclusiones.....	94
4.2. Recomendaciones.....	95
GLOSARIO.....	96
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	100
ANEXO “A” El Anteproyecto.....	101
ANEXO “B” Tabla de especificaciones generales del perfil “g”, angular l y upn .	151
ANEXO “C” Manual de operación, seguridad y mantenimiento del soporte para el motor derecho dart roll royce	155
ANEXO “D” Imágenes del soporte para el motor derecho ya construido	159
ANEXO “E” Planos del soporte	161

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Avión Fairchild FH-227	6
Figura 2.2. Motor Rolls Royce Dart 532-7	8
Figura 2.3. Momento Flector.....	11
Figura 2.4. Vector tridimensional.	13
Figura 2.5. Centro de gravedad.....	14
Figura 2.6. Esfuerzo de tensión.....	16
Figura 2.7. Esfuerzo de compresión.....	16
Figura 2.8. Esfuerzo de flexión	17
Figura 2.9. Esfuerzo de Corte.....	17
Figura 2.10. Esfuerzo de torsión.....	17
Figura 2.11. Esfuerzos en el material.	19
Figura 2.12. Teoría de energía de distorsión (ED) de estados de esfuerzo plano.	22
Figura 2.13. Superficies octaédricas.	24
Figura 2.14. Perfil T	32
Figura 2.15. Perfil Doble T.....	33
Figura 2.16. Perfil IPN	33
Figura 2.17. Perfil IPN	34
Figura 2.18. Perfil UPN.....	35
Figura 2.19. Perfil HE	35
Figura 2.20. Perfil L	36
Figura 2.21. Perfil tipo G.....	37
Figura 2.22. Metro	41
Figura 2.23. Regla metálica.....	41
Figura 2.24. Escuadra.	42

Figura 2.25. Pie de Rey.....	43
Figura 2.26. Nivel	43
Figura 2.27. Trazado	44
Figura 2.28. Punta o granete.....	44
Figura 2.29. Tiza industrial.	45
Figura 2.30. Amoladora de disco abrasivo.	46
Figura 2.31. Soldadura por arco.....	47
Figura 2.32. Electrodo.	48
Figura 2.33. Posiciones para soldar.	51
Figura 2.34. Uniones de soldadura.....	52
Figura 2.35. Movimientos del electrodo.....	53
Figura 2.36. Corrosión.....	54
Figura 2.37. Pintado Estructural.	55
Figura 2.38. Perno.....	57
Figura 2.39. Arandelas.	59
Figura 2.40. Casco protector.	61
Figura 2.41. Zapatos punta de acero.....	61
Figura 2.42. Guante de cuero.....	62
Figura 2.43. Tapones	62
Figura 2.44. Orejeras.....	63
Figura 2.45. Mascarilla.	63
Figura 2.46. Gafas.....	64
Figura 2.47. Overol.....	64
Figura 3.1 Soporte en U.	65
Figura 3.2 Soporte de doble columna.....	66
Figura 3.3: Aplicación de carga al soporte	69
Figura 3.4: Representación de resultados.....	70

Figura 3.5: Representación del factor seguridad	71
Figura 3.6: Aplicación de carga a la muela.....	75
Figura 3.7: Resultados de la simulación.....	75
Figura 3.8. Proceso de corte	79
Figura 3.9: Placas soldadas a la estructura.....	80
Figura 3.10 Ruedas Industriales para el soporte	80
Figura 3.11: Muelas de sujeción del motor.....	81
Figura 3.12: Soporte ya soldado	82
Figura 3.13: Soporte.....	82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Acero estructural de alta y media resistencia.	30
Tabla 2.2. Dimensiones, pesos y propiedades del perfil G	38
Tabla 2.3. Relación espesor-diámetro-intensidad	48
Tabla 2.4. Corriente y polaridad del electrodo	50
Tabla 2.5. Identificación de pernos	58
Tabla 3.1. Matriz de ponderación	68
Tabla 3.2 Acero ASTM A36, bar-componente	72
Tabla 3.3 Superficie de la Fuerza	73
Tabla 3.4 Superficie de la fuerza 2	73
Tabla 3.5 Aceleración/Gravedad	73
Tabla 3.6 Resumen de resultados del software	73
Tabla 3.7 Información del análisis	76
Tabla 3.8 Acero ASTM A36, bar-componente	76
Tabla 3.9 Carga aplicada	77
Tabla 3.10. Medición perfiles "G"	78
Tabla 3.11. Herramientas	83
Tabla 3.12. Máquinas empleadas.	83
Tabla 3.13. Simbología	84
Tabla 3.14. Proceso de construcción	89
Tabla 3.15. Pruebas realizadas	90
Tabla 3.16. Costos primarios	91
Tabla 3.17. Gastos secundarios	92
Tabla 3.18. Costo total	93

RESUMEN

Mediante un estudio preliminar, realizado en el anteproyecto se determinó que la carrera de Mecánica Aeronáutica no cuenta con un avión comercial para relacionar el conocimiento teórico práctico de los estudiantes.

El presente trabajo se refiere a la construcción de un soporte para el traslado del motor derecho del avión Fairchild FH-227 con la matrícula HC-BHD del Ala de Transporte N°11 hacia el campus del Instituto. En el cual los estudiantes podrán observar las normas de seguridad en la logística y transporte.

Antes de construir el soporte de motor se modeló a computador con el programa Inventor, para posteriormente realizarse el mismo.

Para la elaboración del soporte del motor ha sido necesario realizar una investigación bibliográfica y un curso práctico para adaptarse al manejo del programa Inventor en el que se realizó la gráfica.

El soporte presentado en este proyecto tiene una resistencia confiable para tolerar el peso del motor, a la vez que el montaje en él se lo puede realizar de manera sencilla y segura.

Concluida la realización del soporte de motor, se realizaron las pruebas de funcionamiento con el propósito de verificar el cumplimiento de los objetivos de construcción del mismo. En donde pudimos verificar que se encontraba en condiciones óptimas para su trabajo.

Finalmente terminado el soporte de motor y aprobado sus condiciones físicas, se lo traslado al lugar en donde desempeña su función.

SUMMARY

By means of a study carried out in the preliminary design it was determined that the career of Aeronautical Mechanics doesn't have a commercial airplane to relate the practical theoretical knowledge of the students.

The present work refers to the construction of a support for the transfer of the right motor of the airplane Fairchild FH-227 with the registration HC-BHD of the Ale of Transport N°11 toward the campus of the Institute. In which the students will be able to observe the security norms in the logistics and transport.

Before building the motor support it was modeled to computer with the program Inventor, for later on to be carried out the same one.

For the elaboration of the motor support it has been necessary to carry out a bibliographical investigation and a practical course to adapt to the handling of the program Inventor in which the graph was made.

The support presented in this project has a reliable resistance to tolerate the weight of the motor, at the same time that the assembly in him can carry out it in a simple and sure way.

The support presented in this project has a reliable resistance to tolerate the weight of the motor, at the same time that the assembly in him can carry out it in a simple and sure way.

Finally ended the motor support and approved their physical conditions, I move it to the place where I carry out their function.

CAPITULO I

EL TEMA

1.1 Antecedentes

A través de la historia, se ha utilizado diferentes métodos de enseñanza, entre ellos el material didáctico que sirve como un medio de representación para mostrar de forma clara, precisa y comprensible.

En la actualidad el material pedagógico constituye una fuente primordial de aprendizaje, pero es necesaria la implementación de nuevas técnicas especialmente para el aprendizaje práctico, como es el caso de un avión escuela. El cual será de vital importancia en la preparación académica de futuros tecnólogos, familiarizándolos con aviones comerciales y brindándoles una herramienta de gran ayuda para un buen desempeño en el campo aeronáutico comercial.

Actualmente la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) cuenta con varios aviones operativos e inoperativos los últimos por diversos motivos han perdido sus condiciones de aeronavegabilidad. Estos aviones se encuentran en diversas bases de operación de la FAE como tal es el caso del Ala de Transporte N° 11 ubicada en la ciudad de Quito, Provincia de Pichincha, en donde existe un avión Fairchild FH-227 el cual tiene las condiciones perfectas para ser adecuado como avión escuela en nuestro Instituto.

Por ello para transportar un avión por tierra es necesaria una logística adecuada, técnicos de aviación y herramientas apropiadas para el trabajo.

Un soporte de motor es un instrumento muy útil para el traslado ya que evita que el elemento sufra daños físicos como rajaduras, golpes, fricción, etc.; de manera que esta fuente de poder sea un aporte al proceso de aprendizaje del estudiante del ITSA.

1.2 Justificación e Importancia

La elaboración de este soporte de motor es importante ya que ayudara a transportar en forma segura y eficiente al motor derecho del avión Fairchild FH-227 beneficiando a la comunidad tecnológica del ITSA, de tal forma que se podrá asimilar de mejor forma la teoría impartida y combinarla con las diferentes prácticas que se realizan, mejorando los conocimientos y destrezas de los estudiantes, así, a la vez elevar el nivel profesional de los tecnólogos graduados y consiguiendo así incrementar la imagen institucional del Instituto en la industria aeronáutica nacional e internacional.

1.3 Objetivos

1.3.1 General

Construir un soporte para el motor derecho de un avión Fairchild FH-227, inoperativo de la FAE, para su traslado desde el ala de transporte N°11 ubicada en la ciudad de Quito hasta el campus tecnológico del ITSA.

1.3.2 Específicos

- Recopilar la información bibliográfica acerca de la construcción y tipos de soportes para motores.
- Evaluar las alternativas planteadas para soportar el motor y realizar su transporte.
- Seleccionar una alternativa adecuada para el soporte del motor.

- Construir el soporte seleccionado.
- Evaluar el soporte construido sometiéndolo a pruebas de funcionamiento.

1.4 Alcance

El presente trabajo se limita a la selección y construcción de un soporte para el motor derecho del avión Fairchild FH-227, el cual permita asegurar que el elemento se traslade sin sufrir ningún tipo de daño físico exterior e interiormente y llegue en inmejorables condiciones, direccionando beneficios a la comunidad tecnológica del ITSA; además servirá de referencia para otras personas que continúen aportando material didáctico que ayude al mejoramiento de enseñanza en el instituto.

CAPITULO II

MARCO TEÒRICO

2.1 Descripción general del avión

2.1.1 Avión Fairchild FH-227

El Fairchild F-27 Y el Fairchild Hiller FH-227 fueron unos derivados de la aeronave civil holandesa Fokker F27, construidas bajo licencia por la Fairchild Hiller en su fábrica de Hagerstown, Maryland, en el estado de Virginia (EEUU).



Figura 2.1. Avión Fairchild FH-227

Fuente:<http://1.bp.blogspot.com>

Especificaciones Técnicas

- Tipo: Transporte civil

Dimensiones

- Longitud: 25,50 m.
- Envergadura alar: 29 m.
- Altura: 8,41 m.

Pesos:

- Máximo al despegue(MTOW): 20.640 kg (45.500 lbs).
- Máximo al aterrizaje(MLW): 20.410 kg (45.000 lbs).
- Vacío(ZFW): 18.600 kg (41.000 lbs).

Prestaciones:

- Velocidad máxima(Vne): 259 kts (478 km/h).
- Velocidad de crucero: 220 kts (407 km/h).
- Velocidad máxima de operación(Vmo): 227 kts(420 km/h) a 19.000 ft.
- Velocidad de extracción de flaps(Vfe): 140 kts (259 kph).
- Velocidad de operación del tren de aterrizaje:170 kts (314 km/h).
- Velocidad mínima de control: 90 kts (166 kph) (sin tren ni flaps abajo).
- Velocidad mínima de control: 85 kts (157 kph) (todo abajo, dependiendo peso).
- Flaps: 7 posiciones.
- Combustible: 5.150 l (1.364 galones).
- Consumo: 202 gal/hora.
- Máxima autonomía: 2.661 km (1.437 mm).
- Techo de servicio: 8.535 m.
- Tripulación: 2.
- Pasajeros: 48 a 52.
- Carga útil: 6.180 kg (13.626 lbs).
- Producción: de 1966 a 1972 (cierre de la producción).
- Ejemplares producidos: 78.

2.1.2 Motor Rolls Royce Dart 532-7

El Rolls-Royce Dart fue un diseño de turbohélice británico de larga vida, fabricado por Rolls Royce Limited. Entró en producción a fines de los 40, equipando en principio el Vickers Viscount, que voló por primera vez en 1948. El Dart (toma su nombre del río inglés) se mantuvo en producción hasta 1987, cuando los últimos F-27 y H.S. 748 fueron fabricados.

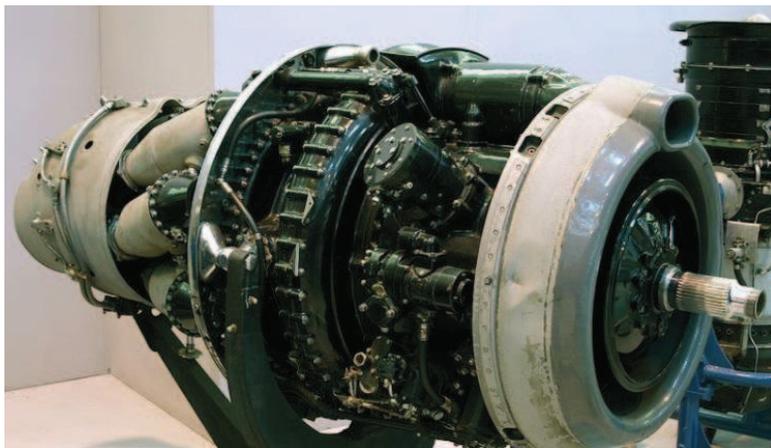


Figura 2.2.Motor Rolls Royce Dart 532-7

Fuente:<http://t2.gstatic.com/images>

El tipo de motor denominado turbohélice tiene montada delante del reactor una hélice propulsada por una segunda turbina, denominada turbina libre, o por etapas adicionales de la turbina que mueve el compresor (tipo eje fijo).

Alrededor de un 90 % de la energía de los gases expandidos se absorbe en la parte de la turbina que mueve la hélice y el 10 % restante se emplea para acelerar el chorro de gases de escape. Esto hace que el chorro solo suponga una pequeña parte del empuje total.

La propulsión en un motor turbohélice se realiza por la conversión de la mayor parte de la energía de la corriente de gas en potencia mecánica para arrastrar al compresor, accesorios, y carga de la hélice. Solo una pequeña cantidad (aproximadamente el 10 por ciento) del empuje del chorro está disponible por la

corriente de gas de relativamente baja presión y baja velocidad creada por las etapas de turbina necesarias para arrastrar la carga extra de la hélice.

Las características y usos del turbohélice son como sigue:

1. Alto rendimiento propulsivo a bajas velocidades, lo cual resulta en cortas carreras de despegue pero que disminuye rápidamente a medida que la velocidad aumenta.

El motor es capaz de desarrollar alto empuje a bajas velocidades porque la hélice puede acelerar grandes cantidades de aire a partir de velocidad 0 hacia delante del avión.

2. Tiene un diseño más complicado y es más pesado que un turboreactor.
3. Un consumo específico de combustible más bajo que el turboreactor.
4. Combinación motor y hélice con mayor área frontal lo cual necesita trenes de aterrizaje mayores para los aviones de ala baja, pero que no necesariamente aumenta la resistencia parasitaria.
5. Posibilidad de empuje inverso eficaz.

Estas características demuestran que los motores turbohélices son superiores para despegar con cargas pesadas en pistas de longitud corta y media.

Posee dos motores Rolls-Royce Dart 532-7L de 2.300 cv. Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y se recomendaba evitar operaciones entre las 8.500 y las 9.500 rpm. El máximo de temperatura permitido era de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.

Además en su parte delantera tiene una Hélices por cada motor de tipo Rotol de un diámetro nominal de 12.5 ft. El máximo régimen permitido es de 16.500 rpm y funciona en 4 posiciones: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.

Especificaciones:

- Tipo: turbohélice.
- Compresor: centrífugo de dos etapas.
- Combustión: 7 cámaras.
- Turbina: 3 etapas.
- Combustible: kerosene.
- Potencia: 1.800 shp.
- Compresión: 5,4:1.
- Consumo de aire: 9,7 kg/s.
- Caja de reducción: 0.093:1.
- Temperatura máxima: 930°.
- Combustible: 5.150 l (1.364 galones).
- Consumo: 202 gal/hora.

Dimensiones:

- Longitud total: 2480 mm.
- Diámetro total: 965 mm.

Peso:

- Peso básico seco: 561.1 kg.

2.2. Definiciones científicas

En Estática se trata de estudiar las condiciones de equilibrio que deben cumplir las fuerzas exteriores o cargas aplicadas sobre cuerpos, a los que se considera resistentes e indeformables, por otra parte, los efectos interiores que provocan en el material. Cuando las fuerzas externas están distribuidas en forma tal que se equilibran entre sí, el cuerpo se encuentra en reposo o equilibrio estático sin haber alguna acción superficial que lo modifique.

2.2.1 La fuerza cortante (v)

Es la suma algebraica de todas las fuerzas externas perpendiculares al eje de la viga o elemento estructural que actúan a un lado de la sección considerada.

2.2.2 El momento flector (m)

Es un momento de fuerza resultante de una distribución de tensiones sobre un mismo lado de la sección que es perpendicular al eje longitudinal a lo largo del que se produce la flexión.

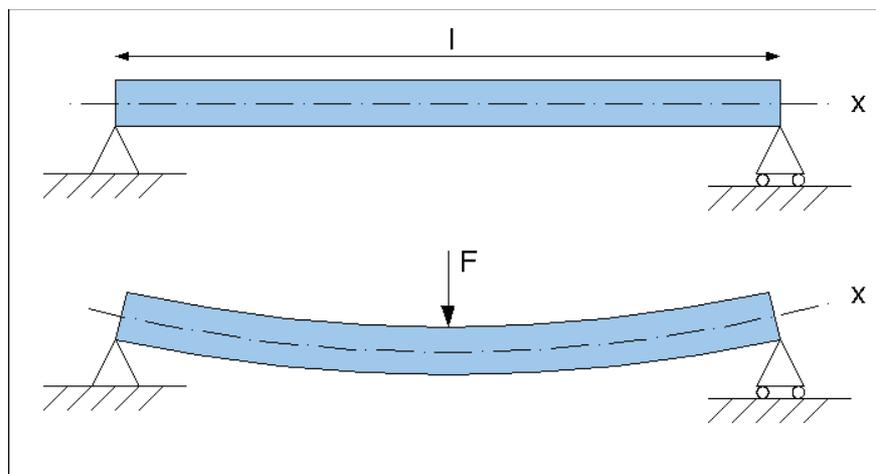


Figura 2.3. Momento Flector

Fuente: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons>

2.2.3. Fuerza (F)

A la fuerza se lo identifica por el efecto que produce: a) si cambia el estado de reposo o movimiento de los cuerpos, es decir si la fuerza varía la velocidad de un objeto aparece la aceleración; b) donde la fuerza que se aplica al objeto no produce movimiento alguno pudiendo ocurrir una deformación permanente o no en él, a pesar de su rigidez. Su unidad en el S.I. es en Newton (N).

2.2.4. Gravedad

Es la fuerza de atracción que una masa ejerce sobre otra, y afecta a todos los cuerpos. La gravedad es una fuerza muy débil y de un sólo sentido, pero de alcance infinito.

Esta fuerza produce la caída de los cuerpos hacia la superficie terrestre con una aceleración independiente de la masa del cuerpo que cae, cuyo valor es $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ y que se conoce por aceleración de la gravedad.

2.2.5. Vector

Un vector es una herramienta geométrica utilizada para representar una magnitud física del cual depende únicamente de un módulo (o longitud) y una dirección (u orientación) para quedar definido.

Los vectores se pueden representar geométricamente como segmentos de recta dirigidos o flechas en planos es decir, bidimensionales o tridimensionales.

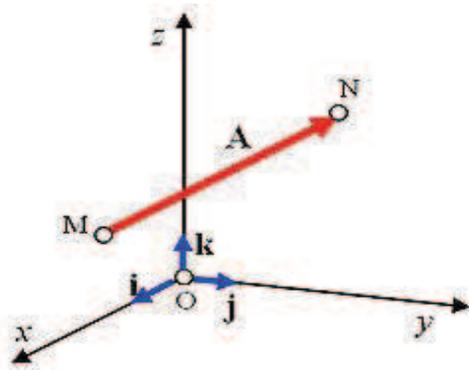


Figura 2.4. Vector tridimensional.

Fuente: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia>

2.2.6. Inercia

La inercia es la propiedad que tienen los cuerpos de permanecer en su estado de movimiento, mientras no se aplique sobre ellos alguna fuerza. Como consecuencia, el elemento conserva su fase de calma o movilidad uniforme en línea recta si no hay una fuerza actuando sobre él. Siendo una oposición a un cambio en su estado de reposo o movimiento, la cual es cuantificada por la masa del cuerpo. Cuanto mayor es la masa, mayor es la inercia.

2.2.7. Masa

La masa (m), es la cantidad de materia de un cuerpo, la cual es constante y no presenta variación alguna de un lugar a otro. La unidad de medida utilizada en el Sistema Internacional de Unidades es el kilogramo (kg).

2.2.8. Centro de gravedad

Es el punto de aplicación de la resultante de todas las fuerzas de gravedad que actúan sobre las distintas masas materiales de un cuerpo, de tal forma que el momento respecto a cualquier punto de esta resultante aplicada en el centro de gravedad es el mismo que el producido por los pesos de todas las masas materiales que constituyen dicho cuerpo.



Figura 2.5. Centro de gravedad.

Fuente:<http://t0.gstatic.com/images>

En otras palabras, el centro de gravedad de un cuerpo es el punto respecto al cual las fuerzas que la gravedad ejerce sobre los diferentes puntos materiales que constituyen el cuerpo producen un momento resultante nulo.

2.2.9. Condiciones de equilibrio

Esta condición de equilibrio implica que una fuerza aislada aplicada sobre un cuerpo no puede producir por sí sola equilibrio y que, en un cuerpo en equilibrio, cada fuerza es igual y opuesta a la resultante de todas las demás. Así, dos fuerzas iguales y opuestas, actuando sobre la misma línea de acción, si producen equilibrio.

El equilibrio puede ser: estable, inestable e indiferente. Además está determinado por dos condiciones:

- Primera condición: si sobre un cuerpo no actúan ninguna fuerza externa, este permanece en reposo en un movimiento rectilíneo uniforme. Pero sobre un cuerpo pueden actuar varias fuerzas y seguir en reposo en un movimiento rectilíneo uniforme.

- Segunda condición: si a un cuerpo que puede girar alrededor de un eje, se le aplican varias fuerzas y no producen variación en su movimiento de rotación, se dice que el cuerpo puede estar en reposo o tener movimiento uniforme de rotación.

También se puede decir que un cuerpo se encuentra en equilibrio de rotación si la suma algebraica de los momentos o torques de las fuerzas aplicadas al cuerpo, respecto a un punto cualquiera debe ser igual a cero.

2.2.10. Esfuerzos

Se denomina esfuerzo a la fuerza por unidad de área, la cual se denota con la letra griega sigma (σ) y es un parámetro que permite comparar la resistencia de dos materiales, ya que establece una base común de referencia.

El esfuerzo se debe justamente a que las fuerzas internas de un elemento están ubicadas dentro del material por lo que se distribuyen en toda el área.

$$\sigma = P / A$$

P = Fuerza axial;

A = Área de la sección transversal.

El esfuerzo utiliza unidades de fuerza sobre unidades de área, en el sistema internacional (SI) la fuerza es en Newton (N) y el área en metros cuadrados (m^2), el esfuerzo se expresa por N/m^2 o pascal (Pa).

2.2.11. Tipos de esfuerzos

Esfuerzo de tracción o tensión.- es cuando un elemento está sometido a un esfuerzo de tracción cuando sobre él actúan fuerzas que tienden a estirarlo. Los

tensores son elementos resistentes que aguantan muy bien este tipo de esfuerzos.

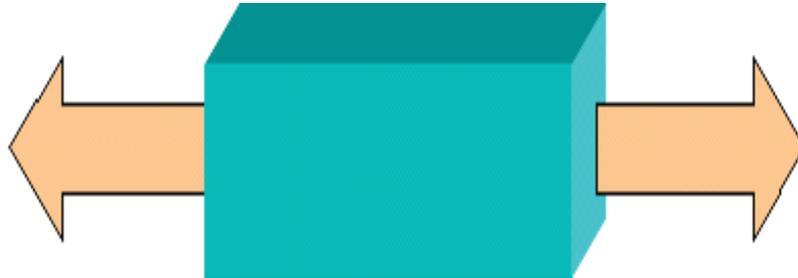


Figura 2.6.Esfuerzo de tensión

Fuente:<http://www.iesalquibla.net/TecnoWeb/estructuras/images>

Esfuerzo de compresión.- Un cuerpo se encuentra sometido a compresión si las fuerzas aplicadas tienden a aplastarlo o comprimirlo. Los pilares y columnas son ejemplo de elementos diseñados para resistir esfuerzos de compresión.

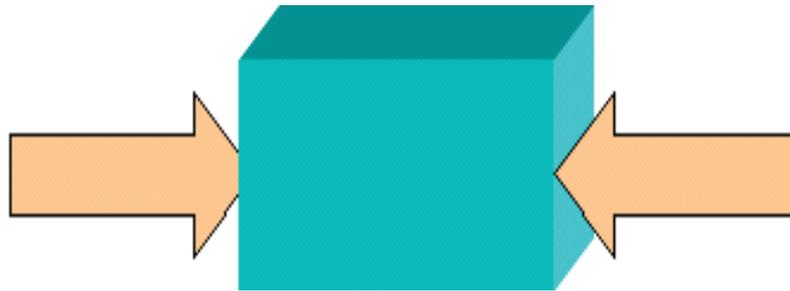


Figura 2.7.Esfuerzo de compresión

Fuente:<http://www.iesalquibla.net/TecnoWeb/estructuras/images>

Cuando se somete a compresión una pieza de gran longitud en relación a su sección, se arquea recibiendo este fenómeno el nombre de pandeo.

Esfuerzo de flexión.- Un elemento estará sometido a flexión cuando actúen sobre el cargas que tiendan a doblarlo. Ha este tipo de esfuerzo se ven sometidas las vigas de una estructura.

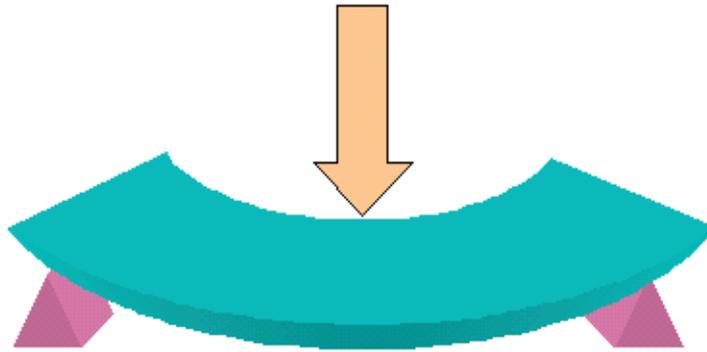


Figura 2.8. Esfuerzo de flexión

Fuente: <http://www.iesalquibla.net/TecnoWeb/estructuras/images>

Esfuerzo de Corte o Cizalladura.- Es el esfuerzo al que está sometida a una pieza cuando las fuerzas aplicadas tienden a cortarla o desgarrarla. El ejemplo más claro de cortadura lo representa la acción de cortar con unas tijeras.

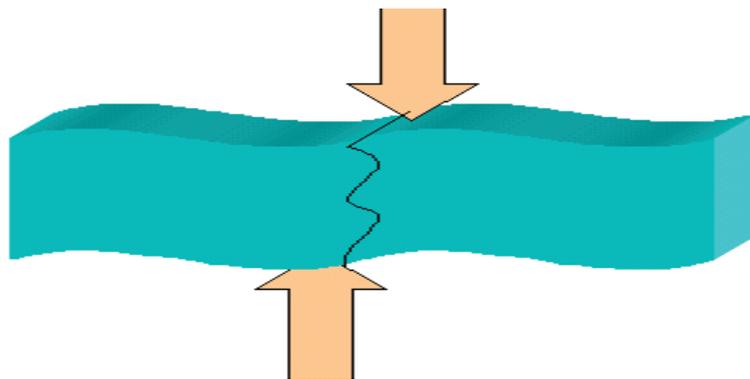


Figura 2.9. Esfuerzo de Corte

Fuente: <http://www.iesalquibla.net/TecnoWeb/estructuras/images>

Esfuerzo de torsión.- Un cuerpo sufre esfuerzos de torsión cuando existen fuerzas que tienden a retorcerlo. Es el caso del esfuerzo que sufre una llave al girarla dentro de la cerradura o tal es el caso de los cigüeñales.



Figura 2.10. Esfuerzo de torsión

Fuente: <http://www.iesalquibla.net/TecnoWeb/estructuras/images>

2.2.12 Mecánica de materiales

La mecánica de materiales es la ciencia parte de la mecánica, encargada de estudiar el comportamiento de los cuerpos bajo la acción de fuerzas, con el objetivo de determinar los esfuerzos y desplazamientos en las estructuras y componentes debido a la carga ejercida sobre ellos.

2.2.13 Diseño Mecánico

El diseño mecánico es el resultado de investigaciones sobre el límite de fluencia de los materiales, valor de esfuerzo aplicado en el que el material comienza a deformarse permanentemente, adquiriendo propiedades diferentes a las que tenía antes de someterlo a una fuerza.

Para lograr un diseño adecuado, se debe llegar a un cociente límite de fluencia /fuerza aplicada mayor a la unidad.

El proceso de diseño:

1. conceptualización (alternativas, ideas)
2. síntesis (agrupación de elementos)
3. análisis (elementos finitos)
4. evaluación (costes)
5. representación (planos)

2.2.14. Teoría de falla por energía de distorsión.

La teoría de la energía de deformación máxima predice que la falla por fluencia ocurre cuando la energía de deformación total por unidad de volumen alcanza o excede la energía de deformación por unidad de volumen correspondiente a la resistencia a la fluencia en tensión o en compresión del mismo material.

La teoría de la energía de distorsión se originó debido a que se comprobó que los materiales dúctiles sometidos a esfuerzos hidrostáticos presentan resistencias a la fluencia que exceden en gran medida los valores que resultan del ensayo de tensión simple, sino más bien, que estaba relacionada de alguna manera con la distorsión angular del elemento esforzado. Para desarrollar la teoría observemos la figura 2.11a, el volumen unitario sometido a cualquier estado de esfuerzos tridimensionales, designado por los esfuerzos $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$. El estado esfuerzos que se muestra en la figura 2.11b es de tensión hidrostática debida a los esfuerzos σ_{prom} que actúan en cada una de las mismas direcciones principales, como en la figura 2.11a. La fórmula de σ_{prom} es:

$$\sigma_{prom} = \frac{\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3}{3} \quad (a)$$

De esta manera, el elemento de la figura 2.11b experimenta un cambio de volumen puro, es decir, sin distorsión angular. Si se considera σ_{prom} como un componente de $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ entonces este componente puede restarse de ellos, lo que da como resultado el estado de esfuerzo que se muestra en la figura 2.11c. Este elemento está sometido a distorsión angular pura, es decir, no hay cambio de volumen.

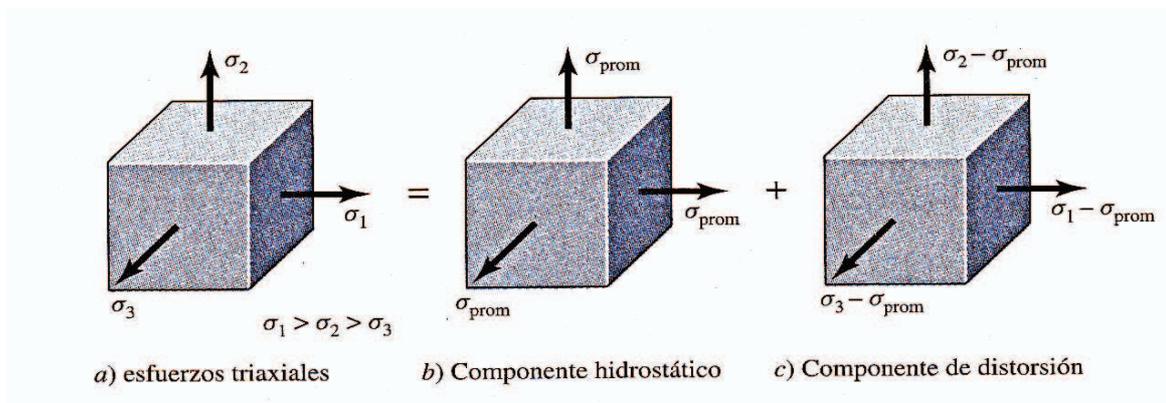


Figura 2.11. Esfuerzos en el material.

Fuente: SHANLEY- fallas resultantes de carga estática.

- Elemento con esfuerzo triaxiales; este elemento experimenta cambio de volumen y distorsión angular.
- Elemento sometido a tensión hidrostática que solo experimenta cambio de volumen.
- Elemento con distorsión angular sin cambio de volumen.

La energía de deformación por unidad de volumen de la tensión simple es $U = \frac{1}{2} \epsilon \sigma$. Para el elemento de la figura 2.11a, la energía de deformación por volumen unitario es $U = \frac{1}{2} [\epsilon_1 \sigma_1 + \epsilon_2 \sigma_2 + \epsilon_3 \sigma_3]$. Sustituyendo la ecuación para las deformaciones principales se obtiene

$$U_v = \frac{1}{2E} [\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - 2\nu(\sigma_1\sigma_2 + \sigma_1\sigma_3 + \sigma_2\sigma_3)] \quad (b)$$

La energía de deformación para producir solo cambio de volumen U_v puede obtenerse sustituyendo σ_{prom} para $\sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3$ en la ecuación. El resultado es

$$U_v = \frac{3\sigma_{prom}^2}{2E} (1 - 2\nu) \quad (c)$$

Si ahora se sustituye el cuadrado de la ecuación (a) en la ecuación (c) y se simplifica la expresión se obtiene

$$U_v = \frac{1-2\nu}{6E} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 + 2\sigma_1\sigma_2 + 2\sigma_2\sigma_3 + 2\sigma_3\sigma_1) \quad (2-1)$$

Entonces la energía de distorsión se obtiene al restar la ecuación (2-1) de la ecuación (b). De aquí se obtiene:

$$u_d = u - u_v = \frac{1+\nu}{3E} \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right] \quad (2-2)$$

Observe que la energía de distorsión es cero si $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$.

Para el ensayo a tensión simple, en la fluencia $\sigma_1 = S_y$ y $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$, y de la ecuación (2-2) la energía de distorsión es:

$$u_d = \frac{1+\nu}{3E} S_y^2 \quad (2-3)$$

En el caso del estado general de esfuerzo dado por la ecuación (2-2), se predice la fluencia si la ecuación (2-2) es igual o mayor que la ecuación (2-3). Esto da como resultado:

$$\left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]^{\frac{1}{2}} \geq S_y \quad (2-4)$$

Si se tuviera un caso simple de tensión σ , entonces la fluencia podría ocurrir cuando $\sigma \geq S_y$. Por lo tanto, el lado izquierdo de la ecuación (2-4) puede considerarse como un esfuerzo sencillo, equivalente o efectivo del estado general total del esfuerzo dado por σ_1, σ_2 y σ_3 . Por lo general, este esfuerzo efectivo se llama esfuerzo VON MISES σ' , en honor del doctor R. Von Mises, quien contribuyó a elaborar la teoría. Así, la ecuación (2-4), de la fluencia, puede escribirse como:

$$\sigma' \geq S_y \quad (2-5)$$

Donde el esfuerzo von Mises es:

$$\sigma' = \left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2-6)$$

Para el esfuerzo plano, sean σ_A y σ_B los dos esfuerzos principales diferentes de cero. Entonces, de la ecuación (2-6), se obtiene:

$$\sigma' = (\sigma_A^2 - \sigma_A \sigma_B + \sigma_B^2)^{\frac{1}{2}} \quad (2-7)$$

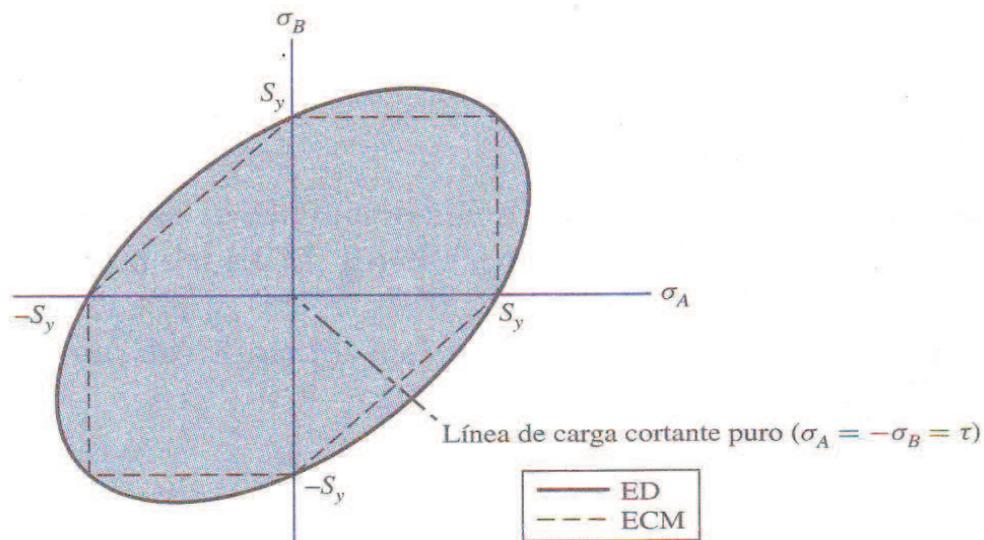


Figura 2.12. Teoría de energía de distorsión (ED) de estados de esfuerzo plano.

Fuente: SHANLEY- fallas resultantes de carga estática.

Esta es una gráfica real de puntos que se obtienen mediante la ecuación (2-7) con $\sigma' = S_y$.

La ecuación (2-7) es una elipse rotada en el plano σ_A, σ_B , como se muestra en la figura (2-3) con $\sigma' = S_y$. Las líneas punteadas en la figura representan la teoría del Esfuerzo Cortante Máximo o ECM, que puede verse como más restrictiva y, por ende, más conservador.

Usando las componentes x-y-z del esfuerzo tridimensional, el esfuerzo von Mises puede escribirse como:

$$\sigma' = \frac{1}{\sqrt{2}} \left[(\sigma_x - \sigma_y)^2 + (\sigma_y - \sigma_z)^2 + (\sigma_z - \sigma_x)^2 + 6(\tau_{xy}^2 + \tau_{yz}^2 + \tau_{zx}^2) \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2-8)$$

Y para el esfuerzo plano:

$$\sigma' = (\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2)^{\frac{1}{2}} \quad (2-9)$$

La teoría de la energía de deformación también se denomina:

- Teoría de von Mises.
- Teoría de la energía de cortante.
- Teoría del esfuerzo cortante octaédrico.

Entender el esfuerzo cortante octaédrico dará de luz sobre porque el ECM es conservador. Considere un elemento aislado en el cual los esfuerzos normales sobre cada superficie son iguales al esfuerzo hidrostático σ_{prom} . Existen ocho superficies simétricas a las direcciones principales que contienen este esfuerzo.

Lo anterior forma un octaedro como el que se muestra en la figura (2-4). Los esfuerzos cortantes sobre estas superficies son iguales y se llaman esfuerzos octaédricos cortantes. A través de las transformaciones de coordenadas, el esfuerzo cortante octaédrico está dado por

$$\tau_{oct} = \frac{1}{3} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (2-10)$$

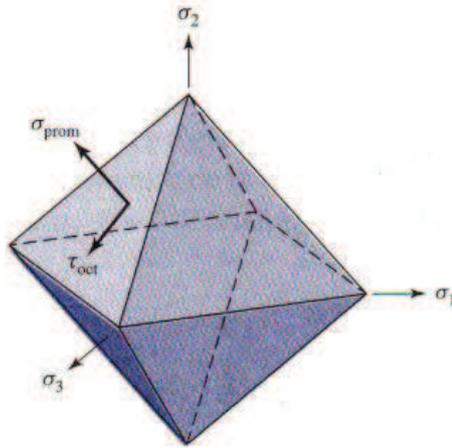


Figura 2.13. Superficies octaédricas.

Fuente: SHANLEY- fallas resultantes de carga estática.

Bajo el nombre de la teoría de esfuerzo cortante octaédrico, se supone que la falla ocurre siempre que el esfuerzo cortante octaédrico de cualquier estado de esfuerzo es igual o mayor al esfuerzo cortante octaédrico con el cual falla la pieza de ensayo a tensión simple.

Como antes, con base en los resultados del ensayo a tensión, la fluencia ocurre cuando $\sigma_1 = S_y$ y $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$. A partir de la ecuación (2-10) el esfuerzo cortante octaédrico bajo esta condición es

$$\tau_{oct} = \frac{\sqrt{2}}{3} S_y \quad (2-11)$$

Cuando para el caso del esfuerzo general, la ecuación (2-10) es igual o mayor a la ecuación (2-11), se predice la fluencia. Esto se reduce a

$$\left[\frac{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2}{2} \right]^{\frac{1}{2}} \geq S_y \quad (2-12)$$

Que es idéntica a la ecuación (2-4), lo cual verifica que la teoría del esfuerzo cortante octaédrico máximo es equivalente a la teoría de la energía de distorsión.

El modelo de la teoría del ECM no toma en cuenta la contribución de los esfuerzos normales sobre las superficies a 45° de la pieza sometida a tensión. Sin embargo, estos esfuerzos son $P/2^a$, y no los esfuerzos hidrostáticos que son $P/3^a$. Aquí es donde reside la diferencia entre las teorías del ECM y la ED.

Las manipulaciones matemáticas implican en el desarrollo de la teoría de la energía de distorsión, a menudo tiende a oscurecerse el valor real y la utilidad del resultado.

Las ecuaciones dadas indican que una situación de esfuerzo complejo se puede representar por medio de un solo valor, el esfuerzo de von Mises, el cuál puede compararse con la resistencia a la fluencia del material a través de la ecuación (2-5). Esta ecuación puede expresarse como una ecuación de diseño mediante

$$\sigma' = \frac{S_y}{n} \quad (2-13)$$

La teoría de la energía de distorsión no predice falla bajo presión hidrostática y concuerda con todos los datos del comportamiento dúctil. Por consiguiente, es la teoría más empleada para los materiales dúctiles y se recomienda para los problemas de diseño, a menos que se especifique otra cosa.

Una nota final que se relaciona con la resistencia a la fluencia cortante. Considere un caso de cortante puro τ_{xy} , donde para el esfuerzo plano $\sigma_x = \sigma_y = 0$. Para la fluencia, la ecuación (2-5) con la ecuación (2-9) proporciona

$$(3\tau_{xy}^2)^{1/2} = S_y \quad \text{O} \quad \tau_{xy} = \frac{S_y}{\sqrt{3}} = 0.577S_y \quad (2-14)$$

2.2.15. Materiales metálicos y no metálicos

- Materiales metálicos: La mayor parte de los elementos metálicos exhibe el lustre brillante que asociamos a los metales. Estos son buenos conductores de calor y la electricidad, son maleables (se pueden golpear para formar láminas delgadas) y dúctiles (se pueden estirar para formar alambres). Todos son sólidos a temperatura ambiente con excepción del mercurio (punto de fusión = -39 °C), que es un líquido.

Los metales tienden a tener energías de ionización bajas y por tanto se oxidan (pierden electrones) cuando sufren reacciones químicas. Los metales comunes tienen una relativa facilidad de oxidación. Utilizados normalmente con fines estructurales, fabricación de recipientes, conducción del calor y la electricidad.

- Materiales no metálicos: Los no metales varían mucho en sus apariencias y por lo general son malos conductores del calor y la electricidad. Sus puntos de fusión son más bajos que los de los metales. Varios no metales existen en condiciones ordinarias como moléculas diatómicas.

Al contrario de los metales, estos son muy frágiles y no pueden estirarse en hilos ni en láminas. Se encuentran en los tres estados de la materia a temperatura ambiente: son gases (como el oxígeno), líquidos (bromo) y sólidos (como el carbono).

2.2.16. Propiedades mecánicas de los aceros estructurales

1. Resistencia.- capacidad de soportar una carga externa si el material.
2. Dureza.- propiedad que expresa el grado de deformación permanente que sufre un metal bajo la acción directa de una carga.

3. Plasticidad.- capacidad de deformación permanente de un metal sin que llegue a romperse.
4. Elasticidad.- capacidad de un material de volver a sus dimensiones normales después de haber cesado la carga.
5. Tenacidad.- la resistencia a la rotura por esfuerzos de impactos que deforman el metal.
6. Resistencia.- es la resistencia de un metal a su rotura por choque y se determina por medio de un ensayo denominado Charpy.
7. Fluencia.- propiedades de algunos metales de deformarse lenta y espontáneamente bajo la acción de su propio peso o de cargas muy pequeñas.
8. Fatiga.- esta propiedad se utiliza para medir materiales que van a estar sometidos a acción de cargas periódicas.

Propiedades físicas:

1. Peso Específico.- absoluto o relativo, el primero es el peso de la unidad de volumen de un cuerpo homogéneo y el peso específico relativo es la relación entre el peso de un cuerpo y el peso de igual volumen de una sustancia tomada como referencia.
2. Punto de fusión.- describe la temperatura en la cual un material o elemento pasa del estado sólido a líquido.
3. Dilatación térmica.- mide cuanto se puede deformar un material con respecto a un diferencial de T° , puede causar contracción o dilatación.

Propiedades tecnológicas:

1. Ductibilidad.- es la capacidad del metal de dejarse deformar o trabajar en frío.
2. Fusibilidad.- permite obtener piezas fundidas o coladas.
3. Colabilidad.- capacidad de un metal fundido para producir piezas fundidas completas y sin defecto para que un metal sea colable debe poseer gran fluidez.
4. Soldabilidad.- es la actitud de un metal para soldarse con otro idéntico bajo presión ejercida sobre ambos en caliente.
5. Templabilidad.- es la propiedad de un metal de sufrir transformaciones en su estructura cristalina producto del calentamiento y enfriamiento sucesivo y brusco.
6. Maquinabilidad.- propiedad del metal de dejarse mecanizar mediante una herramienta cortante apropiada un material que presenta este material.

2.2.17. Perfiles estructurales

Es el conjunto de elementos resistentes, convenientemente vinculados entre sí, que accionan y reaccionan bajo los efectos de las cargas. Su finalidad es resistir y transmitir las cargas a los apoyos manteniendo el espacio arquitectónico, sin sufrir deformaciones incompatibles.

Para la construcción de estructuras metálicas y obras públicas, se obtiene a través de la laminación de acero en una serie de perfiles normalizados. El proceso de laminado consiste en calentar previamente los lingotes de acero fundido a una temperatura que permita la deformación del lingote por un proceso de

estiramiento y desbaste que se produce en una cadena de cilindros a presión llamado tren de laminación. Estos cilindros van formando el perfil deseado hasta conseguir las medidas que se requieran.

Las dimensiones de las secciones conseguidas de esta forma no se ajustan a las tolerancias requeridas y por eso muchas veces los productos laminados hay que someterlos a fases de mecanizado para ajustar sus dimensiones a la tolerancia requerida.

Los Perfiles Estructurales se forjan en un proceso que modifica la forma de los metales por deformación plástica cuando se somete al acero a una presión o a una serie continuada de impactos.

La forja generalmente se realiza a altas temperaturas porque así se mejora la calidad metalúrgica y las propiedades mecánicas del acero.

El sentido de la forja de piezas de acero es reducir al máximo posible la cantidad de material que debe eliminarse de las piezas en sus procesos de mecanizado.

Las clasificaciones normalizadas de aceros como la AISI, ASTM y UNS, establecen valores mínimos o máximos para cada tipo de elemento. Estos se agregan para obtener unas características determinadas como templabilidad, resistencia mecánica, dureza, tenacidad, resistencia al desgaste, soldabilidad o maquinabilidad.

A continuación se listan algunos de los efectos de los elementos aleantes en el acero.

Tabla 2.1. Acero estructural de alta y media resistencia.

ESPECIFICACIONES	NOTA	DESCRIPCION Y USO FINAL
G 3101-SS-400	4	Estructuras en general, construcciones, etc.
G 3131—SPH C y E	4	Fabricación general y troquelado.
G 3132-SPHT-1,2,3 y 4	4	Tubería soldada estructural.
ASTM A-570-30 y 33	2	Baja resistencia para piezas de troquelado moderado, perfil comercial y tubular.
ASTM A-283-A	3	Baja resistencia para piezas estructurales de uso moderado.
ASTM A-570-36 y 40	2	Media resistencia, estructuras, perfil tubular y polines
ASTM A-570-45	2	Media y alta resistencia para piezas estructurales.
ASTM A-283-B y C	3	Baja resistencia para piezas estructurales y perfiles de uso moderado.
ASTM A-36	3	Media resistencia, para estructuras y perfiles de uso moderado.
ASTM A-131-A	3	Estructuras para construcción de barcos.
ABS A,B,D E	3	
LLOYD'SA	3	
ASTM A-709-35 y 50	3	Estructural para puentes.
SAE J-1392-050-X y Y	4	Partes automotrices, alta resistencia.
ASTM A-570-50 y 55	2	Alta resistencia, para estructuras.

ASTM A-572-50, 55 y 60	3	Alta resistencia, para piezas estructurales.
ASTM A-572-65	3	Alta resistencia, para postes, iluminarias.
DIN/BS EN 10025 S-235 JR	3	Baja resistencia para estructuras de uso moderno y alta soldabilidad.
DIN/BS EN 10025 S-275 JR	3	Media resistencia para uso estructural, bases para columnas.
DIN/BS EN 10025 S-355 JR	3	Alta resistencia para uso estructural, partes para puentes.
ASTM A-656 Gr. 50 y 60	3	Alta resistencia para perfil estructural.
ASTM A-656 Gr. 70	3	Extra alta resistencia para estructuras donde se requieren ahorro en peso
ASTM A-607 Gr. 45 Tipo 2.	2	Mediana y alta resistencia para perfiles y usos estructurales.
ASTM A-1011 CS, T-A, B,C.	2	Comercial para uso de moderada a baja resistencia.
SS-55	2	Altas resistencias para estructuras.
HSLAS 55-C-1 YC-2, Tipo 1,2 y 3.	2	Alta resistencia para estructuras, mejor ductilidad y soldabilidad.

Fuente: ASTM.

Elaborado por: Vargas Paul

Un acero estructural al carbono designado como A36 y con un esfuerzo mínimo de fluencia $F_y=2400 \text{ kg/cm}^2$, es el acero estructural comúnmente usado. Esta designación dada por American Society for Testing Materials (Sociedad Americana para Prueba de Materiales) ASTM designan A36 como un acero al carbono, que se puede moldear en perfiles, placas y barras para ser usadas en puentes, edificios y otras estructuras atornilladas o soldadas, con un esfuerzo

mínimo de fluencia (F_y) de $F_y=2400$ kg/cm² y una resistencia mínima especificada a la tensión (F_u) de 58-80 ksi.

El acero estructural puede laminarse en forma económica en una gran variedad de formas y tamaños sin cambios apreciables en sus propiedades físicas. Generalmente los miembros estructurales más convenientes son aquellos con grandes momentos de inercia en relación con sus áreas, y son designados por la forma de sus secciones transversales. Por ejemplo, se tienen perfiles en ángulo, T, Z, C, U, omega, G, y placas.

Tipos de perfiles estructurales:

Perfil Tipo T: El extremo del alma es redondeado, así como las uniones de la misma con las caras interiores de las alas y las aristas interiores de éstas. Las caras interiores de las alas están inclinadas un 2% respecto a las exteriores, y las del alma.

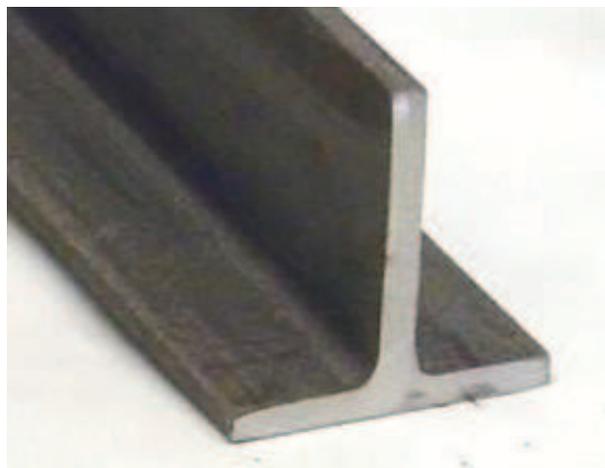


Figura 2.14. Perfil T

Fuente:<http://roseberg.com.ar/admin/uploads/productos>

Perfil doble T: Un perfil doble T (o perfil I o H) es un perfil laminado o armado cuya sección transversal está formada por dos alas y un alma de unión entre ellas. Generalmente se usan como vigas de flexión, cuando los esfuerzos de torsión son pequeños.

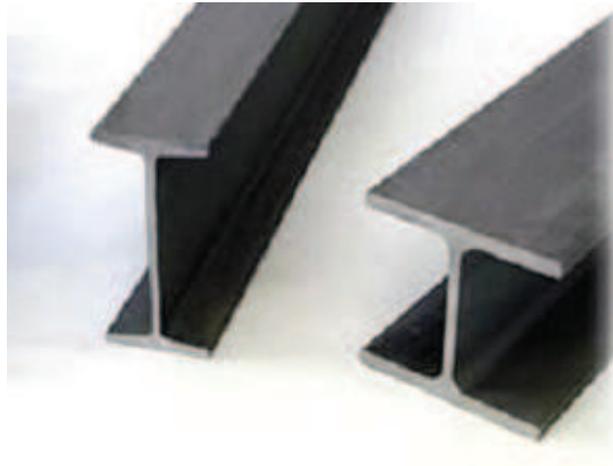


Figura 2.15. Perfil Doble T.

Fuente:<http://rosebergsa.com.ar/admin/uploads/productos>

Perfil de patín tipo W ó IPN:Es un tipo de producto laminado cuya sección tiene forma de doble T también llamado I y con el espesor denominado normal.

Las caras exteriores de las alas son perpendiculares al alma, y las interiores presentan una inclinación del 14% respecto a las exteriores, por lo que las alas tienen un espesor decreciente hacia los bordes. Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de las alas son redondeadas. Además, las alas tienen el borde con arista exterior viva e interior redondeada

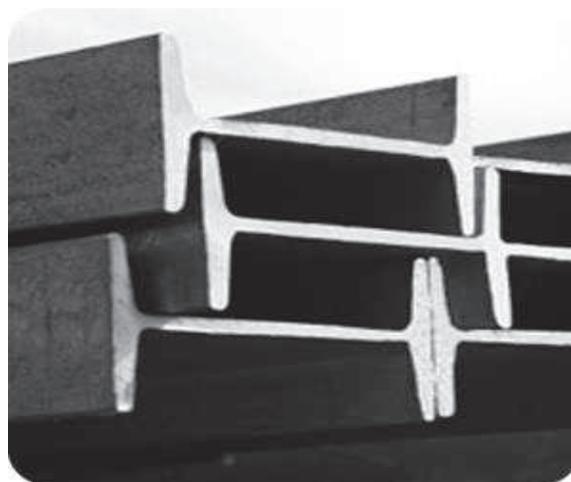


Figura 2.16. Perfil IPN

Fuente:<http://repositorio2.masoportunidades.com.ar>

Perfil tipoHP ó IPE: Es un producto laminado cuya sección normalizada tiene forma de doble T también llamado I y con el espesor denominado Europeo. Las caras exteriores e interiores de las alas son paralelas entre sí y perpendiculares al alma, y así las alas tienen espesor constante.

Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de las alas son redondeadas. Las alas tienen el borde con aristas exteriores e interiores vivas. La relación entre la anchura de las alas y la altura del perfil se mantiene menor que 0,6.

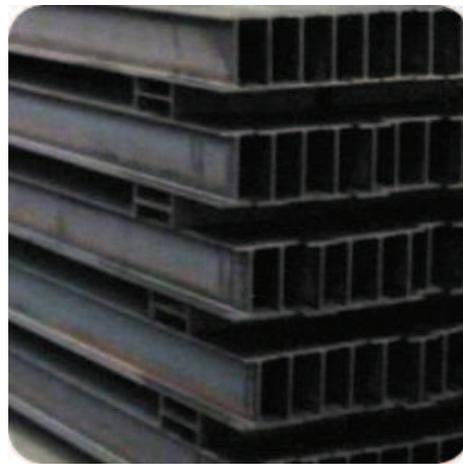


Figura 2.17. Perfil IPN

Fuente:<http://img.alibaba.com>

PerfilitipoC ó UPN: Es un tipo de producto laminado cuya sección tiene forma de U. Las caras exteriores de las alas son perpendiculares al alma, y las interiores presentan una inclinación del 8% respecto a las exteriores, por lo que las alas tienen espesor decreciente hacia los extremos. La superficie interior de la unión entre el alma y las alas es redondeada. Las alas tienen el borde exterior con arista viva y la superficie interior redondeada.

Se usan como soportes y pilares, soldando dos perfiles por el extremo de las alas, formando una especie de tubo de sección casi cuadrada, con momento de inercia muy semejante en sus dos ejes principales. Adicionalmente, en algunos casos permite el uso del espacio interior para realizar conducciones.



Figura 2.18. Perfil UPN

Fuente:http://www.centrosider.com.ar/centrosider_css/images/perfiles_upn.jpg

Perfil tipo HE: Es un tipo de perfil laminado cuya sección transversal tiene forma de doble T, con alas más anchas que un perfil doble T de tipo IPN o IPE. Las caras exteriores e interiores de las alas son paralelas entre sí y perpendiculares al alma, por lo que las alas tienen espesor constante. Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de las alas son redondeadas. Además, las alas tienen el borde con aristas exteriores e interiores vivas.



Figura 2.19. Perfil HE

Fuente:<http://www.lacampanasa.com>

Perfil tipo L: El Perfil L es un tipo de producto laminado cuya sección tiene forma de ángulo recto, con las alas de igual o distinta longitud. Las caras de éstas son paralelas entre sí, y la unión de las caras interiores está redondeada. Las alas tienen el borde exterior con aristas vivas, y el interior redondeado.

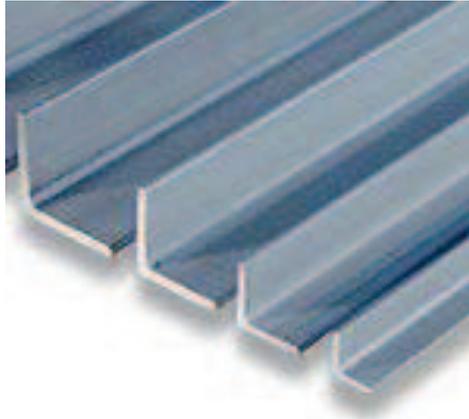


Figura 2.20. Perfil L

Fuente:<http://drywallplanet.com>

Perfil Correa tipo G: Actualmente la empresa está introduciendo en el mercado ecuatoriano el nuevo tipo de correa Z y G, las cuales garantizan menor peso y mayor resistencia basado en su forma y características que maximizan la inercia en la sección transversal.

PLYCEM ROOTEC PLYTEC S.A conscientes que la variación de la inercia solo permitirá la absorción de mayores esfuerzos dados en flexo-compresión, vio la opción de la composición de estos perfiles doblados de acero ASTM A-36, brindando con esto, que el mismo perfil absorba mayores esfuerzos tanto a tracción como a compresión; esto es logrado a través de la introducción al mercado de correas zeta Z y G.

Los elementos actuales se encuentran formados por perfiles doblados en frío, presentando diferentes secciones transversales uniformes, puesto que están dispuestos a soportar tensión o compresión dado su posición como elemento dentro de una estructura.

Estas correas estructurales "G" se fabrican en chapa laminada en caliente o galvanizada, a partir de los flejes que provienen del corte de bobinas. Estos flejes son conformados en frío en conformadoras continuas de rodillos que deforman la chapa hasta la obtener la sección deseada. El perfil "G" es el utilizado en el presente proyecto.



Figura 2.21. Perfil tipo G.

Fuente:http://www.dipacmanta.com/images/img4/1603_imagen_4.jpg

El proceso de conformado continuo asegura exactitud en las dimensiones y gran productividad. Se utilizan para todo tipo de estructuras, simples y reticuladas: como ser columnas, vigas, paneles, entrepisos, etc.

Además son fáciles de instalar, con excelentes propiedades de anti-curvatura. Además, tiene ventajas como alta confiabilidad, durabilidad, apariencia agradable, etc.

Características técnicas y tipo de material de las correas G:

Tipo de Acero:	Acero Estructural, ASTM A 36
Punto de Fluencia:	3.525 Kg/cm ² (50 Ksi)
Resistencia a la Rotura:	4.935 Kg/cm ² (70 Ksi)
Módulo de Elasticidad:	2.1 x 10 ⁶ Kg/cm ²
Presentación:	6 metros de longitud (estándar). Longitudes mayores bajo pedido especial.

Otras Características de perfiles G:

1. En la industria de construcción, los perfiles brindan un soporte sólido e ideal para un rango ilimitado de trabajos

2. Los perfiles G estándar brindan un equilibrio sólido y mecánicamente balanceado que es fácil de fijar al esqueleto de la estructura de cualquier construcción.

3. El acero base del perfil G es acero estructural de alto grado, galvanizado al caliente en algunos casos.

Tabla 2.2. Dimensiones, pesos y propiedades del perfil G

DIMENSIONES				PESOS		SECCION	EJE X-X			PROPIEDADES		
A	B	C	e	6metros	1metro		I	W	I	I	W	I
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm ⁴	cm ³	cm
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12
60	30	10	2.0	11.94	1.99	2.54	13.98	4.66	2.35	3.01	2.85	1.09
60	30	10	3.0	16.98	2.83	3.61	18.90	6.30	2.29	3.87	3.69	1.04
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.39	2.53	1.51
80	40	15	2.0	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51
80	40	15	3.0	24.06	4.01	5.11	49.00	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46
100	50	15	2.0	20.40	3.40	4.34	69.20	13.80	4.00	15.00	4.57	1.86
100	50	15	3.0	29.70	4.95	6.31	97.80	19.60	3.94	20.50	6.25	1.80
100	50	20	4.0	40.26	6.71	8.55	126.70	25.34	3.85	28.50	9.05	1.83
100	50	25	5.0	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83
125	50	15	2.0	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83
125	50	15	3.0	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77
125	50	20	4.0	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80
125	50	25	5.0	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82
125	50	30	6.0	70.78	11.78	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.81	1.81
150	50	15	2.0	25.14	4.14	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79
150	50	15	3.0	36.78	6.13	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73
150	50	20	4.0	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.65	32.90	9.52	1.77
150	75	25	5.0	74.70	12.45	15.86	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72
150	75	30	6.0	93.42	15.57	19.23	641.40	85.52	5.77	114.47	30.57	2.74
175	50	15	2.0	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.90	4.85	1.75
175	50	15	3.0	40.32	6.72	8.56	369.00	42.20	6.57	24.60	6.66	1.70
175	75	25	4.0	65.40	10.9	13.90	653.00	74.60	6.84	105.00	20.90	2.75
175	75	25	5.0	80.58	13.43	17.11	785.95	89.82	6.78	123.88	24.63	2.69
175	75	30	6.0	100.74	16.79	20.73	929.39	106.22	6.70	152.84	31.19	2.72
200	50	15	2.0	29.94	4.99	6.36	356.00	35.60	7.56	18.60	4.85	1.72
200	50	15	3.0	43.86	7.31	9.31	507.00	50.70	7.45	25.10	6.57	1.65
200	75	25	4.0	70.20	11.70	14.90	895.00	89.50	7.64	110.00	21.30	2.71
200	75	25	5.0	86.52	14.42	18.37	1080.00	108.00	7.67	129.62	25.02	2.66
200	75	30	6.0	108.00	18.00	22.23	1282.17	128.21	7.59	160.15	31.73	2.68
250	75	25	4.0	79.80	13.30	16.90	1520.00	122.00	9.48	118.00	21.70	2.64
250	100	25	5.0	109.98	18.33	23.36	2219.24	177.54	9.75	285.26	39.24	3.49
250	100	30	6.0	135.48	22.58	28.23	2647.38	219.79	9.68	383.54	55.58	3.69
300	100	30	4.0	100.80	16.80	21.30	2860.00	191.00	11.60	274.00	38.30	3.58
300	100	35	5.0	126.60	21.10	26.90	3560.00	237.00	11.50	351.00	49.90	3.62
300	100	35	6.0	154.74	25.79	31.80	4170.00	278.00	11.40	404.00	57.40	3.56

Fuente: DIPAC

Elaborado por: Investigador.

2.2.18. Estructuras metálicas

Las estructuras metálicas poseen una gran capacidad resistente por el empleo de acero. Esto le confiere la posibilidad de lograr soluciones de gran envergadura, como cubrir grandes cargas importantes.

Las estructuras soportan las cargas a las que debe ser sometida, utilizando los materiales adecuados como acero estructural y una distribución correcta en el armado de los perfiles para evitar desgastes debido al esfuerzo, tensión, producidas por el uso y movimiento además de cargas impuestas.

Al ser sus piezas prefabricadas, y con medios de unión de gran flexibilidad, se acortan los plazos de obra significativamente.

Estas estructuras están diseñadas para resistir acciones verticales y horizontales. Para la elaboración de la estructura utilizada para el desarrollo del tema se prefirió perfiles de acero tipo G, ya que brindan un equilibrio sólido y mecánicamente balanceado que es fácil de fijar al esqueleto en construcción. Los cuales soportan cargas ubicadas en dos puntos laterales.

2.2.19. Acero

Los aceros son aleaciones de hierro-carbono forjables, con porcentajes de carbono variables entre 0,008 y 2,14%. Se distinguen de las fundiciones, también aleaciones de hierro y carbono, en que la proporción de carbono puede variar entre 2,14% y 6,70%. Sin embargo la mayoría de las aleaciones comerciales no supera el 4,5% de carbono.

La diferencia fundamental entre ambos materiales es que los aceros son, por su ductilidad, fácilmente deformables en caliente utilizando forjado, laminación o extrusión, mientras que las fundiciones son frágiles y se fabrican generalmente

por moldeo. Además de los componentes principales indicados, los aceros incorporan otros elementos químicos.

Algunos son perjudiciales (Impurezas) y provienen de la chatarra, el mineral o el combustible empleado en el proceso de fabricación; es el caso del azufre y el fósforo. Otros se añaden intencionalmente para la mejora de alguna de las características del acero (Aleantes); pueden utilizarse para incrementar la resistencia, la ductilidad, la dureza, etcétera, o para facilitar algún proceso de fabricación como puede ser el mecanizado.

Elementos habituales para estos fines son el níquel, el cromo, el molibdeno y otros. La densidad promedio del acero es 7850 kg/m³.

2.3. Definiciones de procesos de fabricación

2.3.1. Medir

Es comparar la cantidad desconocida que queremos determinar y una cantidad conocida de la misma magnitud, que elegimos como unidad.

Teniendo como punto de referencia dos cosas: un objeto (lo que se quiere medir) y una unidad de medida ya establecida ya sea en Sistema Inglés, Sistema Internacional, o una unidad arbitraria.

Cuando medimos algo se debe hacer con gran cuidado, para evitar alterar el sistema que observamos.

Por otro lado, no hemos de perder de vista que las medidas se realizan con algún tipo de error, debido a imperfecciones del instrumental o a limitaciones del medidor, errores experimentales, por eso, se ha de realizar la medida de forma que la alteración producida sea mucho menor que el error que se pueda cometer.

Herramientas de medición

Las principales herramientas de medición usadas son:

1) Flexometro.- Es el metro por excelencia. Tiene gran exactitud y vale para tomar todo tipo de medidas. Para medir longitudes largas una persona sola, conviene que la cinta metálica sea bastante ancha y arqueada para mantenerla recta sin que se doble.



Figura 2.22. Metro

Fuente:<http://t1.gstatic.com/images>

2) Regla Metálica.- Las reglas metálicas son muy útiles para diferentes trabajos por su enorme exactitud y para dibujar líneas rectas ayudándonos de ellas.



Figura 2.23. Regla metálica

Fuente:<http://t3.gstatic.com/images>

3) Escuadra.- La escuadra es un clásico insustituible pues con ella se puede comprobar el escuadrado de un ensamble y además sirve para trazar líneas perpendiculares de 0 a 45°. Las hay regulables en ángulos, pero se puede perder exactitud en la posición de ángulo recto con respecto a las escuadras fijas.

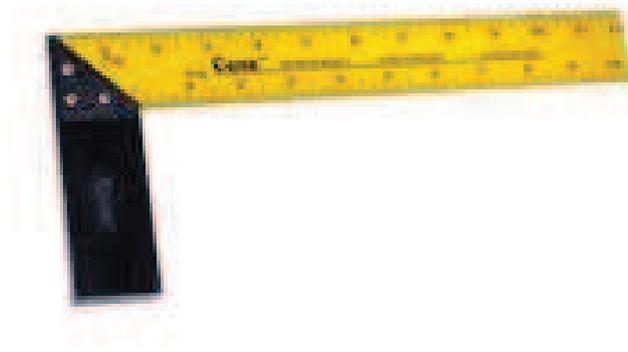


Figura 2.24. Escuadra.

Fuente:<http://t1.gstatic.com/images>

6) Pie de Rey.- El calibre o pie de rey es insustituible para medir con precisión elementos pequeños (tornillos, orificios, pequeños objetos, etc.). La precisión de esta herramienta llega a la décima e incluso a la media décima de milímetro.

Para medir exteriores se utilizan las dos patas largas, para medir interiores (Diámetros de orificios) las dos patas pequeñas, y para medir profundidades un vástago que va saliendo por la parte trasera.

Para efectuar una medición, ajustaremos el calibre al objeto a medir y lo fijaremos. La pata móvil tiene una escala graduada (10 o 20 rayas, dependiendo de la precisión). La primera raya (0) nos indicará los milímetros y la siguiente raya que coincida exactamente con una de las rayas de la escala graduada del pie nos indicara las décimas de milímetro (calibre con 10 divisiones) o las medias décimas de milímetro (calibre con 20 divisiones).



Figura 2.25. Pie de Rey.

Fuente:<http://t1.gstatic.com/images>

7) Nivel.- El nivel sirve para medir la horizontalidad o verticalidad de un elemento. Es una herramienta que no puede faltar ya que se utiliza constantemente.

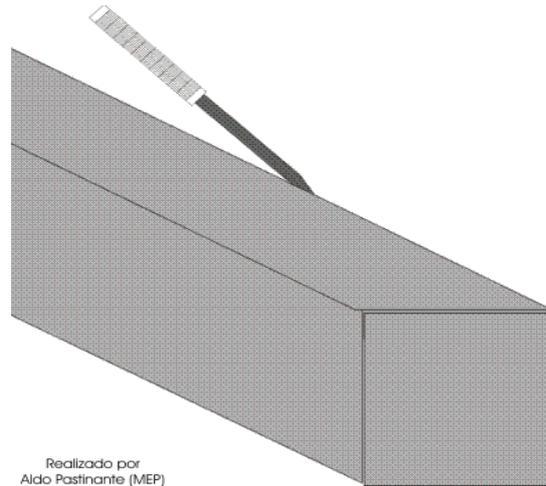


Figura 2.26. Nivel

Fuente:<http://t1.gstatic.com/images>

2.3.2. Trazado

Es la operación que consiste en marcar sobre la superficie exterior de una pieza semitrabajada o en bruto, las líneas que limitan las partes que deben ajustarse para darles las formas y medidas estipuladas en los planos o croquis de la pieza que se desea realizar.



Realizado por
Aldo Pastinante (MEP)

Figura 2.27. Trazado

Fuente:<http://www.google.com.ec/imgres>

Instrumentos de trazado:

- Granete o punta de marcar: es una varilla de acero de unos 18 o 20 cms. de largo, similar a los cortafierros, con la diferencia que su boca o filo es un cono de unos 60° o 70° . Se lo utiliza para marcar centros, identificación de un trazado mecánico, facilita la iniciación de un agujereado con mechas evitando la desviación de las mismas.

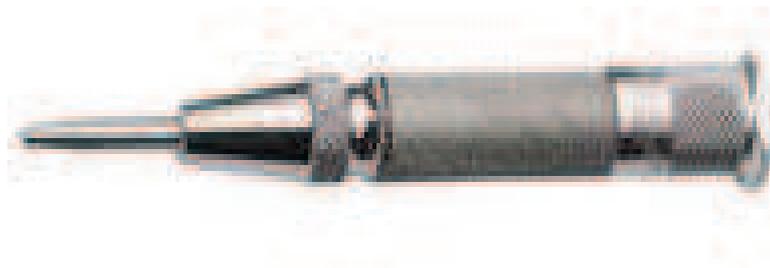


Figura 2.28. Punta o granete.

Fuente:<http://t2.gstatic.com/images>

- Tiza industrial: es el elemento que al igual que granete sirve para trazar o señalar las medidas donde se va a realizar algún proceso de mecanizado.



Figura 2.29. Tiza industrial.

Fuente:<http://t2.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQnj>

2.3.3. Corte

El corte es una operación realizada a mano con la ayuda de máquinas destinadas para esta operación, consiste en dividir el material en varias partes total o parcialmente.

Instrumentos de corte

- Matriceria.- cuando se trata de obtener formas complejas de tamaños pequeños y medios con unas ciertas exigencias de precisión y en cantidades elevadas merece la pena modificar el punzón y su matriz para adaptarlos a la forma de la pieza que se quiere obtener el medio fundamental para este tipo de trabajo es la matriz fabricada para cada pieza. La energía y el movimiento necesarios lo aporta una prensa.
- Serrado.- se incluye en este bloque por ser un procedimiento de corte aunque también tendría cabida en el siguiente ya que es un método de arranque de viruta. Desde el punto de vista de la fabricación hay dos sistemas para generar una sucesión continua de dientes de sierra activos: o se colocan en la periferia de un disco al que se hace girar o se colocan en una larga cinta en lazo cerrado que se realiza un movimiento longitudinal continuo.

- Disco abrasivo.- llevando al límite de disco de sierra disminuyendo el tamaño de los dientes se llega a los discos abrasivos compuestos por aglomerados de pequeños granos duros.



Figura 2.30. Amoladora de disco abrasivo.

Fuente:<http://t0.gstatic.com/images>

La rapidez con la que gira este disco abrasivo hace que la distancia entre los dientes de corte se disminuya haciendo el corte más preciso y veloz.

2.3.4. Soldado por arco

Soldadura:Procedimiento por el cual dos o más piezas de metal se unen por aplicación de calor, presión, o una combinación de ambos, con o sin el aporte de otro metal, llamado metal de aportación, cuya temperatura de fusión es inferior a las de las piezas que se han de soldar.

Soldadura por arco:Estos procesos usan una fuente de alimentación para soldadura para crear y mantener un arco eléctrico entre un electrodo y el material base para derretir los metales en el punto de la soldadura. Pueden usar tanto corriente continua (DC) como alterna (AC), y electrodos consumibles o no consumibles. A veces, la región de la soldadura es protegida por un cierto tipo de gas inerte o semiinerte, conocido como gas de protección, y el material de relleno a veces también es usado. El electrodo está sujeto a una pinza que sujeta al soldador, es el polo negativo, y el positivo son las piezas que se quieren unir.

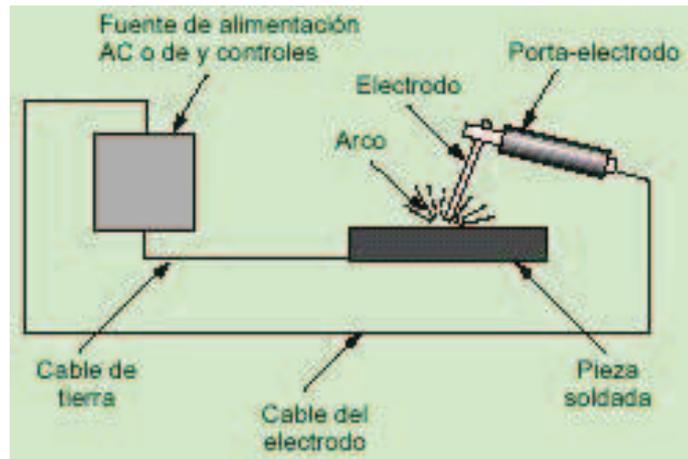


Figura 2.31. Soldadura por arco.

Fuente:<http://t3.gstatic.com/images>

Se crea un arco eléctrico; que hace que el material vaya saltando y se crea el cordón de soldadura.

Una buena soldadura depende de los siguientes factores:

- 1.-Diámetro del electrodo.
- 2.-Distancia del electrodo a las piezas para unir (tamaño del arco)
- 3.-Velocidad de avance del electrodo (habilidad del soldador)
- 4.-Temperatura en el proceso; de 3000 a 4000 °C.

2.3.5 Electrodo

Es el conductor que ponen en comunicación los polos de un electrólito con el circuito.

Los electrodos podemos clasificarlos en dos tipos: Desnudos y recubiertos.

1. Electrodo Desnudo.- Consiste en un alambre metálico sin recubrimiento.

2. Electrodo Recubierto.- Es un electrodo para soldadura eléctrica, consiste en una varilla metálica, con recubrimiento relativamente grueso, que protege el metal fundido de la atmósfera; mejora las propiedades del metal de soldadura y estabiliza el arco eléctrico.

Todos los electrodos tienen una designación y medidas diferentes en su diámetro, lo que varía según el uso que se necesite unir.

Tabla 2.3. Relación espesor-diámetro-intensidad

Espesor chapas (mm)	Diámetro electrodos (mm)	Intensidad corriente (A)
2-4	2.5-3	60-100
4-6	3-4	100-150
6-10	4-5	150-200
>10	6-8	200-400

Fuente: DIPAC.

Elaborado por: Vargas Paul

Designación del electrodo

El prefijo “E” significa “electrodo” y se refiere a la soldadura por arco.

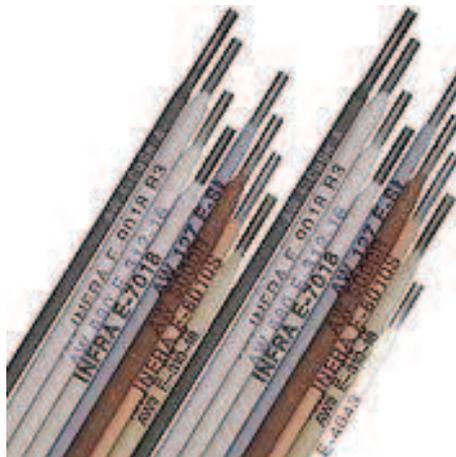


Figura 2.32. Electrodos.

Fuente: <http://t3.gstatic.com/images>

Resistencia a la tracción

Para los electrodos de acero dulce y los aceros de baja aleación: las dos primeras cifras de un número de cuatro cifras, o las tres primeras cifras de un número de cinco cifras designan resistencia a la tracción:

- **E-60xx**, significa una resistencia a la tracción de 60,000 libras por pulgada cuadrada. (42,2 kg. /mm²).
- **E-70xx**, significa una resistencia a la tracción de 70,000 libras por pulgada cuadrada. (49,2kg. /mm²).
- **E-100xx**, significa una resistencia a la tracción de 100,000 libras por pulgada cuadrada. (70,3kg. /mm²).

Revestimiento

Para los diferentes tipos de revestimiento nótese que los electrodos tipo:

- **E-6010 y E-6011**, Tienen un revestimiento con alto contenido de materia orgánica (celulosa).
- **E-6013**, Tienen un revestimiento con alto contenido de óxido de rutilo (titanio).

Corriente y polaridad

Interpretación del último dígito:

Tabla 2.4. Corriente y polaridad del electrodo

ULTIMO DIGITO	CORRIENTE Y POLARIDAD	ESCORIA	ARCO	PENETRACION
0	-	CC+	Orgánica	Mucha
1	CA	CC+	Orgánica	Mucha
2	CA	CC-	Rutilica	Mediana
3	CA	CC-	Rutilica	Poca
4	CA	CC-	Rutilica	Poca
5	-	CC+	Básica	Mediana
6	CA	CC+	Básica	Mediana
7	CA	CC	Mineral	Mediana
8	CA	CC+	Básica	Mediana

Fuente: Investigador de Campo.

Elaborado por: Vargas Paul

Posiciones para soldar:

Hay cuatro posiciones básicas para soldar: Plana, Vertical, Sobre cabeza y Horizontal.

La penúltima cifra indica la posición para soldar.

- **Exx1x**, Significa para todas las posiciones
- **Exx2x**, Significa posición horizontal o plana
- **Exx3x**, Significa posición plana solamente.

Ahora bien, para entender mejor estas cuatro posiciones las definiremos sustancialmente, para que sea asequible al entendimiento de las personas que lean este trabajo o lo escuchen.

1. Soldadura plana: El metal de la soldadura se deposita sobre el metal base. El metal base actúa como soporte.
2. Soldadura vertical: El metal base actúa como un soporte parcial solamente, y el metal que ya ha sido depositado debe usarse como ayuda.

La soldadura vertical puede ejecutarse de dos maneras diferentes: Una, desde la parte de abajo de la unión hacia la parte superior llamada Superior vertical y otra, de la parte superior de la unión hacia abajo llamada Bajada vertical.

3. Soldadura horizontal: Como en la soldadura vertical, el metal base da sólo soporte parcial, y el metal de la soldadura que se deposita debe usarse como ayuda.

4. Soldadura sobre la cabeza: El metal base sostiene ligeramente al metal de la soldadura depositado. Se experimentara poca dificultad en la soldadura vertical o sobre la cabeza, si el charco se conserva plano o poco profundo y no se permite que forme una gota grande.

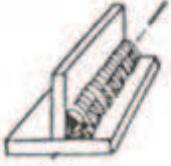
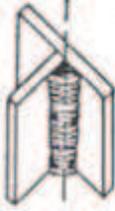
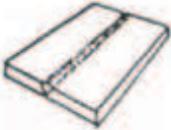
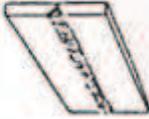
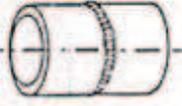
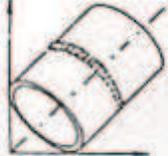
PLANO	HORIZONTAL	VERTICAL	SOBRECABEZA
			
			
			

Figura 2.33. Posiciones para soldar.

Fuente:<http://t2.gstatic.com/images>

Uniones de soldadura:

a) A tope, b) Traslape, c) Tipo T, d) Esquina, e) Borde.

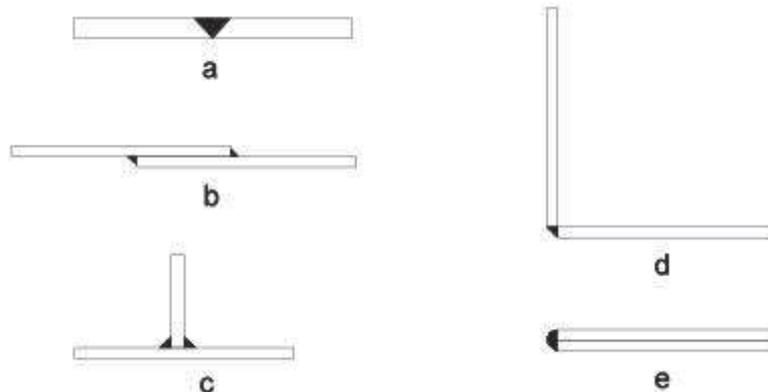


Figura 2.34. Uniones de soldadura.

Fuente:<http://www.textoscientificos.com>

Movimientos del electrodo:

Esta denominación abarca a los movimientos que se realizan con el electrodo a medida que se avanza en una soldadura; estos movimientos se llaman de oscilación, son diversos y están determinados principalmente por la clase de electrodo y la posición de la unión.

1. MOVIMIENTO DE ZIG - ZAG (LONGITUDINAL): Es el movimiento zigzagueante en línea recta efectuado con el electrodo en sentido del cordón. Este movimiento se usa en posición plana para mantener el cráter caliente y obtener una buena penetración. Cuando se suelda en posición vertical ascendente, sobre cabeza y en juntas muy finas, se utiliza este movimiento para evitar acumulación de calor e impedir así que el material aportado gotee.
2. MOVIMIENTO CIRCULAR: Se utiliza esencialmente en cordones de penetración donde se requiere poco depósito; su aplicación es frecuente en ángulos interiores, pero no para relleno de capas superiores. A medida que se avanza, el electrodo describe una trayectoria circular.

3. MOVIMIENTO ENTRELAZADO: Este movimiento se usa generalmente en cordones de terminación, en tal caso se aplica al electrodo una oscilación lateral, que cubre totalmente los cordones de relleno. Es de gran importancia que el movimiento sea uniforme, ya que se corre el riesgo de tener una fusión deficiente en los bordes de la unión.

4. MOVIMIENTO SEMICIRCULAR: Garantiza una fusión total de las juntas a soldar. El electrodo se mueve a través de la junta, describiendo un arco o media luna, lo que asegura la buena fusión en los bordes. Es recomendable, en juntas chaflanadas y recargue de piezas.

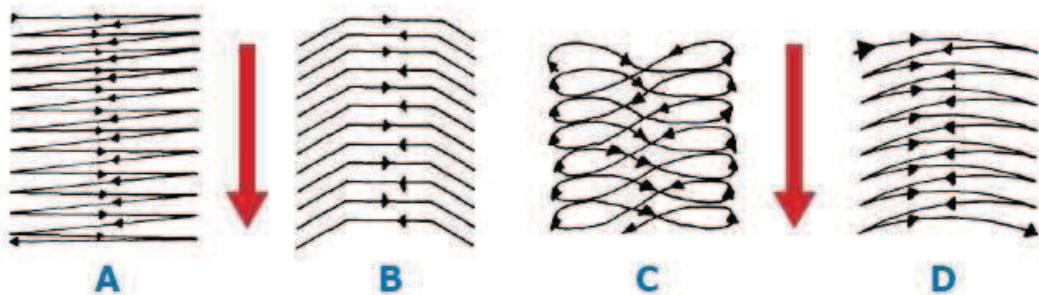


Figura 2.35. Movimientos del electrodo.

Fuente:<http://i55.tinypic.com>

2.3.6. Pintado

El objetivo del pintado es el de dar un recubrimiento a los productos de fabricación. La función del revestimiento puede ser desde el puramente decorativo a anticorrosivo.

Los métodos pueden ir desde el pintado a mano, rodillos, a pistola, a pistola electrostática, inmersión, etc.

Las pinturas constituyen desde un punto de vista técnico-económico la mejor alternativa para controlar el fenómeno corrosivo en hierros y aceros. En medios

de alta agresividad, en muchos casos se complementa con sistemas de protección catódica, ya sea por ánodos de sacrificio o corriente impresa.

Es el proceso final de la construcción donde se le da un acabado, con el objetivo de cuidar la estructura de los ataques de la oxidación producida por el ambiente. La pintura anticorrosiva es una base o primera capa de imprimación de pintura que se ha de dar a una superficie, que se aplica directamente a los cuerpos de acero, y otros metales. Para ello puede usarse un proceso de inmersión o de aspersion.

Éste tiene el propósito principal de inhibir la oxidación del material, y secundariamente el de proporcionar una superficie que ofrezca las condiciones propicias para ser pintada con otros acabados, esmaltes y lustres coloridos, su función es, principalmente la de evitar la degradación del hierro.



Figura 2.36.Corrosión.

Fuente:<http://t0.gstatic.com>

Esta pintura anticorrosiva se constituye por componentes químicos básicos tales como el silicato de sodio (que inhibe la corrosión), y el EDTA(un secuestrante activo) y tiene la primordial función de proteger el acero, y para ello, no sólo se adhiere a la superficie, sino que procura reaccionar químicamente con la superficie metálica con la que toma contacto para modificarla y compenetrarse químicamente.

El acabado superficial final ayuda al pintado anticorrosivo en la oxidación del metal pero además nos da una señal de alerta por lo llamativo de su color, en este caso el amarillo, facilitando su visibilidad y como señal de alerta a los operarios para evitar de esta manera accidentes laborales.



Figura 2.37. Pintado Estructural.

Fuente:<http://t3.gstatic.com>

El pintado se debe realizar lo más uniforme posible para evitar una mala presentación en el producto final y de esta manera también se economiza al gastar una menor cantidad de pintura.

2.4. Elementos mecánicos

2.4.1. Elementos de sujeción

El ensamble mecánico implica el uso de diferentes métodos de sujeción para sostener juntas en forma mecánica. En la mayoría de los casos, los métodos de sujeción implican el uso de componentes de equipo separados, llamados sujetadores, que se agregan a las partes durante el ensamblado. En otros casos, el mecanismo de sujeción implica el formado o reformado en uno de los componentes que se van a ensamblar y no se requieren sujetadores separados.

Muchos productos se ensamblan principalmente mediante métodos de sujeción mecánica: automóviles, aparatos eléctricos, teléfonos, muebles, utensilios e

incluso vestidos se ensamblan por medios mecánicos. Además de los productos industriales, que van desde aparatos electrónicos hasta equipos de construcción, casi siempre implican cierto ensamble mecánico.

Los métodos de sujeción mecánica se dividen en dos clases principales:

1. Los que permiten un desensamble.
2. Los que crean una unión permanente.

Los sujetadores roscados como tornillos, pernos y tuercas son ejemplos de la primera clase y los remaches de la segunda. Los ensambles mecánicos son preferibles sobre los otros procesos de unión por una serie de razones:

- Facilidad de manufactura.
- Facilidad de ensamble y transporte.
- Facilidad de desarmado, mantenimiento y reemplazo o reparación de partes.
- Facilidad de crear diseños que requieran uniones móviles, como bisagras, mecanismos de corredera y componentes y soportes ajustables.
- Menor costo general de manufactura del producto.

El método más común de sujeción mecánica es el uso de tornillos, tuercas, roscas, pernos y una diversidad de fijadores o sujetadores. Estos procesos también se llaman ensamblado mecánico.

En general, la sujeción mecánica requiere que los componentes posean orificios a través de los cuales se inserten los sujetadores. Esas uniones pueden someterse a esfuerzos cortantes y de tensión, y deben estar diseñadas para resistirlos.

2.4.2. Sujetadores roscados

Los tornillos y tuercas son los sujetadores o fijadores roscados de uso más frecuente. Para fabricarlos se siguen numerosas normas y especificaciones, que incluyen las dimensiones de rosca, tolerancias, paso, resistencia y calidad de estos sujetadores.

Los tornillos y pernos se pueden asegurar con tuercas (tornillos de carrocería y de máquina) o se pueden hacer autorroscantes: en estos el tornillo corta o conforma la rosca en la pieza que se va a fijar. Si la unión se va a someter a la vibración, como en los aviones, diversos tipos de motor y maquinaria de alta velocidad, se dispone de varias tuercas y contratuercas de diseño especial. Aumentan la resistencia a la fricción en la dirección de torsión, por lo que se inhibe el aflojamiento por vibración de los sujetadores.

❖ Pernos

El perno o espárrago es una pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, normalmente hecha de acero o hierro. Está relacionada con el tornillo pero tiene un extremo de cabeza redonda, una parte lisa, y otro extremo roscado para la chaveta, tuerca, o remache, y se usa para sujetar piezas en una estructura, por lo general de gran volumen.

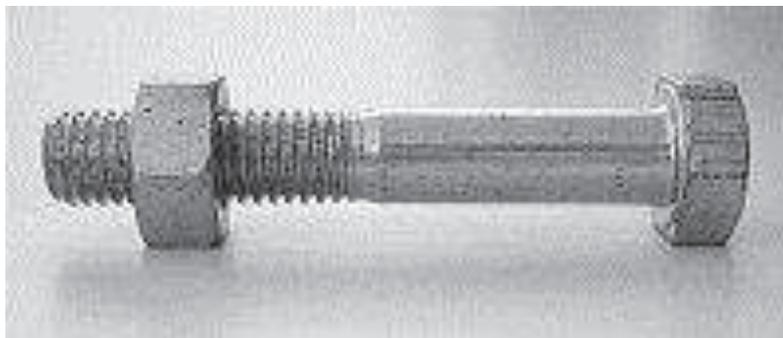


Figura 2.38. Perno

Fuente:<http://www.google.com.ec>

Tipos de pernos:

- Pernos estándar: Los pernos estándar americanos tienen cabezas hexagonales o cuadrados. Los pernos de cabeza cuadrada no están disponibles en formato métrico. Las tuercas utilizadas con pernos aparecen con distintas variaciones, dependiendo de la aplicación o de consideraciones en el diseño. Para especificar pernos se utiliza el ANSI B18.2.2-1972.
- Pernos de cabeza hexagonal: Normalmente, los pernos estándar no se incluyen en los dibujos técnicos, excepto en los de ensamble. Cuando se dibuja un perno, es necesario conocer su tipo, diámetro nominal, longitud.

Tabla 2.5. Identificación de pernos.

Grado de Dureza	 SAE 2	 SAE 5	 SAE 7	 SAE 8
Marcas	Sin Marcas	3 líneas	5 líneas	6 líneas
Material	Acero al carbono	Acero al carbono	Acero al carbono templado	Acero al carbono templado
Capacidad Tensión Mínima	74 libras por pulgada	120 libras por pulgada	133 libras por pulgada	150 libras por pulgada

Fuente:SAE

Elaborado por: Vargas Paul

❖ Tuercas

La tuerca es un dispositivo mecánico con rosca que se emplea en los extremos roscados de un perno o tornillo para metales. Existen varios tipos de tuercas para diferentes aplicaciones. Las tuercas hexagonales y cuadradas son los tipos más

comunes que se conocen en la industria, ya sea en clasificaciones comunes o pesadas. Otros tipos de tuercas son los hexagonales de presión, hexagonales ranuradas, hexagonales encastilladas y de corona.

2.4.3, Sujetadores sin rosca

Los sujetadores sin rosca son dispositivos mecánicos que en general, sirven para impedir el movimiento entre piezas que acoplan. Los pasadores, remaches, chavetas y anillos de retención son ejemplos de este tipo de sujetadores. Las arandelas, que son también sujetadores sin rosca, se utilizan para asegurar sujetadores o proporcionarles una superficie lisa.

❖ Arandela

Una arandela es un disco delgado con un agujero, por lo común en el centro. Normalmente se utilizan para soportar una carga de apriete. Entre otros usos pueden estar el de espaciador, de resorte, dispositivo indicador de precarga y como dispositivo de seguro.



Figura 2.39. Arandelas.

Fuente: <http://t0.gstatic.com>

Las arandelas normalmente son de metal o de plástico. Los pernos y tornillos con cabezas de alta calidad requieren de arandelas de algún metal duro para prevenir la pérdida de pre-carga una vez que el par de apriete es aplicado. Los sellos de hule o fibra usados en tapas y juntas para evitar la fuga de líquidos (agua, aceite, etc.) en ocasiones son de la misma forma que una arandela pero su función es distinta.

Tipos de arandelas:

- 1) Arandelas planas estándar: Las arandelas planas se utilizan con los pernos y tuercas para mejorar la superficie de ensamble y aumentar la fuerza. Las arandelas planas tipo A estándar ANSI se designan de acuerdo con sus diámetros interior y exterior, y su espesor. Las arandelas planas tipo B solo están disponibles en las series angosta, regular y ancha.
- 2) Arandelas de seguridad estándar: Las arandelas de seguridad sirven para impedir que un sujetador se afloje a causa de la vibración o al movimiento. Entre las arandelas de seguridad más comunes tenemos la siguiente:
- 3) Arandelas de Presión: Las arandelas de presión es un disco delgado con un agujero en el centro, y con una abertura en un lado, con forma curvada hacia arriba y su función es hacer presión para que no se afloje el tornillo.

2.5. Normas de seguridad

Se refieren al conjunto de reglas e instrucciones detalladas a seguir para la realización de una labor segura, las precauciones a tomar y las defensas a utilizar de modo que las operaciones se realicen sin riesgo, o al menos con el mínimo posible, para el trabajador que la ejecuta o para la comunidad laboral en general. Estas deben promulgarse y difundirse desde el momento de la inducción o reinducción del trabajador al puesto de trabajo, con el fin de evitar daños que puedan derivarse como consecuencia de la ejecución de uno.

Medidas de protección individual

Son equipos llevados por el trabajador para protegerle de los riesgos que puedan producir daños para su salud.

- Protección de la cabeza: Debe proporcionarse donde exista peligro de impacto y penetración de objetos cayendo o volando. Particularmente los cascos de seguridad dieléctricos garantizan en contacto accidental con circuitos energizados protección de la cabeza.



Figura 2.40. Casco protector.

Fuente: <http://t1.gstatic.com>

- Protección de los pies: La protección de los pies se deberá proporcionar donde son probables lesiones del pie, dedos o empeine. Además de las punteras metálicas, algunas industrias requieren características como protectores de empeine, protecciones de metatarso y suelas antiestáticas y o dieléctricas.



Figura 2.41. Zapatos punta de acero.

Fuente: <http://t1.gstatic.com>

- Protección de las manos: La protección de las manos debe proporcionarse cuando exista peligro de cortes, como cuando se manejan cuchillas o herramientas de corte; cuando el contacto o manejo de materiales a altas temperaturas, o cuando exista un peligro de contacto con líneas eléctricas, materiales corrosivos y otros productos químicos y disolventes peligrosos.



Figura 2.42. Guante de cuero.

Fuente:<http://t2.gstatic.com>

- Protección auditiva: Los protectores auditivos son elementos de protección personal utilizados para reducir el ruido que percibe una persona situada en un ambiente ruidoso.
- ✓ Tapones: son protectores diseñados para ser ajustados en la parte externa del conducto auditivo y permanecer en esta posición sin ningún dispositivo de fijación externo, pueden estar fabricados de goma, plástico, o materiales similares en gran diversidad de modelos y marcas.



Figura 2.43. Tapones

Fuente:<http://t2.gstatic.com>

- ✓ Conchas u Orejeras: son una especie de ventosas hechas de material ligero o plástico y llenas de un material absorbente de sonido. Para asegurar un cómodo ajuste alrededor del oído, están cubiertas de material elástico lleno de un líquido de alta viscosidad. Este recubrimiento actúa como obturador oficial y ayuda a amortiguar las vibraciones.



Figura 2.44. Orejeras

Fuente:<http://t0.gstatic.com>

- Protección respiratoria: Como norma general, los respiradores deberán utilizarse para la protección respiratoria siempre que haya exposiciones a polvo, nieblas, humos y vapores por encima de los límites de exposición establecidos.



Figura 2.45. Mascarilla.

Fuente:<http://t1.gstatic.com>

- Protección a la vista: Es el equipo de protección personal usado en las actividades de soldadura o corte, que sirve para proteger los ojos, la cara y el cuello del trabajador contra la radiación ultravioleta, infrarroja y visible, y de quemaduras por salpicaduras de cualquier material que sea expulsado al soldar o cortar.



Figura 2.46. Gafas.

Fuente:<http://t0.gstatic.com>

- Uniforme: Ropa de Trabajo Preferentemente de Algodón. Debido a las Actividades que se realizan. Hay varias categorías generales de riesgos para el cuerpo de los que es posible protegerse con ropa especializada; estas categorías comprenden los riesgos de naturaleza química, física y biológica.



Figura 2.47. Overol

Fuente:<http://t3.gstatic.com>

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Alternativas

Para el desarrollo del presente trabajo, se consideró como opciones dos modelos de soportes:

- Soporte en U: con base cuadrada con ruedas desplazables, punto de sujeción lateral delantero con apoyo de una placa de acero en forma de U y punto de sujeción posterior con perfil tipo I.

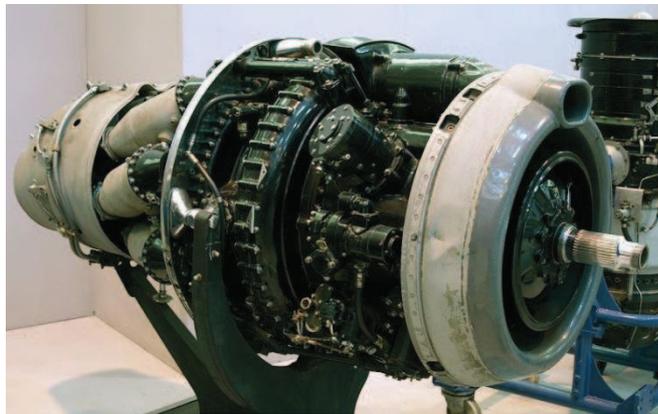


Figura 3.1 Soporte en U.

Fuente:<http://t2.gstatic.com>

- Soporte de doble columna: con base hexagonal, ruedas desplazables que ayudan a su izamiento, dos puntos de sujeción en sus respectivas columnas. Estructura realizada con perfil tipo G.



Figura 3.2 Soporte de doble columna

Fuente:Vargas Paul

Estas propuestas son adquiridas para facilitar el transporte de los motores del avión Fairchild FH-227, de tal forma que llegue en condiciones benéficas a su lugar de destino.

3.2.Evaluación de la alternativa a seleccionar

Hablamos entonces de los factores que ambas propuestas tienen en mayor o menor grado.

3.2.1.Rapidez de Construcción

La propuesta de este modelo de soporte de doble columna tiene una gran ventaja en este punto puesto que su construcción es mucho más rápida y apresuraría el desmontaje del motor y con ello su traslado.

Mientras que el soporte con apoyo en U tiene un tiempo de fabricación más retardado y minucioso lo cual retrasaría el trabajo.

3.2.2. Seguridad

El soporte con apoyo en U, puede ocasionar accidentes al trasladar el motor ya que al ser su base sumamente menor longitudinalmente al tamaño del motor es un riesgo debido a la falta de estabilidad pudiendo ocasionar un desbalance y un desplome al transportar el motor causando así un daño en su cuerpo físico.

Por otro lado el soporte de doble columna de sujeción carece de este inconveniente debido al tamaño y forma de su base haciéndolo mucho más seguro.

3.2.3. Construcción

Mediante este factor nos ayudara mucho en la elección de la mejor alternativa siendo la más factible el soporte de doble columna ya que resulta mucho menos complicada la realización de su estructura además de una facilidad de material no difícil de hallar a diferencia del otro modelo en donde su elaboración estructural tiene complejidad.

3.2.4. Costos

El soporte de doble columna tiene un costo muy inferior con respecto a su competidor, siendo esta una gran ventaja contra la otra alternativa.

Habiendo expuesto los diferentes puntos tratados, para nuestra consideración se procede a juzgar sus respectivas cualidades de cada modelo ya antes visto asignándoles una calificación con los resultados enunciados en el siguiente cuadro.

En la designada matriz, tenemos que en su parte superior se elige el factor de ponderación obteniendo que la suma sea 1, mientras que las calificaciones que se da a cada alternativa según los parámetros a evaluar van del 1 al 10.

Entonces la multiplicación entre el factor de ponderación y la calificación según el rango de importancia, nos da como resultado la mejor alternativa para el presente proyecto.

Tabla 3.1. Matriz de ponderación

	Seguridad	Construcción	Brevedad	Costo	RANGO
Factor de ponderación	0,4	0,24	0,2	0,12	1,0
Soporte en U	5 2,00	8 1,92	6 1,20	8 0,96	6,1
S. de doble columna	9 3,60	8 1,92	8 1,60	9 1,08	8,2

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Vargas Paul

Como se puede verificar existe una gran diferencia de puntuación, por lo cual se puede plantear que la alternativa más idónea es la de mejor puntuación, siendo la más segura, económica y sencilla en su construcción beneficiando así en su mayoría al trasladar el motor disminuyendo cualquier tipo de accidentes.

Entonces tomamos ahora como mejor opción la propuesta del soporte con doble columna de sujeción con una calificación de muy buena, teniendo así a la misma como favorita para su buen desempeño y así seguir con el proceso de construcción de esta propuesta.

3.3. Análisis de la estructura seleccionada

Para la verificación de que la estructura se encuentre bien conformada para su posterior utilización. Se procede a realizar un análisis de las partes más críticas de la estructura del soporte. Entre dichas partes críticas tenemos los puntos de sujeción, las columnas, la base y las uniones soldadas, esto de acuerdo a su tipo de material y calculados con una carga de 561.1kgf (5501.53N), que es la que soportara el soporte de motor DART al momento del traslado del mismo.

3.3.1 Análisis de las columnas del soporte

El presente análisis se procedió a realizar de forma computarizada con la ayuda de dos programas como son el programa de solidworks, mismo en que se realizó el diseño estructural y mediante el software de Autodesk Simulation obtuvimos los datos más importantes del análisis estructural por cargas aplicadas en dos puntos (Columnas). En donde destacamos la Teoría de Von Mises para desarrollar el análisis asistido.

La carga a la cual va a ser sometido este proyecto será 561kgf (5501.53N) la misma que es el peso vacío del motor Rolls Royce Dart. Esta fuerza está distribuida para dos columnas de 2750.765N cada una respectivamente.

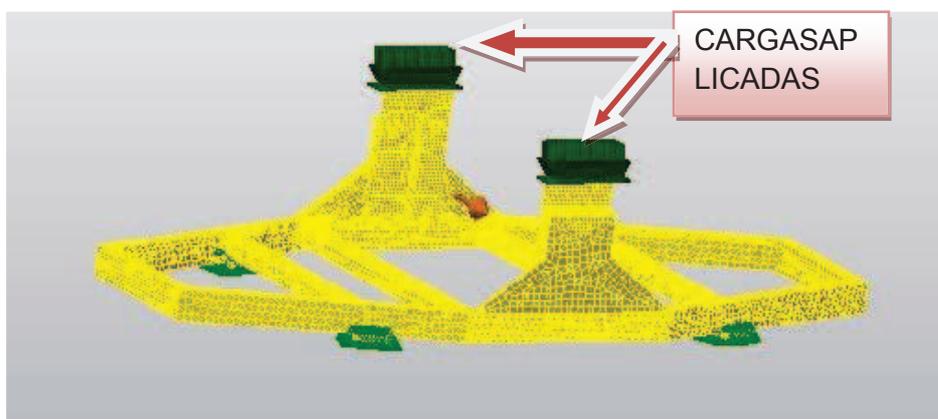


Figura 3.3: Aplicación de carga al soporte

Fuente: Investigación de campo

Resistencia del diseño estructural

La simulación realizada en el software nos muestra un esfuerzo máximo igual a 176.8410 N/mm^2 (176MPa). Lo cual indica que el acero es el indicado ya que soporta 36ksi.

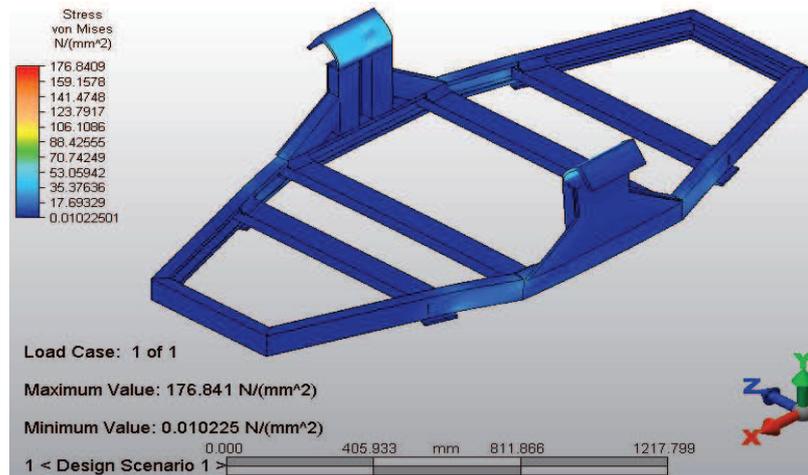


Figura 3.4: Representación de resultados

Fuente: Investigación de campo

Factor Seguridad

Para evitar una falla estructural del soporte, la resistencia real de una estructura deberá ser mayor que la resistencia requerida al emplearse para su utilización. La relación de la resistencia real entre la resistencia requerida se llama factor de seguridad n :

$$\text{factor seguridad } (n) = \frac{\text{resistencia real}}{\text{resistencia requerida}}$$

Entonces, debemos obtener el factor seguridad con el valor máximo dado y con el valor del esfuerzo del material 36ksi (248MPa) respectivamente.

Dónde:

s_y = esfuerzo del material

s_c = valor máximo dado

$$N = \frac{sy}{sc}$$

$$N = \frac{248}{176} = 1.4$$

Factor de seguridad = 1.4

El factor seguridad debe ser siempre mayor que 1.0 para evitar cualquier falla estructural. Dependiendo de las circunstancias, los factores de seguridad variaran desde 1.0 hacia un mayora este, pero nunca menor ya que esto se considera que no tiene un factor de seguridad permisible y por tanto tendría fallos estructurales.

Seguimos con la revisión de un estado límite de seguridad en función del valor correspondiente a la resistencia del diseño, multiplicando el esfuerzo último por un factor de seguridad menor que la unidad.

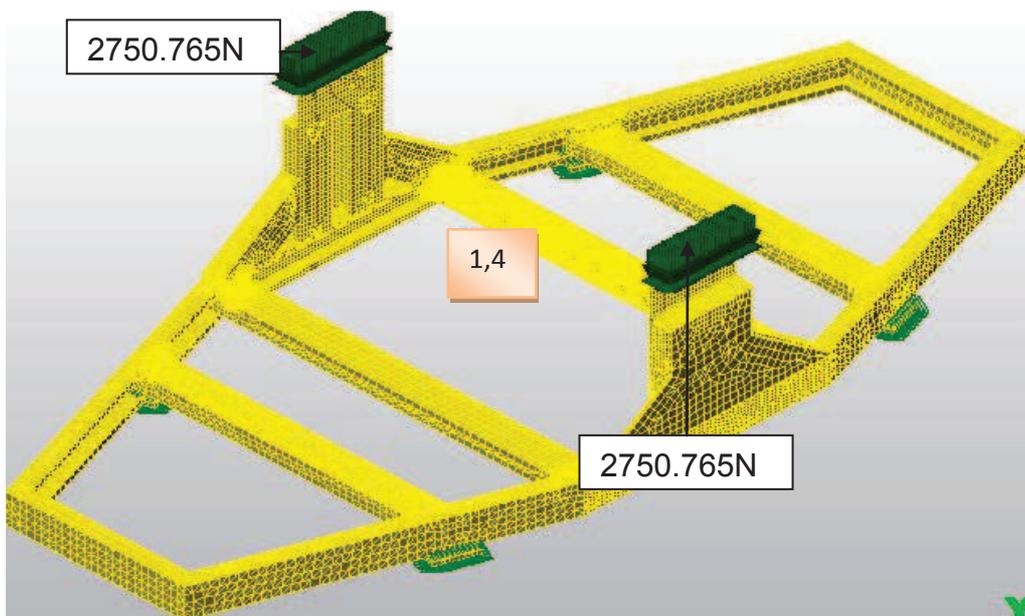


Figura 3.5: Representación del factor seguridad

Fuente: Investigación de campo

Con la simulación realizada adquirimos un FS=1.4 al usar el acero A36 y al aplicar 5501.53N de fuerza.

Además tenemos un $\sigma_{max} = 176\text{MPa}$, que indica que el acero es adecuado ya que resiste 36 ksi (248MPa).

Entonces la resistencia llegaría a ser $\sigma_{ultimo} \times \text{FS}$:

$$R = 248 \times 1.4$$

$$R = 347.2 \text{ MPa}$$

Parámetros del análisis:

1) Información del material

Tabla 3.2 Acero ASTM A36, bar-componente

Modelo de material	Standard
Material de origen	Autodesk Simulation Material Library
Material de origen (archivo)	C:\Program Files\Autodesk\Algor Simulation 2012\matlibs\algormat.mlb
Fecha de la última actualización	2004/10/28-16:02:00
Descripción del material	Ninguno
Densidad de la masa	7 N·s ² /mm/mm ³
Módulo de elasticidad	200000 N/mm ²
Coefficiente de poisson	0.26
Modulo elástico de cizalladura	79300 N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica	0 1/°C

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Vargas Paul

2) Cargas

Tabla 3.3 Superficie de la Fuerza

ID	Descrip.	Part ID	Superficie ID	Magnitud (N)	Vx	Vy	Vz
1	Columna 1	22	9	2750,7650	0,00	0,00	0,00

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Vargas Paul

Tabla 3.4 Superficie de la fuerza 2

ID	Descrip.	Part ID	Superficies ID	Magnitud (N)	Vx	Vy	Vz
2	Columna 2	25	3	2750,7650	0,00	0,00	0,00

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Vargas Paul

A continuación se enumeran los valores utilizados en el análisis. El multiplicador de la dirección de aceleración/gravedad es multiplicado por la aceleración debido a la fuerza del cuerpo que se multiplica por el multiplicador de la carga de aceleración/gravedad de caso. La aceleración debido a la fuerza del cuerpo = 981 mm/s^2 (0.981 m/s^2).

Tabla 3.5 Aceleración/Gravedad

Aceleración/gravedad X Multiplicador	Aceleración/gravedad Y Multiplicador	Aceleración/gravedad Z Multiplicador
0	0	-1

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Vargas Paul

Tabla 3.6 Resumen de resultados del software

Parte ID	Nombre de la parte	Tipo de elemento	Material
1	Soporte (Miembro estructural16)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
2	Soporte (Miembro estructural36)	Brick	ASTM A36 Steel, bar

3	Soporte (Recortar/Extender5[1])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
4	Soporte (Saliente-Extruir5[4])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
5	Soporte (Recortar/Extender18)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
6	Soporte (Miembro estructural34)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
7	Soporte (Recortar/Extender2[1])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
8	Soporte (Miembro estructural33)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
9	Soporte (Recortar/Extender17[1])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
10	Soporte (Saliente-Extruir2)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
11	Soporte (Saliente-Extruir1)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
12	Soporte (Recortar/Extender16)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
13	Soporte (Recortar/Extender36[2])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
14	Soporte (Recortar/Extender36[1])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>15</u>	Soporte (Recortar/Extender12[2])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>17</u>	Soporte (Recortar/Extender12[1])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>18</u>	Soporte (Recortar/Extender32)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
19	Soporte (Saliente-Extruir5[3])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>20</u>	Soporte (Miembro estructural13)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>21</u>	Soporte (Saliente-Extruir5[2])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>22</u>	Soporte (Miembro estructural22)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>23</u>	Soporte (Saliente-Extruir5[1])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>24</u>	Soporte (Miembro estructural10)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>25</u>	Soporte (Miembro estructural49)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>26</u>	Soporte (Recortar/Extender30)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>27</u>	Soporte (Miembro estructural48)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>28</u>	Soporte (Recortar/Extender8[1])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>29</u>	Soporte (Recortar/Extender28)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>30</u>	Soporte (Miembro estructural47)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>31</u>	Soporte (Recortar/Extender7[1])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>32</u>	Soporte (Miembro estructural45)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>33</u>	Soporte (Miembro estructural17)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>34</u>	Soporte (Miembro estructural44)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>35</u>	Soporte (Recortar/Extender6[1])	Brick	ASTM A36 Steel, bar
<u>36</u>	Soporte (Miembro estructural37)	Brick	ASTM A36 Steel, bar

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Vargas Paul

3.3.2. Análisis de los puntos de sujeción (Muelas).

Se procedió a realizar un análisis computarizado de los puntos de sujeción mediante el software de Autodesk Simulation. La carga a la cual va ser sometido estos puntos de sujeción es 561kgf (5501.53N), el peso vacío del motor Rolls Royce Dart.

Como son dos puntos de apoyo, va ser distribuida dicha carga para los dos puntos, y esta es de 2750.765N.

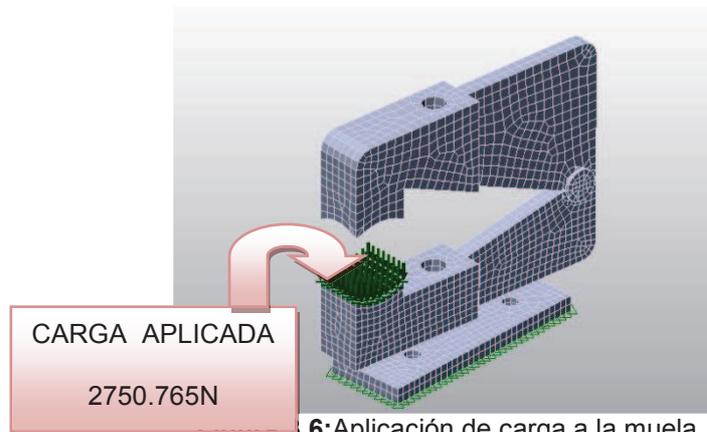


Figura 3.6: Aplicación de carga a la muela

Fuente: Investigación de campo

La simulación realizada en el software nos muestra un esfuerzo máximo igual a 7.36525 N/mm² (7.3MPa).

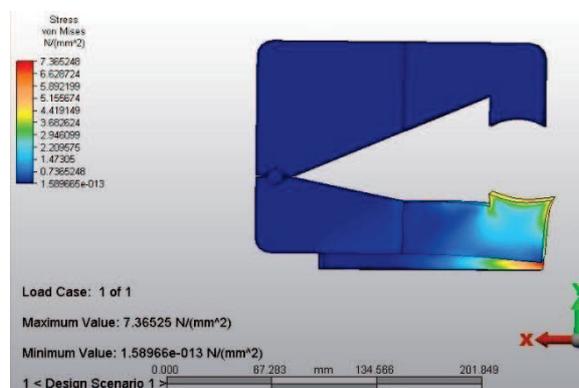


Figura 3.7: Resultados de la simulación

Fuente: Investigación de campo

Debemos entonces obtener el factor seguridad con el valor máximo obtenido y con el valor del esfuerzo del material 36ksi (248MPa).

$$N = \frac{sy}{sc}$$

$$N = \frac{248}{7.3} = 33.9$$

Factor de seguridad = 33.9

El acero por lo general tiene un alto límite de fluencia, es decir, tiene un alto valor del esfuerzo máximo permisible, por lo que, aunque el factor de seguridad depende de los requerimientos del diseño, y del diseño del producto en sí. El esfuerzo de trabajo sea la mitad del esfuerzo máximo permisible del acero usado. Entre más alto el factor de seguridad, más seguro es el diseño.

Tabla 3.7 Información del análisis

Parte ID	Nombre de la parte	Tipo de elemento	Material
1	Muela simulación 1 (Redondeo7)	Brick	ASTM A36 Steel, bar
2	muela simulación 1 (Cortar-Extruir20)	Brick	ASTM A36 Steel, bar

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por: Vargas Paul

Tabla 3.8 Acero ASTM A36, bar-componente

Modelo de material	Standard
Material de origen	Autodesk Simulation Material Library
Material de origen (archivo)	C:\Program Files\Autodesk\Algor Simulation 2012\matlibs\algor.mat.mlb
Fecha de la última actualización	2004/10/28-16:02:00
Descripción del material	Ninguno
Densidad de la masa	7.85e-009 N·s ² /mm/mm ³
Módulo de elasticidad	200000 N/mm ²

Coeficiente de poisson	0.26
Modulo elástico de Cizalladura	79300 N/mm ²
Coeficiente de expansión térmica	0 1/°C

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por:Vargas Paul

1) Cargas

Tabla 3.9 Carga aplicada

ID	Descripción	Parte ID	Superficie ID	Magnitud (N)	Vx	Vy	Vz
1	Muela1	1	1	2750.76500	0.00	0.00	0.00

Fuente: Investigación de Campo

Elaborado por:Vargas Paul

3.4. Proceso de construcción

Una vez ya analizadas las alternativas disponibles y verificadas el comportamiento físico de la estructura, teniendo en consideración que cumple con las expectativas pensadas se procede a la obtención del material apropiado para la elaboración del soporte de motor.

Para la adquisición del material tomaremos como mejor opción conseguirlo desde la fábrica proveedora DIPAC para economizar gastos.

Además del material también tenemos el uso de herramientas y sus accesorios cambiantes tales como son discos de corte, de desgaste, electrodos entre otros. Estos son aditamentos de las maquinas a utilizar las cuales son de suma importancia para el proceso de realización del soporte las cuales se procedió a realizar cotizaciones en diferentes centros comerciales que se dedican al expendio de estos productos para ver la mejor propuesta económicamente.

Entre el material escogido para el soporte tenemos perfiles tipo G y tubo redondo con una longitud de 6m cada uno, el cual se debió cortar a la medida que seamás factible en cuanto a su uso para no desaprovechar el material existente.

Por tanto del perfil “G” se compró dos unidades siendo un total de 12 m, mientras que del tubo se hizo la adquisición de una sola unidad. A los cuales se procedió a marcar las diferentes distancias donde se realizarían los cortes comenzando por uno de los extremos, aprovechando cada uno de sus espacios sobrantes como tal se muestra el siguiente cuadro.

Tabla 3.10. Medición perfiles “G”

CANTIDAD	LONGITUD	TOTAL
4	80 cm	320 cm
4	25 cm	100 cm
4	27.5 cm	110 cm
4	10 cm	40 cm
4	15 cm	60 cm
2	62 cm	124 cm
2	45 cm	90 cm
2	68 cm	136 cm
2	88 cm	176 cm
2	22cm	44 cm

Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Vargas Paul

Una vez trazada las medidas en el perfil y el tubo se procede a realizar el corte con la ayuda de una amoladora y su disco de corte el cual incrementa la rapidez, efectividad y un menor esfuerzo físico en esta operación.

Evitando de tal manera errores de corte que en la posteridad de su elaboración puedan ocasionar un descuadre de la estructura haciendola inestable.



Figura 3.8. Proceso de corte

Fuente: Investigación de campo

Después de haber finalizado con los cortes y verificados sus longitudes pasamos a la unión de sus partes cortadas.

Primeramente partimos desde la realización de su base colocando los perfiles “G” de tal forma que su estructura coincida con lo ya premeditado con respecto a sus distancias y forma de tipo hexagonal. Para lo cual se realizara con la ayuda de una herramienta especial para sujeción como es el caso del playo a presión.

Este playo a presión mantiene las partes a unir estables para proceder a la unión mediante soldadura con el método punto de suelda, ayudándonos a armar la estructura ya que consecutivamente se procede a unir en su totalidad mediante la suelda las partes que quedaron en rellenar. Al mismo tiempo de terminar la forma de la base soldamos cuatro placas con una distancia de 125 cm de largo y 92 cm con de ancho, mismas que serán acopladas mediante pernos, turcas y arandelas a sus respectivas ruedas desplazables.



Figura 3.9: Placas soldadas a la estructura

Fuente: Investigación de campo

Posteriormente efectuamos las columnas en donde van los puntos de sujeción para el motor de la misma manera que lo hicimos con la base del soporte.

Una vez ya efectuada esta operación unimos las columnas con la base y seguimos con su parte inferior las cuales se trata de dos pares de ruedas que son el sustento de la estructura, con un diseño para izamiento mediante un montacargas. Estos tienen una distancia de 125 cm de largo y 92 cm con respecto a las otras ruedas laterales. En donde terminamos por unirlos por medio de dos placas tornilladas (una sujeta a la base y la otra sujeta a las ruedas).



Figura 3.10 Ruedas Industriales para el soporte

Fuente: Investigación de campo

Estas ruedas metálicas tienen un recubrimiento de caucho duro, de 4 pulgadas. Cada rueda soporta 380kg de peso, soportando en conjunto un peso de 1520kg.

A continuación del culminado de las ruedas, procedimos a la realización de las muelas de sujeción estas son echas de una placa de acero de 3 cm de grosor y otra de 1 cm soldadas entre sí en su mitad por el diseño de su modelo. Esta muela de sujeción consta de dos partes:

- La parte inferior, que es en donde reposa el punto de sujeción del motor, además este se acopla a la columna del soporte por medio de pernos.
- La parte superior la cual ajusta al punto de sujeción del motor con la parte inferior de la muela y a su vez a la columna del soporte por medio de un tornillo que recorre internamente su cuerpo en su parte más ancha atravesando tanto la parte superior como la inferior y a la columna.



Figura 3.11: Muelas de sujeción del motor

Fuente: Investigación de campo

Culminado con la realización del soporte procedemos a las pruebas necesarias para probar que el soporte se encuentre bien conformado estructuralmente.



Figura 3.12: Soporte ya soldado

Fuente: Investigación de campo

Finalmente se procede a pintarlo con un fondo anticorrosivo además de una pintura que permita identificar la estructura por seguridad de las personas a ocuparlo.



Figura 3.13: Soporte

Fuente: Investigación de campo

A continuación detallamos las diferentes herramientas y máquinas que se tomó para el empleo de construcción del presente proyecto, teniendo como objetivo representar de mejor forma los procesos de fabricación y poder así obtener una mejor interpretación.

Tabla 3.11. Herramientas

NOMINACIÓN	HERRAMIENTA
1	Flexometro
2	Tiza industrial
3	Granete
4	Escuadra
5	Disco de corte
6	Disco de desbaste
7	Alicate de sujeción
8	Electrodos E 6011
9	Llaves # 13,14 y 15
10	Brocas para acero
11	Pistola de pintura
12	Anticorrosivo
13	Pintura amarilla
14	Pie de rey

Fuente: I.T.S.A.

Elaborado por: Vargas Paul

Tabla 3.12. Máquinas empleadas.

NOMINACION	MAQUINAS
H-A	Amoladora
H-B	Soldadora
H-C	Taladro
H-D	Compresor

Fuente: I.T.S.A.

Elaborado por: Vargas Paul

3.5. Diagramas del proceso de construcción

Para la construcción de la estructura del soporte, asignamos un diagrama que contiene los pasos a seguir en forma ordenada según el tipo de figura y numeración.

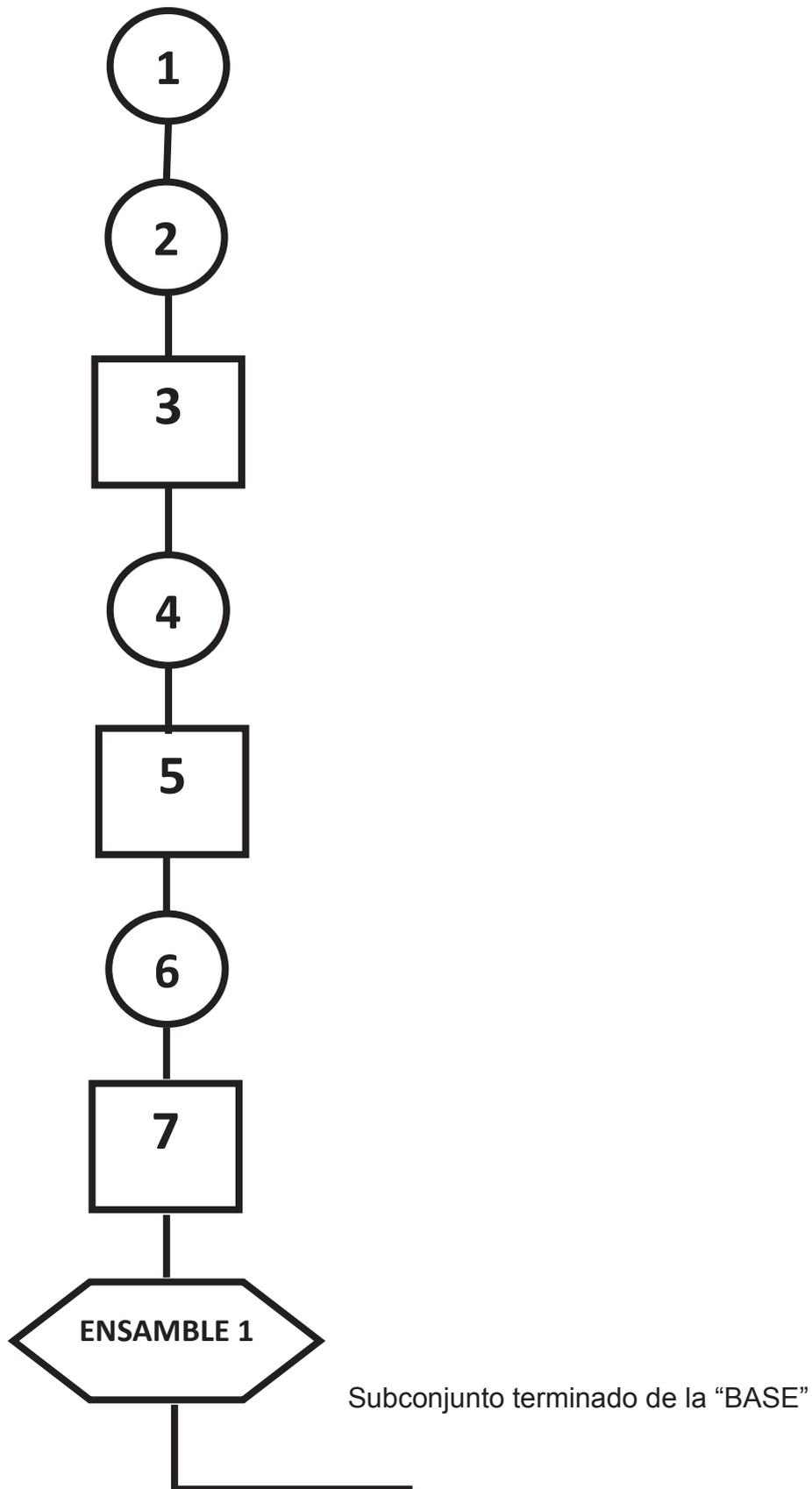
Tabla 3.13. Simbología

FIGURA	DESIGNACION
	OPERACIÓN
	INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN
	CONECTOR
	ENSAMBLE

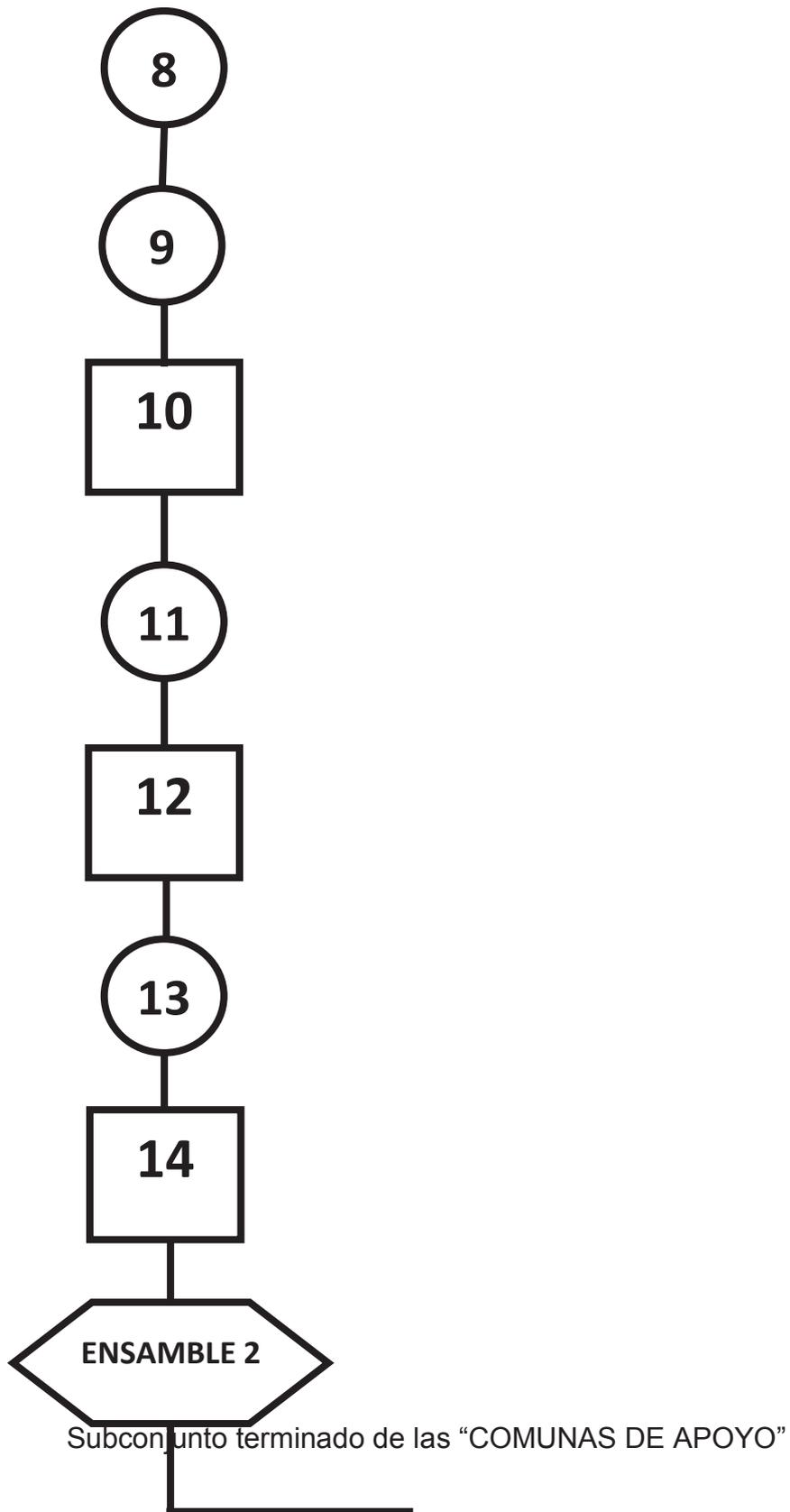
Fuente: Investigación de campo

Elaborado por: Investigador

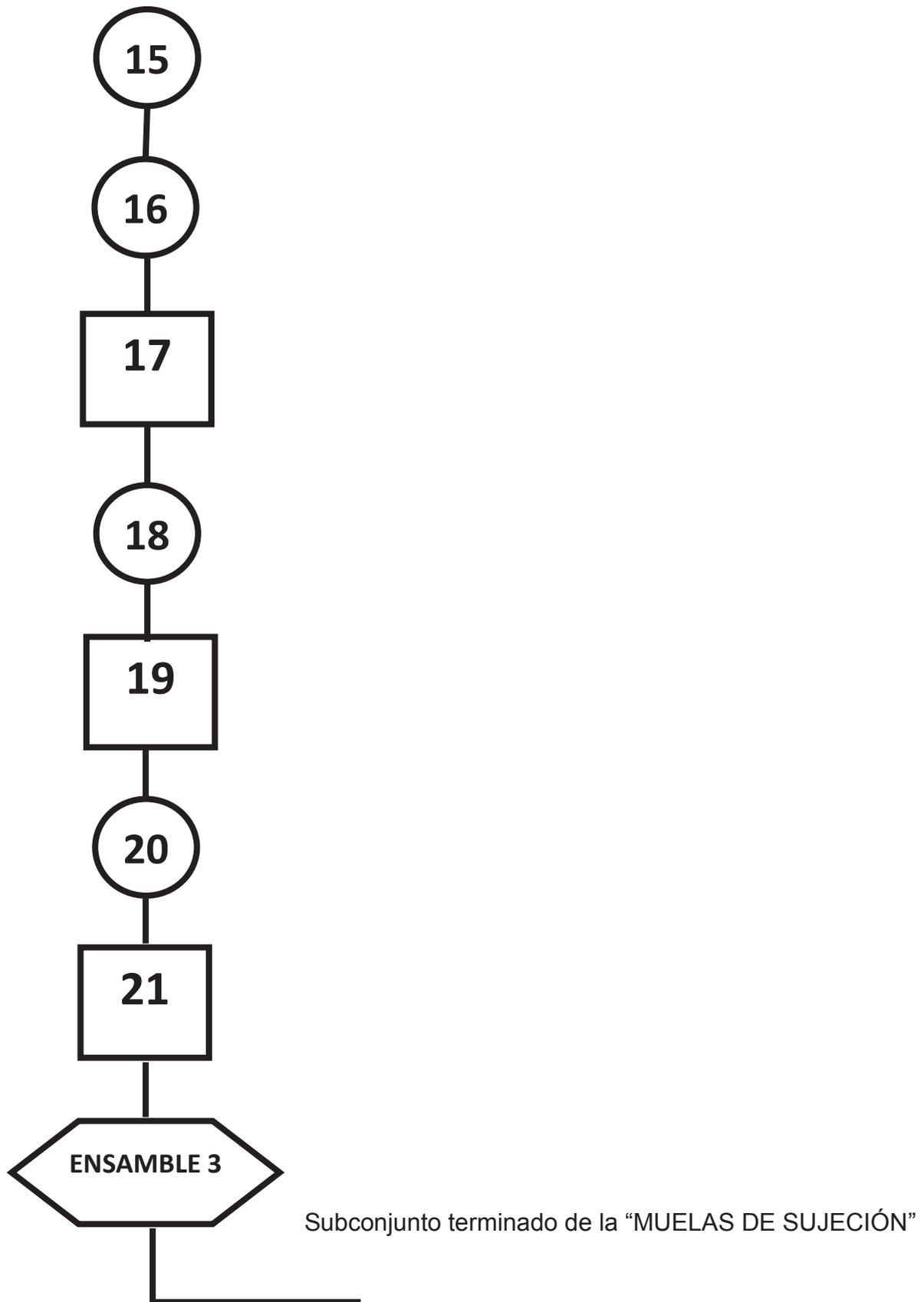
3.5.1. Proceso de construcción de la base del soporte



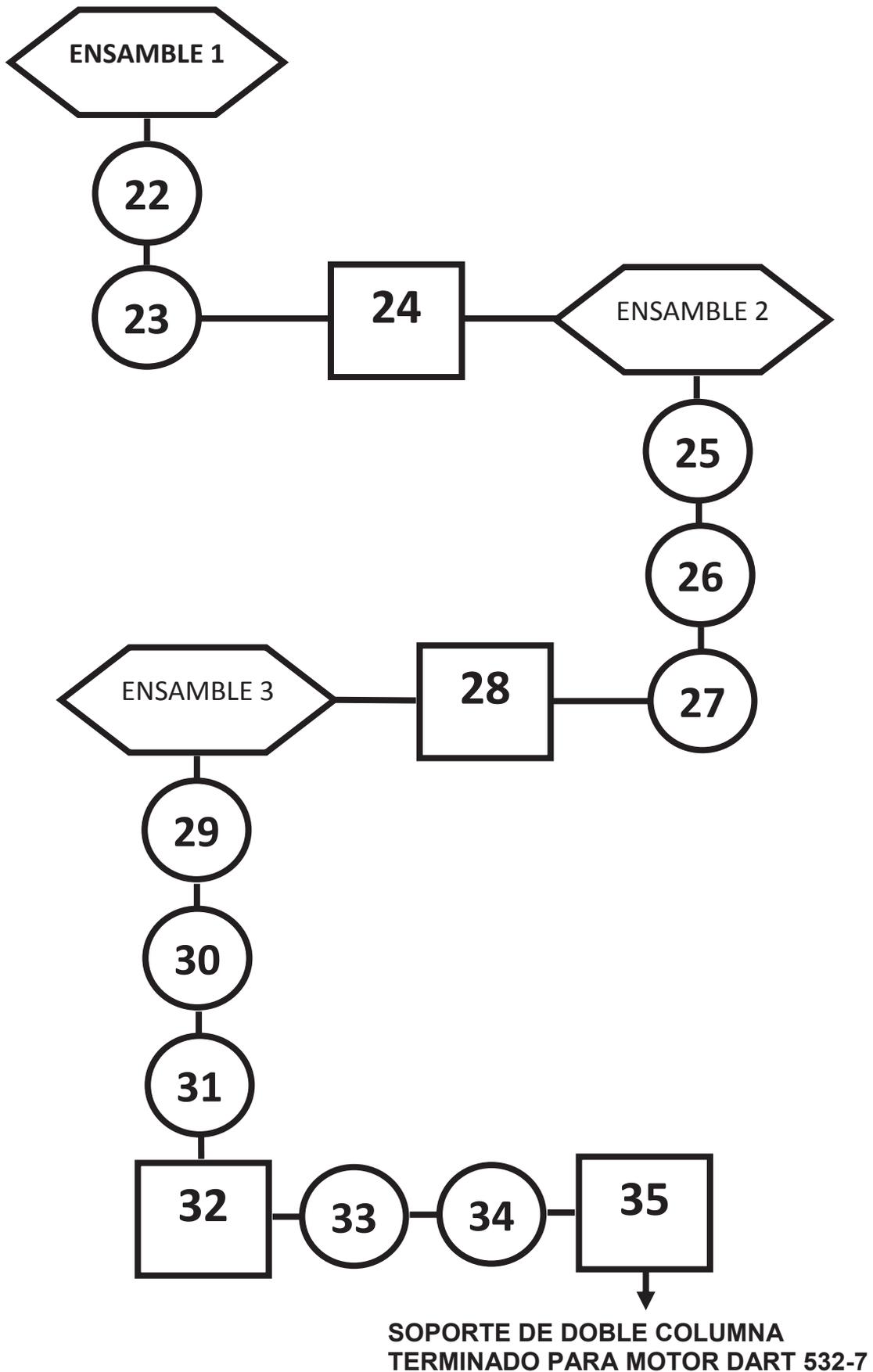
3.5.2. Proceso de construcción de las columnas del soporte



3.5.3. Proceso de construcción de las muelas de sujeción.



3.5.4. Proceso de ensamblaje de la estructura.



En la tabla 3.14, se detalla el proceso de construcción en función a las máquinas y herramientas utilizadas, para lo cual se debe relacionar la información de las mencionadas tablas 3.6 y 3.7.

Tabla 3.14. Proceso de construcción

N.	TRABAJO	HERRAMIENTAS	MAQUINAS	OBSERVACIONES
1	Medir	1-4	-	Ver tabla 3.4
2	Trazar	2-3-4	-	Ver tabla 3.4
3	Verificar	1-4	-	Ver tabla 3.4
4	Cortar	5-6	H-A	Ver tabla 3.4 y 3.5
5	Verificar	1	-	Ver tabla 3.4
6	Soldar	8	H-B	Ver tabla 3.5
7	Verificar	1-4	-	Ver tabla 3.4
8	Medir	1-4	-	Ver tabla 3.4
9	Trazar	2-3-4	-	Ver tabla 3.4
10	Verificar	1-4	-	Ver tabla 3.4
11	Cortar	5-6	H-A	Ver tabla 3.4 y 3.5
12	Verificar	1	-	Ver tabla 3.4
13	Soldar	8	H-B	Ver tabla 3.4 y 3.5
14	Verificar	1-4	-	Ver tabla 3.4
15	Medir	1-4	-	Ver tabla 3.4
16	Trazar	2-3-4	-	Ver tabla 3.4
17	Verificar	1-4	-	Ver tabla 3.4
18	Cortar	5-6	H-A	Ver tabla 3.4 y 3.5
19	Verificar	1	-	Ver tabla 3.4
20	Soldar	8	H-B	Ver tabla 3.5
21	Verificar	1-4	-	Ver tabla 3.4
22	Ensamble 1	7	-	Ver tabla 3.4
23	Soldar	8	H-B	Ver tabla 3.4 y 3.5
24	Verificar	1-4	-	Ver tabla 3.4
25	Ensamble 2	-	-	-
26	Agujear	10	H-C	Ver tabla 3.4 y 3.5
27	Empernar y ajustar	9	-	Ver tabla 3.4
28	Verificar	1-4-14	-	Ver tabla 3.4
29	Ensamble 3	-	-	-
30	Agujear	10	H-C	Ver tabla 3.4 y 3.5
31	Empernar y ajustar	9	-	Ver tabla 3.4
32	Verificar	1-4-14	-	Ver tabla 3.4
33	Anticorrosión	11	H-D	Ver tabla 3.4 y 3.5
34	Pintado	11	H-D	Ver tabla 3.4 y 3.5
35	Verificar	-	-	-

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Vargas Paul

3.6. Pruebas de Evaluación.

Después de haber culminado con la construcción del soporte se lo sometió a pruebas con cargas diferentes muy similares al peso del motor e incluido un peso adicional para medir su resistencia estructural.

Tabla 3.15. Pruebas realizadas

No.	PRUEBAS	CUMPLE	NO CUMPLE
		SI	NO
1	Seguridad	✓	
2	Estabilidad	✓	
3	Resistencia a la carga	✓	
4	Transportabilidad	✓	

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Vargas Paul

Concluidas con las pruebas ya realizadas se procede a implementar guías de mantenimiento, operación y seguridad con el objetivo de dar uso del soporte de una forma correcta y segura además de facilitar así su operación a desempeñar. Este procedimiento se lo expone en el Anexo.

3.7. Análisis económico

3.7.1. Preliminares

Se detallan los costos requeridos para el desarrollo del tema, tomando en consideración el material de construcción, herramientas, maquinas, pinturas, transporte alimentación, estadía, etc.

3.7.1.2. Costos primarios

Detalla el costo de los materiales empleados:

Tabla 3.16. Costos primarios

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	PRECIO TOTAL
Perfil canal G de 80x40x15x2.0mm	2	18.06	36.12
Ruedas Industriales	4	20.00	80.00
Disco de desgaste de metal	1	2.20	2.20
Disco de corte de metal 7x1/16	3	1.60	4.80
Pernos y tuercas	20	0.30	6.00
Arandela plana	20	0.21	4.20
Arandela de presión	20	0.25	5.00
Broca de acero 7/16	2	3.00	6.00
Muelas de sujeción de acero.	2	25.00	50.00

Tiza industrial	5	0.50	2.50
Electrodos	8 lbs.	2.00	16.00
Cepillo de acero	2	0.70	1.40
Liga de agua	5	0.90	4.50
Anticorrosivo	1 lt.	4.50	4.50
Pintura-Esmalte	5 lts.	2.00	10.00
Tiñer	1 lt.	2.50	2.50
Disolventes	1	20.00	20.00
		TOTAL	\$ 255.72

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Vargas Paul

3.7.1.2. Gastos secundarios

Detalla el gasto realizado aparte de la construcción del proyecto.

Tabla 3.17. Gastos secundarios

No.	Descripción	Costo
1	Aranceles de graduación	\$ 120.00
2	Hospedaje	\$128.00
3	Transporte	\$ 80.00
4	Transporte del soporte	\$ 50.00
5	Copias, anillados,	\$ 80.00

6	Internet e impresiones	\$ 100.00
7	Mano de obra (pintado)	\$50.00
8	Mano de obra (soldadura)	\$50.00
9	Varios	\$ 80.00
	TOTAL	\$ 738.00

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Vargas Paul

3.7.1.3. Costo total

Detalla la suma total de los costos primarios con los secundarios y nos como resultado el valor final del presente proyecto.

Tabla 3.18. Costo total

DESCRIPCIÓN	VALOR
Costo primario	\$ 255.72
Gasto secundario	\$ 738.00
TOTAL	\$ 993.72

Fuente: Investigación de campo.

Elaborado por: Investigador.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se recopiló la información necesaria para el desarrollo del presente proyecto, adquiriendo así lo más importante y necesario en su realización.
- Se impuso dos alternativas para la construcción del soporte, que por medio de un proceso de evaluación y análisis se seleccionó la más eficaz para realizar el presente proyecto.
- Se escogió de manera apropiada los materiales resistentes para la estructura a construir teniendo en cuenta su seguridad y economía.
- Se construyó una estructura apta para soportar la carga que aplica el motor, además de una eficaz estabilidad al transportarse.
- Se estableció una matriz de pruebas con sus respectivos resultados para determinar el soporte más eficiente para transportar el motor designado.
- Se efectuó manuales de operación, seguridad y mantenimiento, teniendo como objetivo cuidar de la salud y seguridad de los operarios, además del adecuado estado y funcionamiento de la estructura.

4.2. Recomendaciones

- Mantener una distancia prudente fuera de cualquier objeto que atente físicamente al motor en el momento de izaje y su traslado hasta el soporte.
- Verificar que el motor se encuentre correctamente alineada con la estructura de manera que no exista roces o golpes al colocarse el motor en el soporte.
- Asegurar los puntos de sujeción al apoyar el motor en el soporte de tal manera que se evite accidentes físicos al momento de transportarse hasta su destino.
- Tener muy presente las indicaciones explicadas en los manuales de operación, seguridad y mantenimiento del soporte de motor.
- Usarlos respectivos equipos de protección adecuados para trabajar en forma eficaz y segura.
- En bienestar del soporte se aconseja utilizarlo solo para el trabajo del motor designado.

GLOSARIO

Izaje: Capacidad de levantar cargas.

Trabajabilidad: Engloba las propiedades de trabajo de los materiales.

Tutorial: Guía o curso breve de poca profundidad.

Anticorrosivo: Sustancias cuya acción consistiría en inhibir la tasa de oxidación.

Envergadura alar.- Es el ancho de una aeronave de un extremo a otro de las alas.

Propulsión.- La propulsión es el movimiento generado a partir de una fuerza que da impulso.

Resistencia parasitaria.- Se denomina así toda resistencia que no es función de la sustentación.

Magnitud física.- Es una propiedad o cualidad de un objeto o sistema físico a la que se le pueden asignar distintos valores como resultado de una medición cuantitativa.

Módulo de un vector.- Es la longitud del segmento que define un vector.

Torque.- Es el momento de fuerza o momento dinámico, que es una magnitud vectorial obtenida a partir del punto de aplicación de la fuerza. Esta magnitud se obtiene como producto vectorial.

Tracción.- En el cálculo de estructuras e ingeniería se denomina tracción al esfuerzo al que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo.

Materiales dúctiles.-Se considera materiales dúctiles a aquellos que pueden deformarse considerablemente antes de llegar a rotura.

Esfuerzo cortante máximo o ECM.- Es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico como por ejemplo una viga o un pilar.

Octaédrico.-Proviene del octaedro o de su forma: polígono octaédrico.

Hidrostática.- Es la rama de la mecánica de fluidos que estudia los fluidos en estado de reposo, la base principal de la hidrostática son el principio de Pascal y el principio de Arquímedes la hidrostática estudia fluidos en reposo tales como gases y líquidos.

Cuerpo homogéneo.- Un cuerpo homogéneo puede, por tanto, estar constituido por varias clases de átomos diferentes. Los componentes de un cuerpo homogéneo pueden separarse por procedimientos denominados químicos.

Espacio arquitectónico.- Es el elemento primordial de la Arquitectura, al que ella delimita y pormenoriza. Es aquel delimitado por el volumen.-

Laminación.- La laminación es un proceso de conformación plástica en el que el metal fluye de modo continuo y en una dirección preferente, mediante fuerzas de compresión.

Lingotes.- Trozo o barra de metal en bruto fundido.

Forja.- Es un proceso de conformado por deformación plástica que puede realizarse en caliente o en frío y en el que la deformación del material se produce por la aplicación de fuerzas de compresión.

La metalurgia.- Es la ciencia que trata de la extracción de los metales a partir de sus minerales para hacer aleaciones y objetos metálicos.

Galvanizado.- Es el proceso electroquímico por el cual se puede cubrir un metal con otro.

Flejes.- Es una cinta, originariamente metálica, utilizada para encintar el embalaje de diversos productos, mayormente productos pesados. La principal característica de esta cinta es su resistencia a la tracción.

Protección catódica.- Es una técnica para controlar la corrosión galvánica de una superficie de metal convirtiéndola en el cátodo de una celda electroquímica.

Metatarso.- El metatarso se compone de cinco huesos metatarsianos, que se enumeran desde la cara medial del pie.

Sueldas dieléctricas.- es conocida como de alta frecuencia y esta hace que el termoplástico que va a ser soldado se coloca como dieléctrico entre dos barras de soldadura que actúan como electrodos. Los electrodos transmiten al plástico una corriente de alta frecuencia (100 Mhz), y al mismo tiempo ejercen presión sobre él. Al ser sometido a esta corriente de alta frecuencia, se genera calor en el seno del material, debido a la fricción entre las moléculas que se desvían en uno y otro sentido respondiendo al campo electromagnético.

BIBLIOGRAFÍA

Libros:

- **SHANLEY 1967**. “Mechanics of materials”. Editorial McGraw Hill BookCompanyInc. México DF
- **MILLÁN GÓMEZ**, Simón (2006). *Procedimientos de Mecanizado*. Madrid: Editorial Paraninfo
- **R. L. O’Brien** 1996. “Manual de soldadura” Tomo I, 8ª Edición. Editorial en español PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, SA
- **McCORMAC** Jack 2002 “Diseño de estructuras de acero” 2ª Edición. Editorial ALFAOMEGA GRUPO EDITOR SA. México DF
- **ROGER L BROCKENBROUGH Y FREDERICK S. MERRITT**, Manual de Diseño de Estructuras de Acero. Editorial Mc Graw Hill. 1994

Internet

- <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/sedes/palmira/5000155/lecciones/lec2.htm>
- <http://webdelprofesor.ula.ve/arquitectura/jorgem/principal/guias/esfdef.pdf>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Acero>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Perfil>
- www.urbipedia.org/index.php/Momento_flector
- http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/nayive/mecanica_r10/TemaVI_archivos/Fuerza_V_momento_Flector.pdf
- http://es.wikipedia.org/wiki/Vector_%28f%C3%ADsica%29
- <http://www.monografias.com/trabajos71/centro-de-gravedad/centro-de-gravedad.shtml>
- <http://csvgp-tecnologia-administracion.blogspot.com/>
- <http://ajuste.wordpress.com/2009/11/17/trazado-mecanico/>
- <http://autovazclub.forosphpbb.es/t1839-6-factores-importantes-en-el-proceso-de-la-soldadura-4>

ANEXOS

ANEXO “A” EL ANTEPROYECTO

El Problema

1.1. Planteamiento del problema.

En el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), ubicado en la ciudad de Latacunga, dentro de su amplia oferta académica, con carreras únicas a nivel nacional y un alto grado de preparación de los docentes y personal administrativo, brinda a toda la ciudadanía ecuatoriano la posibilidad de aprender y ser parte del mundo de la aviación a través del estudio de mecánica aeronáutica, en sus diferentes especialidades como es la mención en motores de aviación y estructuras de aeronaves.

El Instituto además de contar con varias herramientas para el aprendizaje es necesario implementar nuevos materiales didácticos como es el caso de un avión escuela, el cual será de vital importancia en la preparación académica de futuros tecnólogos, familiarizándolos con aviones comerciales y brindándoles una herramienta de gran ayuda para un buen desempeño en el campo aeronáutico comercial.

En la actualidad la Fuerza Aérea Ecuatoriana (FAE) cuenta con varios aviones operativos e inoperativos los cuales por diversos motivos han perdido su aeronavegabilidad. Estos aviones se encuentran en diversas bases donde opera la FAE como es el caso en el Ala de Transporte N° 11 ubicado en la ciudad de Quito - Provincia de Pichincha, en donde existe un avión Fairchild FH-227 el cual tiene las condiciones perfectas para ser adecuado como avión escuela.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), después de realizar las gestiones respectivas solo espera la autorización final para organizar la logística para el transporte del avión Fairchild FH-227 con la matrícula HC-BHD del Ala de Transporte N°11 hacia el campus del Instituto.

Por ello para transportar un avión por tierra es necesaria una gran logística, herramientas adecuadas para el trabajo, soportes para los motores izquierdo y derecho, soportes para el fuselaje entre otros los cuales ayudaran en el traslado del avión Fairchild FH-227 hacia el campus del Instituto y además se requiere del apoyo de un gran grupo humano de técnicos, mecánicos y ayudantes dispuestos para colaborar al traer el avión Fairchild FH-227 y obtener una nueva de herramienta de estudio practico como un avión escuela para la Institución.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo realizar la logística y los procesos técnicos para el traslado del avión Fairchild FH-227 con la matrícula HC-BHD del Ala de Transporte N°11 hacia el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA)?

1.3. JUSTIFICACIÓN.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA) tiene como visión primordial ser uno de los mejores Institutos de educación superior, formando profesionales competitivos en el desarrollo aeroespacial, empresarial y cuidado del medio ambiente.

Las mejoras en el ITSA, suponen tener en cuenta una serie de parámetros que van desde mejorar la calidad y seguridad hasta mejorar las condiciones de trabajo y la optimización de los recursos. Estos elementos y conceptos estratégicos para el desarrollo industrial, se encuentran a su vez interrelacionados fuertemente, hasta el punto que la solidez, efectividad y sostenibilidad de los cambios y medidas que se implementan en una institución son resultado de sistemas implantados y adecuaciones contemporáneas a los diferentes talleres y laboratorios. Es por lo cual el ITSA debe obtener un avión escuela (Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD), lo cual es una gran herramienta de aprendizaje para el bienestar institucional.

En este presente proyecto se busca beneficiar a docentes y estudiantes ya que así se podrá asimilar de mejor manera la teoría aprendida con las prácticas que se realizan en el taller mejorando los conocimientos y las destrezas, y a su vez un mejor nivel profesional, además de mejorar la imagen institucional ya que se logrará proporcionar profesionales más preparados para la industria de la aviación. Así los estudiantes aprovecharán al máximo los recursos que les ofrece el Instituto, obteniendo conocimientos sólidos y provechosos, lo que conllevará a un mejor desenvolvimiento en el campo laboral.

De no realizar este proyecto se perjudicaría a los estudiantes del plantel ya que no obtendrían los conocimientos prácticos necesarios que se necesitan al momento de ocupar un puesto laboral en la industria aeronáutica.

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. OBJETIVO GENERAL:

Planificar la logística y los procesos técnicos para el traslado del avión Fairchild FH-227 con la matrícula HC-BHD del Ala de Transporte N°11 hasta el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA).

1.4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- ✓ Recopilar información necesaria que nos ayude a realizar el traslado por tierra del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD.
- ✓ Conocer el estado actual del avión Fairchild FH-227.
- ✓ Conocer los obstáculos que dificulta el traslado del avión.
- ✓ Analizar y determinar el lugar de ubicación en el Instituto para el avión.
- ✓ Analizar las fortalezas y debilidades del estado del avión.
- ✓ Indagar el tiempo de duración para el traslado del avión Fairchild FH-227.
- ✓ Construir soportes para el motor izquierdo y derecho del avión Fairchild FH-227 para facilitar su traslado.

1.5. ALCANCE.

El presente trabajo de investigación pretende ofrecer beneficios al ITSA, optimizando las diversas áreas en las que el ITSA brinda su educación académica y de manera primordial a los estudiantes e instructores de la Carrera de Mecánica Aeronáutica; tanto en su formación práctica y académica, logrando así obtener un conocimiento más amplio acerca de los grandes pasos con respecto a la tecnología que la aviación continuamente está dando, además facilitara a que el estudiante se incentive en el campo aeronáutico, trazándose metas y obteniendo una mejor experiencia laboral y técnica.

2. PLAN METODOLÓGICO

2.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN:

La modalidad básica de la investigación será No Experimental porque no se manipulara ninguna de las variables, ya que únicamente se observara y se recopilara la información de los adelantos que vayan ocurriendo durante el proceso de la investigación.

2.2. TIPOS DE INVESTIGACIÓN:

Se aplicaran los siguientes:

- ❖ **INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL O BIBLIOGRÁFICA:** Para elabora el proyecto se buscara y recopilara información de manuales, internet y libros de las regulaciones de la DAC.
- ❖ **INVESTIGACIÓN DE CAMPO:** El presente proyecto se va a recopilar información en el lugar donde se su citan los hechos; es decir en donde se desarrollara la investigación.

2.3. NIVELES DE INVESTIGACIÓN

- ❖ **NIVEL EXPLORATORIA:** Este hace una revisión bibliográfica y nos ayuda a explorar el fenómeno de investigación.
- ❖ **NIVEL DESCRIPTIVA:** Realiza una investigación de campo que permite al investigador describir lo que sucede con el fenómeno de la investigación, y también debido a que ya existe conocimiento del problema y no es ajeno a nuestra realidad. Este nivel dará resultados más profundos y ayudara a encontrar las diferentes soluciones necesarias.

2.4. PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Por medio de este procedimiento se permite identificar la fuente de información y se realizara mediante la observación. Siendo de vital importancia para obtener resultados concretos.

2.4.1. TÉCNICAS

- **Bibliográfica.-** Para recolectar información necesaria acerca de los estudios que se realizaran ya sea por medio del internet u otros registros concernientes a la investigación.

- **De campo:**
 - **Observación.-** La observación ayudara a conseguir un registro sistemático de las tareas que se deban realizar en los sitios en donde se va a desarrollar la investigación, para que sea el complemento idóneo de enseñanza teórica de la Carrera de Mecánica Aeronáutica.

2.5. PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN

Una vez que se ha recolectado la información se la procesara y se eliminara la información defectuosa, de esta forma se obtendrá una información detallada acorde con la investigación.

2.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los datos obtenidos se presentaran en forma escrita sobre la observación, y esta información servirá para buscar una solución adecuada al problema investigado.

2.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Luego de a ver analizado e interpretado la información recolectada se procederá a determinar las respectivas conclusiones y recomendaciones de la investigación realizada.

3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO

3.1. MARCO TEÓRICO.

3.1.1. ANTECEDENTES.

Como antecedentes para el presente proyecto tenemos la planificación del traslado del avión Boeing 727 hacia el campus del ITSA y además contamos con los manuales del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD. Los cuales son de gran importancia ya que nos ayudara a realizar los diferentes trabajos a realizarse para el traslado del avión.

El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, en la actualidad está equipado con diferentes laboratorios con fines didácticos, permitiendo al estudiante un adiestramiento técnico y práctico para ser más competitivos en el mundo laboral cada día más exigente.

Uno de los laboratorios más conocidos de la institución es BLOQUE 42, el cual actualmente consta de varias herramientas especiales, maquetas didácticas, motores, equipos y sistemas aeronáuticos que permiten a los estudiantes realizar sus prácticas permitiéndoles una mejor comprensión para facilitar así su conocimiento y poder aprender cada vez más acerca del maravilloso mundo de la aviación.

La aviación se va modernizando a través de la tecnología día tras día y hay que optar por otras técnicas de enseñanza, obligando a instituciones educativas a innovarse y a ser mucho más competitivas; es por esto que el ITSA se ve obligado a modernizarse adquiriendo nueva tecnología y optando por nuevas maneras de enseñanza. Es por esto que la adquisición de un avión como es el avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD va ayudar en el conocimiento de los estudiantes en su vida profesional ya que este será una nueva fuente de enseñanza como es un avión escuela.

Actualmente el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA), no consta con un avión escuela es por lo cual este proyecto beneficiara a todas las carreras a seguir en la Institución con un avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD.

3.1.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

3.1.2.1. INTRODUCCIÓN:

El Fairchild F-27 Y el Fairchild Hiller FH-227 fueron unos derivados de la aeronave civil holandesa Fokker F27, construidas bajo licencia por la Fairchild Hiller en su fábrica de Hagerstown, Maryland, en el estado de Virginia (EEUU).

Las relaciones entre Fokker y Fairchild comienzan hacia el año 1952. Ambos constructores habían trabajado anteriormente en la búsqueda de un avión que lograra remplazar el DC-3. En un principio Fairchild logra obtener la licencia de fabricación de los aviones de entrenamiento Fokker S.11, S.12 y S.14.

El primer F-27 producido por Fairchild es entregado a su cliente, poco tiempo antes que la fábrica Fokker en Schiphol-Holanda haya entregado su primer modelo de serie. Los aviones producidos por Fairchild recibieron denominaciones diferentes a los modelos holandeses:

Fairchild por su parte desarrolla versiones propias, como la F-27F(un avión VIP en configuración ejecutiva), el F-27J, más pesado y remotorizado con Dart Mk 532-7 para la Allegheny Airlines y el modelo de prestaciones mejoradas en alta cota F-27M.

Desarrollo del FH-227



Los trabajos iniciales consisten en un alargamiento de la estructura del fuselaje, agregando un plug delante de las alas que aumenta su longitud en 1.98 m adicionales. Esto permite pasar de una capacidad de 40 pasajeros en los F.27 a 52 en los FH-227.

El objetivo básico de la Fairchild Hiller era lograr un avión que fuera económicamente rentable, fiable y de fácil operación para las aerolíneas regionales. Los estudios de mercado le dieron la razón y pronto el libro de pedidos registraba 46 por el nuevo avión.

Versiones:

FH-227.- Versión inicial motorizada con Dart 7 Mk 532-7 de 2.250 cv. Estos motores tenían una reducción gear de 0.093:1. Peso máximo en despegue 19.730 kg (43.500 lbs).

FH-227B.- Versión reforzada de mayor peso, pedida por Piedmont Airlines en abril de 1966 y que entrará en servicio en marzo de 1967. Como planta motriz se instalan Dart Mk 532-7L de 2.250 cv y el avión es equipado con hélices de mayor diámetro. El peso máximo en despegue pasa a 20.640 kg (45.500 lbs).

FH-227C.- Básicamente un FH-227 con las hélices del FH-227B. Mismo peso máximo al despegue y motorización.

FH-227D.- Versión pasajeros-carga convertible. Equipada con frenos mejorados ABS y sistema de flaps con posiciones intermedias para el despegue. Motores Dart 7 532-7C o Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv y reducción gear de 0.093:1. Peso máximo al despegue de 20.640 kg (45.500 lbs).

FH-227E.- FH-227C modificado en FH-227D. Motorización Dart 7 Mk 532-7L de 2.300 cv. Peso máximo al despegue de 19.730 kg (43.500 lbs).

Producción:

Los números de constructor de Fairchild Hiller van de C/N 501 al C/N 579, de hecho este último avión jamás fue terminado lo que da una producción de 78 aviones FH-227.

- **FH-227** 33 aviones
- **FH-227B** 37 aviones
- **FH-227D** 8 aviones

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE FAIRCHILD HILLER FH-227D LCD



Tipo: Avión comercial y de transporte.

Tripulación: 2.

Primer vuelo: 27 de Enero de 1966.

En servicio: 1 de Julio de 1966.

Constructor: Fairchild Hiller.

Diseñado por: Sin datos.

Longitud: 25,50 m.

Altura: 8,41 m.

Envergadura: 29 m.

Peso vacío: 18.600 kg.

Máximo al despegue: 20.640 kg.

Capacidad de carga: 6.180 kg.

Techo de servicio: 80535 m.

Alcance: 2.661 km.

Motores: Dos Rolls-Royce Dart 532-7L.

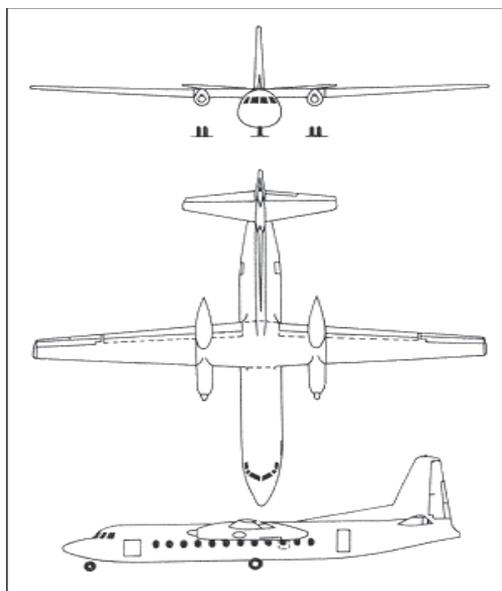
Potencia unitaria: 2.300 cv.

Velocidad máxima: 420 km/h.

Usuarios (Militares): Uruguay, Colombia, Perú, México.

Pesos:

- **Máximo al despegue (MTOW):** 20.640 kg (45.500 lbs.).
- **Máximo al aterrizaje (MLW):** 20.410 kg (45.000 lbs.).
- **Vacío (ZFW):** 18.600 kg (41.000 lbs.).
- **Planta motriz:** 2 Rolls-Royce Dart 532-7L de 2.300 cv, Reduction Gearing 0.093.1. Estos motores permitían un máximo de 15.000 rpm, y se recomendaba evitar operaciones entre las 8.500 y las 9.500 rpm. El máximo de temperatura permitido era de 930° en el arranque y 905° en la fase de despegue por cinco minutos.
- **Hélices:** dos de tipo Rotol de un diámetro nominal de 12,5 ft. El máximo régimen permitido era de 16.500 rpm y funcionaban en 4 posiciones: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.

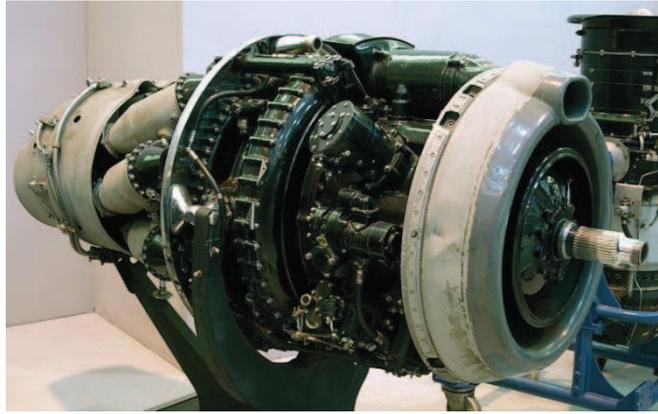


Prestaciones

- **Velocidad máxima (Vne):** 259 kts (478 km/h).
- **Velocidad de crucero:** 220 kts (407 km/h).
- **Velocidad máxima de operación (Vmo):** 227 kts (420 km/h) a 19.000 ft.
- **Velocidad de extracción de flaps (Vfe):** 140 kts (259 kph).
- **Velocidad de operación del tren de aterrizaje:** 170 kts (314 km/h).
- **Velocidad mínima de control:** 90 kts (166 kph) (sin tren y sin flaps abajo).
- **Velocidad mínima de control:** 85 kts (157 kph) (todo abajo, dependiendo el peso).
- **Flaps:** 7 posiciones.
- **Combustible:** 5.150 l (1.364 galones).
- **Consumo:** 202 gal/hora.
- **Máxima autonomía:** 2.661 km (1.437 nm).
- **Techo de servicio:** 8.535 m.
- **Tripulación:** 2.
- **Pasajeros:** 48 a 52.
- **Carga útil:** 6.180 kg (13.626 lbs).
- **Producción:** de 1966 a 1972 (cierre de la producción).
- **Ejemplares producidos:** 78.

MOTOR DOS ROLLS ROYCE DART

El **Rolls-Royce Dart** fue un diseño de turbohélice británico de larga vida, fabricado por Rolls Royce Limited. Entró en producción a fines de los 40, equipando en principio el Vickers Viscount, que voló por primera vez en 1948. El Dart (toma su nombre del río inglés) se mantuvo en producción hasta 1987, cuando los últimos F-27 y H.S. 748 fueron fabricados.



La potencia de salida era de alrededor de 1.500 hp (1.120 kW) en las primeras versiones, y cerca del doble en las últimas, como la que equipó al NAMC YS-11 para las líneas aéreas. Algunas versiones tenían incorporada la inyección de agua/metanol, que actuaba como un restaurador de energía en condiciones de altura y calor.

Especificaciones:

- **Tipo:** turbohélice.
- **Compresor:** centrífugo de dos etapas.
- **Combustión:** 7 cámaras.
- **Turbina:** 3 etapas.
- **Combustible:** kerosene.
- **Potencia:** 1.800 shp.
- **Compresión:** 5,4:1.
- **Consumo de aire:** 9,7 kg/s.

MOTORES TURBOHÉLICES

El tipo de motor denominado turbohélice tiene montada delante del reactor una hélice propulsada por una segunda turbina, denominada turbina libre, o por etapas adicionales de la turbina que mueve el compresor (tipo eje fijo).

Alrededor de un 90 % de la energía de los gases expandidos se absorbe en la parte de la turbina que mueve la hélice y el 10 % restante se emplea para acelerar el chorro de gases de escape. Esto hace que el chorro solo suponga una pequeña parte del empuje total.

El turbohélice más potente del mundo es el Kuznetsov NK-12MA que produce 15.000 hp. Sólo los turbohélices Progress D-27 y Europrop TP400, más recientes, se le acercan.

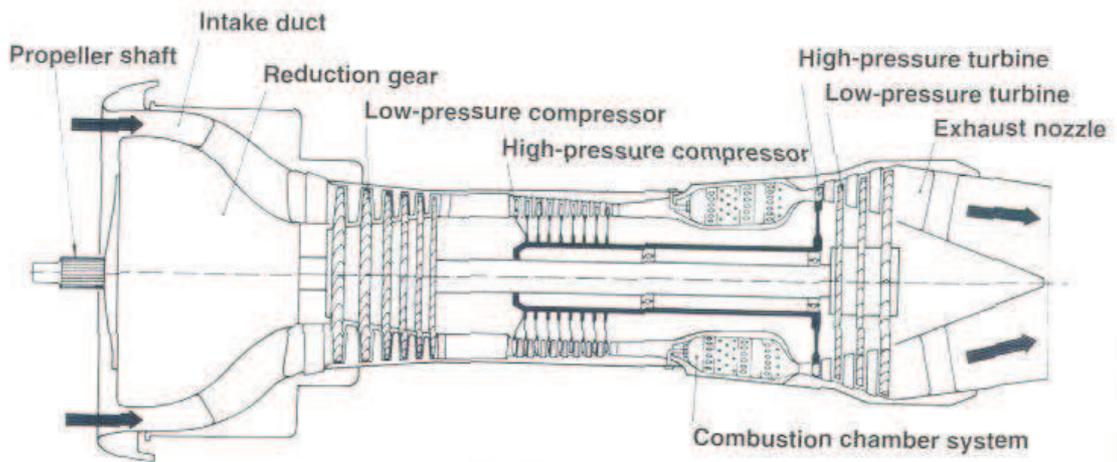
La propulsión en un motor turbohélice se realiza por la conversión de la mayor parte de la energía de la corriente de gas en potencia mecánica para arrastrar al compresor, accesorios, y carga de la hélice. Solo una pequeña cantidad (aproximadamente el 10 por ciento) del empuje del chorro está disponible por la corriente de gas de relativamente baja presión y baja velocidad creada por las etapas de turbina necesarias para arrastrar la carga extra de la hélice.

Las características y usos del turbohélice son como sigue:

1. Alto rendimiento propulsivo a bajas velocidades, lo cual resulta en cortas carreras de despegue pero que disminuye rápidamente a medida que la velocidad aumenta. El motor es capaz de desarrollar alto empuje a bajas velocidades porque la hélice puede acelerar grandes cantidades de aire a partir de velocidad 0 hacia delante del avión.
2. Tiene un diseño más complicado y es más pesado que un turboreactor.
3. Un consumo específico de combustible (TSFC) más bajo que el turboreactor.
4. Combinación motor y hélice con mayor área frontal lo cual necesita trenes de aterrizaje mayores para los aviones de ala baja, pero que no necesariamente aumenta la resistencia parasitaria.

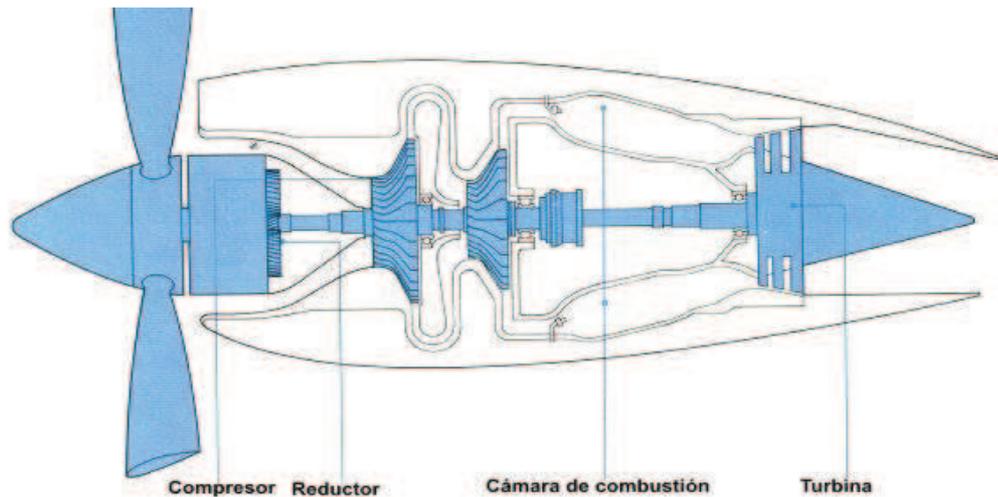
5. Posibilidad de empuje inverso eficaz.

Estas características demuestran que los motores turbohélices son superiores para despegar con cargas pesadas en pistas de longitud corta y media. Normalmente los turbohélices están limitados en velocidades hasta aproximadamente 500 mph (805 km. /h), ya que el rendimiento de la hélice cae rápidamente con velocidades mayores a causa de la formación de ondas de choque. No obstante, los investigadores en la Hamilton Standard división of United Technologies Corporation y otros están intentando superar, o ampliar esta limitación experimentando con hélices multipalas de cuerda ancha y diámetro pequeño, que dicen ser más rentables que el turbofan de gran relación de paso, con un 20 por ciento de reducción en el consumo específico de combustible.



Mientras que el diseño básico de un turbohélice es similar a un turboreactor puro, principalmente difiere en:

- Una turbina adicional para arrastrar a la hélice,
- Una disposición de dos conjuntos de rotación, y,
- Un engranaje reductor para convertir la alta velocidad rotacional de la turbina en una velocidad más moderada para la hélice.



Un turborreactor está diseñado para acelerar una masa de flujo de aire relativamente baja a una alta velocidad de escape, inversamente, un turbohélice está diseñado para acelerar una gran masa de flujo de aire a baja velocidad. Esto como resultado nos da un rendimiento de combustible inmejorable, aunque a costa de la velocidad de vuelo y el ruido en cabina.

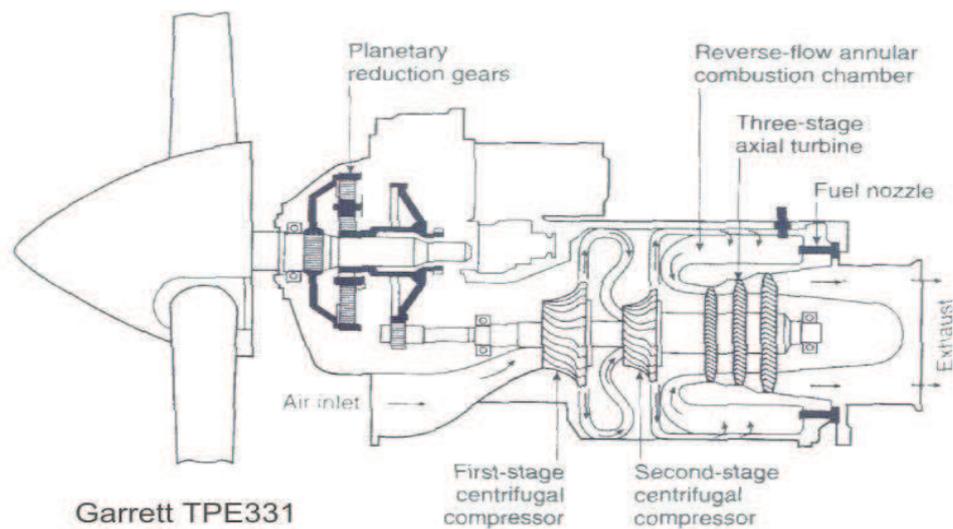
El ciclo termodinámico es igual al del reactor puro. En el reactor puro, la propulsión es el resultado de la reacción sobre la masa acelerada, en tanto que en el turbohélice se obtiene por medio de la tracción de la hélice que recibe la energía procedente de la aplicada a la turbina que la mueve. La velocidad de salida de los gases de escape es pues ya muy reducida, porque la energía cinética de los gases en la expansión ha sido captada casi en su totalidad por las turbinas para mover al compresor o compresores y la hélice. Solo un pequeño empuje residual se obtiene en el turborreactor base, procedente de la energía que aún queda en la expansión después de la última turbina, pero este empuje es muy pequeño comparado con la tracción de la hélice.

La energía obtenida en un turbohélice se puede expresar en forma de potencia transmitida al árbol de la hélice, cosa que no ocurre en el turborreactor, al que solo en el caso de que consideremos la velocidad del avión que propulsa, podemos hallar su potencia equivalente. En un turbohélice funcionando pero estando aun en reposo, hay una verdadera potencia en el árbol de la hélice de

forma similar a la de los motores alternativos, esto es, potencia disponible. La cual se puede medir mediante un freno.

Los turbohélices pueden adoptar diversas configuraciones según el turborreactor básico con el que formen un grupo motopropulsor. Las configuraciones pueden ser:

- Turborreactores puros de compresores axiales simples o dobles.
- Turborreactores puros de compresores centrífugos simples o dobles.
- Turborreactores puros de compresores mixtos (axiales y centrífugos).



Atendiendo a la forma en que la hélice recibe el movimiento, los turbohélices pueden ser:

- De turbina libre.
- De turbina ligada.

El motor turbohélice típico puede descomponerse en conjuntos como sigue:

1. El conjunto de la sección de potencia, que comprende los componentes principales usuales de los motores de turbina de gas (compresor, cámara de combustión, turbina, y la sección de escape).
2. El conjunto de la caja o engranaje del reductor que contiene aquellas secciones peculiares para las configuraciones de turbohélice.
3. El conjunto medidor de torque, usado para indicar la potencia desarrollada por el motor turbohélice. El torque del motor o momento de torsión es proporcional a los caballos de potencia y se transmite a través del reductor de la hélice.
4. El conjunto de arrastre de accesorios.

Acoplamiento a la turbina.

Acoplamiento de la turbina con el compresor

Los ejes de turbina están acoplados a los bujes posteriores de los compresores normalmente por unos dispositivos de acoplamiento y freno. Estos acoplamientos de acero, aseguran el eje de arrastre de la turbina con el compresor, y suelen tener un estriado en el diámetro exterior o en el interior que coincide con el estriado interno o externo del extremo delantero del eje de turbina. El acoplamiento puede tener una rosca a izquierdas en la parte delantera y una pestaña que sujeta el eje al buje posterior del compresor, también tiene un estriado para acoplar el útil o herramienta de apriete en su interior.

Arrastre de los accesorios

En casi todos los motores alternativos, los accesorios tales como magnetos, bombas, alternadores, y puestas en marcha están montados detrás de los

cilindros, pero en un motor turborreactor o turbohélice, la tobera de escape ocupa este valioso espacio. Por esta razón, deben elegirse otras localizaciones para los accesorios.

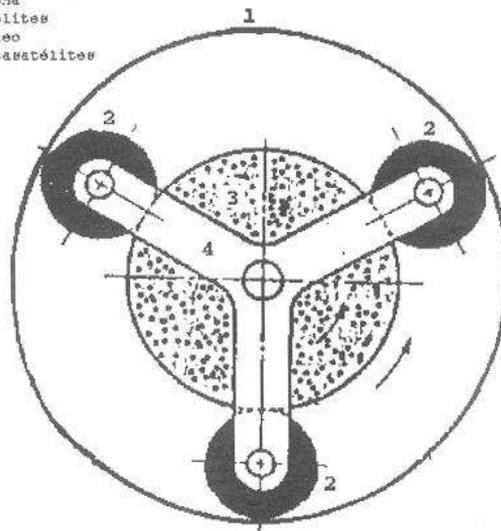
Los motores de turbina de gas tienen abundancia de aire comprimido para operar muchos de los componentes, los cuales en un avión propulsado por un motor alternativo, están arrastrados por engranajes dentro del motor. Algunos de estos accesorios son bombas hidráulicas, unidades de aire acondicionado, y diferentes actuadores.

Otros componentes, tal como bombas de aceite, bombas de combustible, unidades de control de combustible, y puestas en marcha, están arrastrados por engranajes cónicos desde el eje de arrastre compresor turbina. Existen dos localizaciones básicas para montar los accesorios arrastrados por engranajes: debajo del compresor de baja presión y debajo del compresor de alta presión detrás del fan. Pero a pesar de esto la variedad es muy grande, pues hay motores que lo tienen en la parte superior, otros tienen más de un carter de accesorios, bien buscando una mejor distribución o para cambiar la dirección de giro de un eje.

Engranajes de Reducción

Los motores alternativos giran lo bastante lentos como para que algunos pequeños arrastren la hélice directamente desde el propio cigüeñal. Incluso los motores mayores que arrastran la hélice a través de una serie de engranajes de reducción apenas usan una relación de reducción de más de 1:2. Los motores turbohélices tienen un problema completamente distinto: puesto que la turbina gira a tan alta velocidad, normalmente se usan engranajes de reducción de planetarios de múltiples etapas, con relaciones en la gama de 1:10 (0'10) a 1:15 (0"0667) consideradas normales.

1. Corona
2. Satélites
3. Núcleo
4. Portasatélites

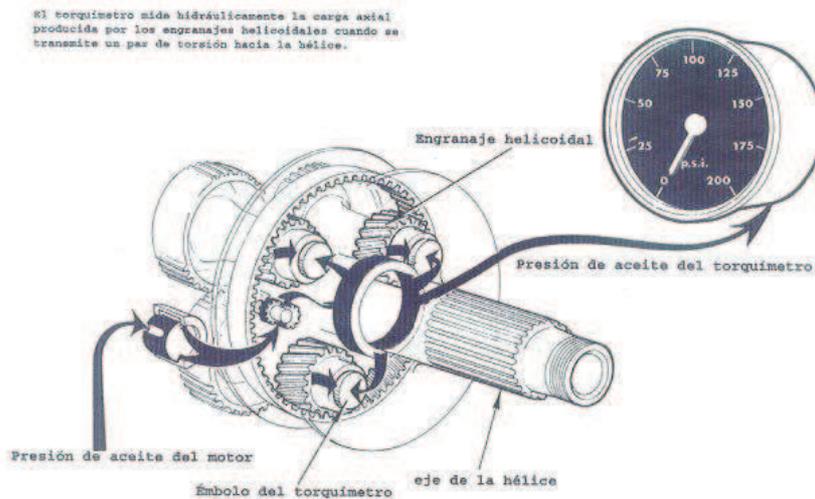


Un sistema planetario está formado por los siguientes elementos: Corona, núcleo y satélites. Uno de los engranajes tiene que estar fijo, generalmente suele ser la corona. Imaginando este caso, el funcionamiento es como sigue:

El eje del motor moverá directamente el núcleo, en él engranan los satélites, existiendo una relación de movimiento entre ambos, que está en función de su diámetro o número de dientes.

A su vez los satélites engranan en la corona que está fija, lo que hará que estos se desplacen recorriendo la corona. Este movimiento es el que se transmite a la hélice.

En el propio reductor se suele encontrar el torquímetro o medidor de par, pues esta indicación es necesaria para conocer la potencia del motor. Así mismo esta señal se emplea para la determinación del ángulo de la pala de la hélice, pues en función del par disponible se adoptará el ángulo de ataque adecuado para que de esta forma el rendimiento sea el óptimo.



Algunos motores además llevan una señal para cuando este valor es inferior a ciertos límites (mini torque), poniendo automáticamente la hélice en bandera. Existen varias formas de montar los engranajes de reducción en un motor de turbina de gas.

En el motor Pratt & Whitney of Canada PT6, la entrada de aire al motor está alrededor de la parte posterior, y la mayoría de los accesorios están montados detrás, el escape sale del motor cerca de la parte frontal, y los engranajes planetarios del reductor de la hélice están en la parte delantera, en línea con el eje compresor turbina.

El gran motor Allison 501 (Fig. 16-8) extiende el engranaje reductor hacia fuera por delante del motor y lo sujeta por medio de montantes. Los engranajes reductores pueden situarse bien por encima o por debajo de la línea central del motor. Esto le permite al fabricante del avión un grado de libertad en el diseño de los conductos de entrada de aire para el motor.

El motor pequeño Garrett TPE331 (Fig. 16-3) tiene el engranaje reductor fuera de él, y como el Allison 501 (Fig. 16-8), puede montarse bien por encima o por debajo de la línea central del motor.

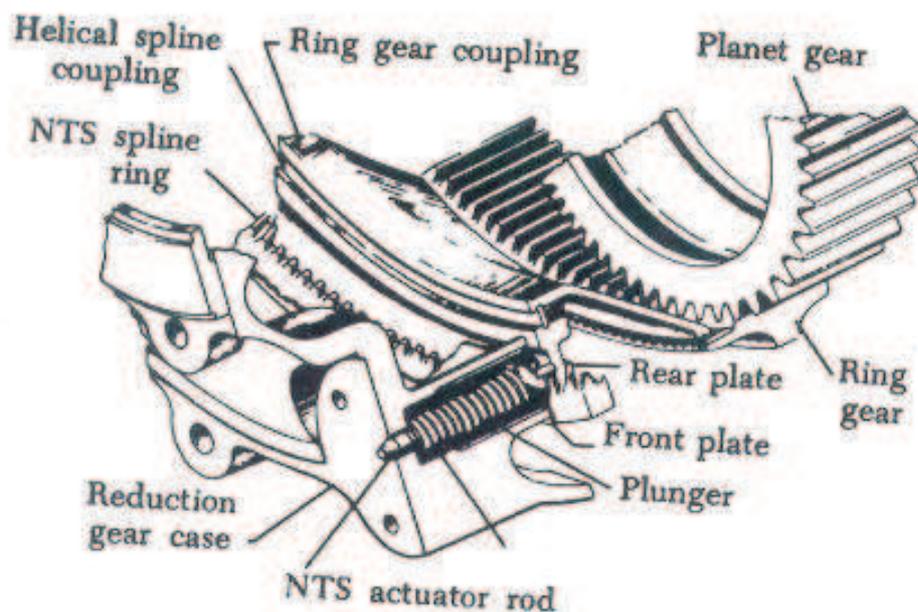
Integración del Motor y Controles de la Hélice

Los motores turbohélices se usan en aviones que varían en tamaño desde los grandes transportes cuatrimotores pasando por los ejecutivos de tamaño medio y los relativamente pequeños bimotores. Lo que trataremos a continuación va dirigido hacia un turbohélice el cual consta de elementos y conjuntos típicos de muchos aviones turbohélices.

A diferencia del motor turborreactor, que produce empuje directamente, el motor turbohélice produce empuje indirectamente, ya que el conjunto de compresor y turbina suministra par a una hélice, que, como resultado produce la mayor parte de la fuerza propulsiva que arrastra al avión. El control de combustible del turbohélice y el regulador (*governor*) de la hélice están conectados y trabajan en coordinación uno con otro. La palanca de potencia o mando de gases dirige una señal desde la cabina de mando al control de combustible para requerir una cantidad de potencia específica del motor. Juntos el control de combustible y el regulador de la hélice establecen la combinación correcta de r.p.m., flujo de combustible, y ángulo de ataque de las palas de la hélice para que la hélice cree el suficiente empuje para que proporcione la potencia deseada.

El sistema de control de la hélice está dividido en dos tipos de control: Uno para la operación en vuelo y otro para la operación en tierra. Para el vuelo, el ángulo de pala de la hélice y el flujo de combustible para cualquier ajuste dado de la palanca de potencia están regulados automáticamente de acuerdo a un programa predeterminado. Por debajo de la posición “ralentí de vuelo” de la palanca de gases, el programa de ángulo de pala coordinado con las r.p.m. se hace incapaz de manejar al motor eficazmente. Aquí es donde se encuentra la gama de operación en tierra, llamada gama “beta”. En la gama beta del cuadrante del mando de gases, el ángulo de la pala de la hélice no está regulado por el “governor” de la hélice, sino que está controlado por la posición de la palanca de potencia. Cuando la palanca de potencia se mueve por debajo de la posición de puesta en marcha “start”, el paso de la hélice se invierte para proporcionar empuje inverso y tener una rápida desaceleración del avión después del aterrizaje.

Una característica del turbohélice es que los cambios de potencia no están relacionados con la velocidad del motor, sino con la temperatura de entrada en turbina. Durante el vuelo la hélice mantiene una velocidad constante de motor. A esta velocidad se le conoce como el 100% de la velocidad nominal del motor, y es la velocidad por diseño a la que se obtiene más potencia y mejor rendimiento total. Los cambios de potencia están afectados por los cambios de flujo de combustible. Un incremento del flujo de combustible origina un aumento en la temperatura de entrada en turbina y un correspondiente aumento de la energía disponible en la turbina. La turbina absorbe más energía y la transmite a la hélice en forma de par (torque). La hélice, para absorber el aumento de par, aumenta el ángulo de pala, manteniendo constante de esta manera las r.p.m.



MANTENIMIENTO:

Se define como mantenimiento al conjunto de acciones destinadas a prevenir o corregir daños o errores en una maquinaria, sistema o accesorio para mantener su correcta operación y buen aspecto.

Tipos de mantenimiento que se realizan comúnmente en aviación:

- ✓ **Preventivo.-** Es una actividad programada de inspecciones, tanto de funcionamiento como de seguridad, ajustes, reparaciones, análisis, limpieza, lubricación, calibración, que deben llevarse a cabo en forma periódica en base a un plan establecido. El propósito es prever averías o desperfectos en su estado inicial y corregirlas para mantener la instalación en completa operación a los niveles y eficiencia óptimos. También permite detectar fallos repetitivos, disminuir los puntos muertos por paradas, aumentar la vida útil de equipos, disminuir costes de reparaciones, detectar puntos débiles en la instalación entre una larga lista de ventajas.

- ✓ **Correctivo.-** Se lo realiza para reparar o corregir las fallas y averías que ya se han presentado. Se puede dividir al mantenimiento correctivo en dos tipos: programado y no programado. La diferencia entre ambos radica en que el no programado se lo realiza inmediatamente después que ha sucedido la avería, sin importar lugar, cantidad de personal y herramientas necesarias, esto se da cuando la parte, equipo, o sistema averiado es de suma importancia para el funcionamiento. El mantenimiento programado se lo realiza cuando el desperfecto suscitado no supone un peligro inminente en la operación de la nave y se lo puede aplazar hasta que se cuente con el personal, necesario y se tenga las herramientas necesarias.

- ✓ **Predictivo.-** Este se realiza mediante un análisis estadístico del funcionamiento de determinadas partes o componentes para así determinar un punto en el tiempo de su funcionamiento en el que deben ser cambiados o reparados.

Tipos de Inspecciones:

- ❖ **Visual.-** Se la realiza únicamente con la vista para revisar las condiciones superficiales de la aeronave o un componente.

- ❖ **Detallada.**- Sigue siendo una inspección visual pero usando herramientas como linternas y espejos. En el caso de la inspección visual y la detallada se confía en el criterio del aerotécnico que realiza la inspección.

- ❖ **Especial detallada.**- Se usan herramientas especiales, en este tipo entran las NDI (inspecciones no destructivas). Para este tipo de inspección se debe desmontar el componente.

- ❖ **De oportunidad.**- Son aquellas que no están programadas, se las realiza cuando al tener que desmontar una sección otra ha quedado expuesta y libre para inspeccionar.

Soportes:

Los soportes del motor para el desmontaje es muy necesario debido a que es una herramienta que ayuda a que el motor no algún tipo de daño físico.

Este es el cual lo mantiene estable en una posición y es muy necesario para un transporte del mismo.



Existe una gran variedad de tipos de soportes para el desmontaje del motor dependiendo el tipo de motor a utilizarse. Para este proyecto tenemos que

realizar un soporte para el motor turbohélice Rolls-Royce Dart 532-7 I del avión Fairchild fh-227.

MATERIAL:

La construcción de los soportes de los motores debe de ser de hierro - metálico ya que este material es muy resistente y por el tipo de motor a sostener debe de ser muy resistente al peso.

La construcción de este es muy precisa para que el motor no sufra ningún daño físico al momento de traslado de los motores.

- Soporte superior: 35 lbs. ft.
- Soporte lateral: 100lbs. ft.

Dimensiones:

- Largo: 2.14m
- Ancho: 97cm
- Altura: 85.5cm

3.2. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.2.1. De Campo:

La investigación de campo permitió conocer que en la Base de Transporte Aéreo N° 11 del aeropuerto de la ciudad de Quito se encuentra el avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD en condiciones favorables.

Como se aprecia en la figura, la estructura del avión está en perfectas condiciones, posee los cobertores para la toma de admisión de sus dos motores, la barra del remolque la cual es para esa misma aeronave.

- Avión de Ala alta.
- Bimotor con Hélices tipo cuatri-pala respectivamente.
- Tren de aterrizaje retráctil de tipo triciclo.



Como se observa en la figura, los motores están alojados en las alas además estos posan en sus trenes, las alas cuentan con sus perfiles aerodinámicos de control como: alerones, flaps, y se observa un detalle importante el cual no presentan corrosión, están en buen estado.



Los trenes de aterrizaje del Avión Fairchild FH-227 están en buen estado, son de tipo triciclo retráctil, en estos se encuentran las cañerías en sus posiciones

seguras y no existe ningún tipo de anomalías ni fallas, además se constató que no ha ocurrido alguna fuga o derrame de líquido hidráulico en su tiempo de inoperatividad.



El timón de profundidad y de dirección se encuentra en buenas condiciones.



La cabina del avión está en perfectas condiciones y es totalmente completa ya que cuenta con todos sus paneles e instrumentos de navegación, equipos de radio, con sus dos cabrillas y asientos para el piloto y copiloto, adicional a esto no presenta fisura en el parabrisas.



En el interior de la aeronave se constató que sus asientos están en estado regular por los años de uso que haya tenido, además un baño en condiciones desfavorables. En general sus condiciones son regulares, debe readecuarse el interior de la aeronave.

Sitio de ubicación del avión en el campus del ITSA

Obstáculos:

- ❖ Desniveles en la ruta.
- ❖ Tendido eléctrico, el internet, el tv cable y las obras publicas.

Necesidad:

- Infraestructura operativa como: soportes, herramientas especiales, escaleras, etc.

Al avión Fairchild FH-227 se lo colocaría en la parte sur-oeste respecto al bloque 42 del ITSA.

3.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

- **INVESTIGACIÓN DOCUMENTAL O BIBLIOGRÁFICA:** La información se obtuvo de libros, manuales técnicos y el internet.

LIBROS:

- ✓ Manual General de Mantenimiento del avión Fairchild FH-227
- ✓ Air International, vol.44N°5 mayo 1993,Stanford
- ✓ Catalogo ilustrado de partes.

MANUALES TECNICOS:

- ✓ Manual General de Mantenimiento del avión Fairchild FH-227.
- ✓ Uveral Manual del avión Fairchild FH-227(F27 serie).
- ✓ Air International, vol.44N°5 mayo 1993,Stanford
- ✓ Catalogo ilustrado de partes del avión Fairchild FH-227.

INTERNET:

- ✓ http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_hiller_FH-227
 - ✓ <http://fh227.rwy34.com/> Sitio dedicado a el FH-227(en inglés)
 - ✓ <http://www.airliners.net/> Con información técnica y general de los FH-227(en inglés)
 - ✓ <http://www.pilotoviejo.com/> Informaciones y fotos de los FH-227 de la Fuerza Aérea Uruguay
 - ✓ Wikimedia foundation. 2010.
 - ✓ www.taringa.com
- **INVESTIGACIÓN DE CAMPO:** Se recopiló la información en el lugar donde se suscitaron los hechos.

3.4 NIVELES DE INVESTIGACIÓN

- **NIVEL EXPLORATORIA:** Fue una revisión bibliográfica que ayudó al investigador a explorar el fenómeno de una manera profunda y más precisa.
- **NIVEL DESCRIPTIVA:** Fue una investigación de campo la cual permitió describir de forma clara y concisa lo que sucedió con el fenómeno de la investigación, permitiendo así constatar el estado real de la aeronave.

3.5 RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1.1 Técnicas

3.5.1.1.1 De campo

- **Observación :**

La técnica investigativa se efectuó con la utilización de una ficha de observación, y además con el apoyo de las fotografías se logró observar y constatar que el avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD se encuentra en la Base Aérea de la ciudad de Quito, Ala de Transporte N°11.

- **Bibliográfica:**

Por medio de esta técnica recopilamos información concerniente a nuestra investigación por el ejemplo del PROYECTO DE FACTIBILIDAD DE TRANSPORTE DEL AVIÓN BOEING 727 HC-BLV DESDE LA PLATAFORMA DE LA BASE AÉREA COTOPAXI HACIA EL ITSA.

De los manuales de la aeronave puesto que son una herramienta de gran importancia ya que ahí están detalladas todas las partes de la aeronave, serán importantes para realizar de mejor manera nuestro procedimiento.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

Lugar de observación: En el Ala de Transporte No 11

Fecha de observación: 28/01/2011

Observadores:

Sr: Paúl Vargas

Sr: Nelson Tigse

Sr: Darwin Casa

Objetivo:

- Observar y verificar a simple vista las condiciones en las cuales se encuentra la aeronave.

Observaciones:

- Ver las Fortalezas y las debilidades del avión.

PARTES DEL AVIÓN	CONDICIONES EN LAS QUE SE		
	Bueno	Regular	Malo
Trenes	X		
Cabina	X		
Alas	X		
Hélices	X		
Motores	X		
Estabilizador horizontal	X		
Estabilizador Vertical	X		
Ventanas	X		
Pintura			X
Puertas			X
Asientos		X	
Baño		X	
Tapicería		X	

3.6. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.

Una vez que se ha obtenido la información requerida para la investigación por medio de las diferentes técnicas y niveles de investigación, se empezará a realizar una revisión crítica mediante la limpieza de información errónea; para obtener así una información más segura.

Tabla de Estadística de Frecuencia

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje valido	Porcentaje acumulativo
Fortalezas	9	69.2	69.2	69.2
Debilidades	4	30.8	30.8	100.0
Total	13	100.0	100.0	

Fuente: Investigación de campo.

3.7. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

Análisis.- De la tabla 01(la ficha de observación). Se realizó con la finalidad de establecer un criterio real del estado del avión puesto que la información obtenida de la misma será de gran importancia para concluir con la investigación.

Interpretación.- De la tabla 01(la ficha de observación). El 69.2 % del avión se encuentra en perfectas condiciones y un 30.8% tiene deficiencia por el tiempo inoperable.

3.8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones:

- Una vez culminada la investigación se concluye que para el traslado del avión es necesario desmontar todos sus componentes.
- Se ha identificado la necesidad de soportes para el traslado de las diferentes partes del avión como es el motor y otros.
- Se determinó que no se cuenta con las herramientas necesarias para realizar el desmontaje de las diferentes partes del avión.
- Se ha podido identificar algunas de las herramientas especiales y equipos de apoyo que son necesarios para realizar el traslado por tierra del avión.
- Hemos podido notar que el avión cuenta con información necesaria para realizar el desmontaje de las diferentes partes del avión.
- Se ha podido recolectar información la cual ayudara a realizar el traslado por tierra del avión Fairchild F-227.
- El ITSA cuenta con espacio adecuado para la ubicación del avión, puesto que este es acorde con su tamaño.
- El proyecto va a ser sumamente necesario para que los estudiantes tengan las facilidades en las prácticas y puedan obtener conocimientos en equipos de apoyo.
- El 69.2 % del avión se encuentra en perfectas condiciones y un 30.8% tiene deficiencia por el tiempo inoperable.

Recomendaciones:

- Se recomienda construir el soporte del motor derecho para facilitar su traslado el cual será realizado antes del desmontaje del motor derecho.
- Se recomienda construir los soportes del motor del mejor material posible para no tener algún daño físico al trasladar el motor.
- Se recomienda buscar todas las herramientas posibles para el desmontaje de las diferentes partes del avión.
- Se recomienda realizar una excelente logística para no tener ninguna dificultad en la trayectoria al trasladar el avión.
- Se recomienda adjuntar cualquier información extra que ayude al el desmontaje de las diferentes partes del avión.
- Se recomienda realizar los procedimientos necesarios para preservar la aeronavegabilidad del avión.
- Se recomienda un estudio preciso para la ubicación del avión, ya que el lugar en donde va ser ubicado está en condiciones óptimas.
- Se recomienda implementar otros aviones de estudio más modernos en el Instituto.
- Se recomienda mantener el 69.2% en sus perfectas condiciones y el 30.8% rectificar sus daños o partes inoperativas.

FACTIBILIDAD DEL TEMA

4.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Para el presente proyecto se determinó que es factible realizar los soportes de metal ya que nos brinda una mayor seguridad para el traslado del motor derecho.

SITUACIÓN ACTUAL	PROPUESTA
Motor Derecho del avión Fairchild FH-227.	Construir un soporte para el motor TURBOHÉLICE ROLLS-ROYCE RDA-7 MK.532, 1655KW, del avión Fairchild FH-227 para que brinde las facilidades para el traslado.
Avión ubicado en la ciudad de Quito	Construcción de un soporte para instalar el motor derecho una vez desmontado.
Adquisición de materiales	Realizar e identificar la mejor cotización para la construcción del soporte del motor derecho.

4.2. FACTIBILIDAD LEGAL.

Gestión a cargo de los docentes y estudiantes a cargo de la coordinación del traslado del avión fairchild fh-227. Se incluye la parte de la Dirección General de Aviación Civil RDAC 147 (ro 346: 24-dic-1999) Escuelas de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico.

DAC 147.17 Requerimientos del Equipo de Instrucción:

a) Un solicitante de un certificado de Escuela de Técnicos de Mantenimiento Aeronáutico y sus habilitaciones o de una habilitación adicional, deberá tener los siguientes equipos de instrucción, como sean apropiados para las habilitaciones que solicita:

- (1) Varias clases de estructuras de aeronaves, sistemas y componentes de aeronaves, motores, sistemas y componentes de motores (incluyendo las hélices) de una cantidad y tipo conveniente para completar los proyectos prácticos requeridos por su plan de estudios aprobado; y,
 - (2) Al menos una aeronave de un tipo actualmente certificado por la DGAC. Para operación privada o comercial, con motor, hélices, instrumentos, equipos de navegación y comunicación, luces de aterrizaje, y otros equipos y accesorios en los cuales el Técnico de Mantenimiento podría ser requerido para trabajar y con los cuales el Técnico debe estar familiarizado.
- (b) El equipo requerido por el párrafo (a) de esta sección, no necesita estar en condición aeronavegable. Sin embargo, si estuviere dañado, éste debería ser reparado lo suficiente para conservar su integridad.
- (c) En aquellas aeronaves, motores, hélices, aparatos y componentes en los cuales la instrucción se va a dar, y de los cuales se va a ganar experiencia práctica, deben ser tan diversificados como para mostrar los diferentes métodos de construcción, ensamblaje, inspección y operación cuando están instalados en la aeronave para su uso. Debe haber unidades suficientes, de manera que no más de ocho alumnos trabajen en una unidad al mismo tiempo.
- (d) Si la aeronave utilizada para propósitos de instrucción, no tiene tren de aterrizaje retráctil ni flaps, la escuela debe proveer ayudas de instrucción o maquetas operacionales de aquellos.

4.3 OPERACIONAL

El soporte para el motor TURBOHÉLICE ROLLS-ROYCE RDA-7 MK.532, 1655KW, va a ser de gran ayuda para el traslado del avión ya que nos permitirá

que en el transcurso del traslado no presente algún daño físico y llegue en óptimas condiciones al Bloque #42 para su posterior uso en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA).

4.4 ECONÓMICO Y FINANCIERO

Gasto	Directo	Indirecto
Tubo rectangular de hierro de 8*4	300	
Tornillo de sujeción y ajuste.	100	
Ángulos de 1 plg.´ 1/16.	30	
Suelda (luz)		20
Electrodos	30	
Uso de maquinaria especial	100	
Pernos de diferentes diámetros	15	
Pintura anticorrosiva	60	
Lijas y brochas	10	
Transporte personal		30
Impresiones		30
Gastos varios		30
TOTAL	665	110
	Presupuesto	775

Costo de este proyecto entre gastos directos e indirectos haciende a 775 dólares cantidad que puede ser costeada por el investigador lo que convierte a este proyecto en algo tangible y posible de realizar, y además se cuenta con la capacitación y el área de trabajo adecuadas para la realización de este proyecto. Siendo este proyecto factible de realizar y de gran aporte para el traslado del avión.

DENUNCIA DEL TEMA

Construcción de un soporte para el motor Derecho del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD; para el traslado desde el Ala de Transporte N°11 ubicado en la ciudad de Quito hacia el campus del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (ITSA).

5.1 CRONOGRAMA

	Actividades	Febrero				Marzo			
	Meses	1	2	3	4	1	2	3	4
	TIEMPO (SEMANAS)	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Búsqueda de proyecto	■							
2	Análisis de factibilidad de proyectos encontrados		■						
3	Desarrollo de la investigación			■					
4	Análisis de la información recopilada			■					
5	Búsqueda de información adicional relativa al proyecto encontrado			■					
6	Redacción del anteproyecto				■				
7	Trámites para la presentación del anteproyecto				■				
8	Presentación primer Borrador				■				
9	Presentación del anteproyecto definitivo					■			

Glosario de Términos

A

Aeroespacial.- Es una industria de alta tecnología, sus productos incluyen desde transbordadores o lanzadores espaciales, satélites, motores para cohetes, helicópteros, aviones privados, jets, aviones militares y comerciales.

Aeronave.- Es un dispositivo que es usado con la intención de ser usado para el vuelo en el aire.

Alas.- Es la parte del avión que se encarga de mantenerlo en vuelo, es decir, la que genera la sustentación. También suele contener los depósitos de combustible y el armamento del avión.

Alerones.- Se encarga de controlar el movimiento del avión de balance, con la deflexión de manera asimétrica (un alerón hacia arriba y otro hacia abajo) se consigue que el avión gire sobre su eje longitudinal. De esta forma el avión puede hacer giros laterales.

C

Controles de vuelo.- Los componentes necesarios para el control de vuelo de los aviones modernos constan de varios sistemas que se manejan desde la cabina de pilotos mediante una palanca de mando, con o sin volante, los pedales de dirección y un conjunto de instrumentos que proporcionan la información necesaria para su uso.

Cabina.- La cabina de vuelo es el área de la parte frontal de un avión en la que la tripulación técnica, piloto y copiloto controlan la aeronave. Además contiene el instrumental y los controles que permiten al piloto hacer volar, dirigir y aterrizar el aparato.

E

Esquemas.- Esquema, organización del contenido de una obra en partes, componiendo un texto o figura gráfica y visualmente sencilla que deja claro las relaciones que hay establecidas en dicha obra.

Estructura.- En los albores de la aviación, el fuselaje consistía en una estructura abierta que soportaba los otros componentes del avión. La parte inferior de la estructura servía de tren de aterrizaje. Después, la necesidad de aumentar la resistencia y mejorar las prestaciones llevó a desarrollar fuselajes cerrados, afianzados y sujetos por medio de montantes y cables de riostramiento, que mejoraban las condiciones aerodinámicas, proporcionaban protección a los pilotos y pasajeros y conseguían mayor espacio para el equipaje y la carga. Poco tiempo después aparecieron los fuselajes monocasco, una novedad que consistía en integrar en un solo cuerpo la estructura y su recubrimiento.

Empenaje.- El modelo normal de empenaje de cola consta de dos superficies básicas, la horizontal y la vertical. Cada una tiene secciones fijas para proporcionar estabilidad y móviles para controlar mejor el vuelo. La sección fija de la superficie horizontal se llama estabilizador horizontal y suele estar en la parte frontal, mientras que en la posterior se encuentra la parte móvil llamada timón de profundidad o elevador. La parte fija de la superficie vertical es el estabilizador vertical y la móvil el timón de dirección. Hay diseños que tienen dos superficies verticales y, por tanto, dos timones de dirección. Los empenajes de cola inclinados combinan las funciones de dirección y profundidad en un solo mecanismo.

Envergadura.- Distancia entre los extremos de las alas de un avión.

F

Factibilidad.- Que se lo puede realizar, hacer.

Flaps.- Superficie hipersustentadora de borde de salida. Están diseñados para aumentar la sustentación del ala, están situados junto al encastre y actúan a la vez en ambas semialas.

H

Hélices.- Es un dispositivo formado por un conjunto de elementos denominados palas o alabes, montados de forma concéntrica alrededor de un eje, girando alrededor de este en un mismo plano. Su función es transmitir a través de las palas su propia energía cinética un fluido, creando una fuerza de tracción.

Holísticos.- Doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes que lo componen.

L

Logística.- Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio.

M

Material didáctico.- Se refiere a aquellos medios y recursos que facilitan la enseñanza y el aprendizaje dentro de un contexto educativo, estimulando la función de los sentidos para acceder de manera fácil a la adquisición de conceptos, habilidades, actitudes o destrezas

O

Obstáculos.- Como obstáculos físicos se pueden enumerar todas aquellas barreras físicas que se interponen a una acción e impiden el avance o la consecución de algún objetivo concreto.

Optimización.- Acción y efecto de optimizar, es decir; buscar la mejor manera de realizar una actividad.

T

Tren de Aterrizaje.- Suele ser uno de los mecanismos más complicados de un avión. Entre sus componentes se incluye el amortiguador principal, que es una pata con una estructura muy resistente, en cuya parte inferior y antes del ensamblaje de las ruedas lleva un amortiguador hidráulico para absorber el impacto del aterrizaje. Va sujeto a los largueros del ala o del fuselaje. El mecanismo de accionamiento del tren permite extenderlo y retraerlo al accionar desde la cabina de pilotos la palanca de mando. Por lo general, se actúa con energía hidráulica. Los frenos también suelen ser hidráulicos y provistos de sistema antideslizante.

Timón de profundidad.- Permite el movimiento de cabeceo y hace girar al avión sobre el eje transversal. Al tirar hacia atrás de la palanca de mando se levanta el timón; disminuye su sustentación, baja la cola y por lo tanto; sube el morro. Si se mueve la palanca hacia adelante se produce el efecto contrario haciendo picar al avión.

Transporte aéreo.- El transporte por avión es el servicio de trasladar de un lugar a otro pasajeros, cargamento, etc. Mediante la utilización de aeronaves con fin lucrativo. El transporte aéreo tiene siempre fines comerciales.

S

Slats.- Aumentan la sustentación para reducir la velocidad de despegue y aterrizaje.

Spoilers.- Son unos elementos usados para destruir la sustentación del ala. Son usados durante el aterrizaje, una vez que el avión toca suelo con las ruedas de despliegan estos dispositivos que evita que el avión vuelva al aire de nuevo, a su vez también son usados en caso de descompresión en cabina, al romper la sustentación el avión baja rápidamente a un nivel de vuelo donde la presión sea la adecuada. Son también llamados aerofrenos.

Bibliografía.

PÁGINAS WEB:

- ✓ http://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_hiller_FH-227
- ✓ <http://fh227.rwy34.com/> Sitio dedicado a el FH-227(en inglés)
- ✓ <http://www.airliners.net/> Con información técnica y general de los FH-227(en inglés)
- ✓ <http://www.pilotoviejo.com/> Informaciones y fotos de los FH-227 de la Fuerza Aérea Uruguaya
- ✓ Wikimedia foundation. 2010.
- ✓ www.taringa.com

MANUALES TECNICOS:

- ✓ Manual General de Mantenimiento del avión Fairchild FH-227
- ✓ Air International, vol.44N°5 mayo 1993,Stanford
- ✓ Catalogo ilustrado de partes.
- ✓ Manual General de Mantenimiento del avión Fairchild FH-227.
- ✓ Overhaul Manual del avión Fairchild FH-227(F27 serie).
- ✓ Air International, vol.44N°5 mayo 1993,Stanford
- ✓ Catalogo ilustrado de partes del avión Fairchild FH-227.

Anexo A1
Ficha de Observación

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

Lugar de observación: En el Ala de Transporte No 11

Fecha de observación: 28/01/2011

Observadores:

Sr: Paúl Vargas

Sr: Nelson Tigse

Sr: Darwin Casa

Objetivo:

- Observar y verificar a simple vista las condiciones en las cuales se encuentra la aeronave.

Observaciones:

- Ver las Fortalezas y las debilidades del avión.

PARTES DEL AVIÓN	CONDICIONES EN LAS QUE SE ENCUENTRA		
	Bueno	Regular	Malo
Trenes	X		
Cabina	X		
Alas	X		
Hélices	X		
Motores	X		
Estabilizador horizontal	X		
Estabilizador Vertical	X		
Ventanas	X		
Pintura			X
Puertas			X
Asientos		X	
Baño		X	
Tapicería		X	

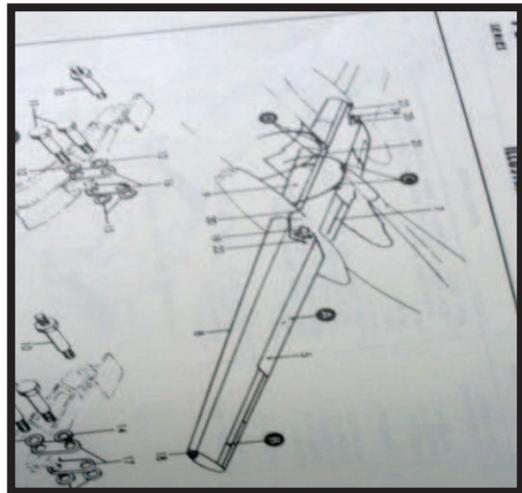
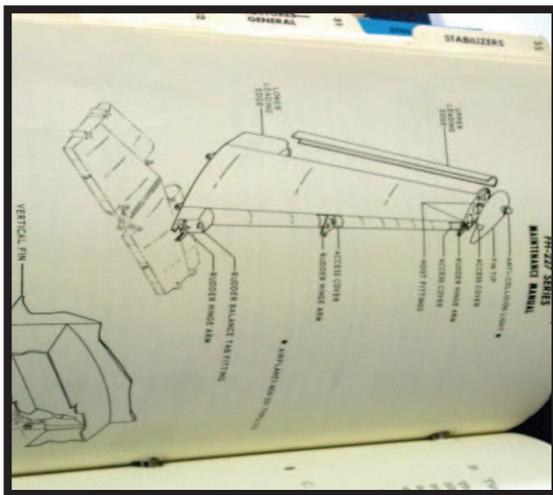
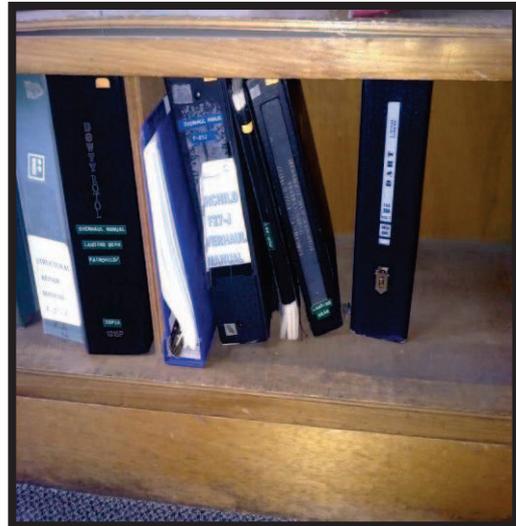
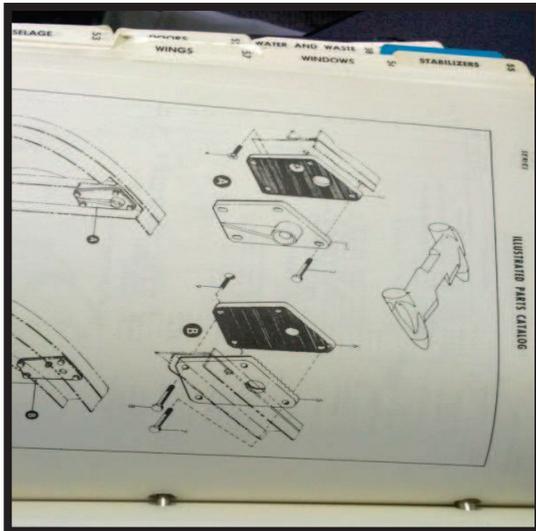
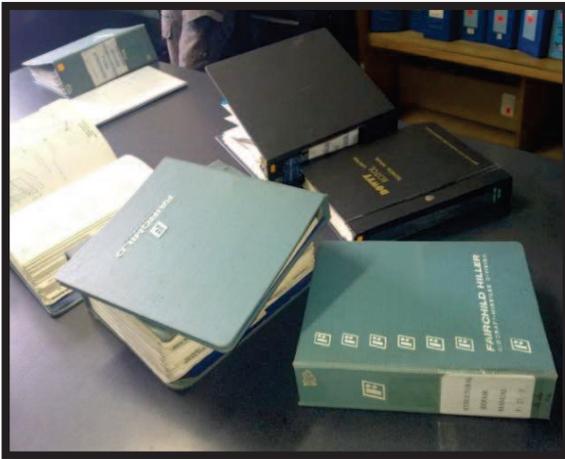
Anexo A2

Imágenes actuales del avión Fairchild FH-227 con matrícula HC-BHD, que se encuentra en la Base Aérea de la ciudad de Quito, Ala de Transporte N°11.



Anexo A3

Imágenes de los manuales del avión Fairchild FH-227



Anexo A4

**Imágenes de soportes del motor Turbohélice Rolls-Royce DART-7 MK.532,
1655KW del avión Fairchild FH-227.**



ANEXO “B”

TABLA DE ESPECIFICACIONES GENERALES DEL PERFIL “G”, ANGULAR L Y
UPN

CORREAS TIPO "G"

DIMENSIONES				PESOS			PROPIEDADES					
A	B	C	e	6metros	1metro	SECCION	EJE X-X			I	W	I
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg		I	W	I			
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12
60	30	10	2.0	11.94	1.99	2.54	13.98	4.66	2.35	3.01	2.85	1.09
60	30	10	3.0	16.98	2.83	3.61	18.90	6.30	2.29	3.87	3.69	1.04
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.39	2.53	1.51
80	40	15	2.0	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51
80	40	15	3.0	24.06	4.01	5.11	49.00	12.30	3.10	10.80	4.27	1.46
100	50	15	2.0	20.40	3.40	4.34	69.20	13.80	4.00	15.00	4.57	1.86
100	50	15	3.0	29.70	4.95	6.31	97.80	19.60	3.94	20.50	6.25	1.80
100	50	20	4.0	40.26	6.71	8.55	126.70	25.34	3.85	28.50	9.05	1.83
100	50	25	5.0	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83
125	50	15	2.0	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83
125	50	15	3.0	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77
125	50	20	4.0	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80
125	50	25	5.0	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82
125	50	30	6.0	70.78	11.78	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.81	1.81
150	50	15	2.0	25.14	4.14	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79
150	50	15	3.0	36.78	6.13	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73
150	50	20	4.0	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.65	32.90	9.52	1.77
150	75	25	5.0	74.70	12.45	15.86	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72
150	75	30	6.0	93.42	15.57	19.23	641.40	85.52	5.77	114.47	30.57	2.74
175	50	15	2.0	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.90	4.85	1.75
175	50	15	3.0	40.32	6.72	8.56	369.00	42.20	6.57	24.60	6.66	1.70
175	75	25	4.0	65.40	10.9	13.90	653.00	74.60	6.84	105.00	20.90	2.75
175	75	25	5.0	80.58	13.43	17.11	785.95	89.82	6.78	123.88	24.63	2.69
175	75	30	6.0	100.74	16.79	20.73	929.39	106.22	6.70	152.84	31.19	2.72
200	50	15	2.0	29.94	4.99	6.36	356.00	35.60	7.56	18.60	4.85	1.72
200	50	15	3.0	43.86	7.31	9.31	507.00	50.70	7.45	25.10	6.57	1.65
200	75	25	4.0	70.20	11.70	14.90	895.00	89.50	7.64	110.00	21.30	2.71
200	75	25	5.0	86.52	14.42	18.37	1080.00	108.00	7.67	129.62	25.02	2.66
200	75	30	6.0	108.00	18.00	22.23	1282.17	128.21	7.59	160.15	31.73	2.68
250	75	25	4.0	79.80	13.30	16.90	1520.00	122.00	9.48	118.00	21.70	2.64
250	100	25	5.0	109.98	18.33	23.36	2219.24	177.54	9.75	285.26	39.24	3.49
250	100	30	6.0	135.48	22.58	28.23	2647.38	219.79	9.68	383.54	55.58	3.69
300	100	30	4.0	100.80	16.80	21.30	2860.00	191.00	11.60	274.00	38.30	3.58
300	100	35	5.0	126.60	21.10	26.90	3560.00	237.00	11.50	351.00	49.90	3.62
300	100	35	6.0	154.74	25.79	31.80	4170.00	278.00	11.40	404.00	57.40	3.56

PERFILES TIPO "L"

DIMENSIONES			PESOS		SECCION	EJE X-X		EJE Y-Y		EJE U-U EJE V-V	
A	B	e	6 metros	1 metro		I	W	I	X=Y	i	i
mm	mm	mm	Kg	Kg	cm ²	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm	cm
100	100	5	45.18	7.53	9.59	95.50	13.10	3.16	2.73	4.01	1.95
100	100	6	54.72	9.12	11.40	112.50	15.58	3.14	2.78	4.00	1.92
100	100	8	71.76	11.96	14.95	144.63	20.29	3.11	2.87	3.97	1.89
100	100	10	88.14	14.69	18.36	173.85	24.73	3.08	2.97	3.94	1.83
100	100	12	105.12	17.52	21.63	201.12	28.98	3.05	3.06	3.92	1.82
100	100	14	120.42	20.07	24.78	225.60	32.98	3.02	3.16	3.89	1.75
125	125	5	56.94	9.49	12.10	190.00	20.80	3.96	3.35	5.03	2.46
125	125	6	69.12	11.52	14.40	224.55	24.67	3.95	3.40	5.02	2.44
125	125	8	90.96	15.16	18.95	290.90	32.29	3.92	3.49	4.99	2.47
125	125	10	112.14	18.69	23.36	353.10	39.63	3.89	3.59	4.96	2.35
125	125	12	134.28	22.38	27.63	411.29	46.63	3.86	3.68	4.94	2.32
125	125	14	154.44	25.74	31.78	465.43	53.38	3.83	3.78	4.91	2.27
150	150	6	83.52	13.92	17.40	393.59	35.88	4.75	4.03	6.04	2.94
150	150	8	110.16	18.36	22.95	512.45	47.10	4.72	4.12	6.01	2.92
150	150	10	136.14	22.69	28.36	625.31	57.95	4.69	4.21	5.98	2.87
150	150	12	163.14	27.24	33.60	732.00	68.50	4.67	4.31	5.96	2.84
150	150	14	183.60	30.60	37.78	833.33	78.62	4.64	4.40	5.93	2.79
175	175	6	99.18	16.53	20.41	631.44	49.14	5.56	4.65	7.06	3.45
175	175	8	131.22	21.87	26.90	825.00	64.70	5.53	4.74	7.03	3.43
175	175	10	160.20	26.70	33.40	1010.00	79.80	5.50	4.84	7.01	3.39
175	175	12	192.54	32.09	39.60	1190.00	94.50	5.47	4.93	6.98	3.35
175	175	14	222.24	37.04	45.80	1360.00	109.00	5.44	5.03	6.95	3.35
200	200	6	112.32	18.72	23.40	949.53	64.50	6.37	5.28	8.08	3.95
200	200	8	148.56	24.76	30.95	1243.96	85.02	6.34	5.37	8.05	3.32
200	200	10	184.14	30.69	38.36	1527.52	105.05	6.31	5.46	8.02	3.39
200	200	12	221.14	36.94	45.60	1800.00	125.00	6.28	5.55	8.00	3.36
200	200	14	256.26	42.71	52.80	2060.00	144.00	6.25	5.65	7.97	3.42
250	250	6	141.12	23.52	29.40	1874.06	101.46	7.98	6.53	10.12	4.97
250	250	8	185.98	31.16	38.95	2464.09	134.06	7.95	6.62	10.09	4.34
250	250	10	232.14	38.69	48.36	3037.01	166.04	7.92	6.71	10.06	4.37
250	250	12	280.08	46.68	57.63	3593.42	197.44	7.90	6.80	10.04	4.38
250	250	14	324.54	54.09	66.78	4132.57	228.32	7.87	6.90	10.01	4.32

PERFIL UPN

DENOMINACION	DIMENSIONES						PROPIEDADES					
	h	s	e	t	R	R1	AREA SECCION	PESOS	INERCIA (cm ⁴)		RESISTENCIA (cm ³)	
	mm	mm	mm	mm	mm	cm ⁴	cm ²	kg/m	Eje x-x	Eje y-y	Eje x-x	Eje y-y
UPN 50	50	38	5.00	7.00	7.00	3.50	7.12	5.59	26.40	9.12	10.60	3.75
UPN 65	65	42	5.50	7.50	7.50	4.00	9.03	7.09	57.50	14.10	17.70	5.07
UPN 80	80	45	6.00	8.00	8.00	4.00	1.10	8.64	106.00	19.40	26.50	6.36
UPN 100	100	50	6.00	8.50	8.50	4.50	13.50	10.60	206.00	29.30	41.20	6.49
UPN 120	120	55	7.00	9.00	9.00	4.50	17.00	13.40	364.00	43.20	60.70	11.10
UPN 140	140	60	7.00	10.00	10.00	5.00	20.40	16.00	605.00	62.70	86.40	14.80
UPN 160	160	65	7.50	10.50	10.50	5.50	24.00	18.80	905.00	85.30	116.00	18.30
UPN 180	180	70	8.00	11.00	11.00	5.50	28.00	22.00	1350.00	114.00	150.00	22.40
UPN 200	200	75	8.50	11.50	11.50	6.00	32.20	25.30	1910.00	148.00	191.00	27.00
UPN 220	220	80	9.00	12.50	12.50	6.50	37.40	29.40	2690.00	197.00	245.00	33.60
UPN 240	240	85	9.50	13.00	13.00	6.50	42.30	33.20	3600.00	246.00	300.00	38.60
UPN 260	260	90	10.00	14.00	14.00	7.00	48.30	37.90	4820.00	317.00	371.00	47.70
UPN 300	300	100	10.00	16.00	16.00	8.00	58.80	46.20	8030.00	495.00	535.00	67.80

ANEXO “C”

MANUAL DE OPERACIÓN, SEGURIDAD Y MANTENIMIENTO DEL SOPORTE C
PARA EL MOTOR DERECHO DART ROLL ROYCE

<p style="text-align: center;">ITSA</p> 	Manual de Operación		Revisión No: 01
	SOPORTE DE DOBLE COLUMNA		
	Elaborado por: Paul Vargas.		
	Aprobado por: Ing. Félix Manjarrés.	Fecha: 11-01-2012	Fecha: 11-01-2012

Objetivo

- Seguir los procesos adecuados para la operación del traslado del motor durante el uso del soporte.

Proceso del uso del soporte de motor:

1. Asegurar los puntos de sujeción a la estructura
2. Colocar adecuadamente el motor en los puntos de sujeción.
3. Precautelar que el montacargas funcione correctamente antes del izamiento del soporte.
4. Izar el soporte al vehículo a transportarlo de forma cautelosa y segura.
5. Trasladar el motor verificando que no exista algún objeto que perjudique su estado físico, manteniéndolo a una distancia pertinente de 1 metro de cualquiera de sus lados.
6. Desmontar con el montacargas el soporte del vehículo, en un lugar que evite algún daño físico.
7. Desconectar los puntos de sujeción.
8. Desmontar el motor del soporte cuidadosamente.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

<p style="text-align: center;">ITSA</p> 	Manual de Mantenimiento		Revisión No: 01
	SOPORTE DE DOBLE COLUMNA		
	Elaborado por: Paul Vargas.		
	Aprobado por: Ing. Félix Manjarrés.	Fecha: 11-01-2012	Fecha: 11-01-2012

Objetivo:

- Tomar las precauciones necesarias para mantener en buen estado el soporte de doble columna.

Acciones de mantenimiento

1. Comprobar el correcto estado de los puntos de sujeción de carga por corrosión, quebrantamiento o algún otro tipo de daño.
2. Revisarla estabilidad del soporte con respecto al suelo, observando que no exista ningún tipo de pandeo.
3. Verificar que los pernos con sus respectivas tuercas se encuentren en buen estado, tomando muy en cuenta que los hilos de ajuste no se hallen aislados o tengan una falla que evite su buen funcionamiento. En el caso de estar dañados remplazarlos por otros en buen estado.
4. Inspeccionar que no exista rajaduras, cortes o quebrantamiento en las uniones de soldadura.
5. Observar que el material estructural no sufra oxidación.
6. Confirmar que el soporte se mantenga en óptimas condiciones antes y después de haber sido ocupado.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

ITSA 	Manual de seguridad		Revisión No: 01
	SOPORTE DE DOBLE COLUMNA		
	Elaborado por: Paul Vargas.		
	Aprobado por: Ing. Félix Manjarrés.	Fecha:	Fecha:

Objetivo:

- Prevenir daños físicos de los operadores y de la estructura del soporte.

Normas de seguridad

1. Utilizar el equipo de protección adecuado, tal como zapatos punta de acero, orejeras overol, guantes.
2. Revisar que los puntos de sujeción en donde va el motor se encuentren bien sujetadas a la estructura.
3. Despejar el área de trabajo cerca al izamiento del motor y el lugar en donde se va a ponerlo en el soporte
4. No pasar por debajo del motor cuando este se encuentre izado.
5. Estar completamente seguro que el motor esté correctamente apoyado al momento de liberar la eslinga del motor.
6. Verificar que el motor se encuentre correctamente alineada con la estructura de manera que no exista roces o golpes al colocarse el motor en el soporte.

FIRMA DE RESPONSABILIDAD _____

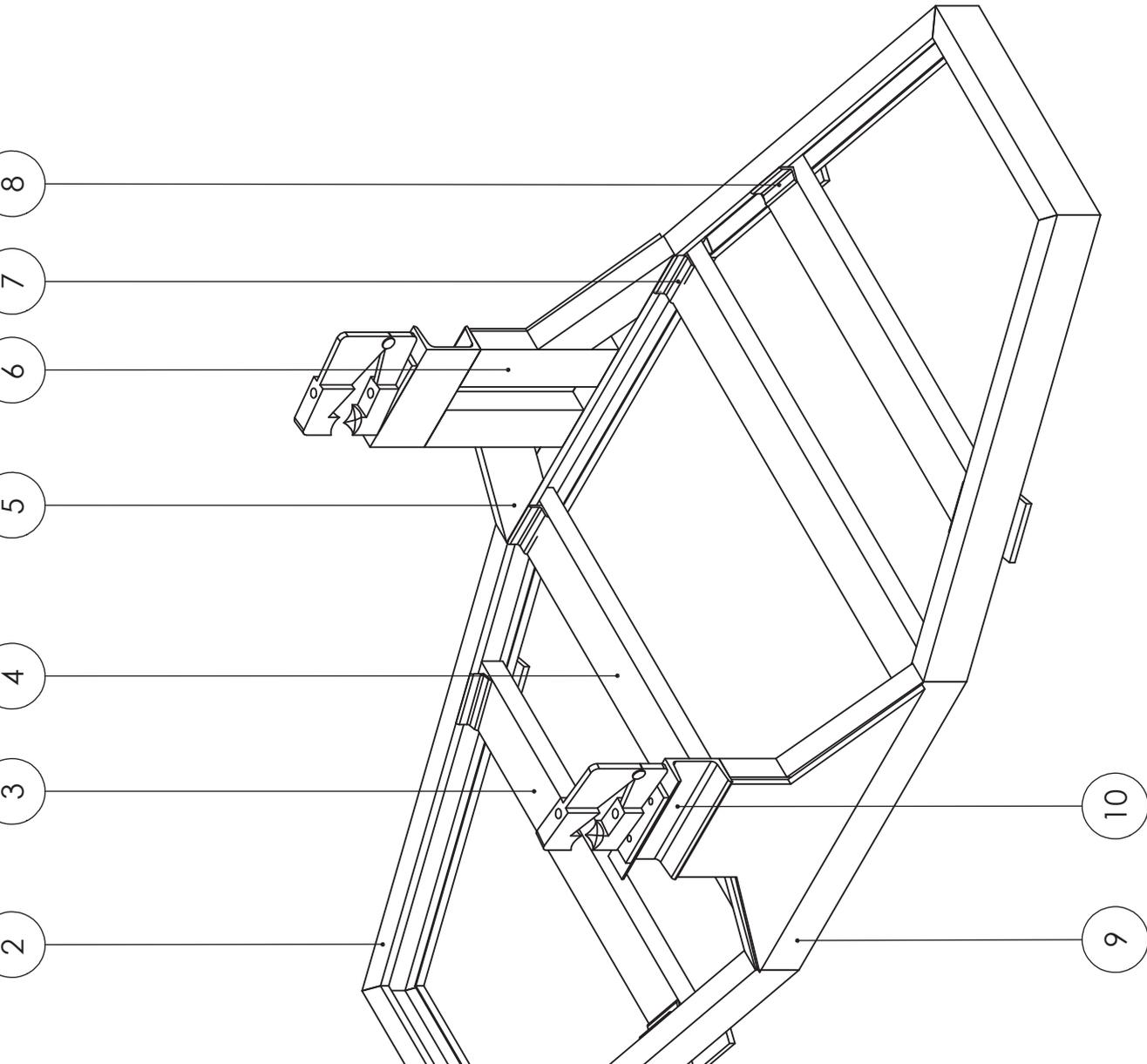
ANEXO “D”

IMÁGENES DEL SOPORTE PARA EL MOTOR DERECHO YA CONSTRUIDO



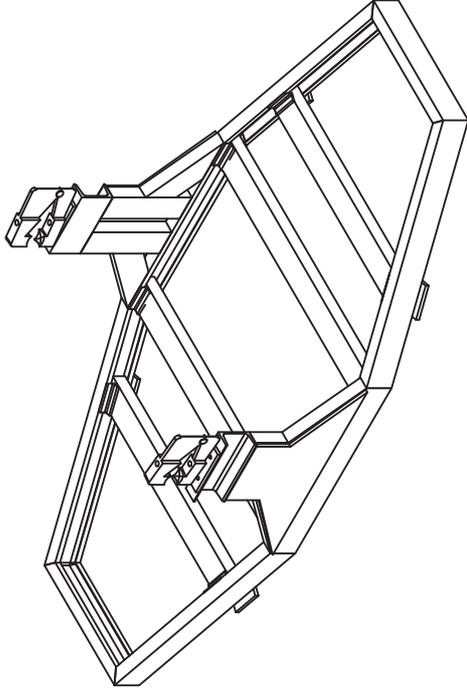
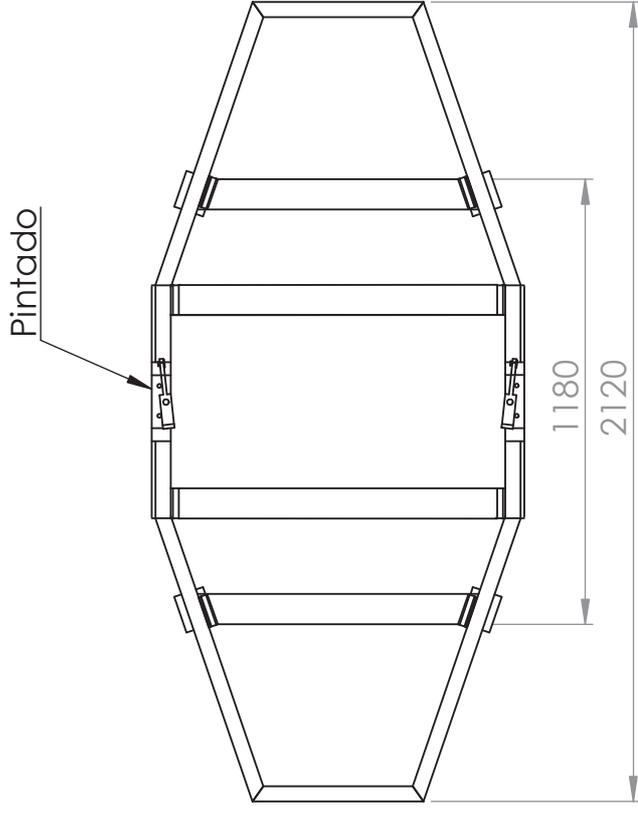
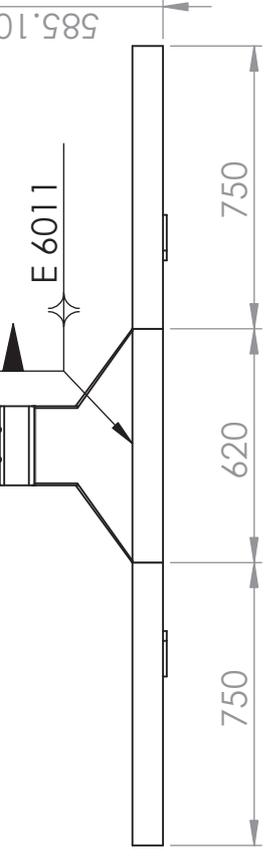
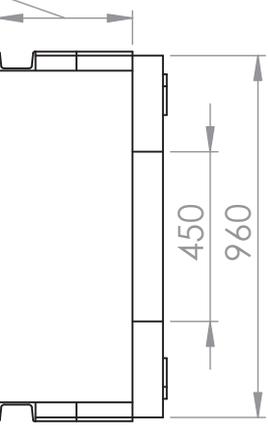
ANEXO “E”

PLANOS DEL SOPORTE

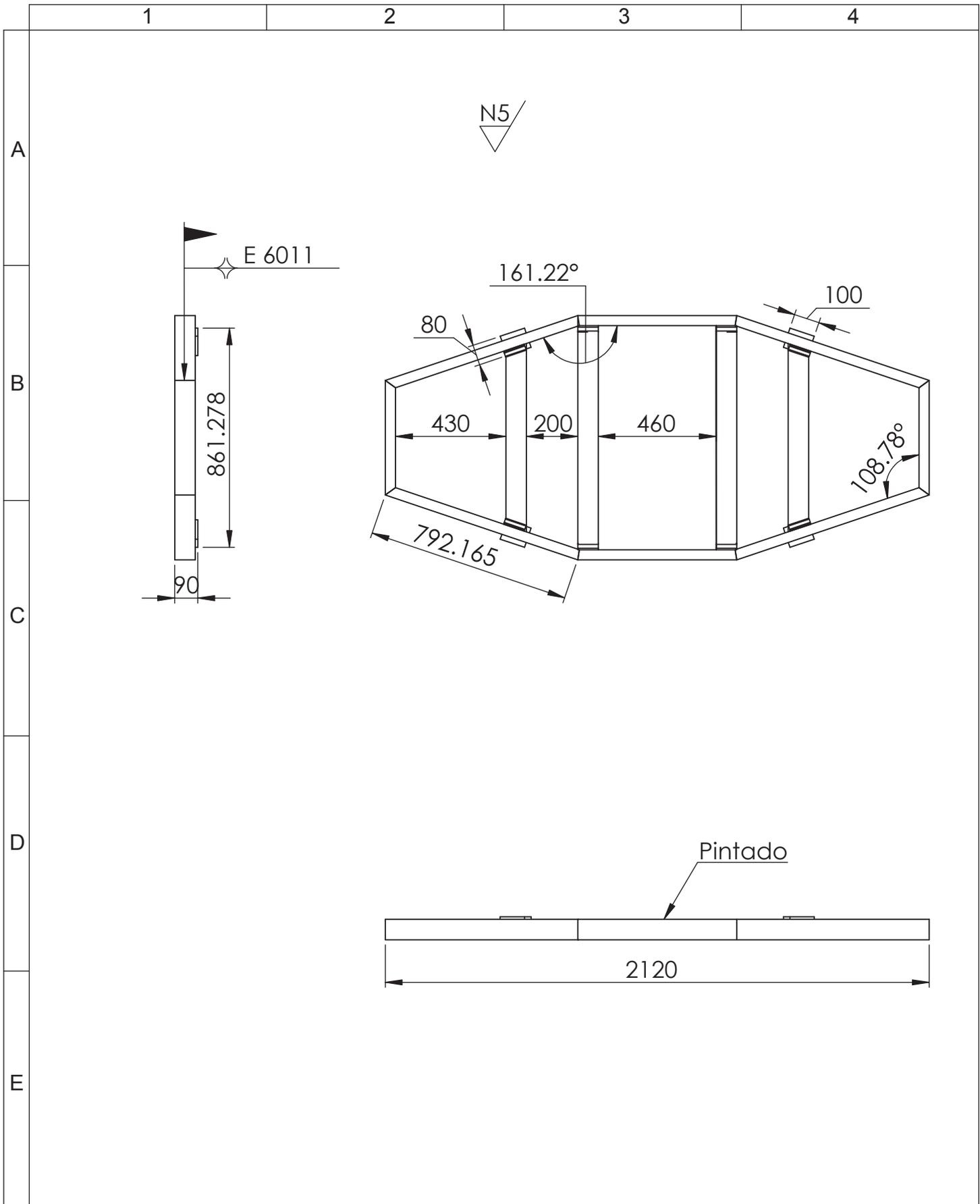


N° de pieza	Denominación	N° de norma / dibujo	Material	N° de orden	N° de modelo / serie
2	ANGULO HORIZONTAL 3	DISS - 014	ASTM A 36	10	
2	CANAL BASE 3	DISS - 013	ASTM A 36	9	
4	APOYO HORIZONTAL 2	DISS - 012	ASTM A 36	8	
4	APOYO HORIZONTAL 1	DISS - 011	ASTM A 36	7	
4	ANGULO VERTICAL	DISS - 010	ASTM A 36	6	
4	ANGULO INCLINADO	DISS - 009	ASTM A 36	5	
2	ANGULO HORIZONTAL 3	DISS - 008	ASTM A 36	4	
2	ANGULO HORIZONTAL 3	DISS - 007	ASTM A 36	3	
4	CANAL BASE 2	DISS - 006	ASTM A 36	2	
2	CANAL BASE 1	DISS - 005	ASTM A 36	1	

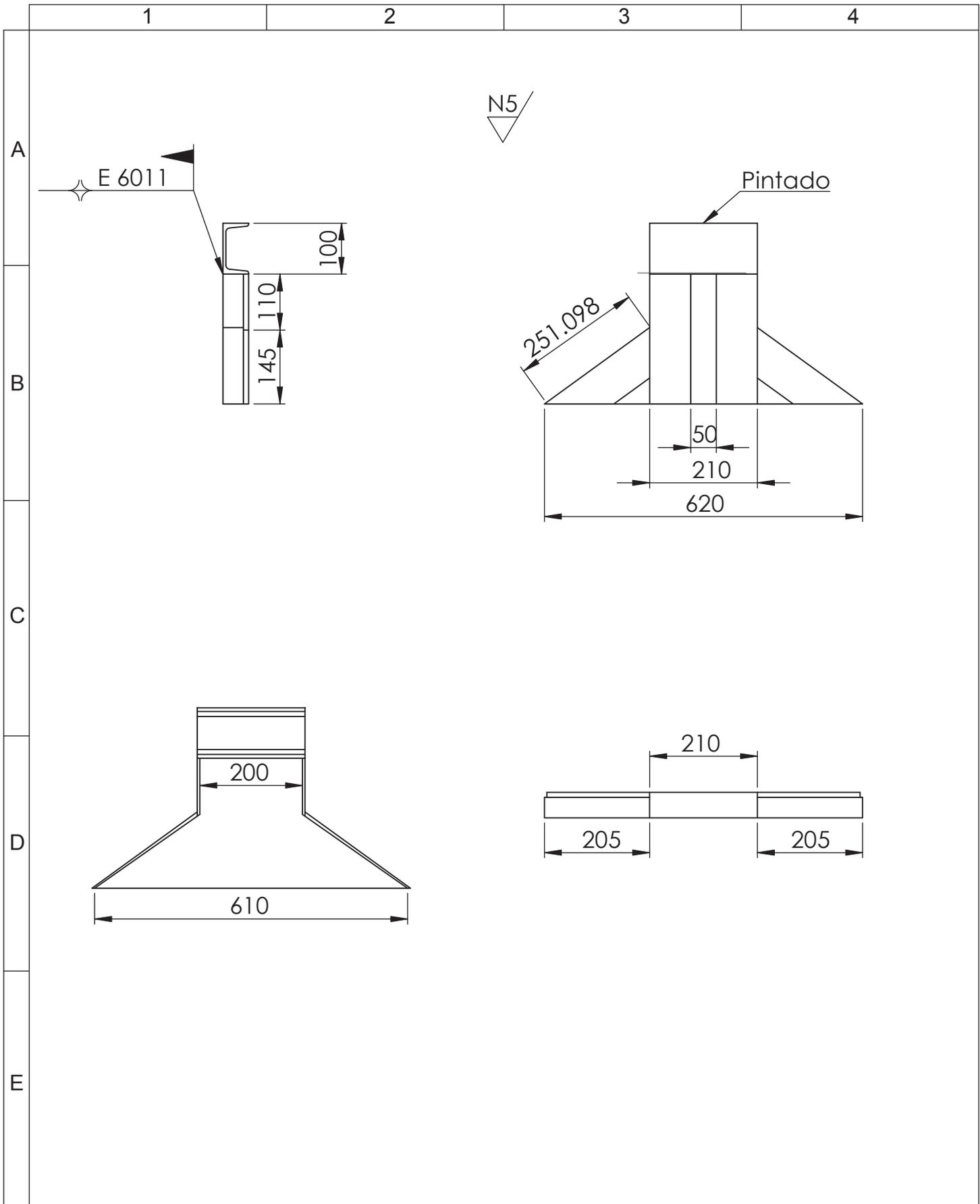
Tolerancia	Peso
+ 0.02	341.9 N



Tolerancia	Peso
+ 0.02	341.9 N

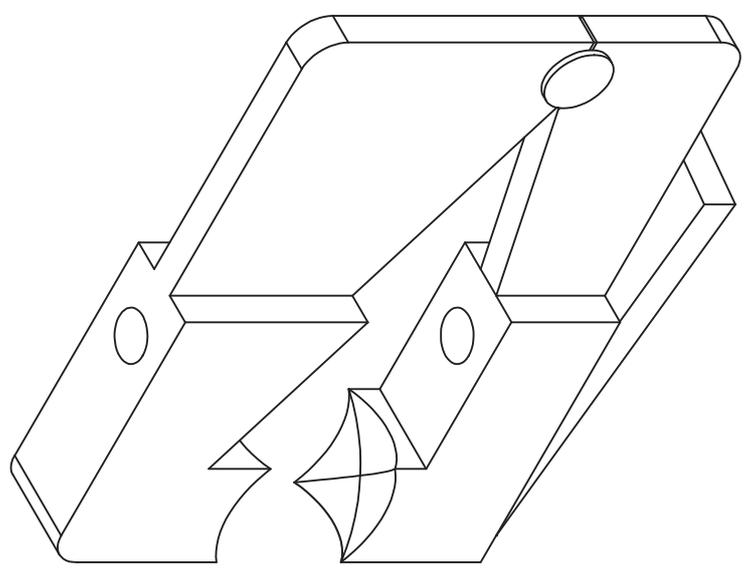
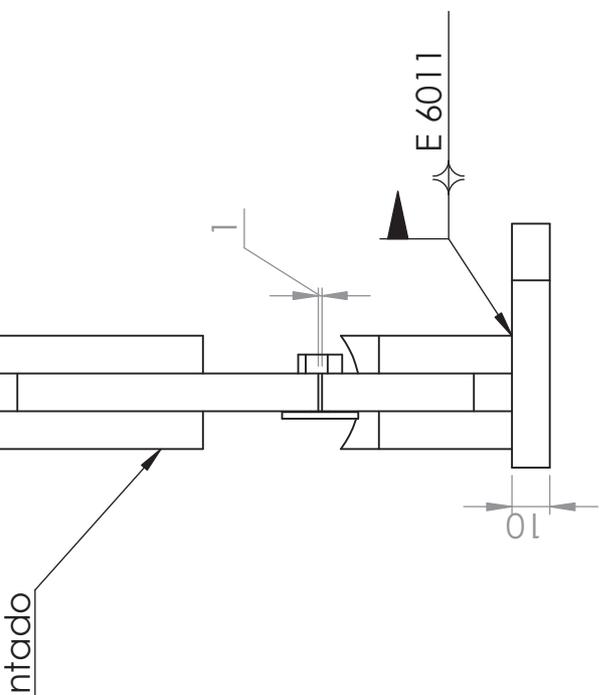
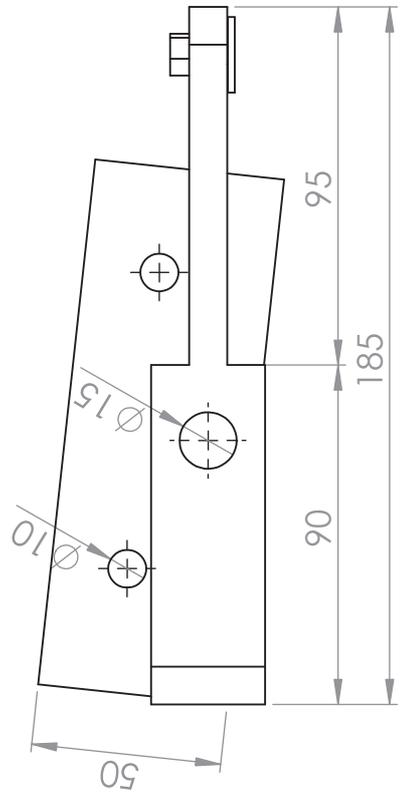
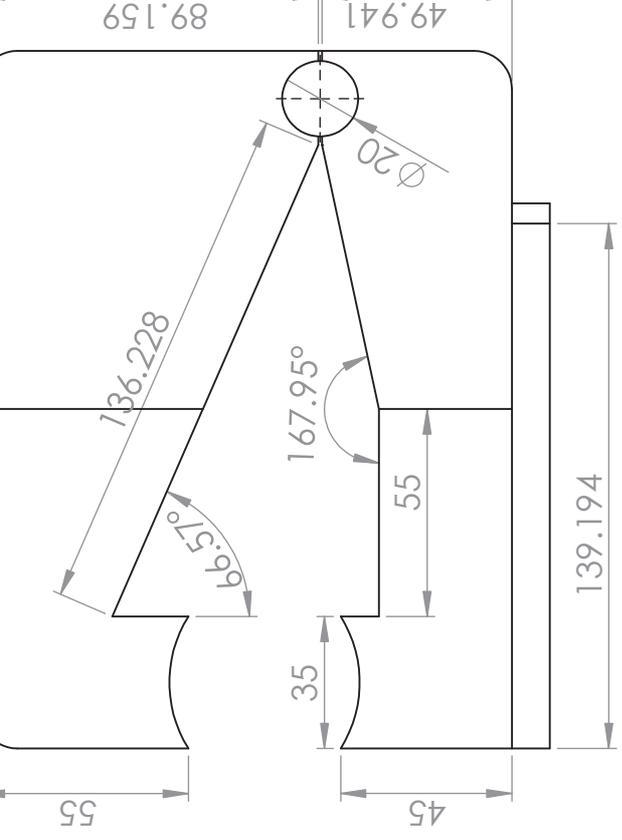


				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				± 0,02	243,2 N		
				Fecha	Nombre	BASE DEL SOPORTE	Escala: 1:20
			Dib.		Vargas Paul		
			Rev.		Ing. Manjarres		
			Apro.		Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 002	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre				

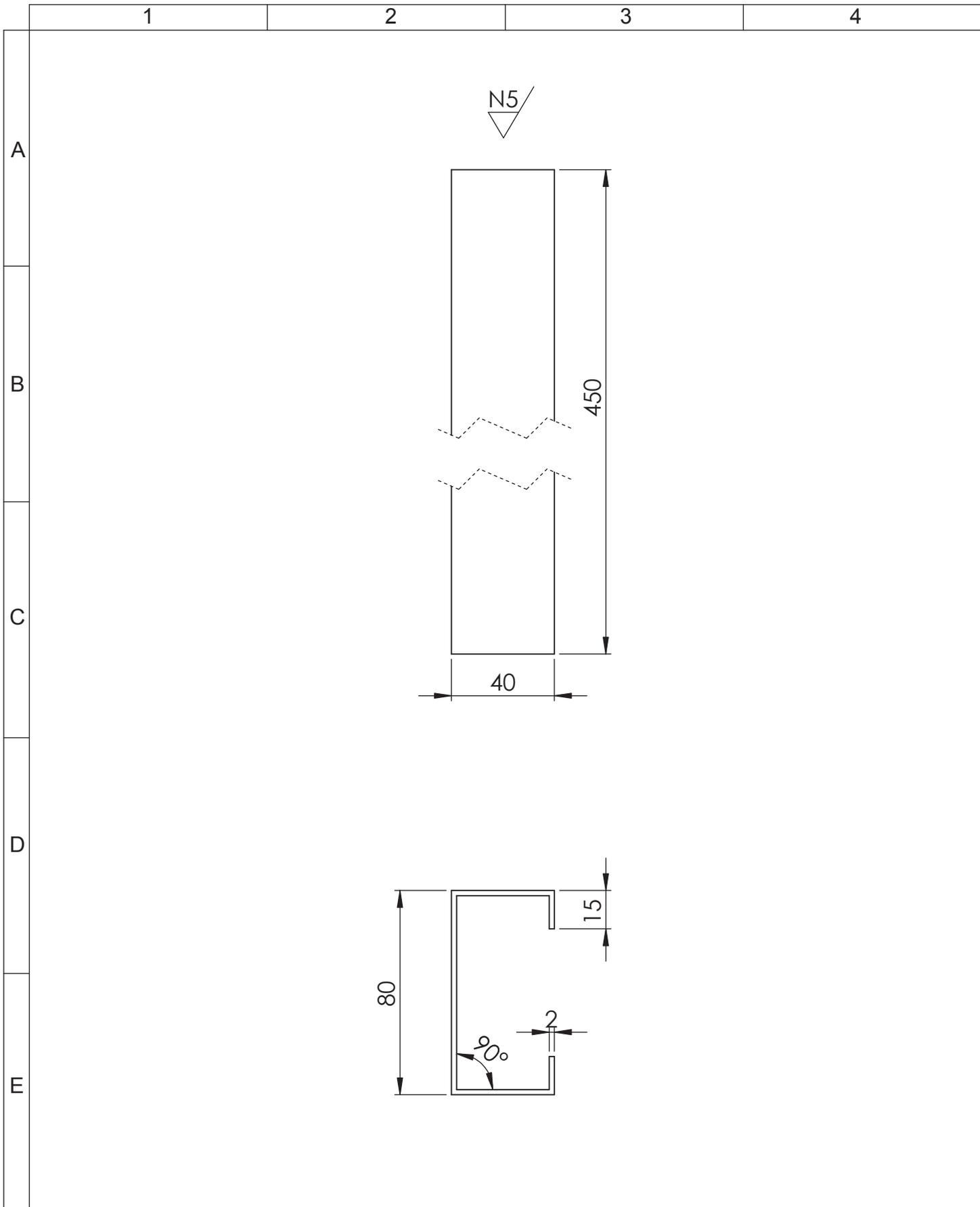


				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				± 0,02	98,7 N		
				Fecha	Nombre	COLUMNA	Escala: 1:10
			Dib.		Vargas Paul		
			Rev.		Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 003	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			2	

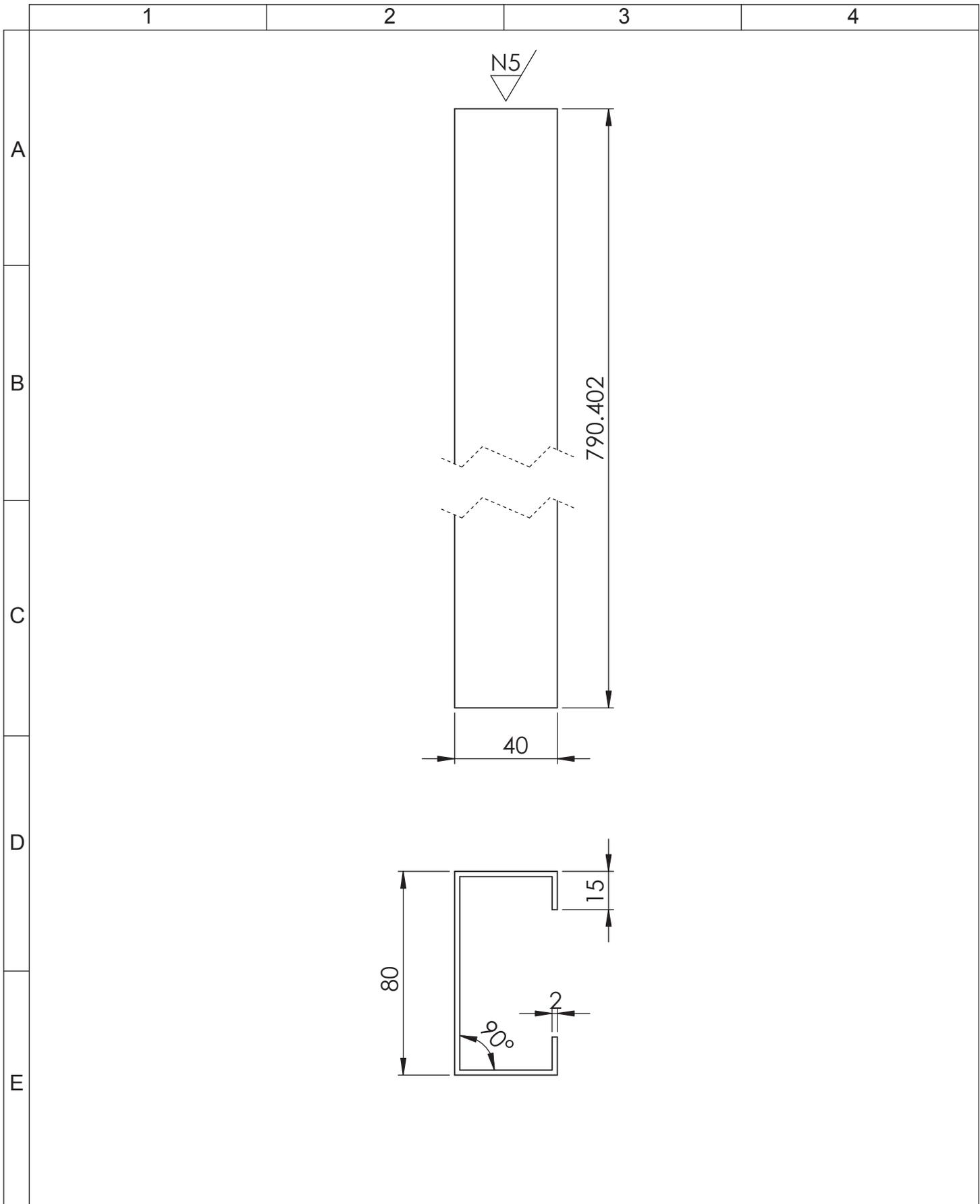




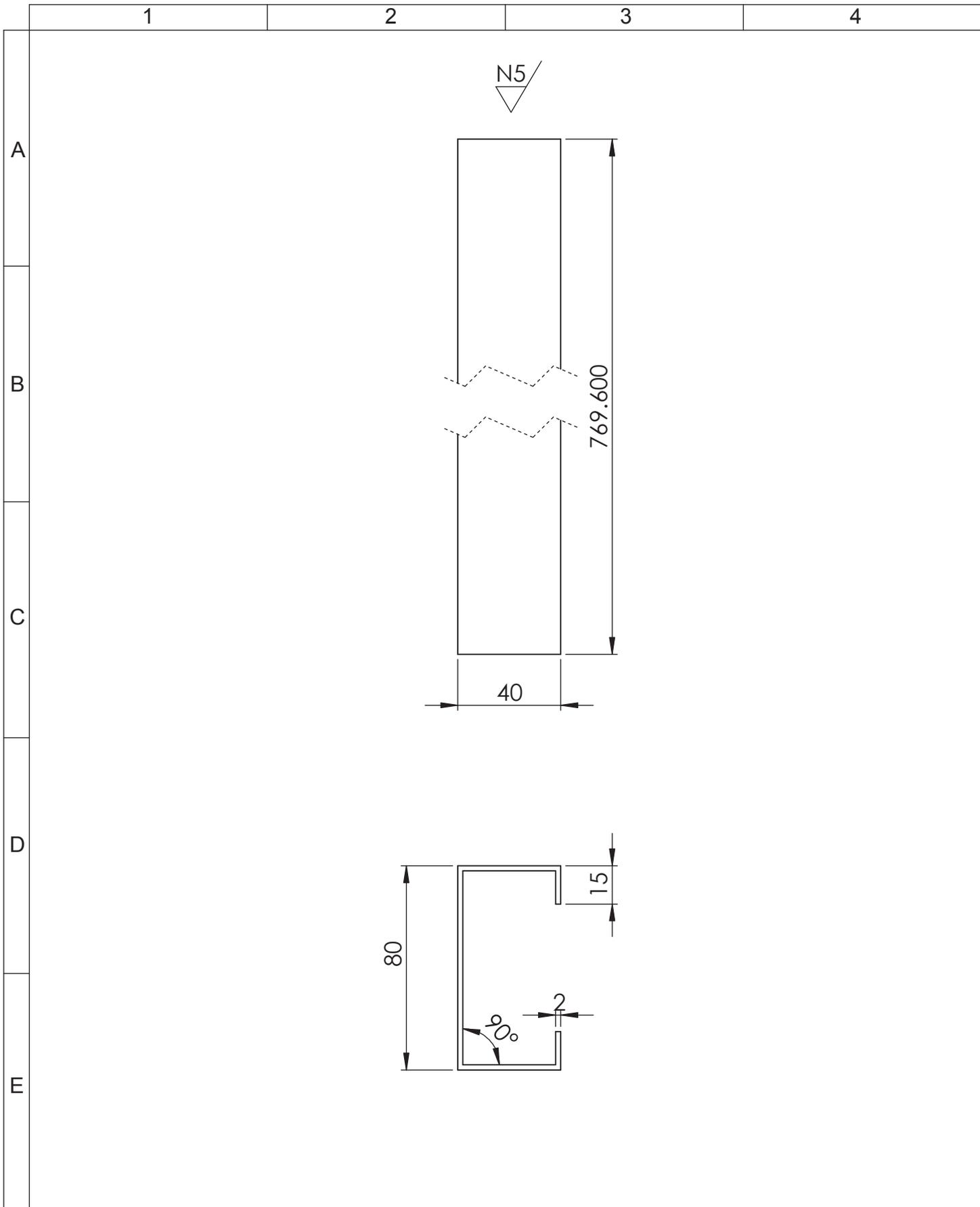
Tolerancia	Peso
+0.02	43.022 N



				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				± 0,02	24,3 N		
				Fecha	Nombre	CANAL BASE 1	Escala: 1:2
				Dib.	Vargas Paul		
				Rev.	Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 005	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			1	



				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				±0,02	85,84 N		
				Fecha	Nombre	CANAL BASE 2	Escala: 1:2
				Dib.	Vargas Paul		
				Rev.	Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 006	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				±0,02	41,74 N		
				Fecha	Nombre	ANGULO HORIZONTAL 1	Escala: 1:2
				Dib.	Vargas Paul		
				Rev.	Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 007	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			3	

1

2

3

4

A

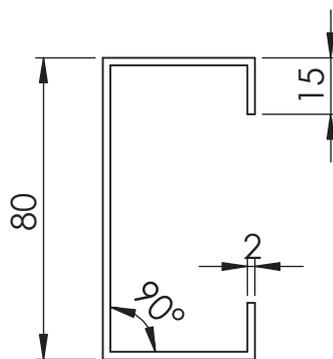
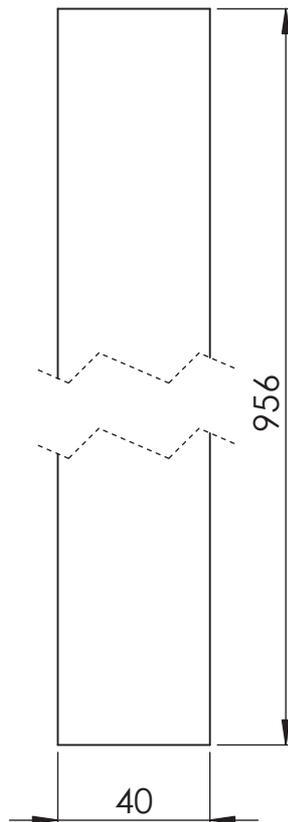
B

C

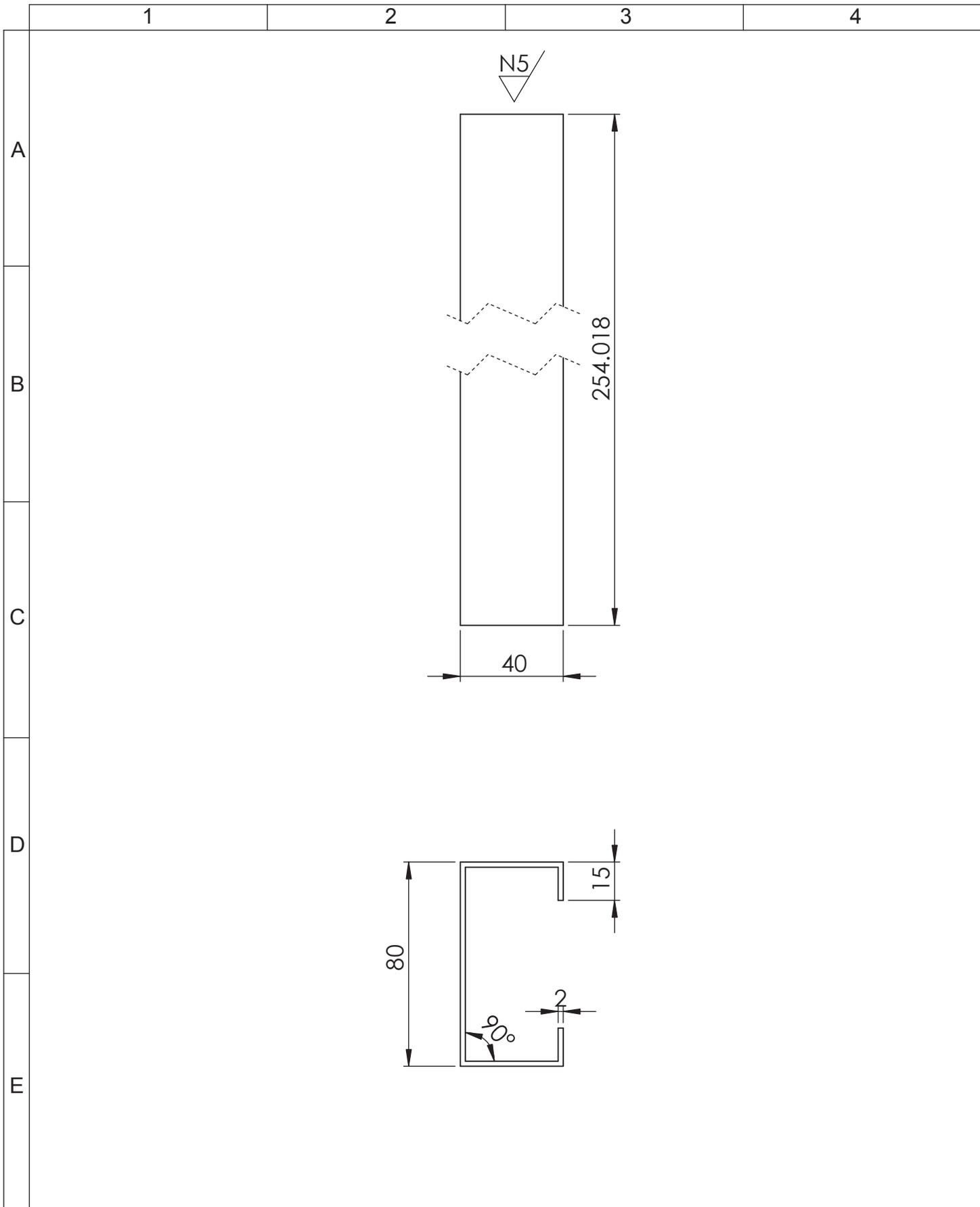
D

E

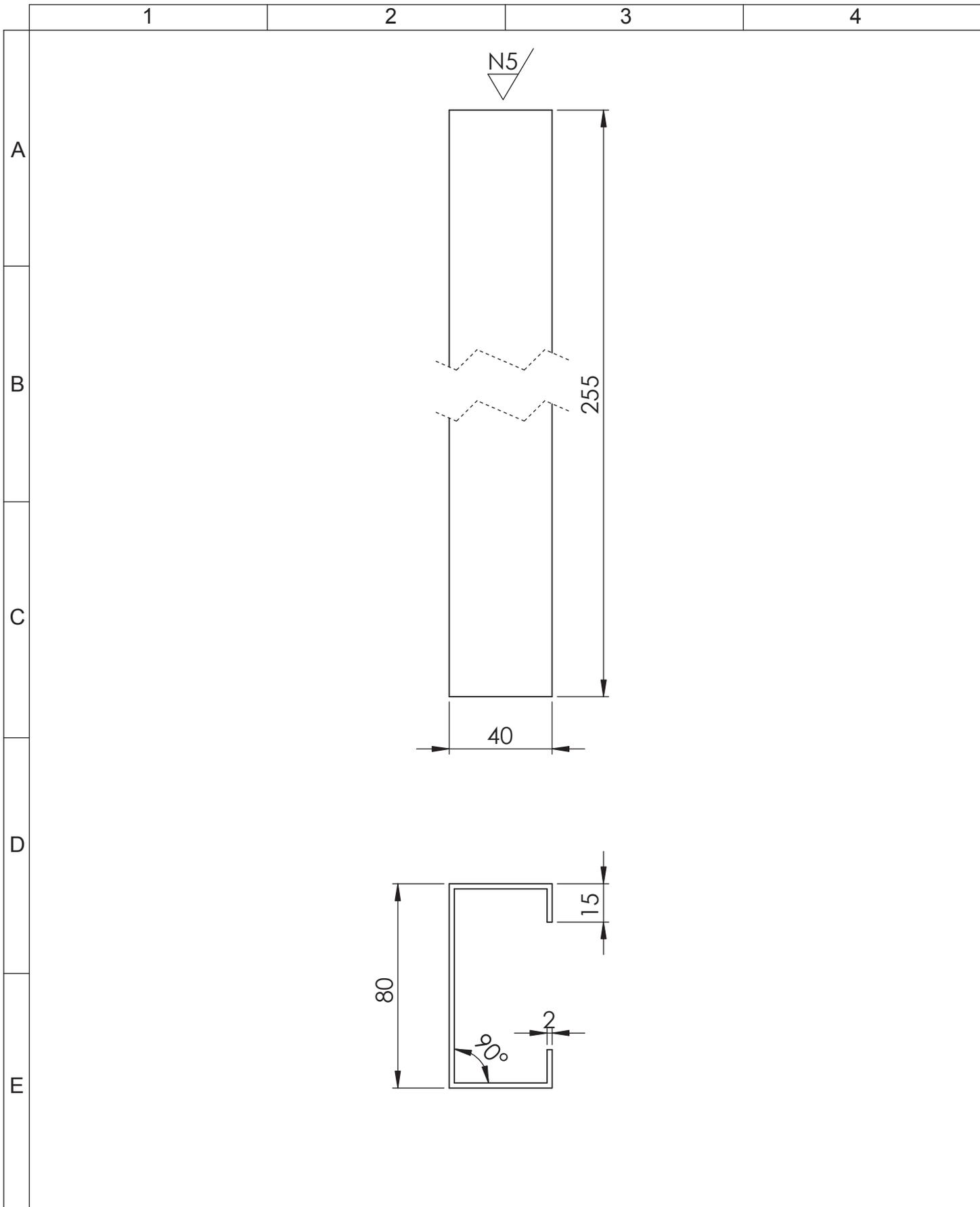
N5



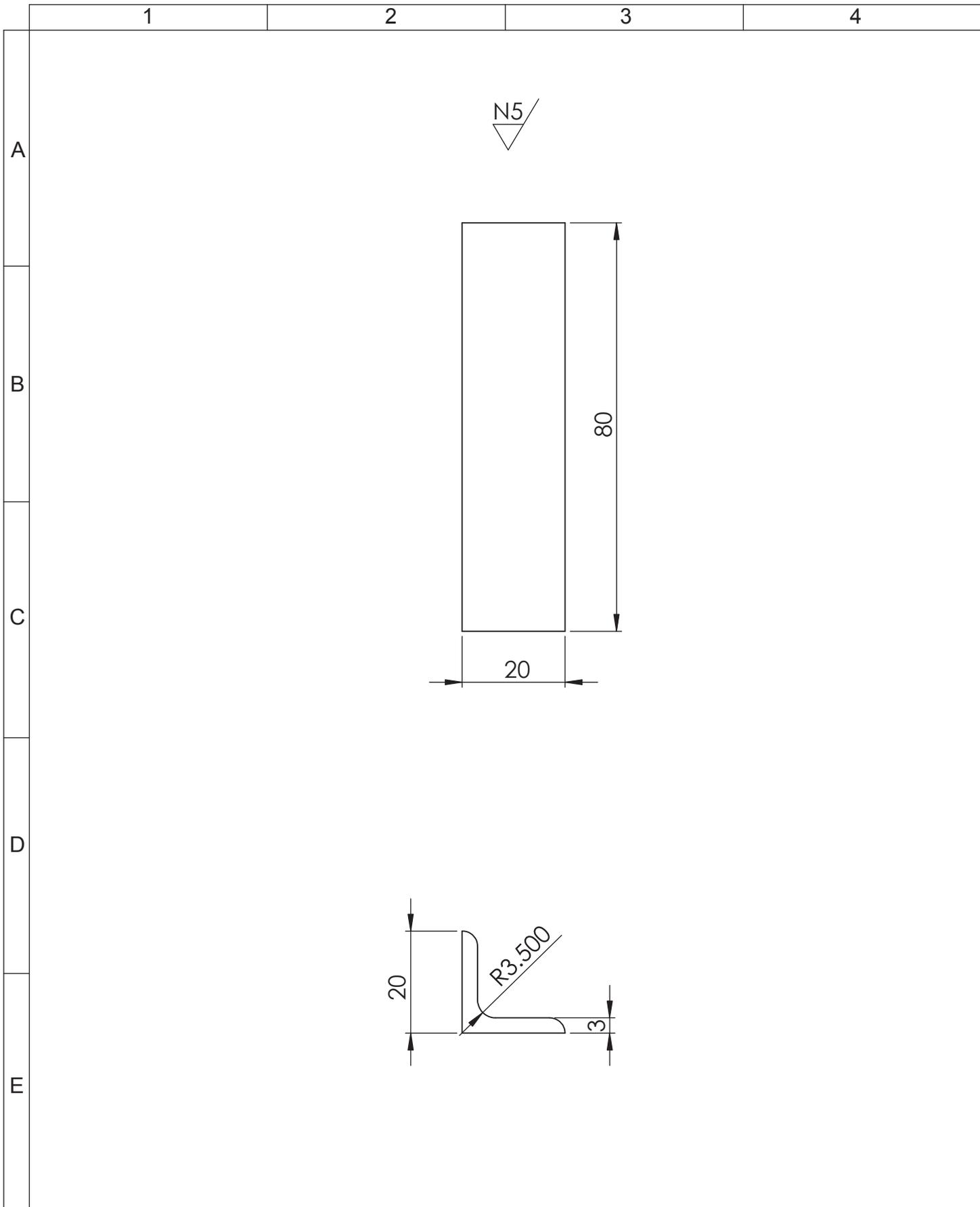
				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				±0,02	51,94 N		
				Fecha	Nombre	ANGULO HORIZONTAL 2	Escala: 1:2
				Dib.	Vargas Paul		
				Rev.	Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		4	DISS - 008
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre				

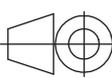


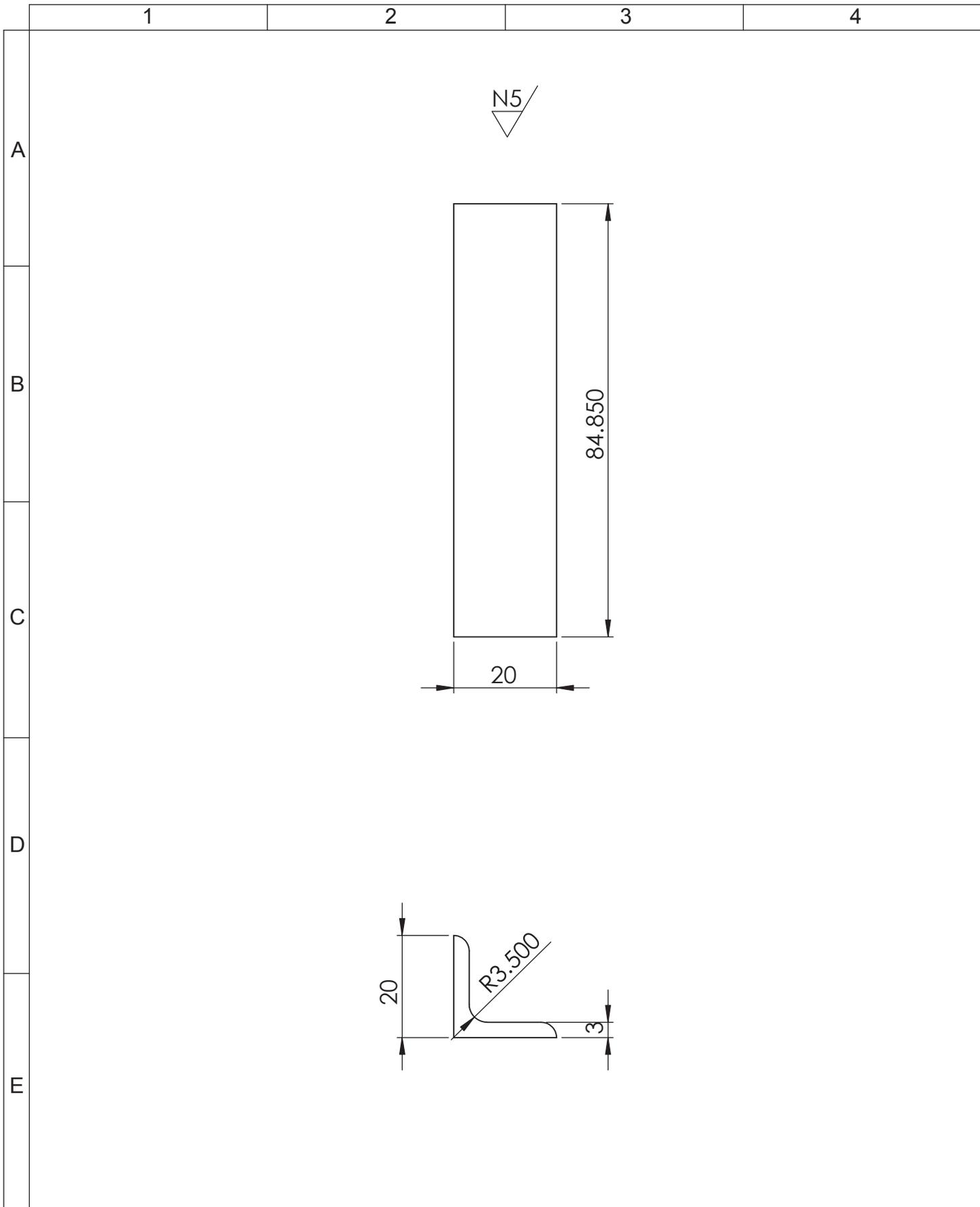
				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				±0,02	27,44 N		
				Fecha	Nombre	ANGULO INCLINADO	Escala: 1:2
				Dib.	Vargas Paul		
				Rev.	Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 009	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre	5			



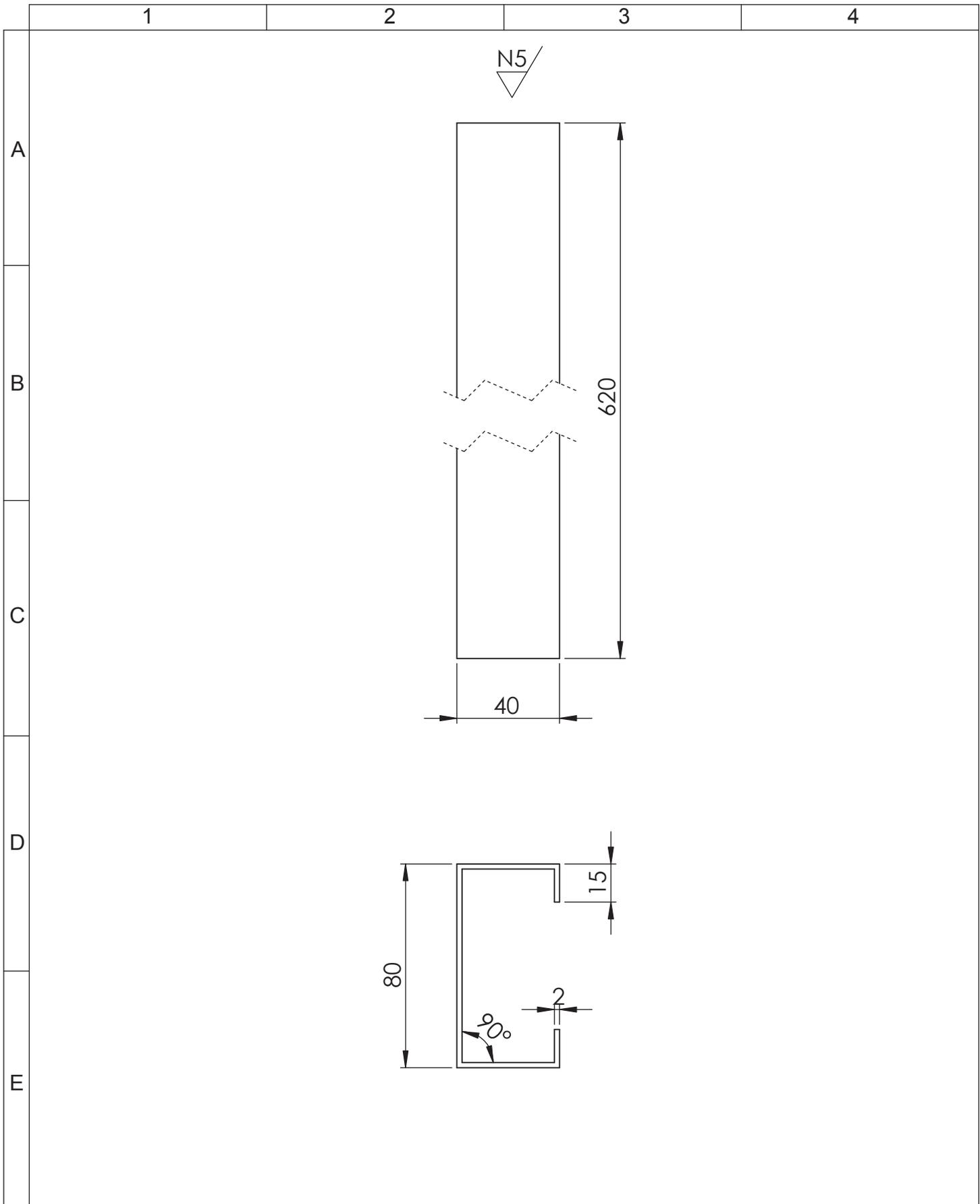
				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				±0,02	27,76 N		
				Fecha	Nombre	ANGULO VERTICAL	Escala: 1:2
				Dib.	Vargas Paul		
				Rev.	Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 010	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre				



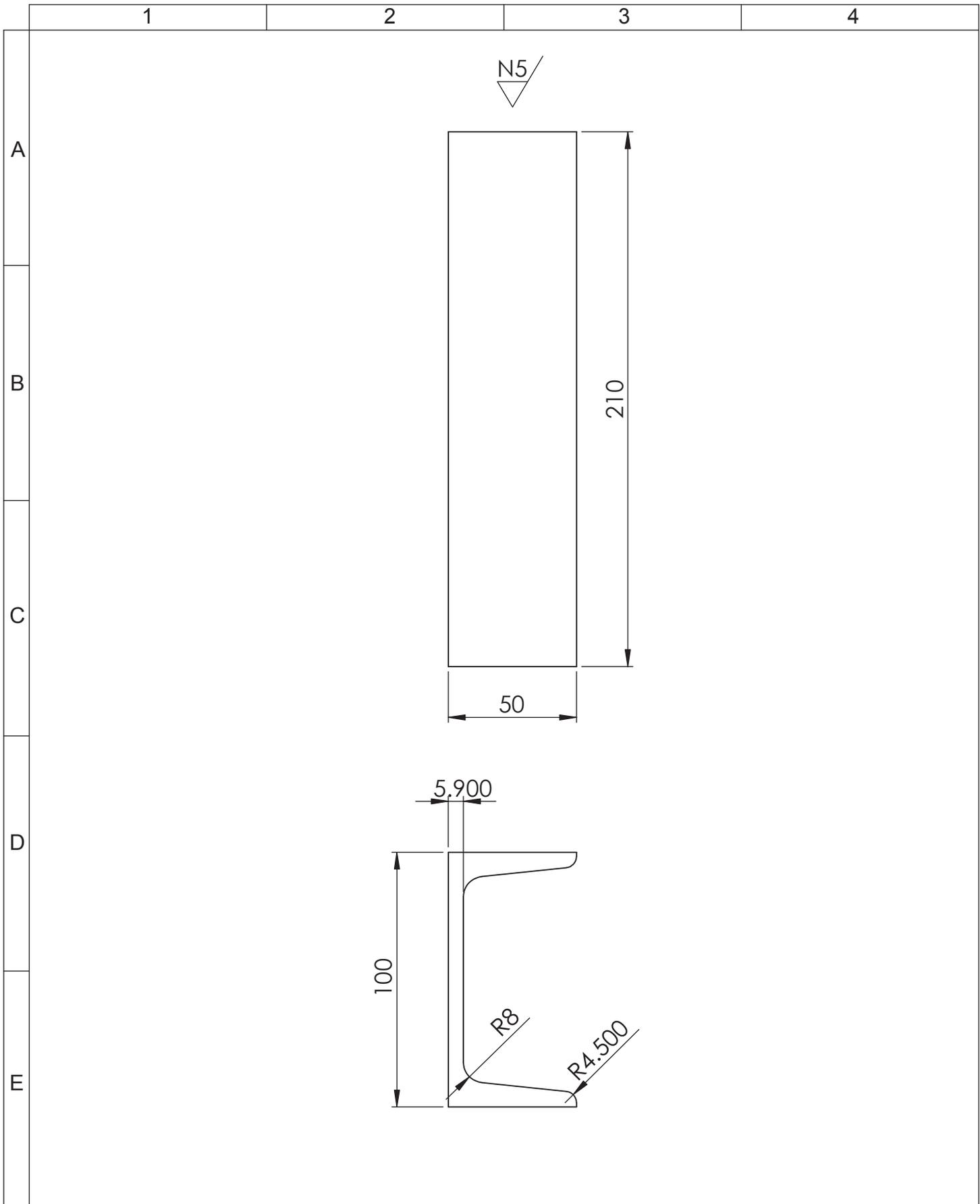
				Tolerancia	Peso	ACERO A36			
				±0,02	2,72 N				
					Fecha	Nombre	APOYO HORIZONTAL 1		Escala: 1:1
				Dib.		Vargas Paul			
				Rev.		Ing. Manjarres			
				Apro.		Ing. Manjarres			
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		7	DISS - 011		
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre						



				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				±0,02	2,88 N		
				Fecha	Nombre	APOYO HORIZONTAL 2	Escala: 1:1
				Dib.	Vargas Paul		
				Rev.	Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 012	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				±0,02	33,78 N		
				Fecha	Nombre	CANAL BASE 3	Escala: 1:2
				Dib.	Vargas Paul		
				Rev.	Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 013	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre				



				Tolerancia	Peso	ACERO A36	
				±0,02	43,5 N		
				Fecha	Nombre	ANGULO HORIZONTAL 3	Escala: 1:2
				Dib.	Vargas Paul		
				Rev.	Ing. Manjarres		
				Apro.	Ing. Manjarres		
				I.T.S.A Mecánica Aeronáutica		DISS - 014	
Edi- ción	Modifi- cación	Fecha	Nombre			10	

HOJA DE VIDA

DATOS PERSONALES:

NOMBRE: Gilber Paul Vargas Caisaguano.

NACIONALIDAD: Ecuatoriano.

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 160067800-5.

LIBRETA MILITAR: 198918004751

FECHA DE NACIMIENTO: 09 de Septiembre de 1989.

LUGAR DE NACIMIENTO: Baños, Tungurahua, Ecuador.

ESTADO CIVIL: Soltero

TELEFONOS: 032 743 179 – 098758670

CORREO ELECTRÓNICO: flips.pol.yks@hotmail.com

DIRECCION: Baños- Barrio San José (Juan I. Mera y Misioneros Dominicanos).



FORMACIÓN ACADÉMICA:

Superiores:

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico
Tecnología en Mecánica Aeronáutica-Motores
2007-2010.

Estudios Secundarios:

Instituto Tecnológico Superior "BAÑOS"
Bachiller Técnico en Mecánica Industrial
2001-2007.

Estudios Primarios:

Escuela "PEDRO VICENTE MALDONADO"
1995-2001.

Idioma Extranjero:

Inglés.

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

CURSOS REALIZADOS:

- Relaciones humanas.
- Primeros auxilios.

EXPERIENCIA LABORAL:**• FUERZA AÉREA ECUATORIANA**

Base Aérea de Cotopaxi, Latacunga, prácticas de mantenimiento en avión C-130

Escuela Superior Militar de Aviación- ESMA, Salinas, prácticas de mantenimiento en avionetas CESNA 120 Y TWIN OTHER.

• TAO-SHELL

Prácticas de mantenimiento en avionetas CESNA 250.

• AEROCONEXOS

Prácticas de mantenimiento en avionetas CESNA 250.

Gilber Paúl Vargas Caisaguano.

C.I.: 160067800-5

HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE RESPONSABILIZA
EL AUTOR.**

Gilber Paúl Vargas Caisaguano.

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Subs.Téc.Avc.Ing. Hebert Atencio V.

Latacunga, 02 de febrero del 2012

CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Yo, **GILBER PAÚL VARGAS CAISAGUANO**, egresado de la carrera de Mecánica Aeronáutica, en el año 2010 con Cédula de Ciudadanía N° 160067800-5, autor del Trabajo de Graduación “**CONSTRUCCIÓN DE UN SOPORTE PARA EL MOTOR DERECHO DEL AVIÓN FAIRCHILD FH-227 CON MATRÍCULA HC-BHD; PARA EL TRASLADO DESDE EL ALA DE TRANSPORTE N°11 UBICADO EN LA CIUDAD DE QUITO HACIA EL CAMPUS DEL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO (ITSA)**”, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

Gilber Paúl Vargas Caisaguano

Latacunga, 02 de febrero del 2012