

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ESCUELA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

**CONSTRUCCIÓN DE UN REMOLQUE PARA
TRANSPORTAR DE OXÍGENO Y NITRÓGENO A LOS
AVIONES T-33 A DEL ITSA**

POR:

WILLIAM ALBERTO CADENA CASTILLO

**Proyecto de grado presentado como requisito parcial para obtención del
título de:**

TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA

2003

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Sr. William Alberto Cadena Castillo, como requerimiento parcial a la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA.

Tlgo. Joselo Chávez
Subs. Téc. Avc

Latacunga, 02 de febrero del 2004

DEDICATORIA

El presente trabajo esta dedicado para Margoht y César mis padres y a Maggy mi hermanita, quienes me han apoyado a seguir adelante en la elaboración de este proyecto, ya que sin ellos no habría contado con los recursos económicos y morales, por esto y por todo el cariño que les tengo, este trabajo esta dedicado para ellos.

William Alberto Cadena Castillo

AGRADECIMIENTO

Agradezco de la forma mas sincera en primer lugar a Dios por darme una familia que me comprende y que apoya en todos los proyectos que he emprendido, Y por que sin el nuca hubiera podido culminar con éxito este proyecto.

A mis padres por el apoyo moral y por sus consejos que fueron de gran ayuda en toda mi vida, y espacialmente en el proceso de elaboración de este proyecto.

A mi hermana Margarita por estar conmigo siempre y nuca dejar de apoyarme y de brindarme todos sus consejos.

Al Subs. Joselo Chávez por brindarme su apoyo y sus conocimientos que fueron de gran ayuda en la culminación de este proyecto.

A mis amigos que siempre estuvieron conmigo y por brindarme consejos que ayudaron a la culminación de este proyecto.

William Alberto Cadena Castillo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	Pág
Carátula.....	i
Certificación.....	ii
Dedicatoria	iii
Agradecimientos	iv
Índice de contenidos	v
Lista de anexos.....	x
Lista de figuras.....	xi
Lista de tablas.....	xii
Glosario.....	xiii
Resumen.....	1
Introducción.....	2
Justificación.....	3
Definición del Problema.....	4
Objetivos.....	5
Alcance.....	6

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Soldadura.....	7
1.2. Soldadura eléctrica.....	10

1.2.1. El equipo de soldadura eléctrica.....	11
1.3. Los electrodos.....	15
1.4. Corrosión, Oxidación, Causas y protecciones.....	18
1.4.1. Oxidación.....	18
1.4.2. Corrosión.....	18
1.4.3. Causas de la corrosión.....	19
1.4.4. Protecciones contra la corrosión.....	20
1.4.4.1. Recubrimientos no metálicos.....	22
1.4.4.1.1. Recubrimiento por pinturas.....	22
1.5. El Hierro.....	23
1.6. Manómetros.....	24
1.8. Cojinetes de contacto rodante.....	26
1.9.Reguladores de presión.....	27

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1. Definición de alternativas y estudio técnico.....	29
2.1.2. Estudio técnico.....	29
2.1.2.1. Estudio técnico de la primera alternativa.....	29
2.1.2.1. Estudio técnico de la segunda alternativa	29
2.2. Estudio de factibilidad.....	30

2.2.1. Estudio de factibilidad de la primera alternativa.....	30
2.2.2. Estudio de factibilidad de la segunda alternativa.....	31
2.2.3. Parámetros de evaluación	32
2.2.3.1. Factor mecánico.....	33
2.2.3.2. Factor financiero.....	34
2.2.3.3. Complementario.....	34
2.3. Selección de la mejor alternativa	35
2.4. Requerimientos técnicos.....	36

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

3.1. Construcción de la estructura principal.....	38
3.2. Construcción de la suspensión.....	39
3.3. Ensamble de la estructura principal y la suspensión.....	41
3.3.1. Calculo del centro de gravedad.....	41
3.4. Implementación del sistema de abastecimiento.....	46
3.4.1. Construcción del tablero de abastecimiento.....	47
3.4.2. Implementación del sistema de distribución.....	48
3.5. Diagramas de procesos.....	50
3.6. Diagramas de ensamble.....	69

CAPÍTULO IV

ELABORACIÓN DE MANUALES

4.1. Manual de Operación.....	74
4.2. Manual de Mantenimiento.....	79
4.3. Manual de Verificación.....	82
4.4. Hojas de Registro.....	83

CAPÍTULO V

ESTUDIO ECONÓMICO

5.1. Presupuesto.....	87
5.2. Análisis económico y financiero.....	87
5.2.1. Materiales.....	88
5.2.2. Máquinas herramientas.....	89
5.2.3. Mano de obra.....	89
5.2.4. Otros.....	90

CAPÍTULO VI

OBSERVACIONES, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Observaciones.....	92
6.2. Conclusiones	93
6.3. Recomendaciones.....	94

Bibliografía y Listado de referencias

Plano

Anexos

LISTA DE ANEXOS

Anexo A. Planos

Anexo B. Fotografías

Anexo C. Sistemas del avión que van ha ser suministrados de oxígeno y nitrógeno

Anexo D. Símbolos neumáticos.

Anexo F. Características técnicas de los rodamientos.

Anexo G. Características técnicas de las llantas

Anexo H. Materiales de construcción.

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1. Esquema de formación del cordón de suelda en el arco eléctrico...	11
Figura 1.2. Pinzas de acoplamiento entre el equipo y la pieza a soldar.....	12
Figura 1.3. Mesa de soldar y equipo de soldadura eléctrica.....	15
Figura 1.4. Electrodo recubierto (en sección).....	16
Figura 1.5. Nomenclatura del electrodo.....	17
Figura 1.6. Esquema de un manómetro de Bourdon.....	24
Figura 1.8. Manómetro de Bourdon.....	25
Figura 1.9. Terminología del contacto rodante.....	26
Figura 1.10. Regulador con sus partes más importantes.....	27
Figura 1.11. Regulador seccionado.....	28
Figura 2.1. Remolque para transportar cilindros verticalmente.....	29
Figura 2.2. Remolque para transportar cilindros horizontalmente.....	29
Figura 3.1. Estructura principal del remolque.....	39
Figura 3.2. Esquema de la suspensión del remolque.....	42
Figura 3.3. Sujeción de los paquetes con la suspensión.....	41
Figura 3.4. Dimensiones del remolque.....	43
Figura 3.5. Ubicación del centro de gravedad.....	44
Figura 3.6. Distribución de fuerzas.....	45
Figura 3.7. Tablero de distribución.....	47
Figura 3.8. Diagrama del sistema de abastecimiento.....	51
Figura 3.9. Soporte del inclinado.....	53

Figura 3.10. Remolque Construido.....	74
Figura 5.1. Remolque de marca Tronair.....	90

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 2.1. Matriz de Evaluación.....	33
Tabla 2.2. Matriz de decisión.....	34
Tabla 3.1. Datos técnicos de las máquinas herramientas.....	37
Tabla 3.2. Tiempo de operación en los diferentes sistemas.....	37
Tabla 3.3. Cálculo del centro de gravedad.....	43
Tabla 3.4. Presiones de los sistemas del avión.....	52
Tabla 3.5. Verificación de funcionamiento del remolque.....	78
Tabla 5.1. Lista de materiales para la construcción del remolque.....	88
Tabla 5.2. Cuadro de costos de utilización de las máquinas.....	89
Tabla 5.3. Costo de mano de obra.....	89
Tabla 5.4. Otros gastos.....	90
Tabla 5.5. Costo total de la construcción del remolque.....	90
Tabla 5.6. Comparación de costos.....	91

GLOSARIO

W	Peso
Lbs	Libras
Kg	Kilogramos
m	Metros
mm	Milímetros
Cg	Centro de gravedad
R	Reacción de las llantas
Σ	Sumatoria
A	Area
Nf	Rosca gruesa
°C	Grados Centígrados
Km/h	Kilómetros por hora
PSI	Libras sobre pulgadas cuadras

RESUMEN

Este proyecto contiene toda la información necesaria sobre la construcción del remolque para transportar cilindros de oxígeno y nitrógeno a los aviones T-33A del ITSA, este proyecto abarca todos los pasos y procedimientos que se utilizaron para la construcción de este equipo de apoyo.

También se encontrará especificaciones referente a sus datos físicos, descriptivos, componentes principales, y todas las instrucciones necesarias para su operación, y mantenimiento.

INTRODUCCIÓN

Este remolque es una herramienta para transportar los cilindros de oxígeno y nitrógeno a donde se encuentren los aviones T-33 A del ITSA de una manera segura.

El remolque cuenta con todas las características técnicas necesarias para que soporte el peso de los cilindros, y el propósito del diseño de su forma es que los cilindros estén colocados en el remolque de una manera fija y que a la vez brinde facilidad en el transporte y manejo.

Este remolque puede suministrar oxígeno a los cilindros de baja presión en el avión, también de nitrógeno a los distintos componentes como son; montante del amortiguador oleoneumático, llantas y acumulador hidráulico.

En la primera parte de este proyecto se plantea el objetivo, el cual es de construir un remolque para transportar cilindros de oxígeno y nitrógeno, e implementar un sistema de abastecimiento. Para lo cual se realizó una investigación para encontrar una estructura que se ajuste a la necesidad planteada, se plantearon dos alternativas para luego evaluarlas y seleccionar la mejor. Posteriormente se procedió a la construcción y montaje de sus partes. Se implementaron manuales y hojas de registro para facilitar la operación y conservación de este equipo de apoyo.

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Durante la programación académica de la carrera de mecánica aeronáutica contempla actividades prácticas en los aviones de escuela

Estos aviones carecen de equipos de apoyo en tierra, uno de ellos es un sistema para abastecer de oxígeno y nitrógeno a los montantes de los amortiguadores, acumulador hidráulico, llantas y a los cilindros de baja presión del sistema de oxígeno, además de un medio de transporte para los cilindros y el sistema de abastecimiento.

El no contar con este equipo de apoyo dificulta realizar el trabajo práctico con calidad y eficiencia.

JUSTIFICACIÓN.

El ITSA posee dos aviones T-33 A los cuales están destinados para las prácticas que realizan los alumnos que cursan el quinto nivel. Estos aviones carecen de fuentes para suministrar oxígeno y nitrógeno a los sistemas a fines, un remolque para un sistema de suministro de oxígeno y nitrógeno sería la solución para mantener en optimas condiciones estos aviones.

Con la construcción de un remolque y la implementación del sistema se facilitará la movilización del sistema de suministro de oxígeno y nitrógeno a donde se encuentran localizados los aviones T-33 A del ITSA, esto propenderá a que se encuentren disponibles en cuanto a los sistemas de oxígeno y de nitrógeno, para la amortiguación oleoneumática y las ruedas el cumplimiento de las prácticas docentes para los alumnos en la Escuela de Mecánica Aeronáutica.

El ITSA contará con su propio medio de transporte para los cilindros de oxígeno y nitrógeno facilitando así el trabajo en las prácticas de futuras generaciones de Tecnólogos en el ITSA.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Construir un remolque para transportar cilindros de oxígeno y nitrógeno a los aviones T-33A del ITSA.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio para la construcción de un remolque para transportar cilindros de oxígeno y nitrógeno.
- Realizar un estudio de requerimientos técnicos para determinar tanto la forma, como el material a utilizar en la construcción del remolque.
- Construir las bases y soportes de la estructura del remolque.
- Implementar el sistema de abastecimiento de oxígeno y nitrógeno a los aviones T-33A del ITSA.
- Realizar un estudio de forma para acoplar los cilindros y sus diferentes conexiones
- Realizar pruebas funcionales del remolque.
- Realizar manuales de operación, mantenimiento y verificación .
- Determinar observaciones, conclusiones y recomendaciones.

ALCANCE

Al realizar este trabajo de construcción de un remolque para transportar cilindros de oxígeno y nitrógeno, se propone un medio de transporte para el sistema de abastecimiento de oxígeno y nitrógeno a los aviones T-33 A del ITSA; Que ayudara con él procesó de enseñanza y aprendizaje práctico.

De esta manera el ITSA formará profesionales con mejores conocimientos prácticos que conjugado con los conocimientos teóricos serán profesionales integrales que la sociedad y el país necesitan.

El proyecto estará limitado en cuanto a las botellas de nitrógeno y oxígeno los cuales no serán instalados en forma definitiva por su alto costo, las pruebas funcionales se realizarán con botellas en calidad de préstamo para la verificación de fallas en el sistema.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1. Soldadura

Para la construcción de la estructura remolque se necesita una técnica de unión mecánica, de entre otras la mas adecuada es la soldadura, razón por la cual se necesita conocer en que consiste este tipo de unión mecánica.

A continuación se explica en que consiste este tipo de unión mecánica:

“Por su puesto que el método de soldadura en la actualidad es él mas utilizado para todo tipo de uniones mecánicas entre metales; Las ventajas entre otras formas de unión como pueden ser remaches atornillados, etc., son muchas aunque por esto no se va a caer en la tentación de despreciar otras, pues para multitud de aplicaciones son mas adecuadas sobre todo si el tipo de unión debe ser reversible o desmontable”. *Manual de mecánica básica Pag176*

Por este motivo la estructura del remolque estará construida por este método de unión mecánica.

Las ventajas más destacadas de la soldadura son entre otras, las siguientes:

- Una unión total, consiguiendo que los dos metales se unan en uno solo; un ejemplo de esto se lo puede encontrar en la industria del automóvil, que es la forma de unión, casi exclusiva, en todos los elementos del vehículo; esto se puede apreciar en las puertas de un vehículo que, por supuesto, están unidas por medio de soldadura y una vez fijadas y pintadas es imposible distinguir cuales son las uniones realizadas con soldadura.
- La resistencia de la soldadura a la rotura es tan grande que si esta perfectamente realizada y sin porosidad es fácil que la rotura, si se la somete a un esfuerzo de torsión, es más fácil que se rompa por un sitio distinto al soldado.
- Otra de las ventajas a tener en cuenta es su costo que es mucho más económico que cualquier otro tipo de unión habitual.
- También se puede destacar de la soldadura que, una vez que se tiene la suficiente destreza, es el método más rápido de unión e incluso el único que se puede usar para acceder a determinadas zonas que por su inaccesibilidad es imposible utilizar otro medio.
- También se puede destacar de la soldadura que si esta bien realizada es un medio de unión estanco para los fluidos, con lo que se consigue un ahorro interesante en juntas de estanqueidad.

A continuación se citará algunas más pero estas pueden ser suficientes para comprobar que la soldadura como método de unión de materiales metálicos.

Por todo esto que se ha citado se puede decir que la soldadura es un medio de unión económico y moderno, aplicable para la investigación.

La soldadura se define por el siguiente criterio:

“Como definición se dirá que se llama soldadura a la unión de dos piezas de igual o distintos materiales, por medio de una fusión de estos materiales al calentarse. Esta unión puede realizarse con o sin la aportación de otro material, al que se lo llama suelda”. *Manual de mecánica básica pag177*

Se puede distinguir los siguientes tipos de soldadura, principalmente:

- Autógena.
- Eléctrica.
- por lamparilla (capilaridad)
- de plomo, Etc.

Otra distinción importante en la soldadura es, según el punto de fusión de los materiales de aportación suelda:

- Soldadura blanda.

- Soldadura dura.

“Se da el nombre de soldadura blanda cuando el material de aportación funde a temperaturas inferiores a los 500 °C y, por consiguiente, soldadura dura a la que supera esa temperatura.” *Manual de mecánica básica Pag.177.*

1.2. Soldadura eléctrica.

La soldadura eléctrica es la técnica mas apropiada para unir metales en el medio, por ser el tipo de soldadura más económico y accesible.

A continuación se explica en que consiste la soldadura eléctrica, su principio de funcionamiento y el equipo necesario para realizar este tipo de soldadura.

A la soldadura eléctrica, se puede definir por el siguiente criterio:

“Si dos conductores puestos bajo tensión (a diferente potencia) se tocan, se produce un corto circuito, pero si se los separa un poco produce una chispa entre ellos; si esta chispa es continua, es lo que se llama un arco eléctrico. La soldadura se realiza haciendo saltar un arco eléctrico entre las superficies de las piezas que se desea unir, con una varilla metálica llamada electrodo”. *Manual de Mecánica básica pag.179.*

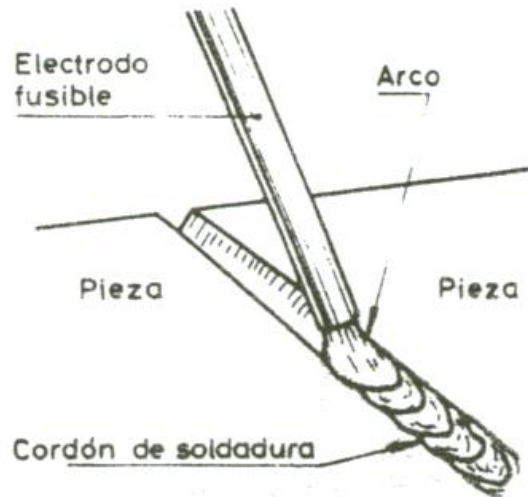


Figura .1.1. Esquema del proceso de la formación del cordón de soldadura en el arco eléctrico.

1.2.1. El equipo

La función de un equipo de soldadura es producir un arco eléctrico o una chispa eléctrica que salte continuamente entre dos puntos, separados a una cierta distancia, por medio de un electrodo.

Este arco eléctrico desarrolla tal cantidad de calor y alcanza tal temperatura que es capaz de fundir el acero, siendo esta propiedad la que se aprovecha para realizar la soldadura. Para el soldeo eléctrico se necesitan unas máquinas especiales que proporcionan una corriente eléctrica de tensión e intensidad variables.

1.2.1.1. La Pinza y el porta electrodo.

Las terminaciones de los cables del equipo de soldar llevan unas pinzas entre las que se produce un arco eléctrico para realizar la soldadura; estas pinzas adquieren una forma distinta según sea para sujetar el electrodo, El cual necesita un mango protector aislante, y la otra, que se usa para cerrar el circuito eléctrico, suele tener la forma de un gato de presión o pinza, esta segunda pinza se sujeta a la mesa de soldar donde se apoyan las piezas a soldar o en una posición que se consiga una buena conducción de la electricidad entre esta pinza y el electrodo; También posee una abrazadera en una de las palancas para sujetar el cable conductor.

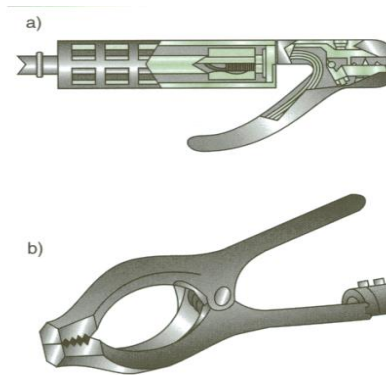


Figura 1.2. Pinzas de acoplamiento entre el equipo y la pieza a soldar.

1.2.1.2. Los cables eléctricos

Parten del equipo de soldar y van a la pinza y al portaelectrodo; deben estar adaptados para transmitir la corriente de elevada intensidad precisa para la soldadura de arco.

Los cables eléctricos deben cumplir ciertas características

“Se evita así un excesivo desarrollo de calor. La sección del cable depende de la intensidad de corriente que debe soportar.

Hay que recordar que la resistencia ofrecida por el cable es directamente proporcional a su longitud e inversamente proporcional a su sección y que el desarrollo de calor de un conductor metálico es proporcional a su sección y que es proporcional a su resistencia y al cuadrado de la intensidad de corriente.

La carga de corriente no debe superar los 4 A /mm². Si el cable es más pequeño se produce dispersión de energía, si es muy grueso resta facilidad de maniobra al soldador.

Los cables han de estar perfectamente aislados y no deben ser pisoteados o seguir caminos tortuosos con peligro de rotura o de reducir el campo de maniobra del soldador. Debe cuidarse de no poner en contacto con otras fuentes de calor. Como pueden ser partes recién soldadas de la pieza”. *Manual de mecánica básica pag*

183

1.2.1.3. La piqueta y el cepillo.

La piqueta es una herramienta que se usa para arrancar la escoria de la soldadura y comúnmente son metálicas; por una parte están provistas de un cincel y, por otra de una punta (una especie de pico).

También se utiliza un cepillo metálico que son muy útiles para pulir el cordón después de la eliminación de la escoria. Están formados por un soporte de madera al que se le han añadido las cerdas de metal.

1.2.1.4. Elementos de protección.

El soldador ha de protegerse la cara mediante una máscara con mirilla y un vidrio especial que reduce la radiación luminosa y absorbe la ultravioleta para proteger la vista de la fuerte intensidad luminosa del arco.

La gran cantidad de chispas que este tipo de soldadura desprende hace imprescindible proteger las manos con guantes de cuero el cuerpo y la ropa con un delantal de cuero, ya que el arco desprende abundantes chispas que pueden causar quemaduras.

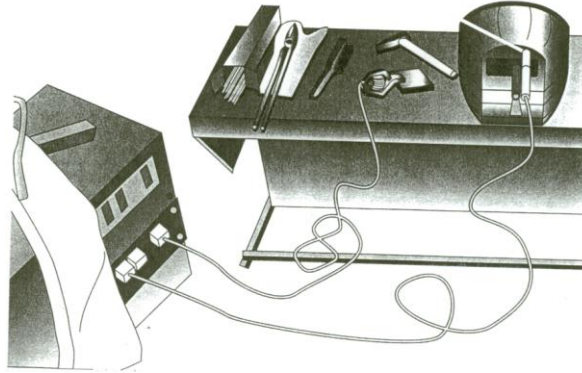


Figura 1.3. Mesa de soldar con sus elementos

1.2.3. Los electrodos

Se habla que el electrodo es una barilla metálica utilizada para hacer saltar el arco eléctrico entre las superficies de las piezas a soldar.

A continuación se definirá al electrodo basándonos en el siguiente criterio:

“La función del electrodo es doble: por una parte sirve de conductor de la corriente para mantener el arco eléctrico y de electrodo de ese arco y por otra sirve para proporcionar el material de aportación que formara la unión soldada”.

Mecánica Industrial Tomo 1 Pag 141.

Los electrodos para soldadura pueden clasificarse en dos grupos:

- Electrodos desnudos.

- Electrodo revestido o recubierto.

Según el siguiente criterio electrodo desnudo son:

“Aquellos que están formados por una varilla circular y composición química determinada y en la actualidad solamente son utilizados en casos verdaderamente excepcionales”. *Mecánica Industrial Tomo I PAG 141.*

En la construcción del remolque se utilizarán electrodos desnudos y según la siguiente definición electrodo revestido son:

“Son aquellos que están constituidos por una varilla metálica a la que se da el nombre de alma, generalmente de forma cilíndrica, recubierta de sustancias no metálicas, cuya composición química puede ser muy variada, según las características que se requieran en el uso y en el resultado de la soldadura”.
Mecánica Industrial Tomo I Pag142.

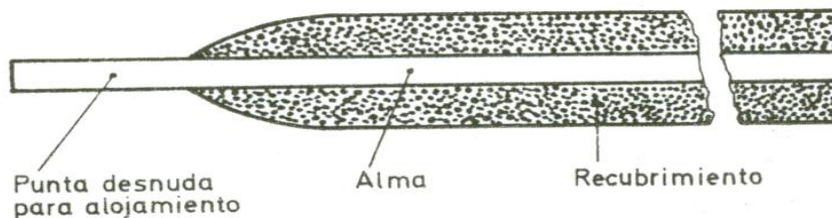


Fig. 9.— Electrodo recubierto (en sección).

Figura 1.4. Electrodo recubierto (en sección).

“En el revestimiento suele haber impreso unas letras y números que dan ciertas características del electrodo. En uno de los extremos, el alma no lleva revestimiento (este trozo tiene un alrededor de 25mm y es la parte que sujeta a la pinza o mango del soldador). En la siguiente figura se puede ver la constitución del electrodo”. *Manual de mecánica básica Pag 85.*

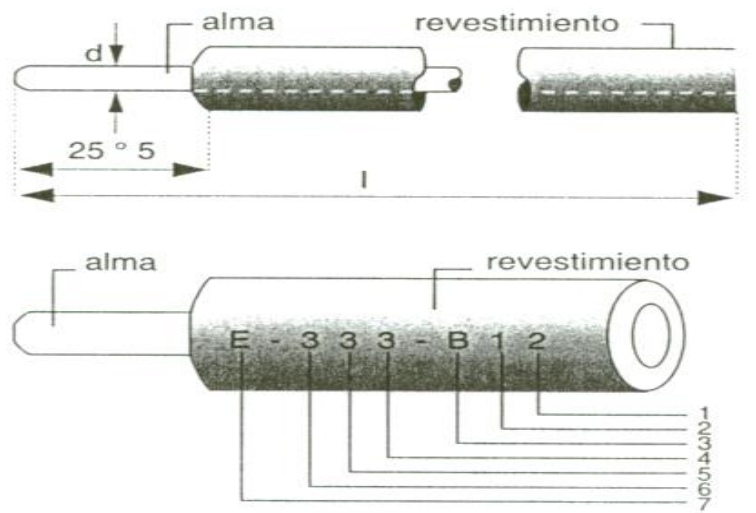


Figura 1.5. Esquema de la nomenclatura del electrodo.

Descripción de la Figura 1.5:

1. Indicador de corriente eléctrica preferente.
2. Indicador de posición de soldadura.
3. Letra indicadora del carácter del revestimiento exterior.
4. Indicativo de resiliencia
5. Indicativo del alargamiento.
6. Indicativo de la resistencia a la tracción.
7. Electrodo de uso manual revestido.

1.3. Corrosión, oxidación. Causas y protecciones.

La estructura del remolque se construirá con hierro, material que es vulnerable a la oxidación y corrosión, por lo cual se debe conocer de que se tratan estos fenómenos, y como se puede evitar para que no afecten de manera significativa a la estructura del remolque.

1.3.1. Oxidación

A la oxidación se puede definir mediante el siguiente criterio:

“Reacción fundamental derivada de la corrosión de los metales y se define como el efecto permitido por el oxígeno en la superficie de un metal como consecuencia de factores externos que facilita su desarrollo.

Hay metales, como el aluminio y el cobre que no presenta un fenómeno de agrietamiento por oxidación y tiene un espesor crítico de la capa oxidada que los protege de oxidación progresiva”. *Manual de mecánica básica Pag 60.*

1.3.2. Corrosión.

“Estado de equilibrio, o forma estable de los metales, en el que se representan en la naturaleza combinados con otros elementos con los cuales forman

compuestos químicos (óxidos, Carbonatos, sulfatos, etc.). Mediante los procesos metalúrgicos se obtienen los metales puros, a partir de los minerales, situándolos en condiciones no estables que pueden conservar durante largos períodos. En este estado, los metales poseen una tendencia hacia su estado natural llamada corrosión, Esta se manifiesta como una destrucción lenta y progresiva de los metales por efecto de agentes exteriores. Cuando un metal se halla en un ambiente corrosivo, las partículas que reaccionan solo se encuentran en cantidades limitadas, pues su contacto es superficial; por tanto, la reacción a de ser lenta y más aun si se la obstaculiza recubriendo de algún modo la superficie".

Manual de mecánica básica Pag 61.

1.3.4. Causas de la corrosión

La corrosión no ataca por igual a todos los metales, aun en el mismo ambiente, puesto que están mas sujetos a sus efectos los que presentan un carácter más electronegativo que el del hidrógeno. Aun tratándose de dos metales de igual carácter, no sufren la corrosión en la misma forma, y en algunos, como el cromo el níquel queda "Pasivados", y en tal condición no la experimentan.

Actualmente se admite que la corrosión se produce por dos clases de acciones fundamentales. La química y la electroquímica. A su vez, la corrosión electroquímica puede producirse sin fuerza electromotriz exterior, llamándose así corrosión galvánica, a causa de dicha fuerza, constituyendo entonces la corrosión electroquímica propiamente dicha.

1.3.5. Protecciones contra la oxidación y la corrosión.

Como se había citado anteriormente la estructura del remolque estará construida de materiales como el hierro material vulnerable a la oxidación y la corrosión, razón por la cual se debe conocer como proteger la estructura y las partes de fácil corrosión y oxidación del remolque.

A continuación se explica que métodos existen para proteger los metales ante la corrosión, oxidación y cual de estos serán los mas adecuados para la construcción del remolque.

Intervienen tantos factores en el fenómeno de la corrosión, que es imposible proteger de ella a todos los metales y en todos los casos.

Para aquellos se deberá tener en cuenta las siguientes circunstancias para poder determinar la protección adecuada:

- Clase y estado del metal (composición estructura, impurezas, elaboración, tratamientos, etc.).
- Medio en que se encuentra (naturaleza, concentración, pH o índice de acidez, presión, temperatura, etc.).
- Contacto entre metal y medio (forma de la pieza, estado de la superficie, etc.).

Los procedimientos empleados para proteger contra la corrosión se puede clasificar en cinco grupos, a saber:

- Por recubrimientos metálicos.
- Por recubrimientos no metálicos.
- Por empleo de inhibidores.
- Protección catódica.
- Protección por el empleo de metales autoprotectores.

En la actualidad se trabaja mucho en los tratamientos o protecciones contra la corrosión, sobre todo en la industria automovilística donde se ha logrado grandes avances en este campo.

En la construcción del remolque se debe utilizar la protección por recubrimientos no metálicos, y dentro de este el método más conveniente es el recubrimiento por pinturas por ser él mas barato y más accesible en el medio, este método se tratara más a fondo en el capítulo de selección de alternativas, a continuación se explica en que consiste este método de protección contra la oxidación y la corrosión.

1.3.5.1. Recubrimientos no metálicos.

Para conseguir recubrimientos no metálicos resistentes a la corrosión se utilizan los siguientes procedimientos:

- Recubrimientos por fosfatación.
- Recubrimiento por pinturas.
- Recubrimientos por oxidación superficial.
- Recubrimiento por esmaltado.

1.3.5.1.1. Recubrimiento por pinturas.

De todos los métodos vistos anteriormente el mejor para el proyecto es el de recubrimientos por pinturas por ser él más económico y accesible en el medio.

La protección basándose en pinturas, barnices, lacas, resinas sintéticas etc., actúa principalmente contra el agua. En realidad pocas veces ofrece una impermeabilidad absoluta, pero si gran resistencia a la penetración limitando la cantidad de agua que alcanza la superficie del metal. Toda aplicación de pintura debe ir precedida de un desengranado y un decapado cuidadosos del metal, para hacer desaparecer toda traza de óxido, orín o cascarilla.

1.4. El Hierro

La estructura del remolque se construirá de tubos de hierro cuadrados y por este motivo se debe señalar a continuación las características de este metal:

Al hierro se puede definir de la siguiente forma:

“Con la palabra hierro se designa al elemento químico de este nombre y ciertos productos siderúrgicos que solo como impurezas puede entrar a formar parte de otros elementos. El hierro técnicamente puro, con menos de 0.008 % de carbono, blanco azulado, dúctil y maleable, cuyo peso específico es de 7.87Kg. Funde a 1.536 °C y 1.539 °C, reblandeciéndose hasta llegar ha esta temperatura, lo cual permite forjarlo o moderarlo con facilidad. La temperatura de fusión es baja cuando esta maleado con carbono, siendo entonces de 145 °C. Es un buen conductor del calor y la electricidad, y se imanta fácilmente”. *Manual de mecánica básica Pag28.*

Debe tomarse en cuenta las siguientes variedades:

- Hierro puro.
- Hierro electrolítico.

Siendo hierro puro aquel obtenido por algún procedimiento industrial por el cual la cantidad de impureza es tan reducida, que puede despreciarse. Y electrolítico el deposito generado por la electrólisis selectiva de una sustancia que contenga hierro.

1.5. Manómetros.

El manómetro es instrumento para medir presión. Consiste en tubo curvado de sección elíptica o rectangular soldado a un soporte por un extremo, quedando el otro extremo libre. La figura 1.6 muestra la construcción mecánica interna del mismo.

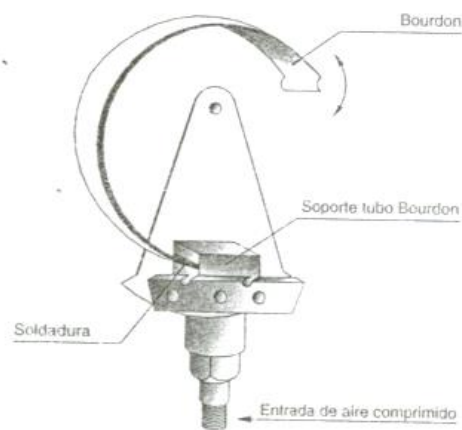


Figura 1.6. Esquema interno de un manómetro de Bourdon.

Cuando aumenta la presión en el interior, el tubo tiende a desplazar su extremo libre por enderezamiento del mismo. Este extremo va unido a un amplificador mecánico de piñón (sector dentado). Tanto el tubo como el mecanismo amplificador, aguja y escala van encerrados en una caja metálica, estanca o no, con cristal frontal visualizando. El esquema de la figura 1.7 muestra los componentes internos de un manómetro con los accesorios para su funcionamiento.



Figura. 1.7. Manómetro de Bourdon.

Los materiales que suelen utilizarse para la construcción del tubo son: acero, bronce, cobre al berilio, cromo, níquel, acero inoxidable y metal monel, y depende de la presión a medir y de la corrosividad del fluido.

1.6. Ruedas

El neumático es para ser usado en todo tipo de terreno, su diseño con banda de rodamiento capaz de prestar excelentes condiciones de maniobrabilidad. Resultando la más moderna tecnología en neumáticos para vehículos rústicos.

1.7. Cojinetes con contacto rodante.

Los cojinetes de contacto rodante se proyectan para soportar y ubicar los ejes o partes que giran en las maquinas. Transfieren las cargas entre los miembros rotatorios y estacionarios y permiten la rotación relativamente libre con un mínimo de fricción.

Constan de elementos rodantes (bolas o rodillos) entre un anillo exterior y un anillo interior. Se usan las jaulas para interponer espacio entre los miembros rotatorios en la figura 1.8 se ilustra la terminología común usada en descripción de los cojinetes de contacto rodante.

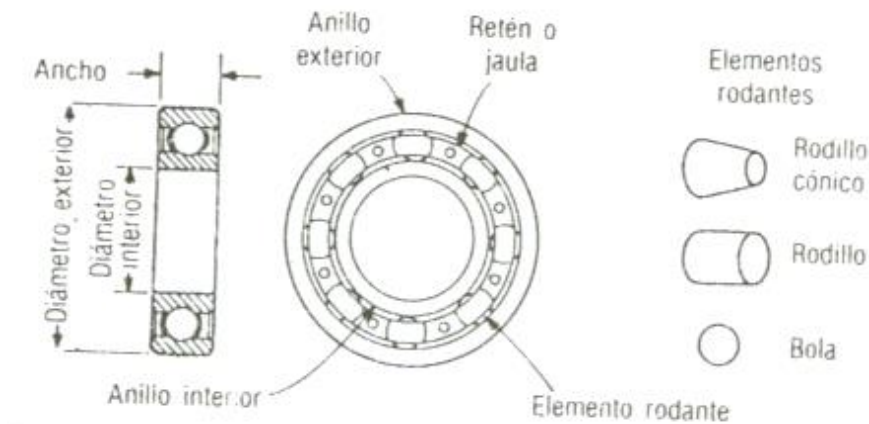


Figura 1.8. Terminología del contacto rodante.

Existen dos tipos de cojinetes de rodillos y de bolas. Acerca de los tipos de cojinetes se detalla en el Anexo D.

1.8. Reguladores de presión.

Fundamentalmente los manorreductores están compuestos de dos cámaras, una de alta presión con su manómetro de alta, y otra de baja presión con su manómetro de baja. Estas cámaras están comunicadas por una válvula obligada a cerrar por un resorte. La apertura de la válvula se realiza al girar el husillo que empuja la membrana y una varilla en contacto con la válvula, todo esto se lo puede ver en la figura 1.9.

En la figura 1.10 se puede ver este mismo regulador seccionado para apreciarlo con más claridad donde se debe destacar la válvula de seguridad. La presión del gas se reduce al quedar estrangulado por su paso por la válvula y cuanto menor sea el paso más reducida será la presión.

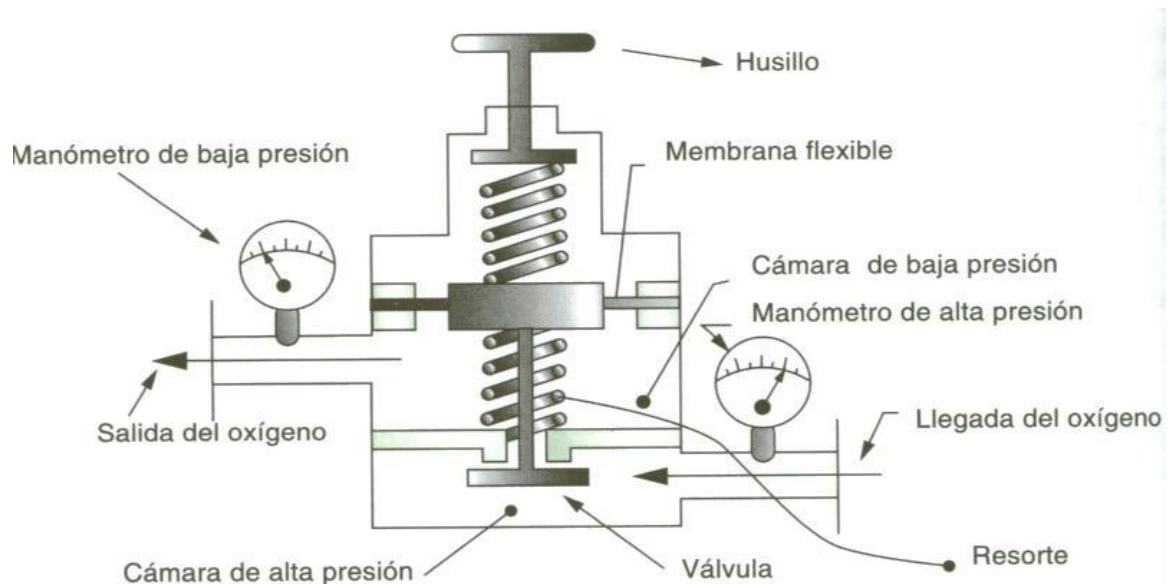


Figura 1.9. Regulador con sus partes más importantes.

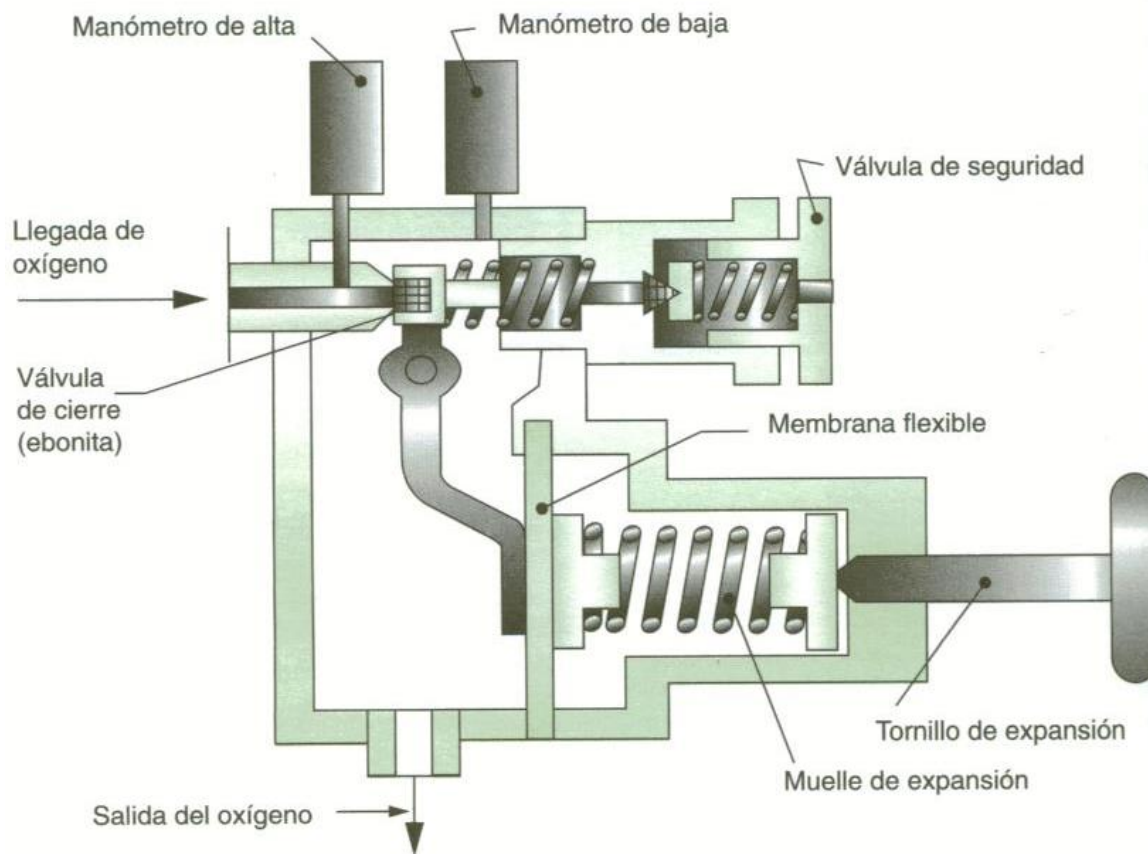


Figura 3.10. Regulador seccionado

La carcasa de los reguladores de presión esta construida de bronce o de latón y la membrana suele construirse de tejido nailon o tejido de algodón, el material del casquete empujador de la membrana también esta construido de uno de estos dos materiales, con el fin de que pueda realizar un cierre perfecto con la membrana e impedir fugas de aire.

CAPÍTULO II

ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

2.1. Definición de alternativas y estudio técnico

Dentro de las alternativas propuestas se escoge las siguientes tomando en cuenta el diseño, aplicación, tamaño y costo, los cuales son:

- Remolque para transportar cilindros en forma vertical.
- Remolque para transportar cilindros en forma horizontal.

2.1.2. Estudio técnico.

2.1.2.1. Primera alternativa.

La primera alternativa habla sobre el remolque para transportar cilindros en forma vertical.

Este remolque consta de las siguientes partes:

- Estructura del remolque.
- Cilindros de oxígeno y nitrógeno.

- Ruedas.
- Cañerías de presión.
- Acoples
- Válvulas.
- Manómetros.
- Cable a tierra.
- Porta tapas de los cilindros.
- Porta mangueras



Figura 2.1. Remolque para transportar cilindros verticalmente.

2.1.2.2. Segunda alternativa.

La segunda alternativa habla sobre el remolque para transportar los cilindros en forma horizontal.

- Estructura del remolque.
- Cilindros de oxígeno y nitrógeno.
- Ruedas.
- Cañerías de presión.
- Acoples
- Válvulas.
- Manómetros.
- Cable a tierra.

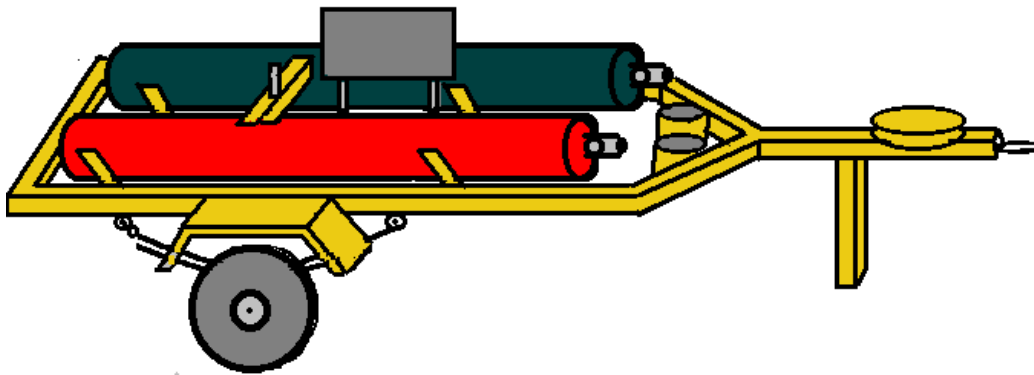


Figura 2.2. Remolque para transportar cilindros horizontalmente.

2.2. Estudio de factibilidad:

Tomando en cuenta las ventajas y desventajas de cada una de las alternativas para determinar la mejor y analizar los requerimientos técnicos del mismo, con el fin de construir el remolque escogido.

2.2.1. Primera Alternativa.

Remolque para transportar cilindros de forma vertical.

Ventajas:

- Ocupa poco espacio.

Desventajas:

- La manipulación inadecuada puede causar accidentes.
- Su movilización es más difícil.
- La construcción de su estructura es más compleja.
- La posición de los cilindros es muy inestable.
- En este tipo de remolque no se puede transportar mediante un vehículo.

2.2.2. Segunda alternativa.

Remolque para transportar cilindros en forma horizontal.

Ventajas :

- Los cilindros están en una posición más segura para transportar y ser almacenados.

- Fácil movilización manual.
- Este tipo de remolque se puede remolcar mediante un vehículo.
- La construcción de su estructura no es muy compleja.
- El mantenimiento se puede realizar sin mayor percance.

Desventajas :

- Ocupa mucho espacio.

2.2.3. Parámetros de evaluación

Para evaluar cada una de las alternativas se tomara en cuenta las ventajas y desventajas que presentan y la opción que tenga mayor calificación será el seleccionado para ser construido. Las opciones de construcción tendrán un valor de 0.1 a 1, propuesta en este proyecto.

Los parámetros de evaluación seleccionados son los siguientes, divididos en tres factores (mecánico, financiero, variable).

1. Factor mecánico.

- Material.
- Construcción.
- Operación.
- Mantenimiento.

- Transporte.

2. Factor financiero.

- Costo de fabricación.

3. Factor complementario.

- Tamaño.
- Forma.

A continuación se define cada uno de los factores.

2.2.3.1. Factor mecánico.

- **Material:** Se refiere al material recomendable y su fácil adquisición para lograr que su construcción sea óptima.
- **Construcción:** Las alternativas necesitan piezas, elementos de tolerancia de construcción con buenas características mecánicas obteniendo buenos resultados de construcción y de funcionamiento.
- **Operación:** Se refiere al funcionamiento del remolque con la mayor sencillez para poder movilizar los cilindros.
- **Mantenimiento:** Es importante para que el remolque tenga un mejor funcionamiento y dependiendo de los mecanismos, hallar las soluciones respectivas para realizar las correcciones de mantenimiento.
- **Transporte:** Se refiere a la facilidad de movilización de un lugar a otro, y también la facilidad con que se podrá dirigir el remolque.

2.2.3.2. Factor financiero.

- Costo de fabricación: Es de gran importancia para la decisión adecuada en la selección del remolque y buscar la alternativa más económica.

2.2.3.3. Factor complementario.

- **Tamaño:** Se trata del espacio que ocupa los remolques tomando en cuenta el área disponible.
- **Forma:** Se refiere a la estética de los componentes del remolque.

Tabla 2.1: Matriz de Evaluación.

PARAMETROS DE EVALUACIÓN	F.Pond. X	ALTERNATIVAS	
		1	2
1.Factor Mecánico			
▪ Materiales.	0.7	0.4	0.7
▪ Construcción.	0.7	0.5	0.6
▪ Operación.	0.9	0.6	0.9
▪ Mantenimiento.	0.8	0.5	0.7
▪ Transporte.	0.9	0.6	0.8
2.Factor Financiero			
▪ Costo de fabricación.	0.7	0.4	0.7
3.Factor complementario.			
▪ Tamaño.	0.7	0.6	0.5
▪ Forma.	0.4	0.3	0.4

Tabla 2.1: Matriz de Decisión.

PARAMETROS DE EVALUACIÓN	F.Pond. X	ALTERNATIVAS	
		1 x Xi	2 x Xi
1.Factor Mecánico			
▪ Materiales.	0.7	0.28	0.49
▪ Construcción.	0.7	0.35	0.42
▪ Operación.	0.8	0.48	0.72
▪ Mantenimiento.	0.8	0.40	0.56
▪ Transporte.	0.9	0.54	0.72
2.Factor Financiero			
▪ Costo de fabricación.	0.7	0.28	0.49
3.Factor complementario.			
▪ Tamaño.	0.5	0.40	0.35
▪ Forma.	0.4	0.12	0.16
TOTAL		2.81	3.91

2.3. Selección de la mejor alternativa.

Concluido con el estudio técnico, el análisis de cada alternativa y evaluación de parámetros, se determina que la segunda alternativa presenta mejores condiciones de diseño, operación y costo.

2.4. Requerimientos técnicos.

- Mediante el remolque y su sistema de abastecimiento se logra transportar los cilindros y suministrar oxígeno y nitrógeno a los aviones T-33 A del ITSA.

- El remolque está diseñado para soportar 205.2 Kg tomando en cuenta los factores de seguridad correspondientes.
- El mantenimiento en el sistema de abastecimiento será muy importante para la conservación del mismo.
- El remolque puede suministrar oxígeno a las botellas del sistema. Y de nitrógeno a los sistemas; Oleoneumático del montante de los amortiguadores de los trenes, al acumulador hidráulico y para el inflado de las llantas del avión T-33 A.
- El remolque tiene un sistema de abastecimiento para los sistemas que utilicen nitrógeno y otro para los que utilicen oxígeno.

CAPÍTULO III

CONSTRUCCIÓN

El objetivo principal de este capítulo es de resumir las principales consideraciones de los procesos de manufactura y ensamble para realizar la construcción de las diferentes partes del remolque.

La construcción del remolque fue realizada por partes para optimizar los recursos y el tiempo de una mejor manera, lo cual se explica a continuación:

Orden de Construcción:

- Estructura principal.
- Construcción de la suspensión.
- Ensamble de la estructura principal y la suspensión.
- Implementación del sistema de abastecimiento.
- Pintado y acabado del remolque.

Para obtener las diferentes partes del remolque se utilizaron varias máquinas herramientas existentes en la Mecánica Industrial Cotopaxi y en el Taller del instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

Tabla 3.1: Datos técnicos de las máquinas herramientas utilizadas en el proyecto.

MÁQUINA HERRAMIENTA	CARACTERÍSTICAS
Máquina Soldar Eléctrica	110 V, 220 V
Taladro de Pedestal Delta	115 W, 1725 rpm.
Esmeril	0.5 HP (1/2 HP), 1700 rpm.
Amoladora	220 V, 1400 rpm.
Torno	Distancia entre puntos 0.90m
Compresor	110 V
Taladro de Mano	220 V, 1700 rpm
Dobladora manual	Ancho 3 metros
Cizalla manual de banco	Craftsman 100

La construcción de las diferentes partes del remolque ha consumido el siguiente número de horas de máquinas herramientas que a continuación se detalla en la siguiente tabla.

Tabla 3.2. Tiempo de operación en los diferentes sistemas.

ELEMENTO	OPERACION (h)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	Total
Estructura	0.5	0.5	*	2	*	0.5	*	2	1	0.5	7.5
Suspensión del remolque	0.5	1	0.5	1	0.5	□*	1	*	0.5	0.5	5.5
Sistema de abastecimiento	0.5	1	0.5	0.5	*	*	3	*	0.5	0.5	6.5
Total por operación	1.5	2.5	1	3.5	0.5	0.5	4	2	2	1.5	19.5

Simbología:

- A. Trazado.
- B. Corte.

- C. Doblado.
- D. Soldado.
- E. Esmerilado.
- F. Pulido.
- G. Ensamblado.
- H. Comprobación de las medidas de la estructura.
- I. Implementación del sistema de abastecimiento.
- J. Pintura.

Existen algunas operaciones realizadas, donde no se pueden determinar un número de horas de operación tales como la adquisición de la materia prima.

3.1.Construcción de la estructura principal

La estructura principal del remolque es en donde descansan los cilindros de oxígeno y nitrógeno, la estructura esta construida de tubo cuadrado estructural de 2 pulgadas y de 4mm de espesor.

La estructura principal consta de las siguientes partes; Porta tapas de los cilindros, Soportes para los cilindros, Seguro para los cilindros, topes para los cilindros, Soportes para los paquetes

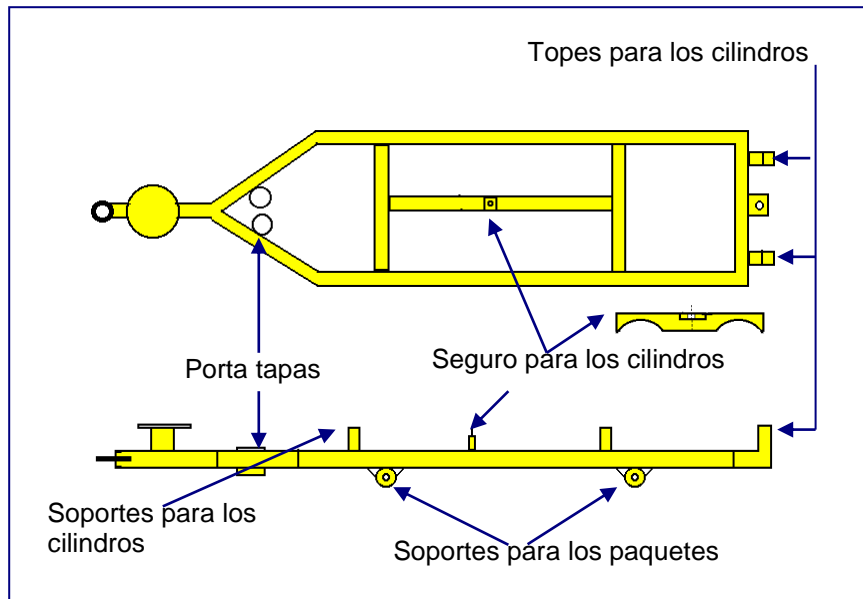


Figura 3.1. Estructura Principal del remolque.

3.2.Construcción de la suspensión

La suspensión es el medio de sujeción de las llantas a la estructura principal además de un medio de amortiguación para el remolque.

La suspensión del remolque se construye en dos partes que son:

- Eje.
- Paquetes.

En la figura 3.2 se muestra la forma de la suspensión así como también los paquetes y el eje.

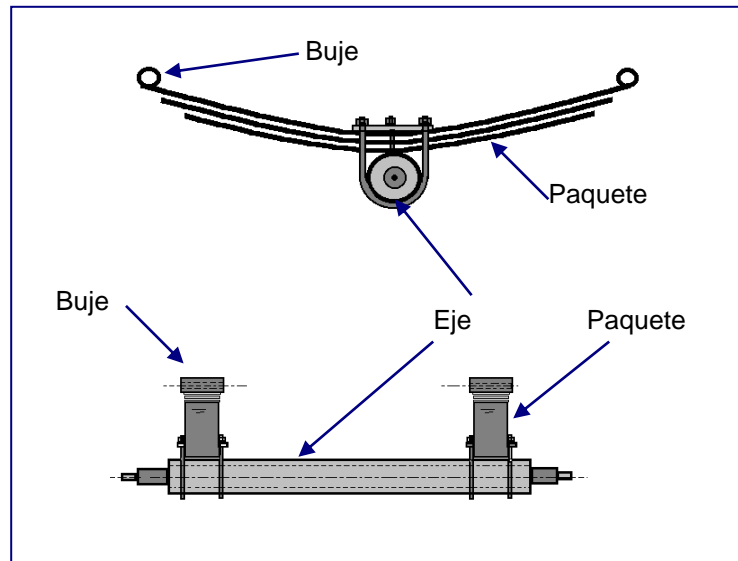


Figura 3.2. Esquema de la suspensión del remolque

El eje está unido a los paquetes por medio de una plancha de forma cuadrada de 4mm de espesor con 5 orificios, 4 orificios de $\frac{1}{2}$ " en cada esquina de la plancha y un orificio de $\frac{5}{8}$ " en la parte central.

Los cuatro orificios de $\frac{1}{2}$ " que se encuentran en cada esquina de la plancha sirven para que penetren las puntas roscadas de $\frac{1}{2}$ " de las abrazaderas en forma de U, y mediante tuercas sujetar el eje de las llantas con los paquetes.

El agujero central de $\frac{5}{8}$ " sirve para que el perno que sujeta las 2 hojas de resorte pase libremente por la plancha.

En la siguiente figura se muestra en que consiste este conjunto de sujeción.

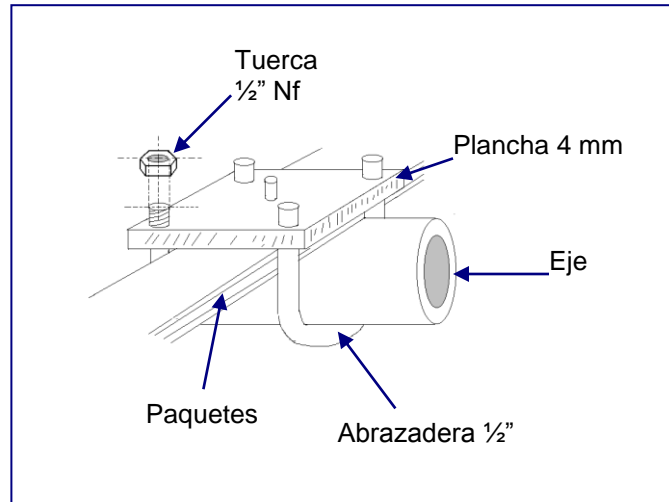


Figura 3.3. Sujeción del eje con los paquetes

3.3. Ensamble de la Estructura principal y la suspensión

Para el ensamble de la estructura principal y la suspensión necesitamos conocer el centro de gravedad del remolque para así poder determinar a que distancia se debe colocar el eje de rotación de las ruedas.

3.3.1. Cálculo del centro de gravedad del remolque.

Para comenzar con los respectivos cálculos se tiene como antecedentes los siguientes datos.

- Peso del cilindro de oxígeno.
- Peso del cilindro de nitrógeno.
- Peso de la estructura principal.

- Dimensiones del remolque.

El peso de los cilindros de oxígeno y nitrógeno se obtuvo con la ayuda de **AGA** empresa que embaza y distribuye estos cilindros en todo el país y por ende tienen todos datos técnicos de este producto.

La consulta realizada a esta empresa da los siguientes resultados; el peso del cilindro de oxígeno y nitrógeno es mismo, el peso de cada cilindro es de 75 Kg este dato se puede verificar en cuello de la botella donde se encuentran toda la información acerca de los cilindros.

El peso de la estructura principal del remolque se la obtiene mediante la utilización de una romanilla dicha práctica da como resultado que el peso de estructura es de 21 Kg.

Para determinar las dimensiones del remolque se realizó un estudio técnico en el cual se considero los siguientes puntos más importantes.

- Que el remolque no ocupe más del espacio necesario para almacene los cilindros.
- Que brinde buena ergonomía al usuario.
- Que todos los componentes que tiene el remolque estén ubicados de una manera organizada para facilitar el trabajo del técnico.

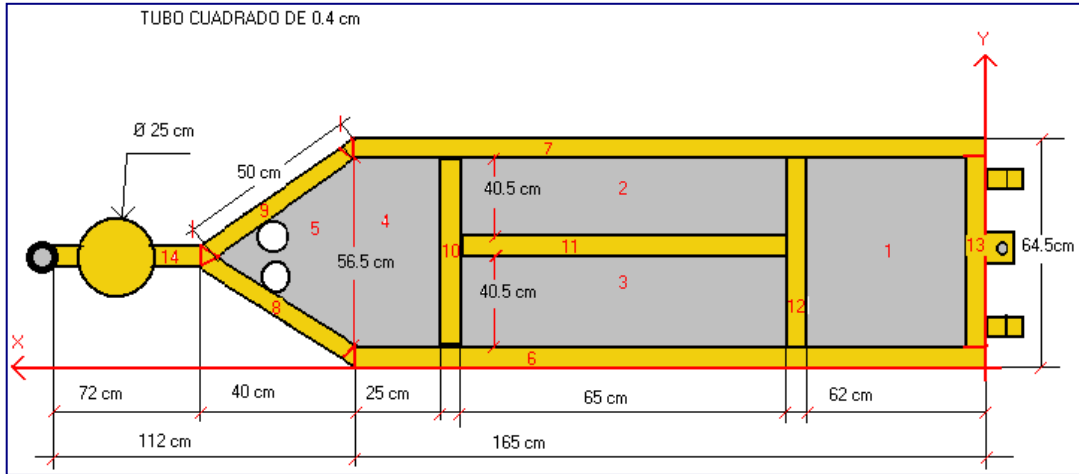


Figura 3.4. Dimensiones del remolque

Tabla 3.3. Cálculo del centro de gravedad

No	Figura	A (m ²)	X	XA	Y	YA
1	Rectángulo	1.064	0.825	0.878	0.3225	0.34314
2	Triángulo	0.129	1.783	0.23	0.3225	0.0416
3	Rectángulo	-0.3503	0.35	-0.1226	0.3225	-0.113
4	Rectángulo	-0.26325	1.025	-0.2698	0.1713	-0.04509
5	Rectángulo	-0.26325	1.025	-0.2698	0.475775	-0.124715
6	Rectángulo	-0.14125	1.525	-0.2154	0.3225	-0.0456
7	Triángulo	-0.1017	1.77	-0.18	0.3225	-0.0328
8	Rectángulo	0.0288	2.41	0.0694	0.3225	0.0093
		0.10205		0.1198		0.032835

Del dimensionamiento de la figura 3.4. se obtiene el centro de gravedad mediante las siguientes ecuaciones.

$$X = \frac{\sum X_i A_i}{\sum A_i} \quad (3.1)$$

$$Y = \frac{\sum Y_i A_i}{\sum A_i} \quad (3.2)$$

$$X = \frac{0.1198}{0.10205} = 1.17 \quad Y = \frac{0.328}{1.025} = 0.32$$

El centro de gravedad va estar ubicado en las siguientes ordenadas

Cg (1.17 ; 0.32).

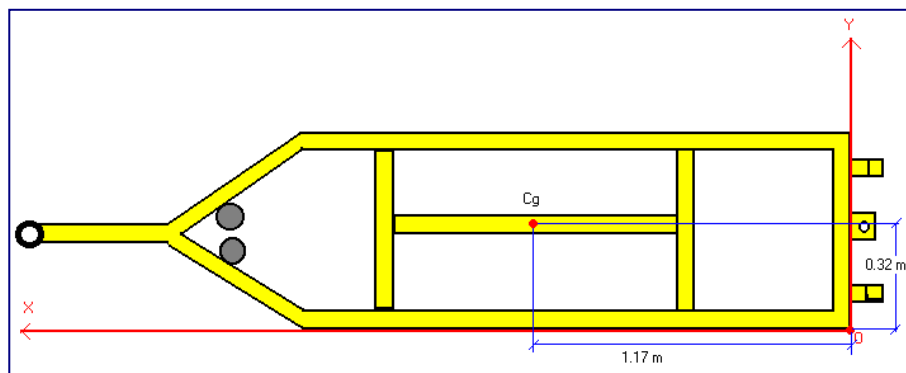


Figura 3.5. Ubicación del centro de gravedad.

Se decide colocar el eje a 40 cm del centro de gravedad y un soporte a 40 cm del extremo del tiro, estos dos elementos ofrecen resistencia al peso el cual es 75 Kg por cada botella, 21 Kg del peso de la estructura lo que nos da un peso total de 171.1 Kg a este peso se multiplica un factor de seguridad de 1.2 que nos da un peso máximo de 205.2 Kg.

Calculo de las resistencias en el remolque.

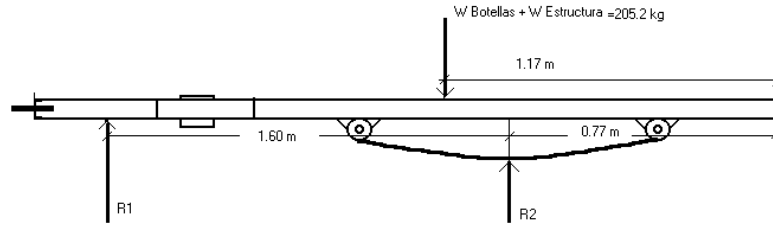


Figura 3.6. Distribución de fuerzas

$$\Sigma F_y = 0 \quad (3.3)$$

$$R1 + R2 = 205.2 \text{ Kg}$$

$$\Sigma ME = 0 \quad (3.4)$$

$$(205.2 \text{ Kg}) (0.40 \text{ m}) - R1(1.60 \text{ m}) = 0$$

$$- R1 = \frac{- 82.08 \text{ Kg m}}{1.60 \text{ m}} \quad (-1)$$

$$1.60 \text{ m}$$

$$R1 = 51.3 \text{ Kg}$$

$$R2 = 205.2 \text{ Kg} - 51.3 \text{ Kg}$$

$$R2 = 153.9 \text{ Kg}$$

$$R \text{ c/ Llantas} = 76.95 \text{ Kg}$$

La resistencia que debe tener cada llanta es de 77 Kg lo que da un antecedente para elegir las llantas que equipan al remolque esto se puede observar en el anexo D.

3.4. Implementación del sistema de abastecimiento

El sistema de abastecimiento comprende todos los dispositivos necesarios para suministrar de oxígeno y nitrógeno a los sistemas a fin del avión.

El avión T – 33 A para el cual se construyo el remolque utiliza nitrógeno en los siguientes sistemas:

- Tren delantero (montante amortiguador).
- Tren principal (montante amortiguador).
- Sistema hidráulico. (Acumulador hidráulico).
- Además, para inflar los neumáticos del avión.

Y se utiliza oxígeno en el sistema de baja presión, el cual provee de este gas al piloto durante el vuelo, mediante una mascarilla.

Todos estos sistemas son alimentados con una presión diferente, estas presiones dan los antecedentes necesarios para la selección de los componentes del sistema de abastecimiento.

Para optimizar los recursos de tiempo y materiales sé realiza el proceso de implementación en dos partes:

- Construcción un tablero de abastecimiento.

- Implementación del sistema de abastecimiento.

3.4.1. Construcción del tablero de abastecimiento.

Se construye un tablero con la finalidad de que en este componente estén ubicados todos los elementos del sistema de abastecimiento, el tablero esta construido de plancha de tol de 3 mm. Las dimensiones del tablero se establecieron de tal forma que todos los componentes del sistema estén distribuidos de una manera correcta y ordenada, para facilitar el trabajo del técnico.

El tablero de abastecimiento esta dividido en dos secciones, la sección derecha del tablero esta destinada para el sistema de oxígeno y esta pintado de color verde que identifica al oxígeno, y la sección izquierda para el sistema de nitrógeno que esta pintado de amarillo color que identifica al nitrógeno.

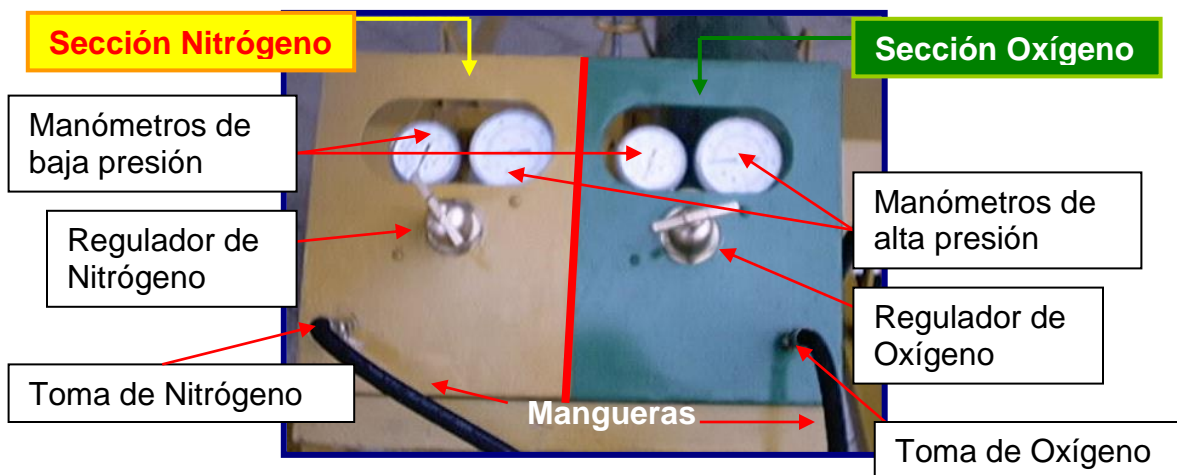


Figura 3.7. Tablero de abastecimiento.

3.4.2. implementación el sistema del sistema de abastecimiento.

El sistema de abastecimiento de nitrógeno esta ubicado en la parte izquierda del tablero de abastecimiento, este sistema consta de los siguientes componentes:

- Válvula reguladora de presión.
- Manómetro de alta presión (4000 PSI) que mide la presión existente dentro de los cilindros.
- Manómetro de alta presión (4000 PSI) que mide la presión que se envía a los sistemas a fin, este manómetro mide la presión al girar la válvula de regulación.
- Acoples y cañerías que unen los componentes del sistema de abastecimiento.
- Manguera de abastecimiento, esta manguera tiene en cada extremo los acoples que conectan el tablero de abastecimiento a los sistemas a alimentar.
- Tomas de oxígeno y nitrógeno.

El sistema de abastecimiento de oxígeno esta ubicado en la parte derecha del tablero de abastecimiento, este sistema consta de los mismos componentes del sistema de nitrógeno a excepción del acople que conecta al sistema de oxígeno del avión.

El sistema de abastecimiento implementado esta representado por el siguiente esquema:

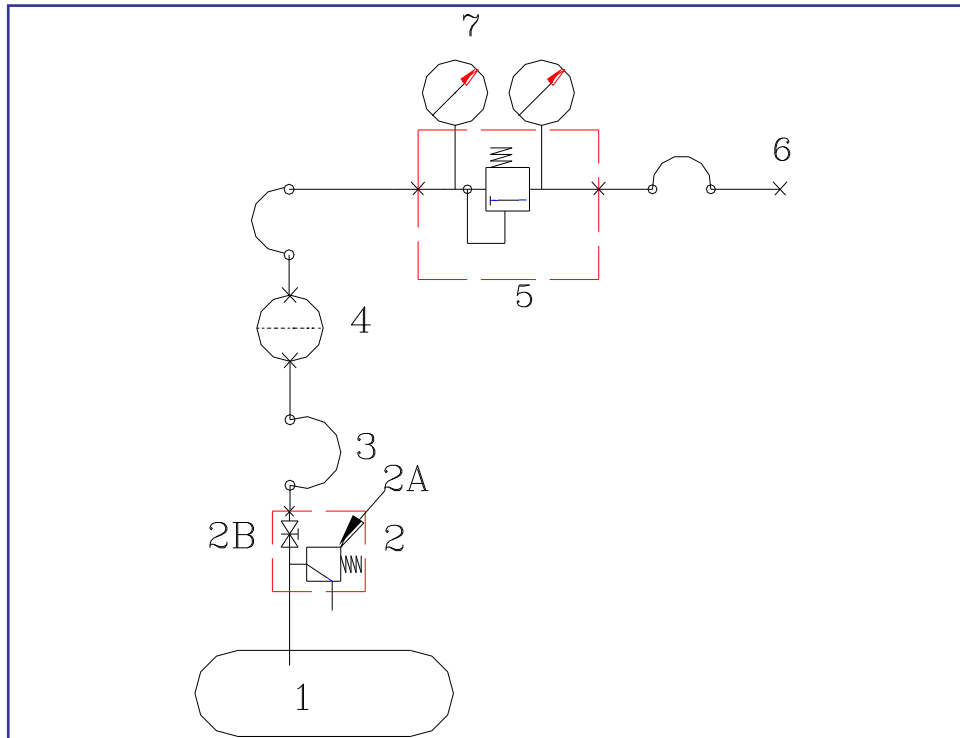


Figura 3.8. Diagrama del sistema de abastecimiento

Descripción de la figura 3.8:

1. Deposito a alta presión.
2. Conjunto Válvula del cilindro.
 - 2 A. Válvula de seguridad.
 - 2 B. Válvula de paso mando manual.
3. Cañerías Flexibles
4. Filtro.
5. Regulador de presión.
6. Acople de suministro.
7. Manómetro.

Como se había citado anteriormente los sistemas que necesitan ser alimentados de oxígeno y nitrógeno trabajan a diferentes presiones.

Tabla 3.3. Presiones de los sistemas del avión.

OXÍGENO		NITRÓGENO	
Sistema	Presión lbs/pulg ²	Sistema	Presión lbs/pulg ²
Sistema de oxígeno	425 +/- 25	Neumáticos	180 T. Nariz 80 T Principal
		Acumulador	500
		Montantes	1000
Botella (P max)	2000	Botella (P max)	2000

La presión máxima en el sistema de abastecimiento se la tendrá en las botellas 2000 lbs/pulg², esto multiplicado por un factor de seguridad de 1.6 da una presión de 3200 lbs/pulg², este valor da el antecedente necesario para la selección de las mangueras de abastecimiento las cuales en el mercado se las pudo encontrar de 3270 lib/pulg² y de esta manera estar seguros que en proceso de abastecimiento se trabajara de una manera segura.

3.5. Ensamble del sistema de abastecimiento con la estructura principal.

Para el ensamble del sistema de abastecimiento con la estructura se construye un soporte el cual tiene 65° de inclinación para que el técnico que trabaje con este equipo de apoyo tenga una visibilidad completa de los

instrumentos y además este en una posición cómoda para la manipulación del equipo.

El soporte esta construido de ángulo de 4cm de ancho y 4mm de espesor. Este soporte tiene cuatro orificios de 3/8" para que se pueda ensamblar mediante pernos a la estructura principal por los orificios de la parte inferior y al tablero de abastecimiento por los orificios de la parte superior.

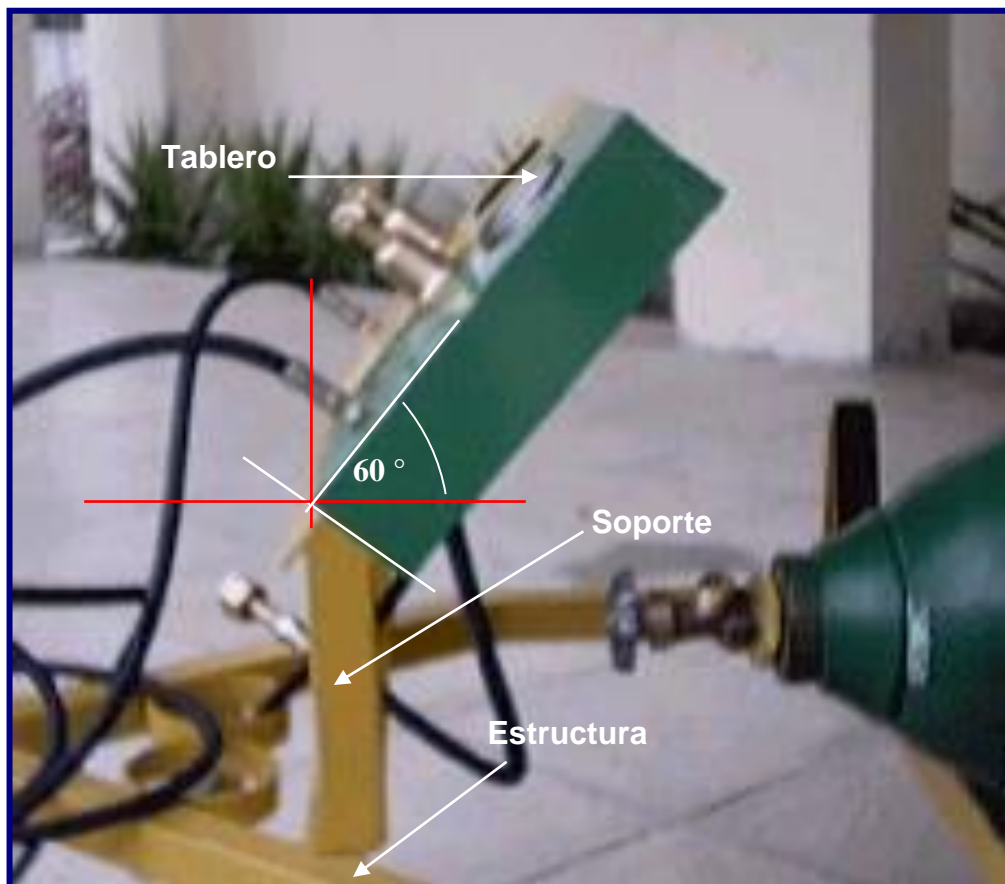


Figura 3.9. Soporte inclinado

El proceso de pintado se realizó como un medio de prevención contra la corrosión además de cómo un medio para mejorar la estética del equipo.

El pintado del remolque se realizó previo a un proceso de limpieza general del remolque (lijado), además de un proceso de eliminación de posibles corrosiones mediante la aplicación de desoxidante.

El proceso de pintura se realizó en dos partes, la primera es la aplicación de fondo gris y la segunda es la aplicación del esmalte.

Se escogió el color amarillo caterpillar color que identifica a los equipos de apoyo en tierra.

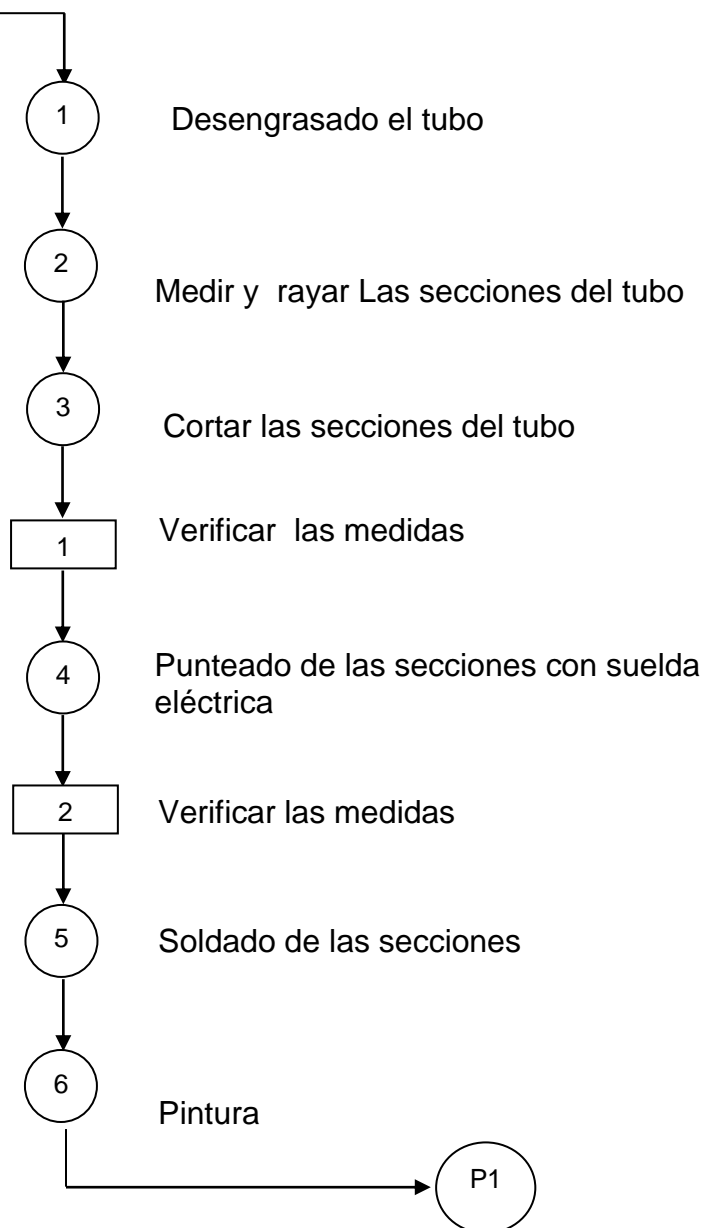
Después de haber concluido con el proceso de construcción e implementación del remolque se designa tres personas para realizar el trabajo utilizando este equipo de apoyo, y de esta manera realizar el transporte del remolque y el abastecimiento de los sistemas del avión de una manera segura y siguiendo todas las medidas de seguridad correspondientes.

3.5.DIAGRAMAS DE PROCESOS.

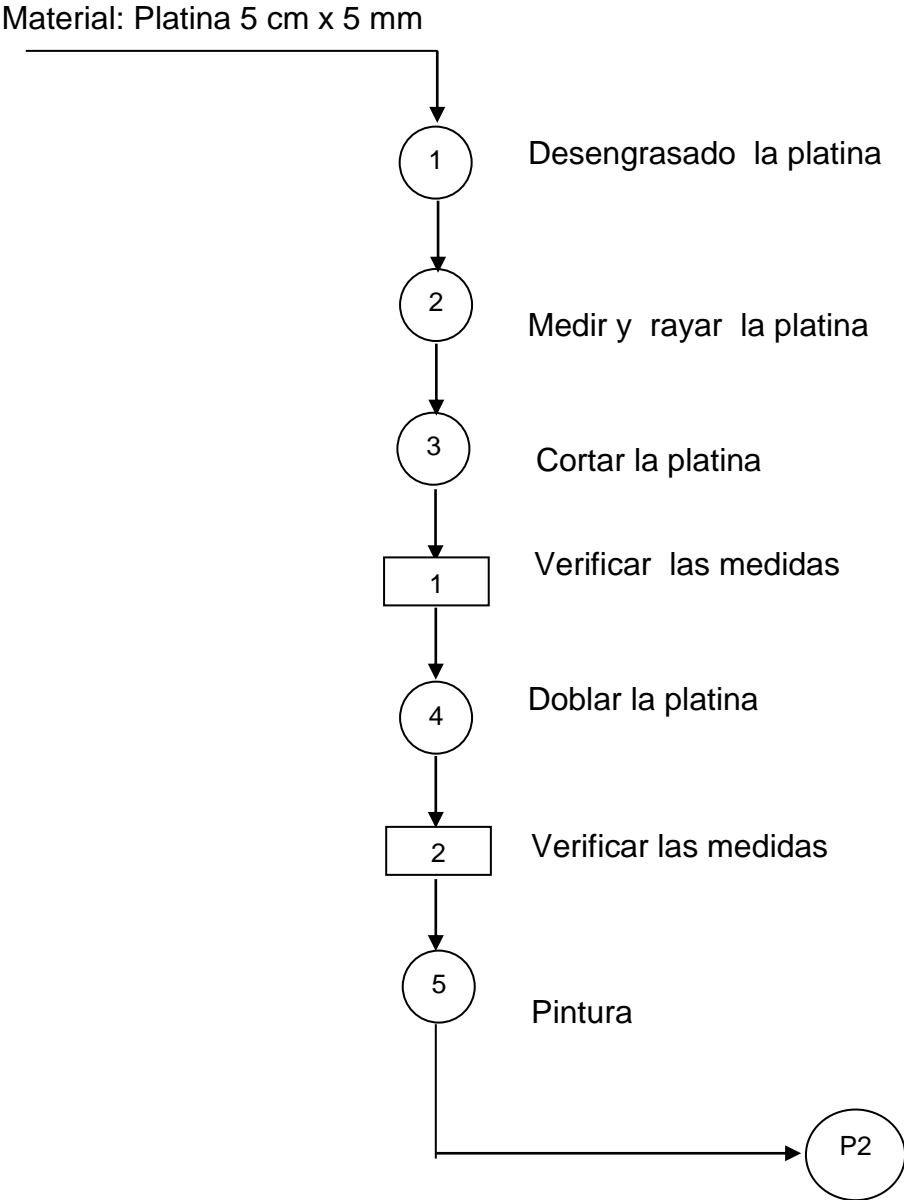
3.5.1 Estructura principal.

3.5.1.1 Diagrama del proceso de construcción de la estructura principal según plano general.

Material: Tubo cuadrado 4 mm

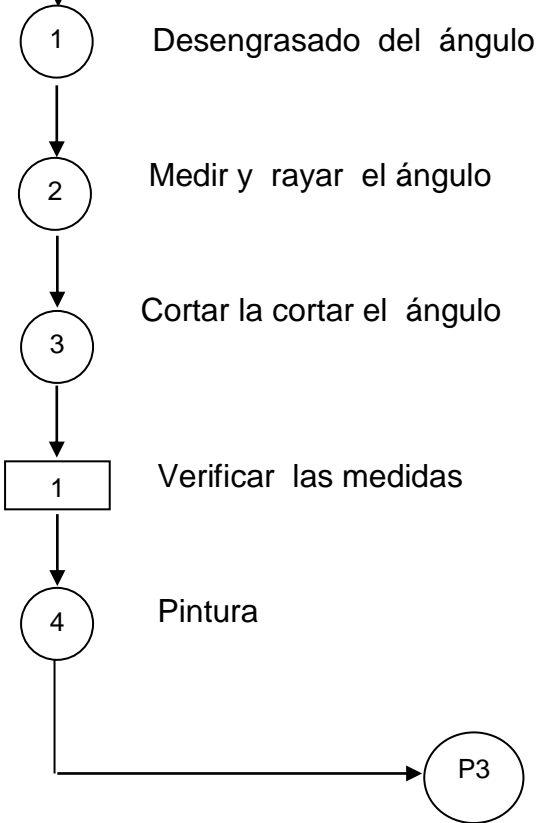


3.5.1.2. Diagrama del proceso de construcción de soportes para los cilindros según plano 1/6.



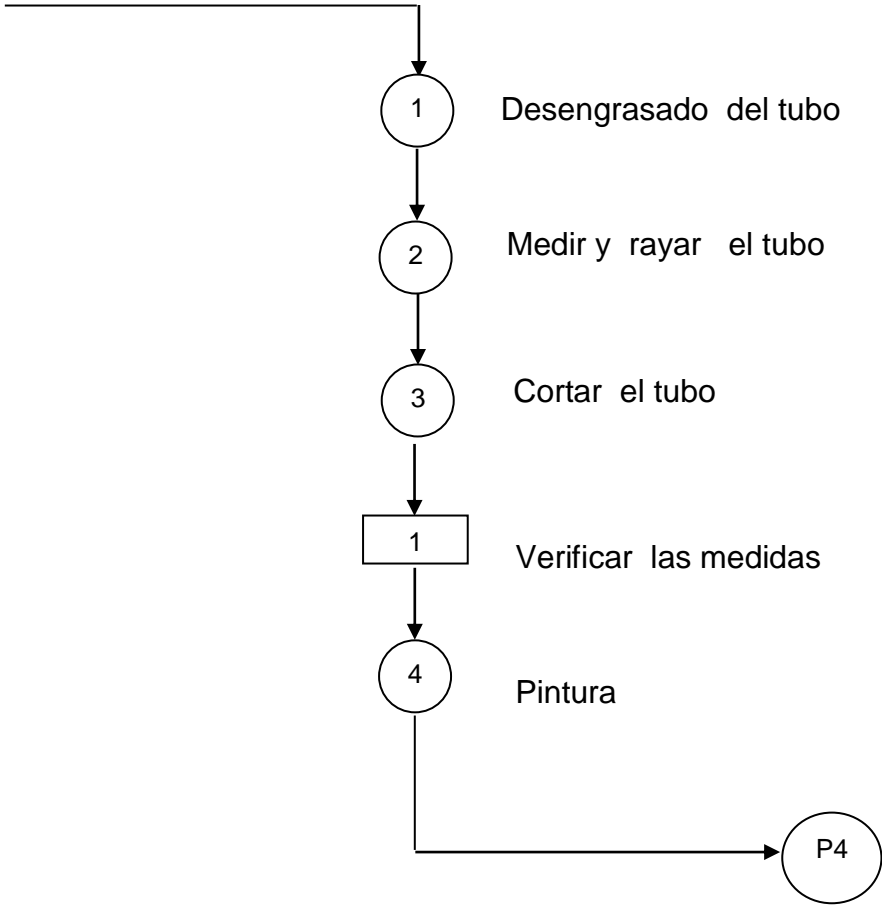
3.5.1.3. Diagrama del proceso de construcción del soporte para el tablero de abastecimiento según 1/6.

Material: Ángulo 6cm x 5mm



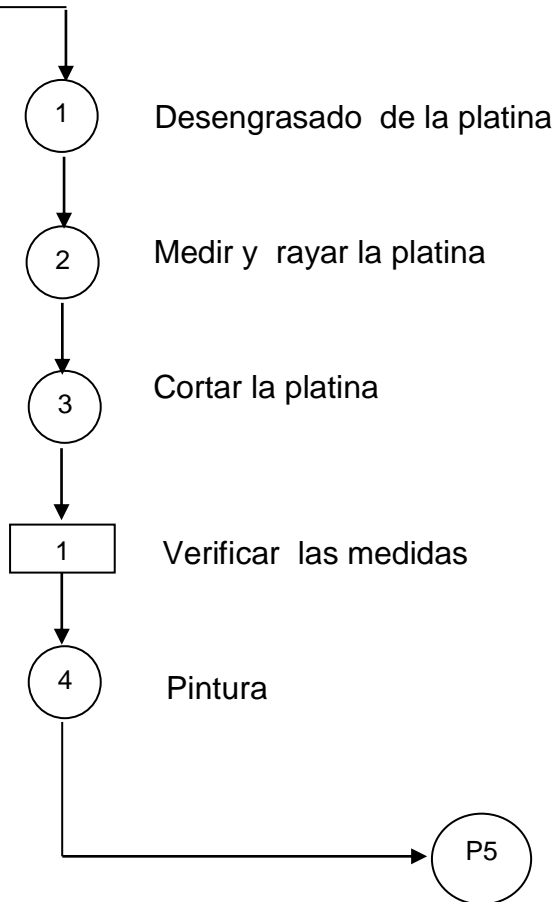
3.5.1.4. Diagrama del proceso de construcción de los topes para los cilindros según plano 1/6.

Material: Tubo Cuadrado 4 cm

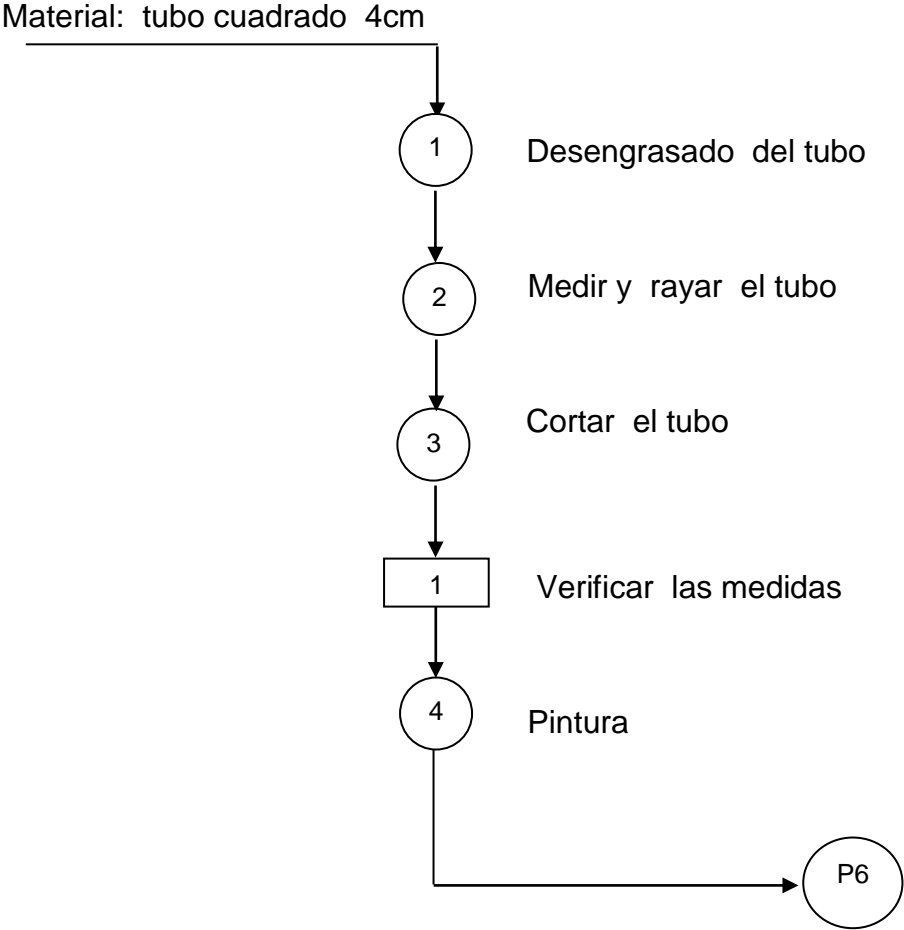


3.5.1.5. Diagrama del proceso de construcción del porta tapas según plano 1/6.

Material: Platina 3 mm

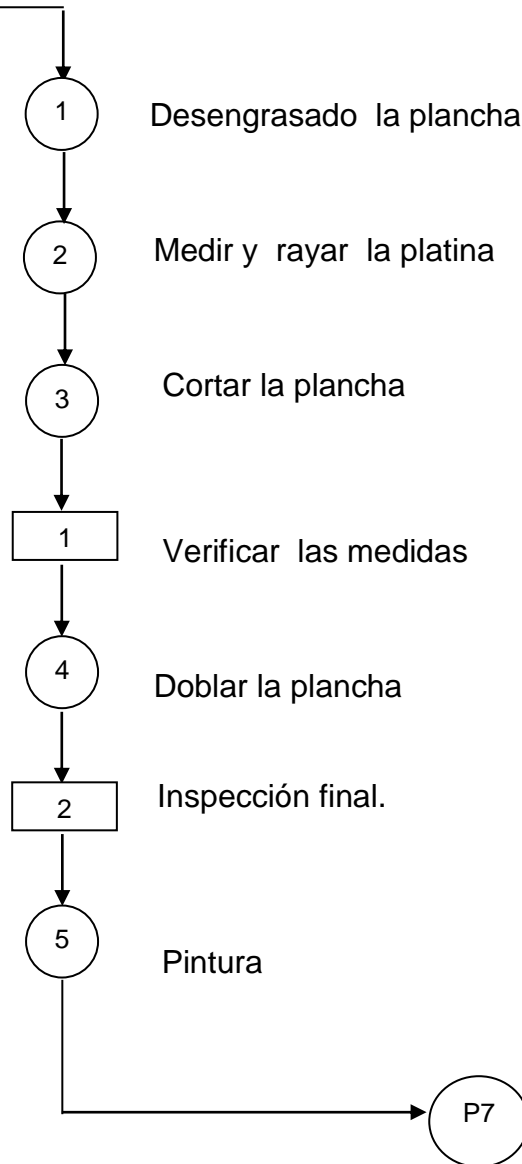


3.5.1.6. Diagrama del proceso de construcción de la pata de la estructura según plano 1/6.



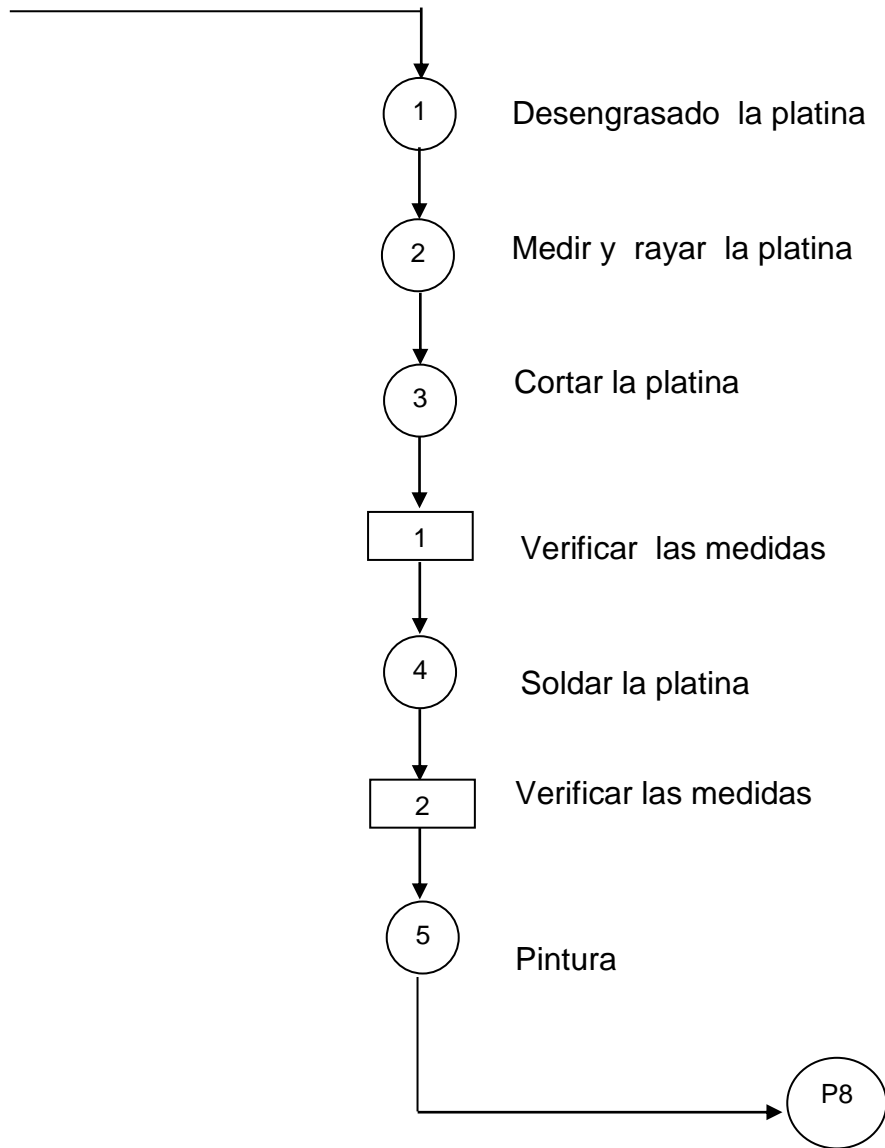
3.5.1.7. Diagrama del proceso de construcción de los guarda fangos según plano 1/6.

Material: Plancha 2 mm



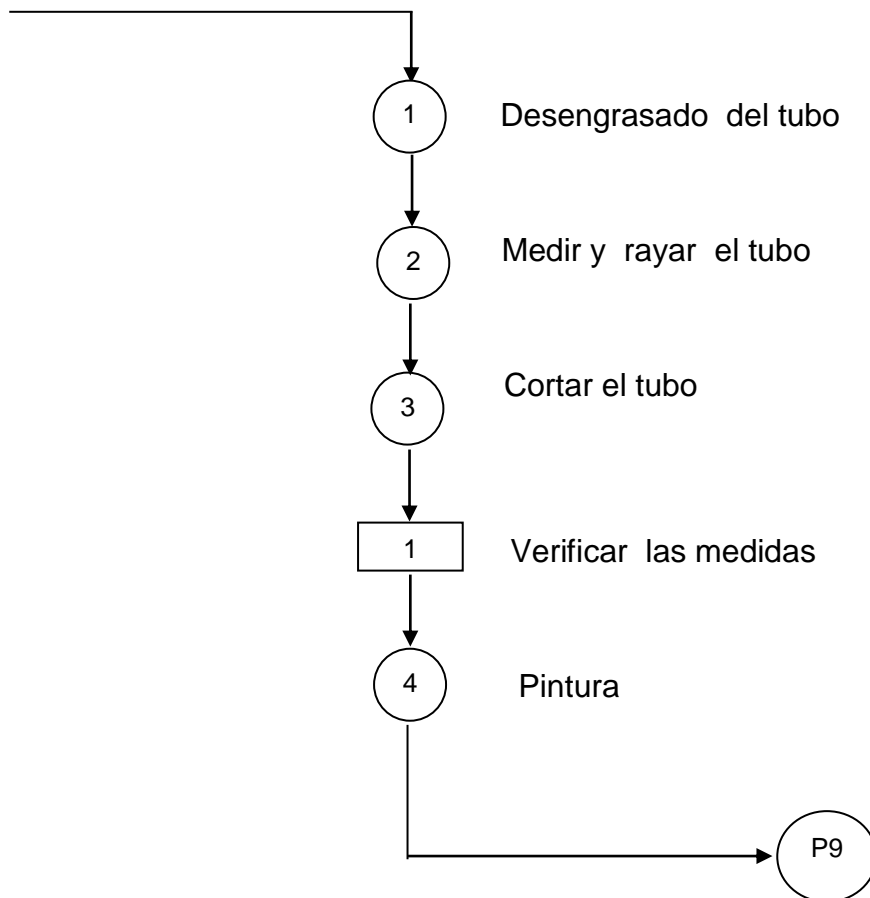
3.5.1.8. Diagrama del proceso de construcción del seguro para los cilindros según plano 6/6.

Material: Platina 5 cm x 5 mm



3.5.1.9. Diagrama del proceso de construcción de los soportes de unión de la estructura principal a la suspensión según plano 1/6.

Material: tubo redondo de 1/2"

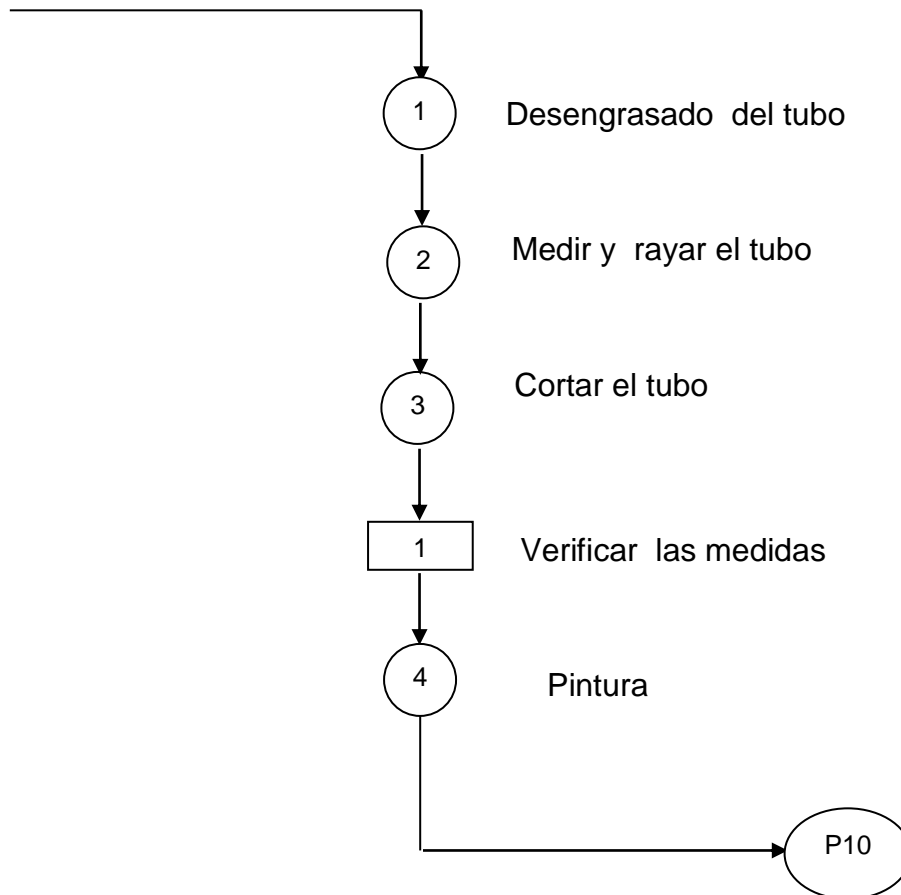


3.5.2. Suspensión

3.5.2.1. Diagrama del proceso de construcción el eje según plano 1/5.

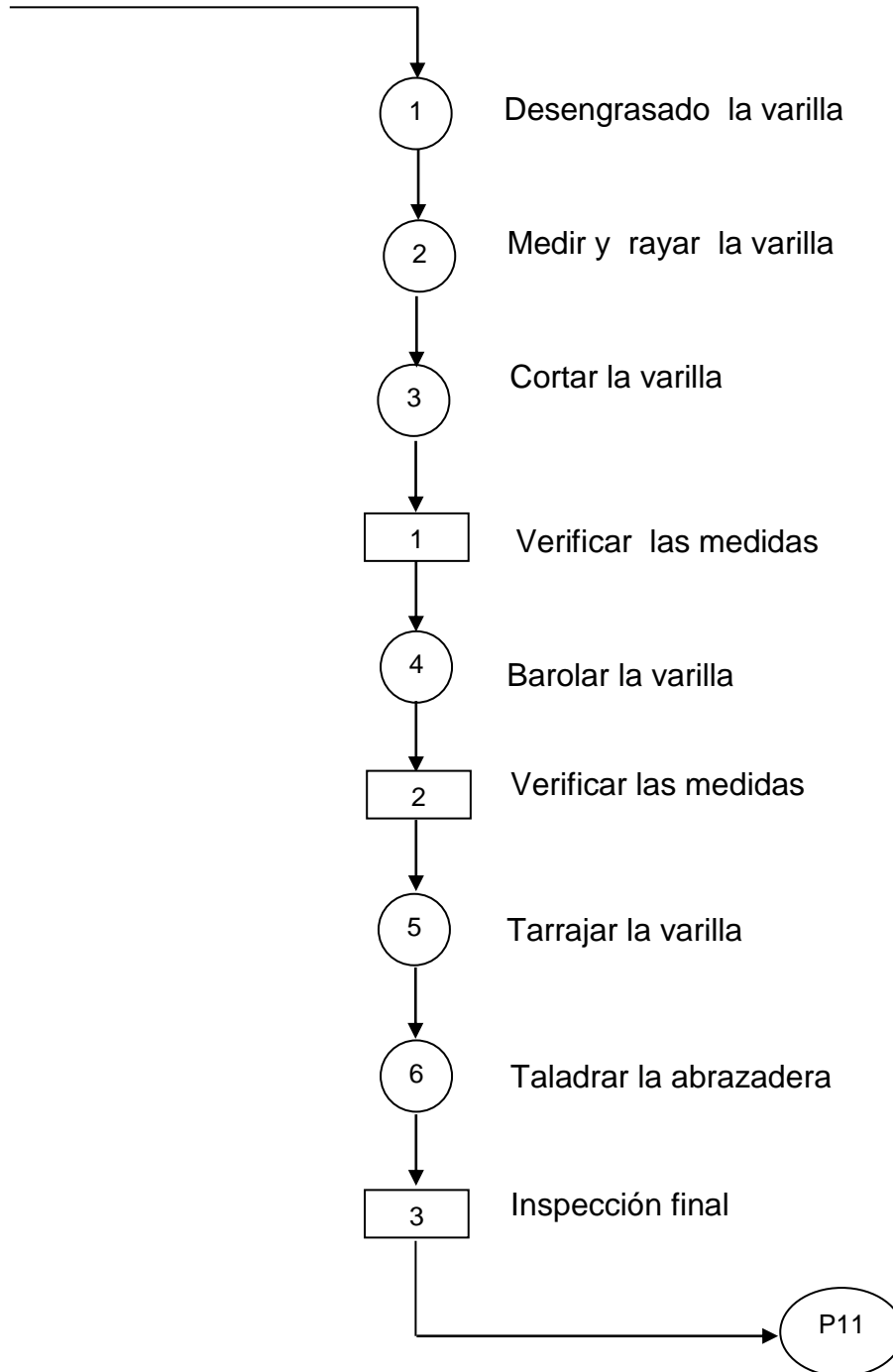
Material: Tubo redondo de

2 pulgadas



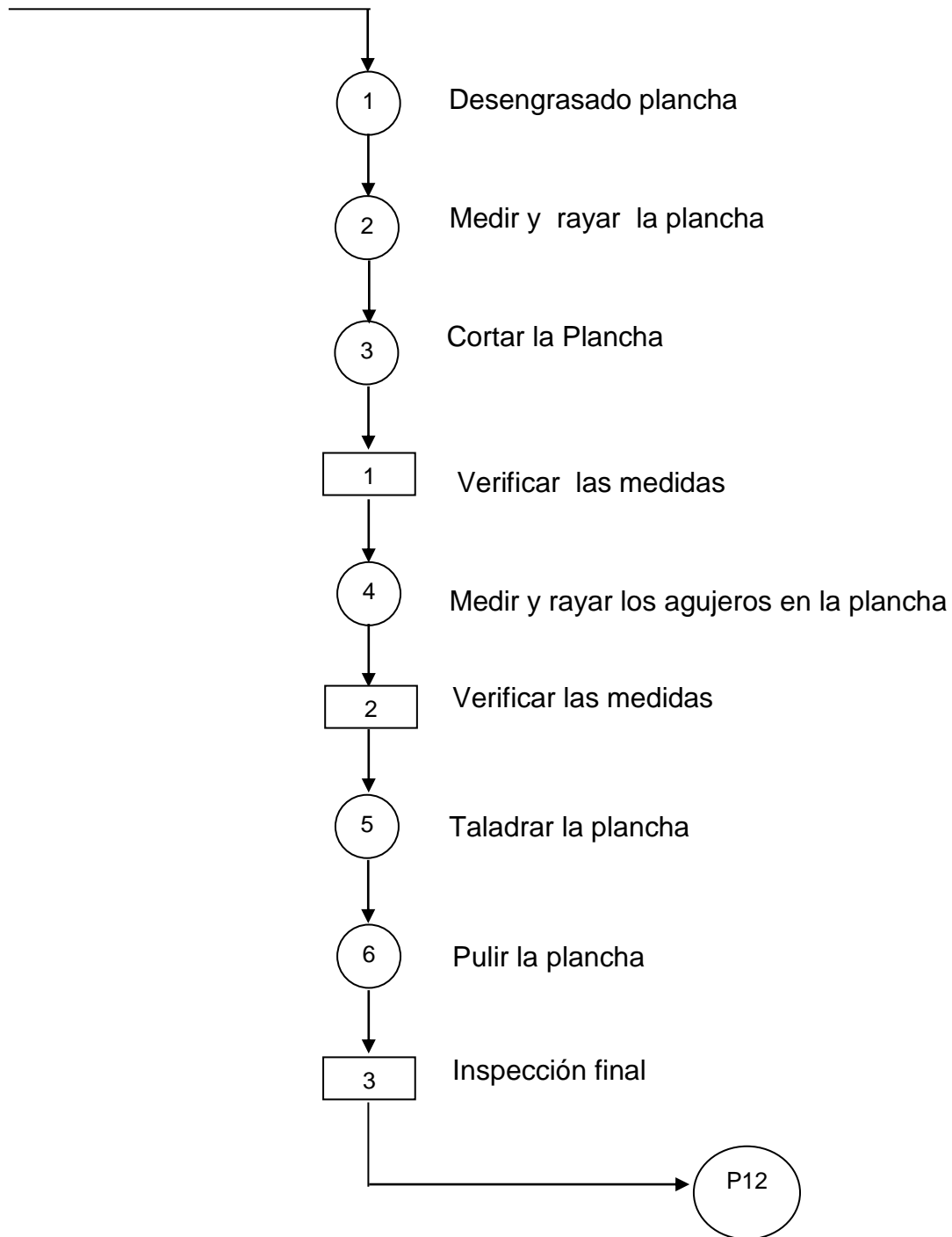
3.5.2.2. Diagrama del proceso de construcción las abrazaderas del eje según plano 1/6.

Material: Varilla de 1/2 pulgada



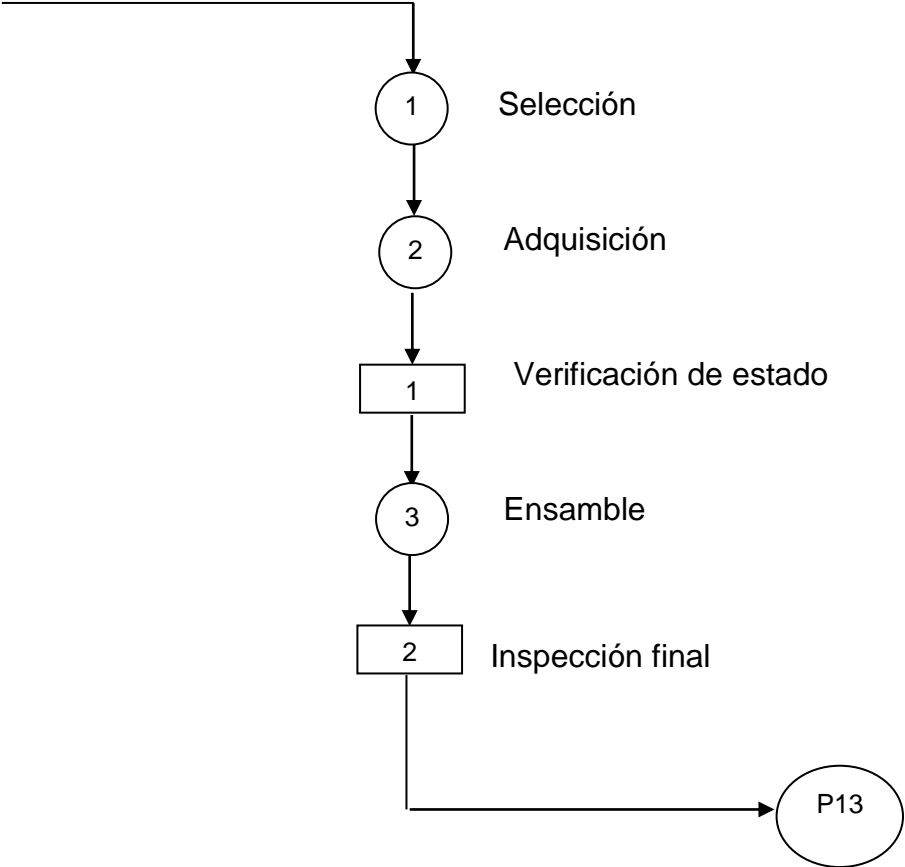
3.5.2.3. Diagrama del proceso de construcción de los soportes del eje según plano 1/6.

Material: plancha de 10 mm



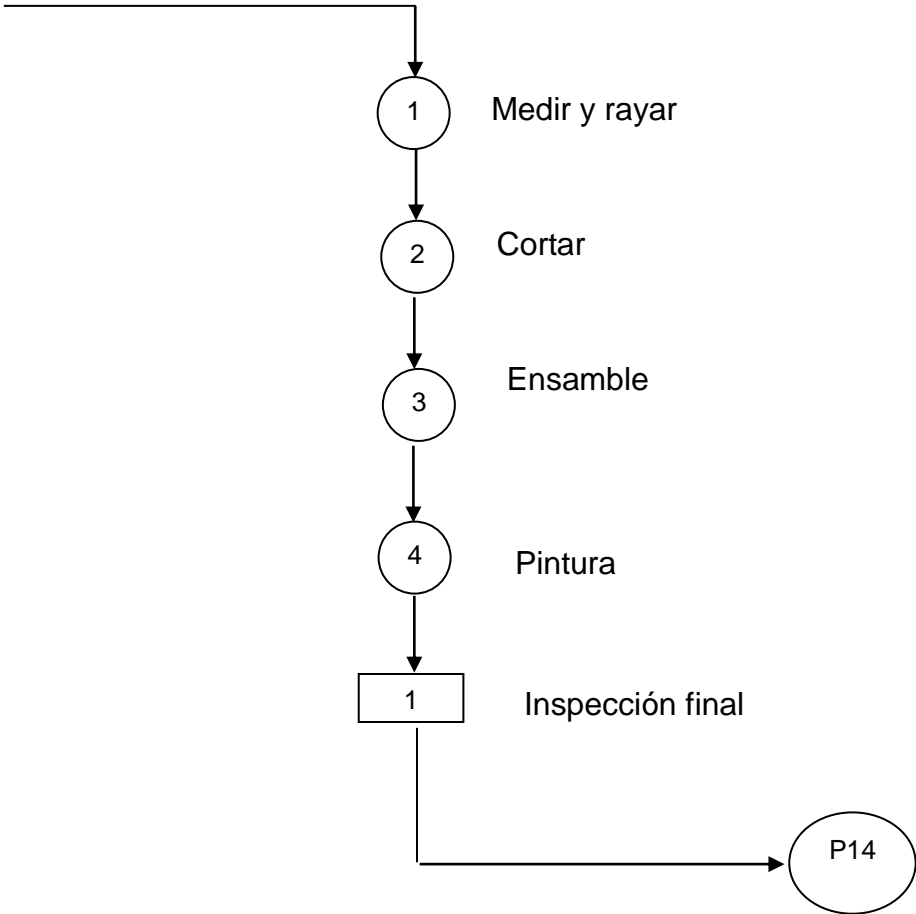
3.5.2.4. Diagrama del proceso de ensamble de los paquetes según plano 1/6.

Material: Paquetes (hojas de resorte)



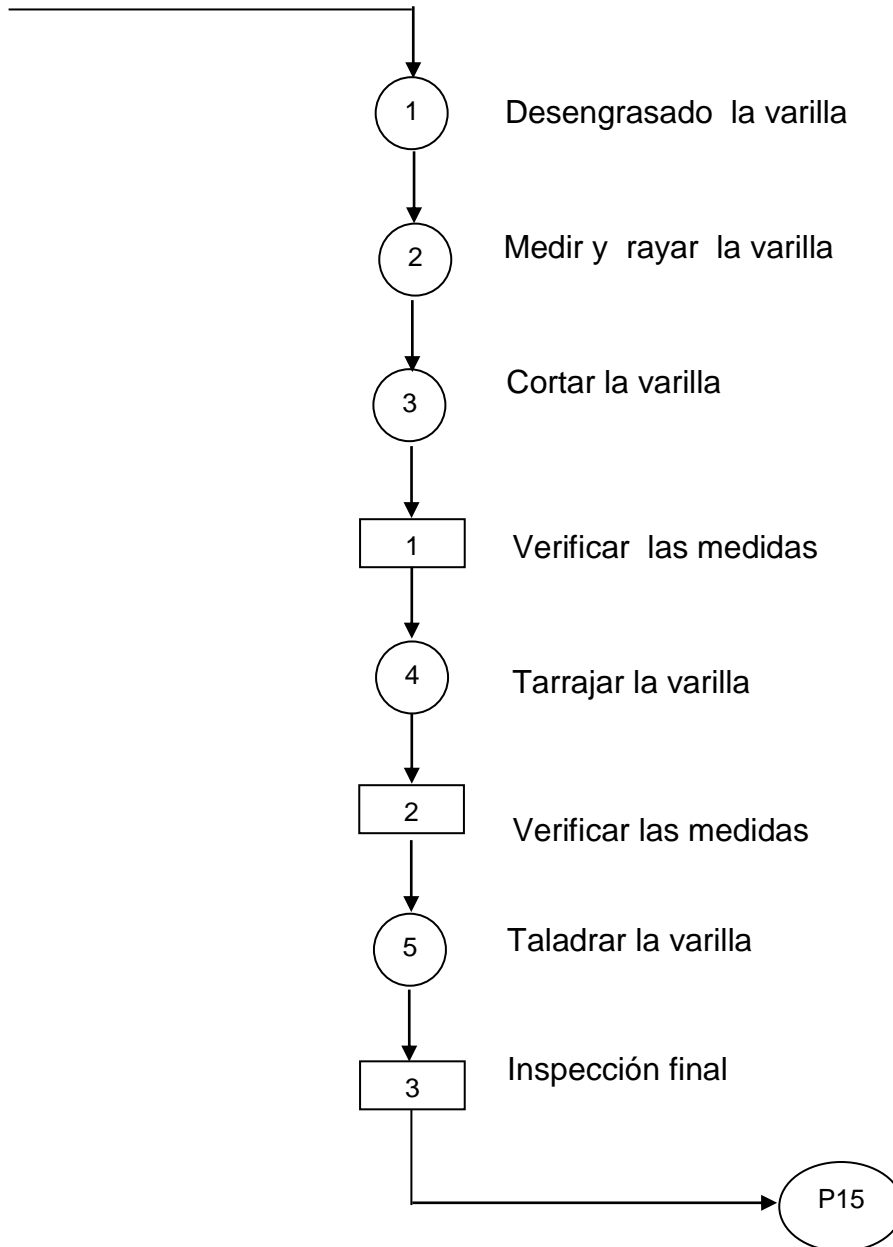
3.5.2.5. Diagrama del proceso construcción de los colgantes según plano 1/6.

Material: Platina de 2cm

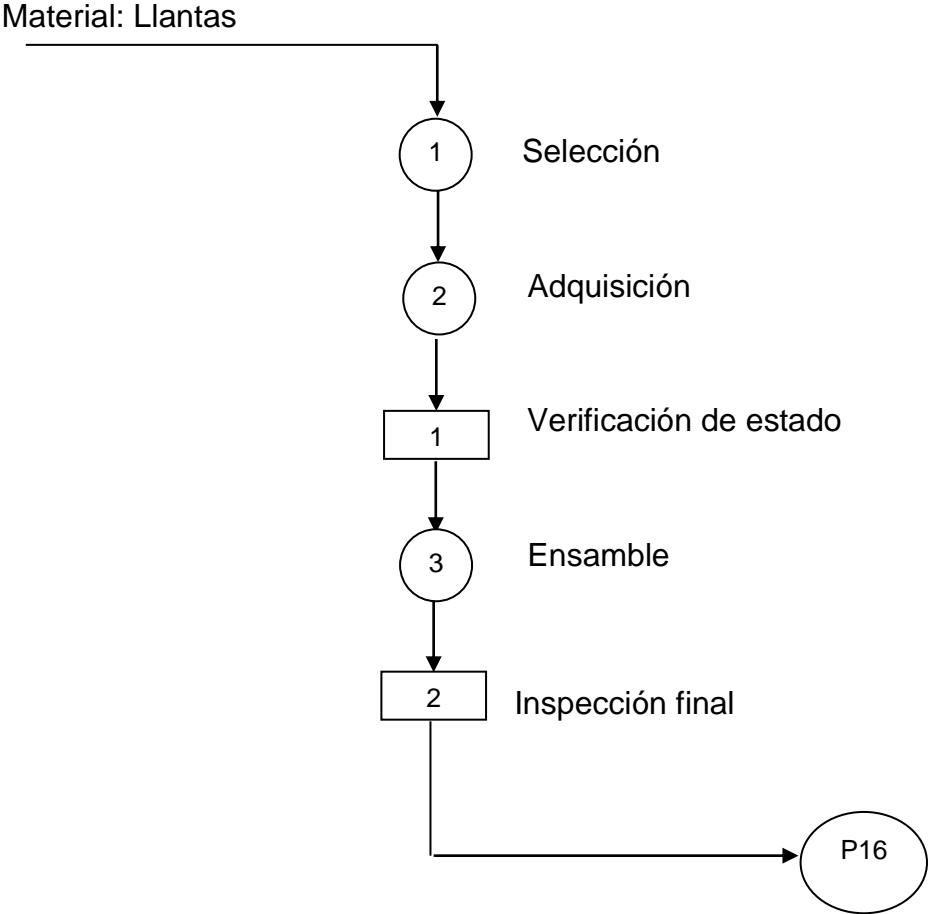


3.5.2.6. Diagrama del proceso construcción de los colgantes según plano 1/6.

Material: Varilla de 1/2 pulgada



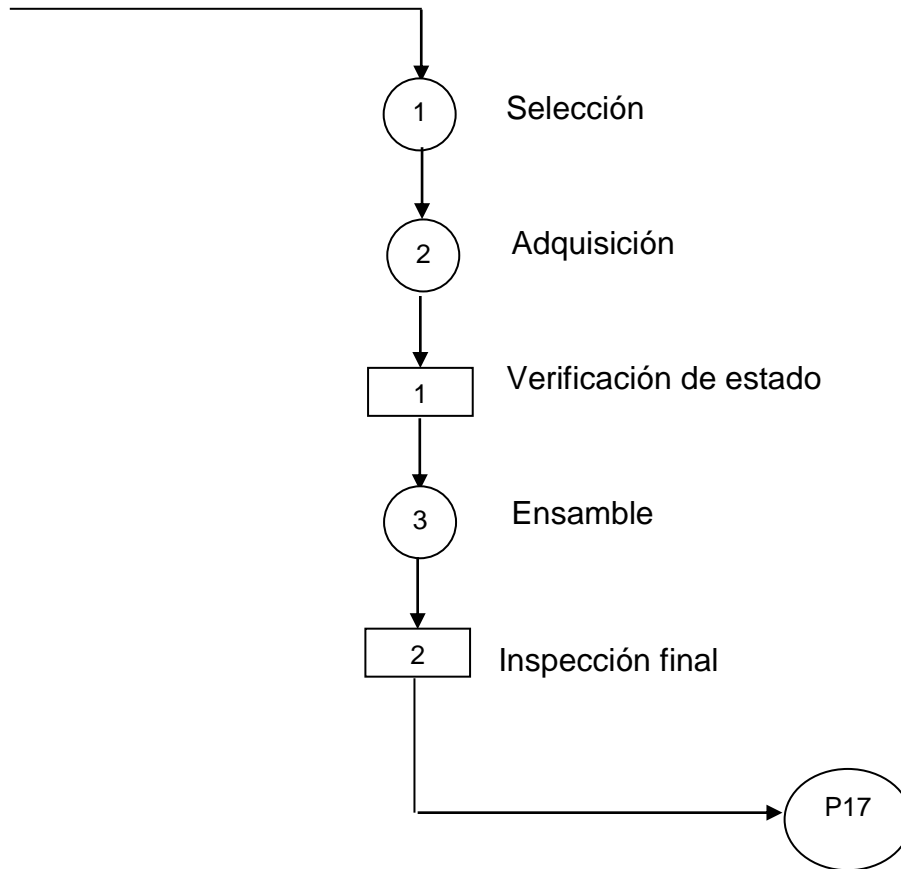
3.5.2.7. Diagrama del proceso de ensamble de las llantas.



3.5.3. Sistema de abastecimiento.

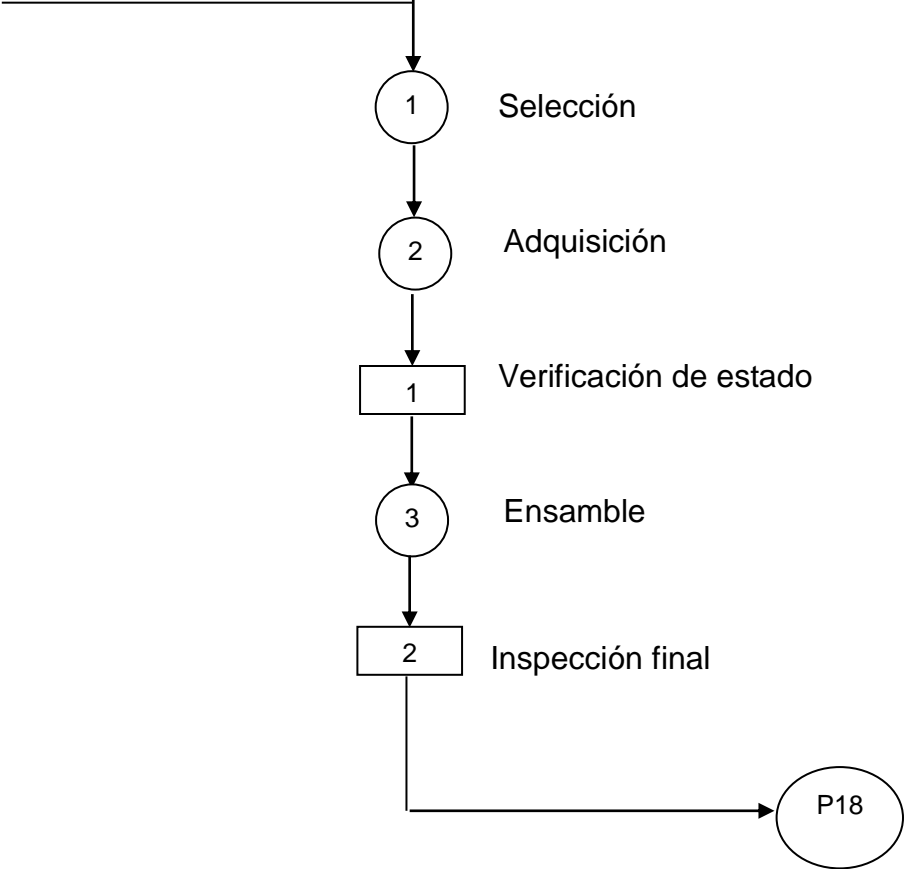
3.5.3.1. Diagrama del proceso de ensamble del tablero de abastecimiento según plano 2/6.

Material: Regulador de Oxígeno



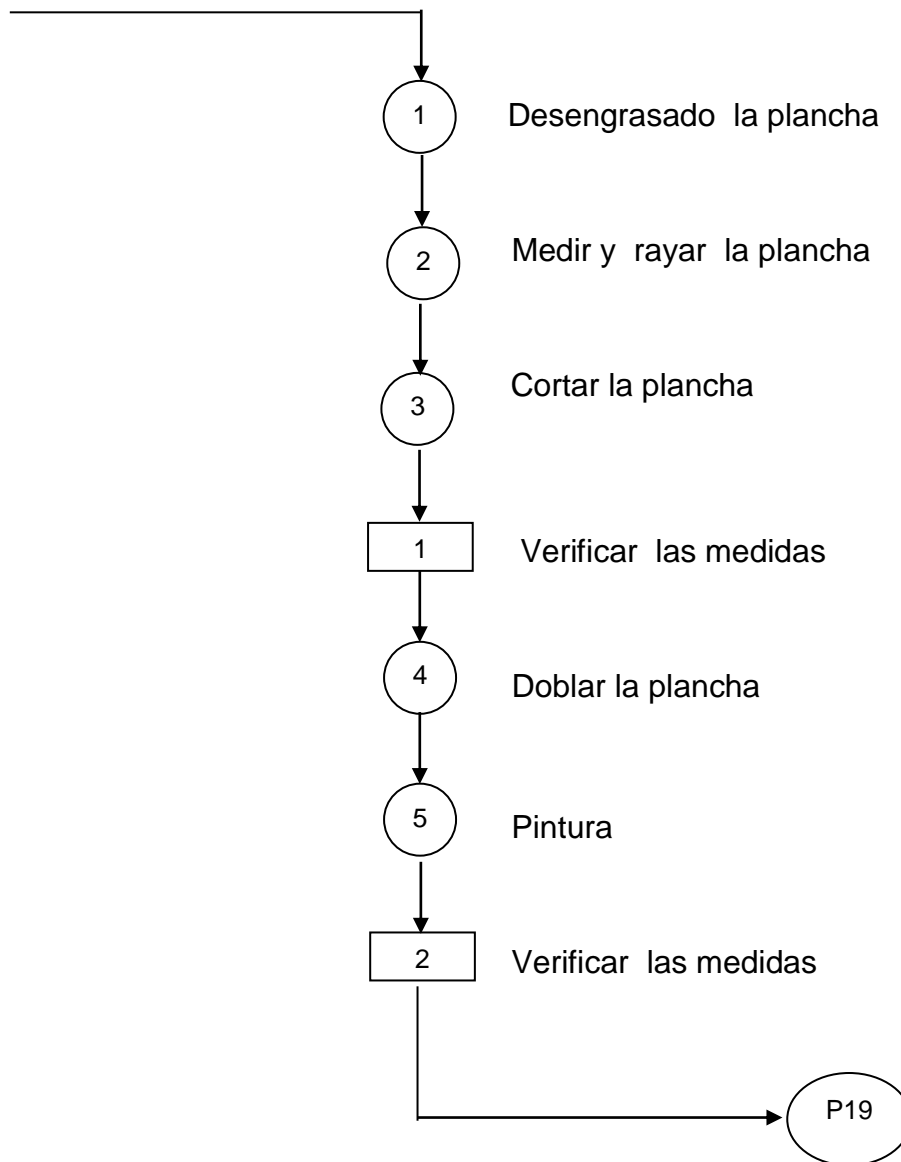
3.5.3.2. Diagrama del proceso de ensamble del tablero de abastecimiento según 2/6.

Material: Regulador de Nitrógeno



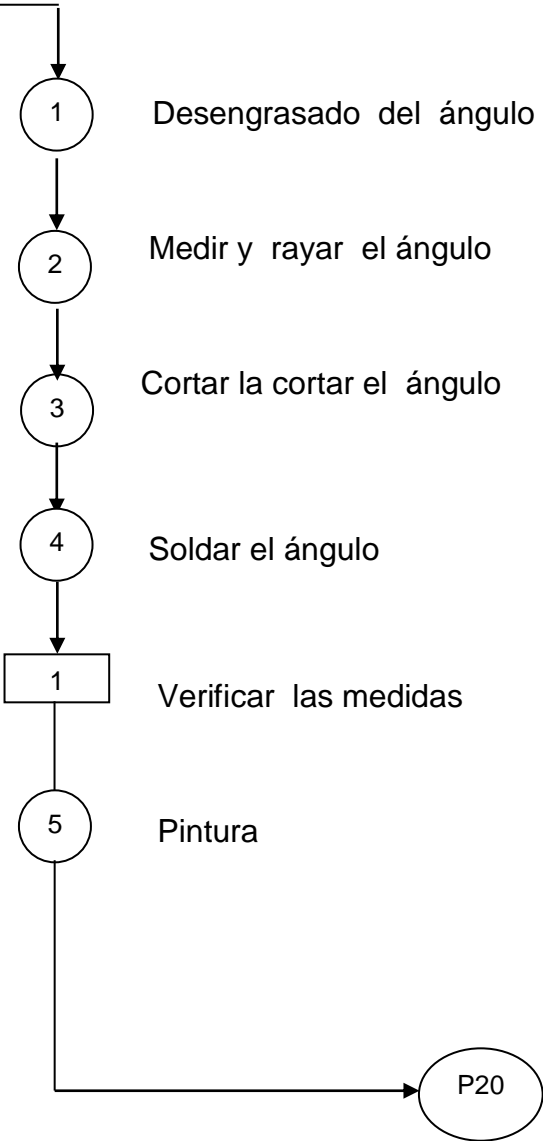
3.5.3.4. Diagrama del proceso de ensamble del tablero de abastecimiento según plano 2/6.

Material: Plancha 3 mm



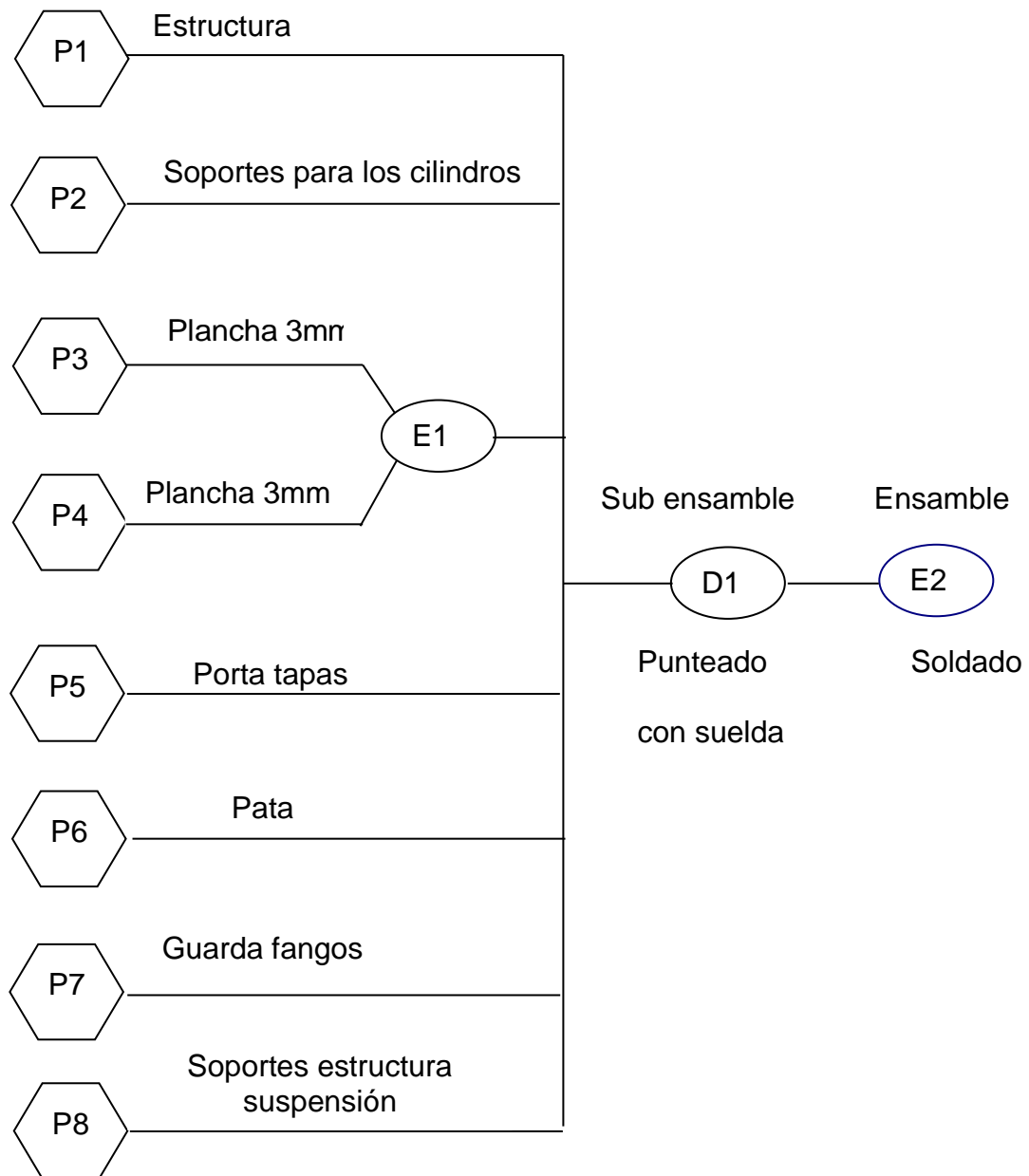
3.5.3.5. Diagrama del proceso de construcción del soporte para el tablero de abastecimiento según 6/6.

Material: Ángulo 4cm x 4mm

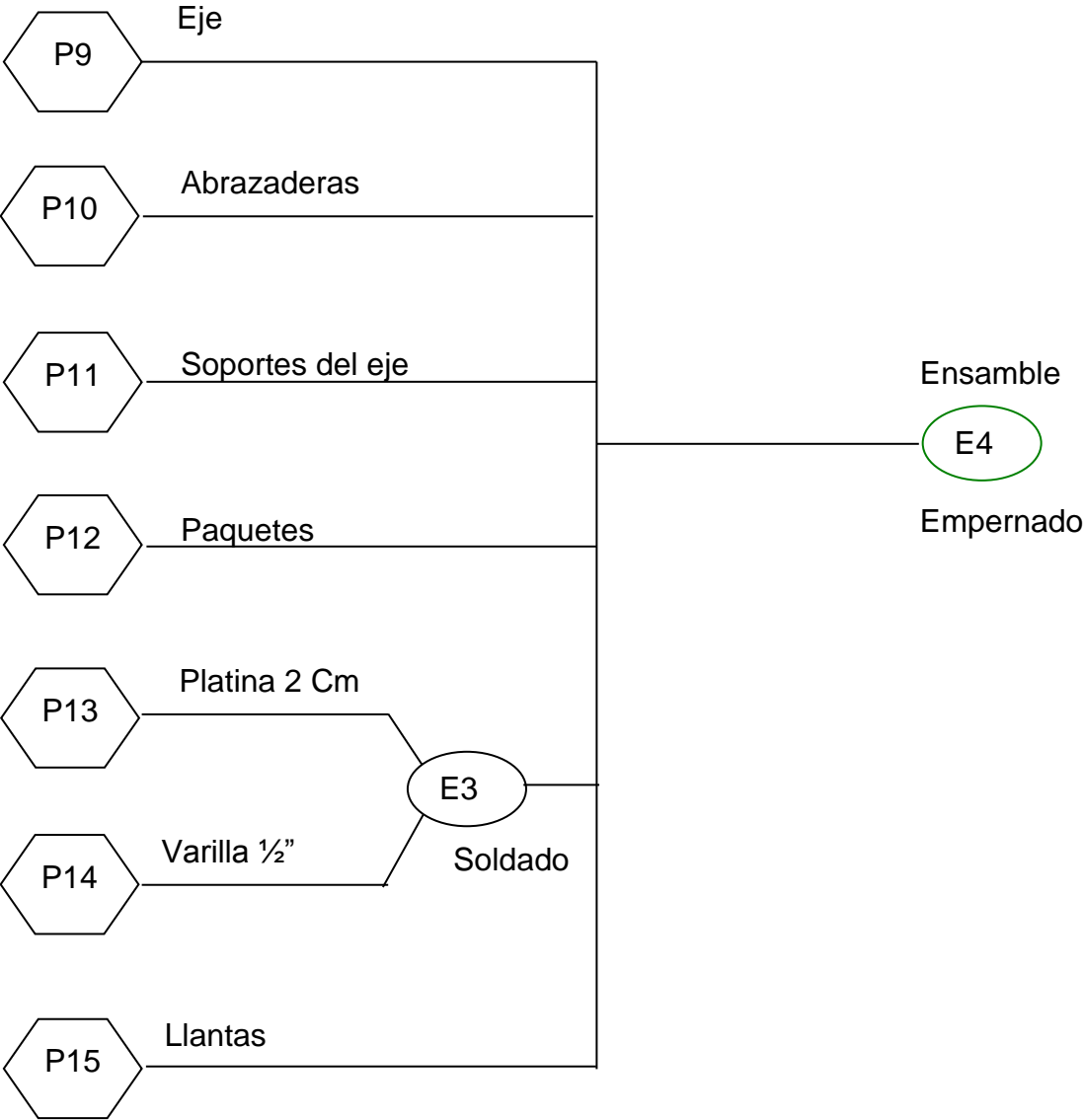


3.6. Diagramas de ensamble

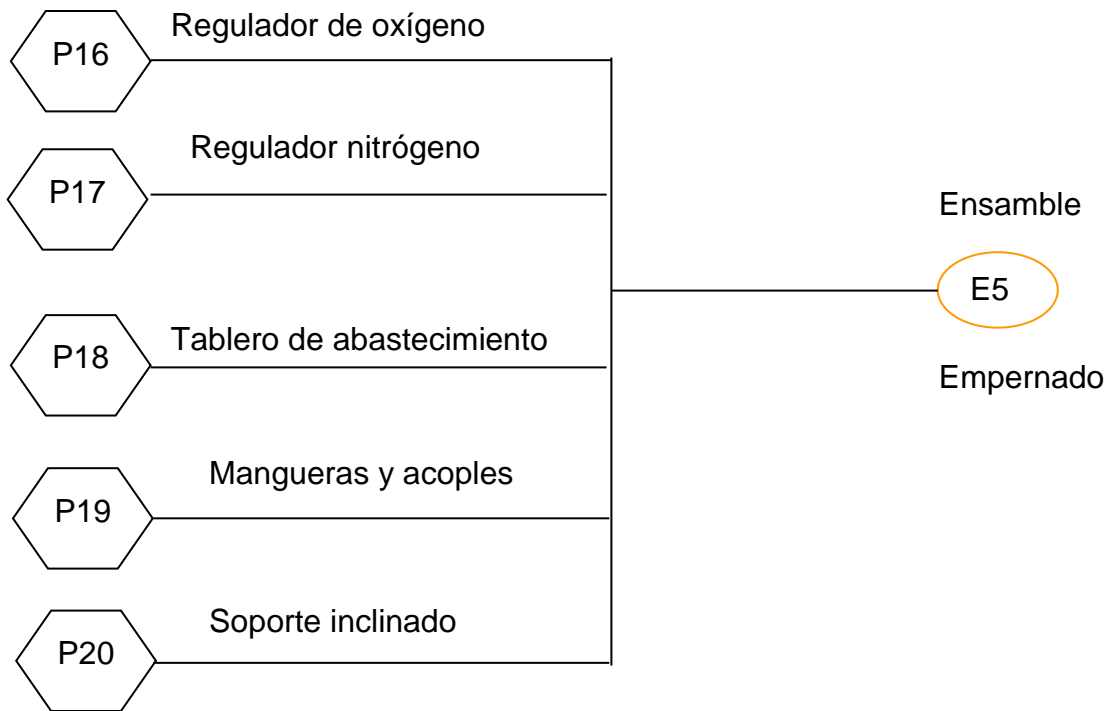
3.6.1. Diagrama de Ensamblaje de la estructura principal según plano 1/6



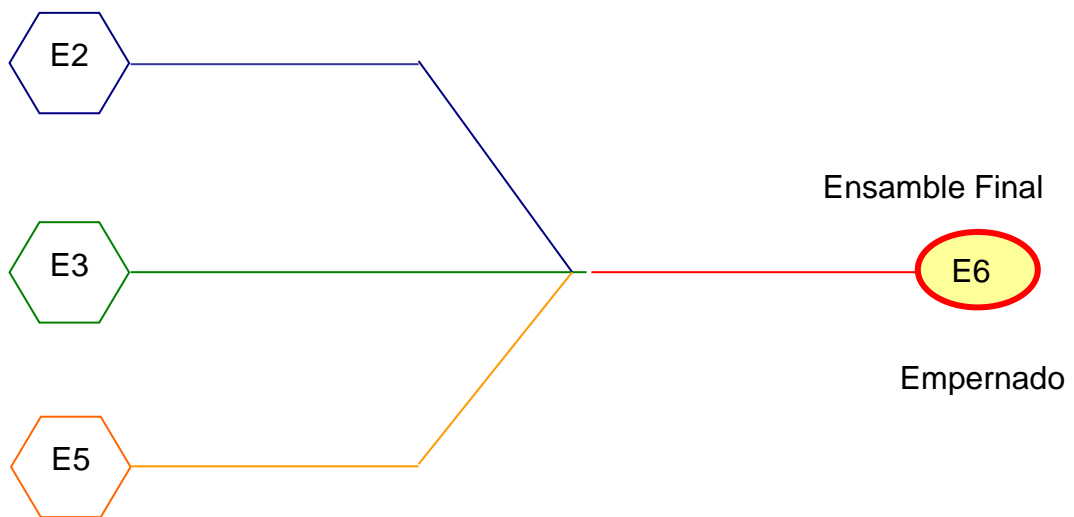
3.6.2. Diagrama de Ensamblaje de la suspensión según plano 1/6.



3.6.3. Diagrama de Ensamblaje del sistema de abastecimiento según plano 2/6



3.6.4. Ensamble General de todos los componentes del remolque



3.7. Pruebas de Funcionamiento

Una vez realizada la construcción del remolque, se procedió a verificar su funcionamiento.

Tabla 3.4. Verificación de funcionamiento del remolque.

Sistema	Cumple tolerancia	Funcionamiento optimo
Estructura principal	✓	✓
Suspensión	✓	✓
Sistema de abastecimiento	✓	✓
Pintado y acabado	✓	✓

Todos los componentes del remolque se encuentran en excelentes condiciones de funcionamiento y listos para realizar las prácticas.



Figura 3.10. Remolque construido.

BIBLIOGRAFÍA Y LISTADO DE REFERENCIAS

Bibliografía:

- Manual de mecánica industrial tomo I
- Manual de mecánica industrial tomo III
- Manual del ingeniero mecánico tomo III
- MANUAL TECNICO DE MANTENIMIENTO; aviones de F.A. de los EE.UU. De las series T - 33 A –1 y T – 33 A – 5, Volúmenes I y III.

Lista de Referencias:

Para todos los componentes del Remolque.

- **Llantas:**
- **Mangueras:** “LA CASA DEL RODAMIENTO”, Av. Eloy Alfaro, 7983 y Gral. Vargas Torres. Telf. 813-197, Latacunga- Ecuador.
- **Acoples:** “INDUCLIMA” Av. America5604 y Voz Andes C.C. la “Y” Telefonos: 022 - 249077, 022 – 468692, Quito – Ecuador.

PLANOS

ANEXOS

HOJA DE DATOS PERSONALES

NOMBRES Y APELLIDOS: William Alberto Cadena Castillo

ESTADO CIVIL: Soltero.

NACIONALIDAD : Ecuatoriana.

CÉDULA DE IDENTIDAD: 050139035-5

FECHA DE NACIMIENTO: Latacunga,4 de Febrero de 1982.

EDAD : 21 AÑOS.

DOMICILIO : Lasso - Cotopaxi

ESTUDIOS PRIMARIOS: Escuela fiscal Ambato

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Instituto Tecnológico Superior Vicente León

ESTUDIOS SUPERIORES: Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

HOJA DE LEGALIZACIÓN

ELABORADO POR:

William Alberto Cadena Castillo

DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Ing. Guillermo Trujillo

Latacunga 7 de febrero del 2004