

**PRACTICA ACADEMICA EN ECOINTELIGENTE SAS**

**JHON SEBASTIAN SUAREZ PAREDES  
ESTUDIANTE DE INGENIERIA MECATRONICA**

**DR. ANTONIO FAUSTINO MUÑOZ MONER  
TUTOR DE LA UNIVERSIDAD**

**ING. RIGAN ARCHILA TORRES  
TUTOR DE LA EMPRESA**

**ECOINTELIGENTE SAS**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA  
INGENIERIA MECATRONICA  
NOVIEMBRE DE 2019**

Bucaramanga, Noviembre 2019

Nota de aprobación

Trabajo de prácticas académicas titulado “Practica académica en ECOINTELIGENTE SAS”, presentado por el estudiante Jhon Sebastián Suarez Paredes para optar el título de Ingeniero Mecatrónico.

DR. Antonio Faustino Muñoz Moner

## **Contenido**

1. INTRODUCCIÓN .....	12
2. OBJETIVOS .....	13
2.1. Objetivo General .....	13
2.2. Objetivo específico .....	13
3. MARCO CONCEPTUAL .....	14
3.1. Generalidades de le empresa .....	14
3.1.1. Actividad de la empresa .....	14
3.1.2. Misión .....	14
3.1.3. Visión .....	14
3.1.4. Descripción de las bombas impulsadoras de concreto .....	15
3.2. Funcionamiento de una bomba impulsadora de concreto .....	16
3.2.1. Funcionamiento mecánico .....	17
3.2.2. Funcionamiento hidráulico .....	18
3.3. El plano de fabricación y sus elementos .....	23
3.3.1. La rotulación .....	23
3.3.2. El formato .....	23
3.3.3. El cajetín de rotulación o datos. ....	25
3.3.4. La escala .....	26
3.3.5. Las vistas de una pieza .....	27
3.3.6. Vistas en cortes y secciones .....	29
3.3.7. Acotamiento dimensional .....	30
3.3.8. Principios de acotamiento dimensional .....	32

3.4. Instrumentos de medición para levantamiento de planos.....	35
3.4.1. El calibrador pie de rey.....	36
3.4.2. Galgas telescópicas .....	37
3.4.3. Compas de interiores y exteriores.....	38
3.4.4. La cinta métrica.....	39
3.5. Metodología de diseño.....	40
3.5.1. Metodología.....	40
3.5.2. Ingeniería de diseño.....	41
3.5.3. Diseño de producto .....	42
3.5.4. Metodología de diseño propuesto por Michael French 1985.....	43
3.6. Metodología de mantenimiento productivo total (TPM).....	44
3.6.1. Objetivos del TPM .....	45
3.6.2. Ventajas del TPM .....	45
3.6.3. Pilares del TPM.....	46
3.6.4. Mantenimiento Autónomo .....	48
3.6.5. Mantenimiento Correctivo .....	49
3.6.6. Mantenimiento Preventivo.....	50
3.6.7. Mantenimiento Pre-falla .....	51
3.6.8. Mantenimiento predictivo .....	53
3.6.9. Mantenimiento Proactivo .....	53
4. ACTIVIDADES.....	54
4.1. Diseño de piezas.....	54
4.1.1. Soporte de cauchos de motor de bomba Schwing .....	54

4.1.2. Diseño de una tapa para el tanque de agua – bomba Schwing .....	58
4.1.3. Diseño de tapón universal para mangueras hidráulicas. ....	58
4.1.4. Diseño de una tolva.....	59
4.1.5. Diseño de pieza para entubamiento de soporte maquina Zoomlion .....	61
4.1.6. Diseño de una placa para unión de válvula hidráulicas. ....	62
4.1.7. Diseño de una pieza para accionamiento mecánico de una válvula proporcional .....	67
4.1.8. Diseño de bridas para sujeción mecánica de la bomba Schwing .....	69
4.1.9. Diseño de soporta para pierna soporte de maquina Zoomlion .....	71
4.1.10. Diseño de bandejas para Soliplast.....	73
4.1.11. Diseño de una cuña para refuerzo del brazo de una autobomba .....	78
4.1.12. Diseño de una pieza para el cambio de un filtro de aceite.....	80
4.1.13. Diseño de unos bujes para bomba marca REED .....	82
4.2. Levantamiento de planos.....	85
4.2.1. Levantamiento de plano de un sistema de poleas.....	85
4.2.2. Levantamiento de plano de cojinete para bomba Schwing.....	90
4.2.3. Levantamiento de plano de un casquete para el eje rock.....	92
4.2.4. Levantamiento de plano de tapas para motor maquina Zoomlion .....	94
4.2.5. Levantamiento del plano para pierna de soporte Zoomlion .....	95
4.2.6. Levantamiento plano de camisas de una tubería .....	99
4.2.7. Levantamiento de plano de buje y árbol para bomba marca Schwing	100
4.2.8. Levantamiento de plano de placa espejo para bomba Schwing .....	102
4.2.9. Levantamiento de plano de una pierna soporte bomba TK50 .....	104

4.2.10. Levantamiento de plano de un embolo de goma para bomba de concreto .....	106
4.2.11. Levantamiento de plano de la caja eléctrica de la bomba Schwing,	107
4.2.12. Levantamiento de plano de anillo para tubería .....	108
4.2.13. Levantamiento de plano de anillo de corte para bomba Schwing.....	109
4.2.14. Levantamiento de plano de placa gafa bomba marca CIFA .....	110
4.3. Apoyo en estandarización de procesos .....	112
4.3.1. Asesoría para la compra de una tapa de salida de aceite de un motor. ....	112
4.3.2. Instalación de un sistema de grafado de mangueras hidráulicas. ....	113
4.3.3. Puesta en marcha, sistema de control remoto para operación de bombas de concreto .....	115
4.3.4. Apoyo en los procedimientos de modificación de piezas mecánicas. ....	118
4.3.4. Apoyo en el proceso de las bandejas de Solidplast.....	120
4.3.5. Estandarización de documentos .....	120
4.4. Elaboración del plan de mantenimiento .....	121
4.4.1. Plan de mantenimiento Autónomo.....	121
4.4.2. Plan de mantenimiento correctivo .....	126
4.4.3. Plan de mantenimiento preventivo .....	128
5. CONCLUSIONES.....	135
6. BIBLIOGRAFÍA .....	136

## **TABLA DE FIGURAS**

Figura 1 Bomba impulsadora de concreto .....	16
Figura 2 Ciclo de bombeo .....	17
Figura 3 Válvula oscilante .....	18
Figura 4 Circuito hidráulico, primera fase .....	19
Figura 5 Circuito hidráulico, segunda fase.....	20
Figura 6 Circuito hidráulico, tercera fase .....	21
Figura 7 Circuito hidráulico, cuarta fase .....	22
Figura 8 Margen del formato y ubicación del cajetín de rotulación .....	24
Figura 9 Sistemas de coordenadas para el formato .....	25
Figura 10 Cajetín de rotulación o datos.....	26
Figura 11 Vista de una pieza .....	27
Figura 12 Vistas según la dirección.....	28
Figura 13 Distribución ortogonal de las seis vistas en el método A. ....	29
Figura 14 Representación espacial de un corte realizado por un plano .....	29
Figura 15 Representación de vistas con y sin corte de un plano.....	30
Figura 16 Elementos del acotamiento dimensional .....	31
Figura 17 Cruce no permitido entre la línea de cota y las líneas auxiliares de cota. .....	33
Figura 18 Acotamiento colocando líneas auxiliares de cota en dos líneas de ejes. .....	33
Figura 19 Acotamiento colocando líneas auxiliares de cota en ejes de centros. ....	34
Figura 20 Representación de las vistas de una pieza con cota repetida .....	34
Figura 21 Acotamiento de radios.....	35
Figura 22 Acotamiento de vistas simétricas. ....	35
Figura 23 Partes de un calibrador. ....	36
Figura 24 Galgas telescópicas. ....	37
Figura 25 Compás de exteriores e interiores.....	39

Figura 26 La cinta métrica .....	40
Figura 27 Actividad central de la Ingeniería de Diseño .....	42
Figura 28 . Etapas de diseño propuestas por French.....	44
Figura 29 Pieza soporte para motor de bomba .....	55
Figura 30 Diseño de la pieza soporte del motor .....	55
Figura 31 Lamina para soporte de las piezas.....	56
Figura 32 Ensamble de las piezas.....	56
Figura 33 Plano de la pieza diseñada .....	57
Figura 34 Pieza mecanizada .....	57
Figura 35 Plano de fabricación de la tapa para el tanque .....	58
Figura 36 Plano de tapa universal .....	59
Figura 37 Tolva para diseño.....	60
Figura 38 Plano de la tolva.....	61
Figura 39 Plano de perfil en U.....	62
Figura 40 Válvula oscilante de la maquina .....	63
Figura 41 Válvula oscilante a poner. ....	64
Figura 42 Diseño de la placa.....	65
Figura 43 Plano de fabricación de la placa, cara trasera.....	65
Figura 44 Plano de fabricación de la placa, cara delantera.....	66
Figura 45 Instalación de la placa.....	67
Figura 46 Plano de fabricación de la pieza.....	68
Figura 47 Plano de fabricación de las bridas.....	69
Figura 48 Plano de fabricación de la platina.....	70
Figura 49 Instalación de la bridas.....	71
Figura 50 Plano de fabricación del soporte .....	72
Figura 51 Plano de fabricación de pie de amigo.....	72
Figura 52 Unidad de fabricación de plástico.....	73
Figura 53 Diseño de la unidad de fabricación .....	74

Figura 54 Plano de fabricación de las bandejas.....	75
Figura 55 Plano de fabricación de la bandejas.....	75
Figura 56 Plano de fabricación de las bandejas.....	76
Figura 57 Plano de fabricación de la bandejas.....	76
Figura 58 Elaboración de la bandeja.....	77
Figura 59 Bandejas para Soliplast.....	78
Figura 60 Plano de fabricación de refuerzo.....	79
Figura 61 Plano de fabricación de refuerzo.....	79
Figura 62 Instalación del refuerzo.....	80
Figura 63 Plano del adaptador.....	81
Figura 64 Plano del adaptador.....	81
Figura 65 Instalación del adaptador.....	82
Figura 66 Plano de fabricación bujes.....	83
Figura 67 Plano de fabricación bujes.....	83
Figura 68 Plano de fabricación bujes.....	84
Figura 69 Plano de fabricación bujes.....	84
Figura 70 Sistemas de poleas.....	85
Figura 71 Plano de fabricación sistema polea 1.....	86
Figura 72 Plano de fabricación sistema polea 1.....	87
Figura 73 Plano de fabricación sistema polea 1.....	87
Figura 74 Plano de fabricación sistema polea 1.....	88
Figura 75 Plano de fabricación sistema polea 2.....	88
Figura 76 Plano de fabricación sistema polea 2.....	89
Figura 77 Plano de fabricación sistema polea 2.....	89
Figura 78 Cojinete para el levantamiento del plano.....	90
Figura 79 Plano de fabricación para cojinete.....	91
Figura 80 Fabricación del cojinete.....	92
Figura 81 Plano de fabricación del casquete.....	93

Figura 82 Fabricación del casquete.....	93
Figura 83 Plano de fabricación para tapa grande.....	94
Figura 84 Plano de fabricación tapa motor pequeña.....	95
Figura 85 Pierna soporte bomba Zoomlion .....	96
Figura 86 Plano de fabricación de pierna Zoomlion .....	97
Figura 87 Plano de fabricación de pierna Zoomlion .....	97
Figura 88 Plano de fabricación pierna Zoomlion .....	98
Figura 89 Plano de fabricación pierna Zoomlion .....	98
Figura 90 Plano de fabricación de la camisa.....	99
Figura 91 Plano de la fabricación de la camisa .....	100
Figura 92 Plano de fabricación de buje Schwing.....	101
Figura 93 Plano de fabricación de árbol Schwing.....	101
Figura 94 Placa espejo bomba Schwing .....	102
Figura 95 Curvatura de la pieza en hoja milimétrica.....	103
Figura 96 Curvatura de la pieza .....	104
Figura 97 Plano de fabricación para pierna soporte TK50 .....	105
Figura 98 Plano de fabricación para pierna soporte TK50 .....	105
Figura 99 Plano de fabricación para pierna soporte TK50 .....	106
Figura 100 Plano de fabricación del embolo de goma,.....	107
Figura 101 Plano de fabricación de la caja eléctrica .....	108
Figura 102 Plano de fabricación de anillo.....	109
Figura 103 Plano de fabricación anillo de corte.....	110
Figura 104 Placa gafa CIFA .....	111
Figura 105 Curvatura de la placa gafa sobre hoja milimétrica.....	111
Figura 106 Diseño de la placa gafa CIFA.....	112
Figura 107 Eje roscado del motor. ....	113
Figura 108 Circuito del sistema de grafado.....	114
Figura 109 Sistema de grafado .....	114

Figura 110 Transmisor .....	116
Figura 111 Receptor.....	116
Figura 112 Conexión de los cables. ....	117
Figura 113 Cables de receptor .....	117
Figura 114 Sistema completo.....	118
Figura 115 Conector TNC para antena .....	118
Figura 116 Plano para modificación de la pieza.....	119
Figura 117 Plano para modificación de la piza.....	119
Figura 118 Folder de planos mecánicos .....	121
Figura 119 Folder catálogos y manuales.....	121

## **TABLAS**

Tabla 1 Componentes de mantenimiento pre-falla .....	52
Tabla 2 Vida útil de los elementos de la maquinas.....	128
Tabla 3 Calendario de mantenimiento preventivo .....	129
Tabla 4 Actividades específicas de mantenimiento preventivo .....	132
Tabla 5 Actividades específicas de mantenimiento preventivo .....	133

## 1. INTRODUCCIÓN

ECONINTELIGENTE SAS, fue ideada en el año 2010 con el propósito de dar soluciones tecnológicas que permitieran un uso eficiente de los recursos. En el 2012, inicio las labores en el área de mantenimiento y soluciones integrales para la industria de la construcción en el cual está en crecimiento y con el fin de progresar y mejorar continuamente es necesario un control y seguimiento de cada proceso tanto externo como interno.

De esto, las practicas académicas busca impulsar el área de ingeniería de la empresa para su mejor calidad de trabajo y servicio, por lo que se plantea desarrollar y levantar planos metalmecánicos para los repuestos de dichas maquinas, como también estandarizar los procesos de mantenimiento y reparación de las bombas, desarrollando un plan de mantenimiento productivo total, así como brindar diseño de soluciones mecánicas, hidráulicas y electrónicas a diferentes situaciones que se presentan en la labor diaria.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo General**

Apoyar en el área de ingeniería de la empresa a través del diseño y levantamiento de piezas metalmecánicas, estandarización de procesos, desarrollo de plan de mantenimiento de la entidad para mejorar la calidad de servicios que ofrece la compañía.

### **2.2. Objetivo específico**

- Apoyar en la estandarización de procesos de la empresa
- Elaborar planos, despieces y procedimientos técnicos de la entidad
- Diseñar y levantar planos de piezas metalmecánicas.
- Describir la estructura y generalidades de la empresa EcoInteligente.
- Definir diferentes estrategias de mantenimiento total productivo.
- Establecer las actividades de mantenimiento total productivo.
- Registrar los mantenimientos realizado periódicamente.

### 3. MARCO CONCEPTUAL

#### 3.1. Generalidades de le empresa

##### 3.1.1. Actividad de la empresa

ECOINTELIGENTE S.A.S., fue ideada en el año 2010, con el firme propósito de dar soluciones tecnológicas que permitieran un uso eficiente de los recursos.

Posteriormente en el 2012, inicio labores en el área de mantenimiento y soluciones integrales para la industria de la construcción. Actualmente está desarrollando una máquina recicladora de concreto, como producto pionero en la materialización de su objetivo.

##### 3.1.2. Misión

Optimizar y mejorar los procesos operativos de nuestros clientes, a través de servicios de mantenimiento y productos metalmecánicos de alta calidad, eficiencia y cuidado del medio ambiente.

##### 3.1.3. Visión

En el año 2020 ser una empresa pionera en diseño, fabricación y venta de máquinas y productos ECOINTELIGENTES, que mejoren el bienestar del ser humano y el medio ambiente.

#### 3.1.4. Descripción de las bombas impulsadoras de concreto.

Las bombas impulsadoras de concreto que se emplean y, por lo tanto, que se someten al programa de mantenimiento preventivo son las bombas de pistón con válvula oscilante.

Estas bombas operan hidráulica, mecánica y eléctricamente, están diseñadas para bombear concreto húmedo a través de un sistema de suministro por tuberías o mangueras. Son de construcción robusta y durable lo que permite a la unidad bombear las más difíciles mezclas dentro de las especificaciones y los rangos establecidos por cada fabricante. La operación normal es controlada por el panel de control convenientemente localizado en la unidad.

Actualmente se cuenta con bombas de dos marcas diferentes la “Putzmeister” y la “Schwing”, aunque sus diseños son muy similares, tienen algunas variantes. Estas bombas son de modelo montado en remolque, provisto de un motor diésel y la unidad bombeadora montados sobre un remolque transportable, con un sistema completo de gancho y frenos (figura 1), también llamadas bombas estacionarias de concreto.



Figura 1 Bomba impulsadora de concreto.

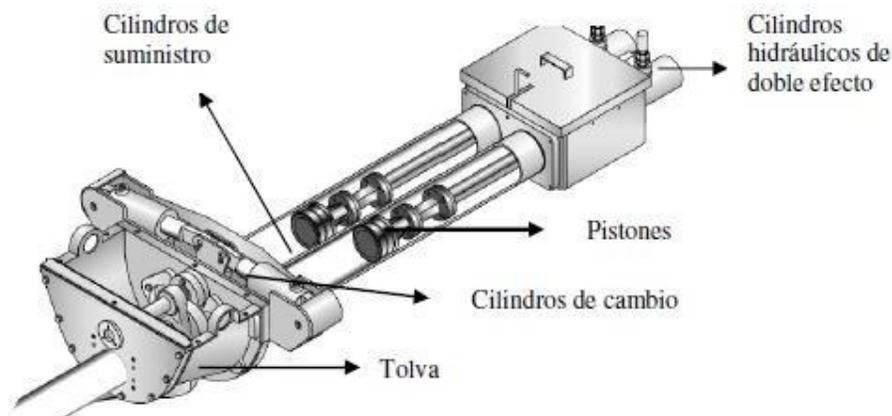
Fuente: [www.schwing.com](http://www.schwing.com)

### 3.2. Funcionamiento de una bomba impulsadora de concreto

Básicamente el funcionamiento de las bombas de pistón con válvula oscilante es el siguiente: Un motor Diésel montado sobre un remolque operado a ciertas revoluciones RPM preseleccionadas, acciona una bomba hidráulica principal. Esta bomba hidráulica de desplazamiento variable se emplea para activar los dos cilindros hidráulicos, que accionan a su vez, los dos pistones que se encuentran en los cilindros de suministro de material.

Una válvula oscilante, llamada así debido a que oscila de un lado a otro para cambiar de un cilindro de suministro a otro, diseñada para que el sistema cambie automáticamente de un cilindro de material a otro, para lograr un flujo continuo a través del sistema de suministro y una tolva estándar que es donde se deposita el

concreto que será bombeado, el sistema de esta bomba se puede observar en la Figura 2.



*Figura 2 Ciclo de bombeo*

Fuente: [www.schwing.com](http://www.schwing.com)

### 3.2.1. Funcionamiento mecánico.

En el ciclo de bombeo se produce un flujo continuo de concreto a través de la línea de alimentación, mediante la operación alterna de los pistones en los cilindros de suministro, los cuales están acoplados con los cilindros hidráulicos de doble efecto y tiene abierta la boca de alimentación de la tolva, cuando el cilindro hidráulico hala el pistón del cilindro de alimentación, el concreto es arrastrado por succión de la tolva al interior del cilindro de alimentación.

Después de alcanzar su máxima posición de retracción, se envía una señal eléctrica o neumática, dependiendo la marca y el modelo a la válvula de cambio de dirección de la válvula oscilante.

Ahora la válvula oscilante cambia de dirección por medio de los cilindros de cambio o cilindro buzo, hacia el cilindro de alimentación cargado, el cilindro hidráulico se extiende y el pistón del cilindro de alimentación impulsa el concreto a través de la válvula oscilante y expulsa la descarga hacia el interior de la línea o tubería de alimentación, ver Figura 3. El ciclo se repite con el otro cilindro, suministrando ininterrumpidamente el flujo de concreto. Mientras se repite el ciclo una y otra vez una mezcladora convenientemente colocada en la tolva gira constantemente, con el objeto de mantener la homogeneidad en el concreto.

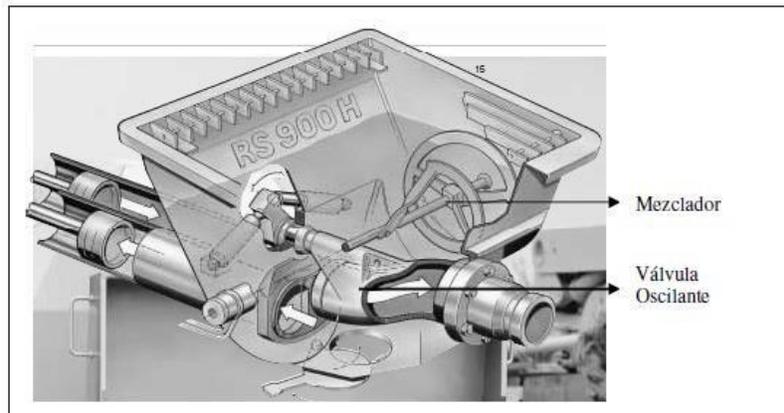


Figura 3 Válvula oscilante.

Fuente: [www.putzmeister.com](http://www.putzmeister.com)

### 3.2.2. Funcionamiento hidráulico.

Los componentes hidráulicos son los encargados de transmitir la energía proveniente del motor diésel a la válvula oscilante y a los pistones que impulsan el concreto a través de la tubería de suministro. Es por esta razón que todos los componentes deben de estar conectados correctamente para así obtener el trabajo que se necesita. A continuación, se describirá en cuatro fases el funcionamiento de un circuito hidráulico de una bomba impulsadora de concreto con válvula oscilante [1].



2. La presión existente dentro de los cilindros de doble efecto, hace que la válvula conmutadora 9A envíe una señal piloto a la válvula V3 haciéndola cambiar de posición. Esto hace que la presión de aceite se dirija al lado derecho del cilindro de varilla de doble extremos con muescas de conmutador moviendo la válvula oscilante hacia la derecha, la fase termina cuando el cilindro 5 termina su recorrido. El aceite en el lado derecho del cilindro 5 retorna al tanque de almacenamiento a través de las válvulas V3, V1 y un enfriador de aceite, ver figura 5.

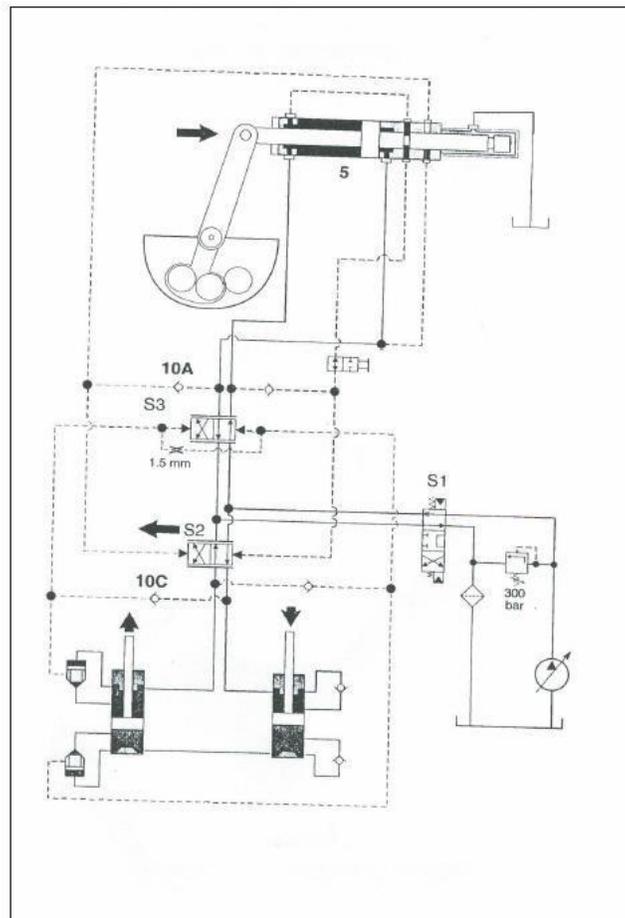


Figura 5 Circuito hidráulico, segunda fase.

Fuente: Byron E. Solares Z [1].

- Al llegar al final de su recorrido el cilindro 5 envía una señal piloto a la válvula V2 provocando que se mueva hacia la derecha. El aceite que es bombeado, ahora se dirige hacia el cilindro de doble efecto del lado izquierdo introduciéndolo a su carcaza; el aceite que sale de este pasa al cilindro del lado derecho y esto hace que el embolo salga de su carcaza, estos cilindros accionan los ejes que mueve el concreto dentro de otros cilindros no mostrados en la figura. Esta fase termina cuando los cilindros llegan al final de su carrera, ver figura 8.

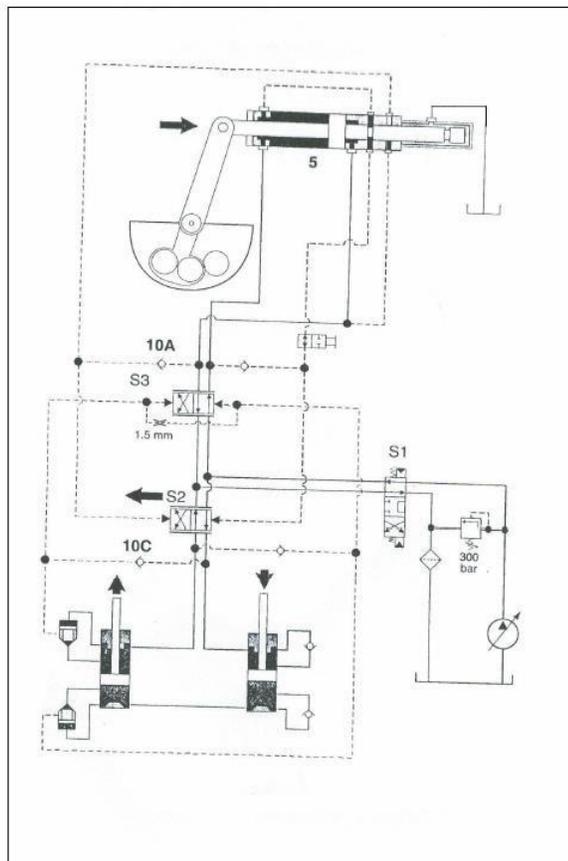


Figura 6 Circuito hidráulico, tercera fase.

Fuente: Byron E. Solares Z [1].

4. La presión existente dentro de los cilindros de doble efecto, hace que la válvula conmutadora 9B envíe una señal piloto a la válvula V3 haciéndola cambiar de posición. Esto hace que la presión de aceite se dirija al lado izquierdo del cilindro de varilla de doble extremos con muescas de conmutador accionado la válvula oscilante hacia la izquierda, la fase termina cuando el cilindro 5 termina su recorrido. El aceite en el lado izquierdo del cilindro 5 retorna al tanque de almacenamiento a través de las válvulas V3, V1 y un enfriador de aceite, ver figura 9.

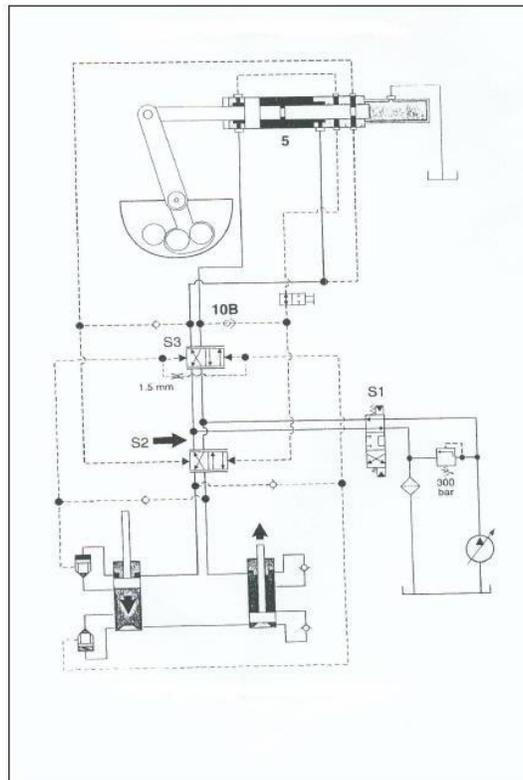


Figura 7 Circuito hidráulico, cuarta fase.

Fuente: Byron E. Solares Z [1].

### 3.3. El plano de fabricación y sus elementos

El plano de fabricación es un instrumento que contiene todos los elementos técnicos suficientes para identificar y fabricar la pieza, como son la rotulación, el formato, el cajetín de datos, las líneas, la escala, las vistas, el acotamiento dimensional, indicación de tolerancias geométricas y dimensionales, y la indicación superficial [2].

#### 3.3.1. La rotulación

La rotulación es la técnica utilizada para realizar la escritura de las letras, números y símbolos. Dentro de las normas internacionales que estandarizan los aspectos técnicos para realizar la rotulación se pueden mencionar las normas DIN-16 y 17 del Manual 2 DIN Normas de dibujo: 1969, y la norma ISO 3098 (1974) [3].

Dentro de los aspectos técnicos más importantes reflejados en estas normas se pueden mencionar: la altura, la inclinación de los caracteres y el espesor de la línea usada en la escritura.

La rotulación se puede realizar “a mano”, con “plantillas” o con las herramientas de texto de los programas de diseño asistido por computadora. En la rotulación por software, ya está establecido estas normas por lo único que se le requiere es tener en cuenta la posición del texto [4].

#### 3.3.2. El formato

El formato es una hoja de papel con geometría rectangular, al cual se le dibujan una serie de elementos gráficos, dentro de los cuales se pueden mencionar: un recuadro

de dibujo, un cajetín de rotulación, señales de centrado, señales de orientación, una graduación métrica, un sistema de coordenadas y señales de corte.

Las normas que han sido utilizadas para establecer los aspectos técnicos del formato son: la DIN-476 del Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969), la NTC 1594, la cual adopta íntegramente a la ISO 5457 (1999) y la Covenin 3477 (1999) [5].

La normativa técnica colombiana (NTC 1594), del Institución Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), establece varios aspectos técnicos para la elaboración de un formato, algunos son [6]:

- a. Se consideran dos grupos de formato de la serie "A", que tendrán ciertas dimensiones normalizadas de acuerdo al tamaño del papel y los requerimientos de los planos
- b. El margen de los formatos debe ser como se muestran en la figura 8, para la serie A0 a A3, se usan horizontalmente y el cajetín de catos debe colocarse en la esquina derecha (Figura 8). Para el caso de la serie A4, se usa verticalmente con las mismas características.

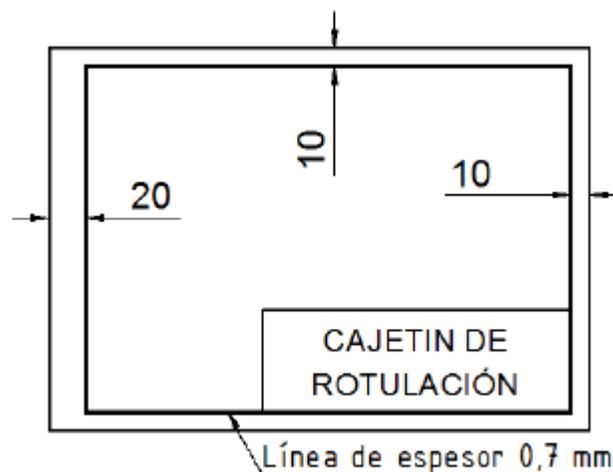
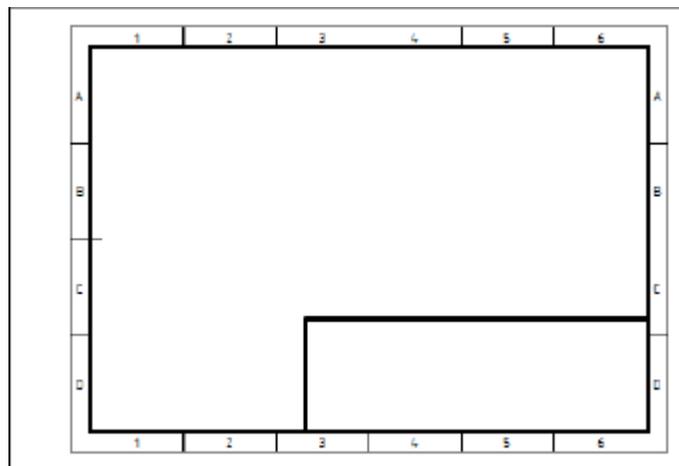


Figura 8 Margen del formato y ubicación del cajetín de rotulación

*Fuente INCOTEC [6].*

- c. Para facilitar el fotocopiado de los planos a los formatos se les dibujan cuatro señales de centrado como se muestra en la figura 2.8, las cuales se trazan con un espesor mínimo de 0,7 milímetros y que parten de la línea del área de dibujo y lo sobrepasan cinco (5) milímetros y se recomienda colocar un sistema de coordenadas en los formatos, que facilite la localización en el dibujo de detalles y modificaciones (Figura 9).



*Figura 9 Sistemas de coordenadas para el formato*

*Fuente INCONTEC [6].*

### 3.3.3. El cajetín de rotulación o datos.

La norma NTC 1912 la cual adopta íntegramente a la norma ISO 7200 (2004); lo define como uno o varios rectángulos adyacentes, que pueden dividirse en casillas y que sirven para colocar información escrita.

Dentro de la información que se puede colocar en el cajetín de datos se encuentran: el número del plano, el nombre del dibujo, el material de la pieza, el nombre del propietario del dibujo, los nombres y firmas de las personas involucradas con la elaboración, revisión y aprobación del plano, las fechas de elaboración, revisión y aprobación del plano, índices de revisión, símbolo indicativo del método de proyección, la escala principal, la indicación de las tolerancias generales, entre otros [7], ver figura 10.

					PLANOS DE REFERENCIA N/A		PESO 4.5 Kg	TOLERANCIAS DE MEDIDAS GENERALES SEGUN ISO 2768	ESCALA 1:1
					 FACULTAD DE INGENIERÍA	NOMBRE: TAPA DE PRESIÓN			PIEZA No 524
						PLANO No.: ME-221-3			PAGINA No 1
						MEDIDAS EN MILIMETROS			DE: 1
						MODELO No. N/A	SUSTITUYE A: N/A	SUSTITUIDO POR: N/A	
0	IC-001-11	01.10.11	----	MIGUEL R.					
No	CAMBIO	FECHA	ZONA	REVISO					
	DIBUJO	10/10/2011		PEDRO PEREZ					
	REVISO	10/10/2011		M. RODRIGUEZ					
	APROBO	10/10/2011		CESAR CAMPOS					
	2011	FECHA		NOMBRE					

Figura 10 Cajetín de rotulación o datos.

Fuente Cesar Campos [7].

### 3.3.4. La escala

La escala es un factor de proporcionalidad que permite ajustar las dimensiones de la pieza a las dimensiones del formato seleccionado para dibujar el plano [8].

La norma ISO 5455 (1979); la define como la relación entre la medida lineal representada en el dibujo y la medida lineal del objeto. La escala se puede expresar mediante la ecuación (1).

$$Escala = \frac{\text{Medida lineal representada en el dibujo}}{\text{Medida lineal del objeto}} \quad \text{ecuación 1}$$

Escala de reducción: es aquella donde el valor de la relación entre la medida lineal representada en el dibujo y la medida lineal del objeto es inferior a la unidad, se expresa (Escala 1: K).

Escala de ampliación: es aquella donde el valor de la relación entre la medida lineal representada en el dibujo y la medida lineal del objeto es superior a la unidad, se expresa (Escala K : 1).

### 3.3.5. Las vistas de una pieza

Es la representación gráfica resultante de la proyección de todos los elementos geométricos (puntos, aristas, generatrices y/o superficies) que delimitan al objeto, sobre una superficie plana. Para realizar dicha proyección la pieza debe colocarse con sus superficies principales paralelas y/o perpendiculares a la superficie de proyección como se muestra en la figura 11 [9].

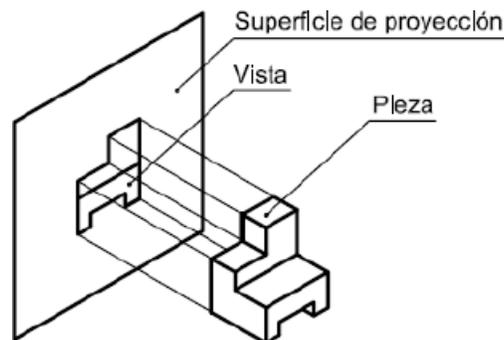


Figura 11 Vista de una pieza.

Fuente INCOTEC [9].

Las normas NTC 1687, establecen que las vistas de una pieza se denominan en función de la dirección del observador como se muestra en la figura 12.

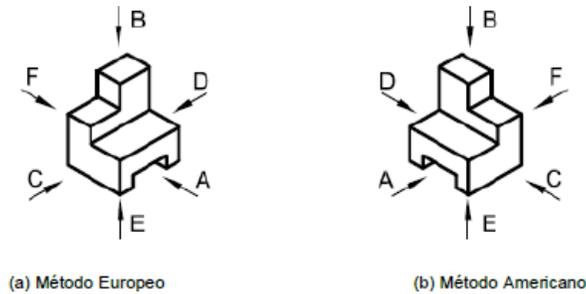


Figura 12 Vistas según la dirección.

Fuente INCOTEC [9].

Dónde:

La dirección “A”, indica la vista frontal o alzado (VF).

La dirección “B”, indica la vista superior o planta (VS).

La dirección “C”, indica la vista izquierda o lateral izquierda (VLI).

La dirección “D”, indica la vista derecha o lateral derecha (VLD).

La dirección “E”, indica la vista inferior (VI)

La dirección “F”, indica la vista posterior (VP)

La distribución de las vistas permitirá identificar fácilmente la pieza, entre más vistas se muestren será más fácil, sin embargo, si la pieza no es compleja se podrá identificar con mínimo dos vistas, las proyecciones de las vistas se pueden observar en la figura 13.

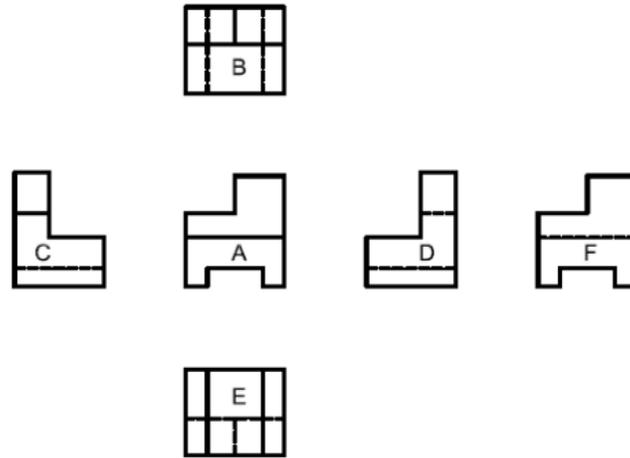


Figura 13 Distribución ortogonal de las seis vistas en el método A.

Fuente INCONTEC00 [9].

### 3.3.6. Vistas en cortes y secciones

La vista con corte es una proyección que se adquiere elaborando un corte ficticio en la pieza mediante uno o varios planos y retirando el material entre el observador y el plano de proyección como se observar en la figura 14, [10].

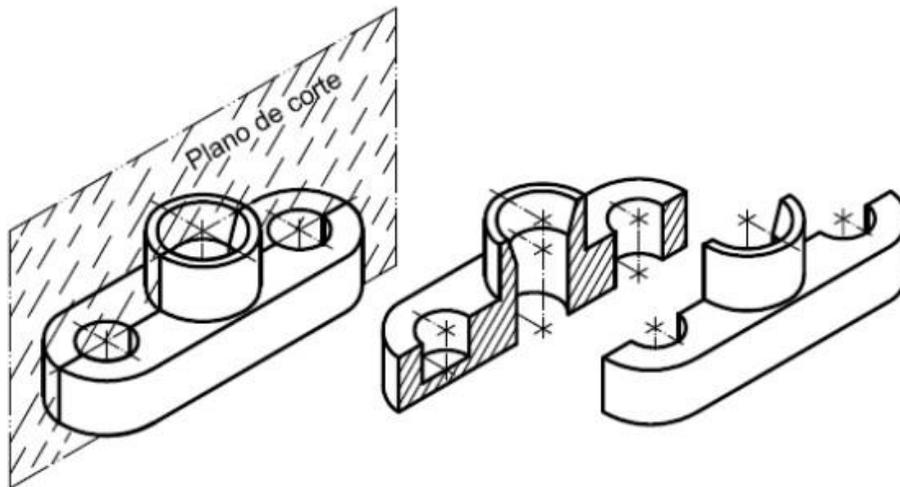
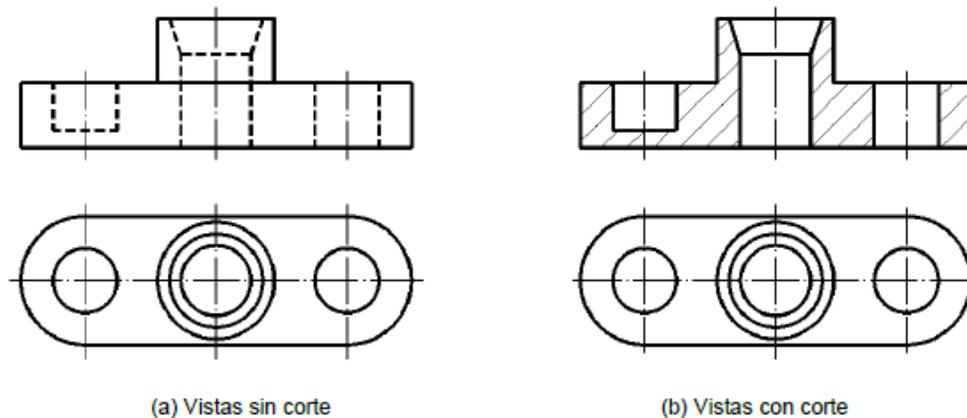


Figura 14 Representación espacial de un corte realizado por un plano.

*Fuente Cesar Campos [10].*

Esta apariencia se usa cuando la pieza posee cavidades internas las cuales en una representación normal se mostrarían como líneas de contornos ocultos, lo que dificultaría su interpretación y acotamiento dimensional, ver figura 15.



*Figura 15 Representación de vistas con y sin corte de un plano.*

*Fuente Cesar Campos [10].*

### 3.3.7. Acotamiento dimensional

Es la distribución de las medidas nominales de los elementos geométricos en las vistas de una pieza, mediante el uso de líneas, flechas, puntos, números, letras y símbolos.

Existen varias normas que se utilizan para estandarizar el acotamiento dimensional, dentro de las cuales se pueden citar: la, la DIN-406 del Manual 2 DIN Normas de dibujo (1969), BS ISO 129-1 (2004), la UNE 1-039 (1994), la cual adopta íntegramente la ISO 129 (1985) entre otras [11].

Los elementos utilizados en el acotamiento dimensional son: la línea auxiliar de cota, la línea de cota, la terminación de la línea de cota, el número de cota, los símbolos de cota y la línea de referencia como se muestra en la figura 16.

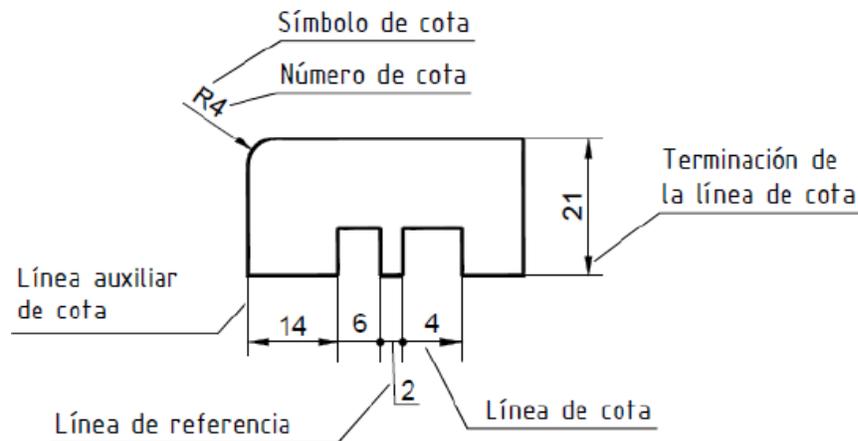


Figura 16 Elementos del acotamiento dimensional.

Fuente Cesar Campos [11].

- Línea auxiliar de cota:

Es una línea continua fina que se usa para delimitar la amplitud del elemento geométrico que se desea acotar o la posición de éste, y que normalmente se traza perpendicular al contorno acotado. Este elemento se traza desde un vértice o un eje con una longitud que depende de las dimensiones del formato utilizado para el plano.

- Línea de cota:

Es una línea fina continua que se usa para indicar la dimensión del elemento geométrico acotado.

- La terminación de la línea de cota:

Las normas BS ISO-129-1 (2004), establecen que la línea de cota en los planos industriales puede terminar en: una flecha cerrada y llena, en un punto, en un círculo, en una flecha abierta o en una flecha cerrada vacía.

- El número de cota:

Es un elemento del acotamiento que se utiliza para indicar el valor numérico de la magnitud acotada, normalmente se coloca perpendicular y centrado a la línea auxiliar de cota; y ligeramente por encima de esta con una separación aproximada de uno (1) a dos (2) milímetros. En algunos casos puede ir acompañado de un símbolo,

- Símbolo de cota:

Es un elemento que se usa para complementar el acotamiento de algunos elementos geométricos, dentro de los cuales se pueden mencionar los siguientes: radios de curvatura, diámetros, distancia entre caras de piezas con geometría hexagonal, secciones transversales cuadradas y longitud de arcos.

- Línea de referencia:

Es una línea fina que se usa para indicar el número de cota en acotamientos donde el espacio es reducido para colocar la cifra de cota.

### 3.3.8. Principios de acotamiento dimensional.

A continuación, se describen estos principios:

- a) Las cotas deben colocarse en las vistas donde resulten más representativas.
- b) Las líneas de contornos ocultos no deben utilizarse para acotar.
- c) En un mismo plano los números de cota deben colocarse en la misma unidad dimensional y sin escribir la unidad utilizada.

- d) Las líneas auxiliares de cota y líneas de cota no deben cruzarse con otras líneas, ver figura 17.

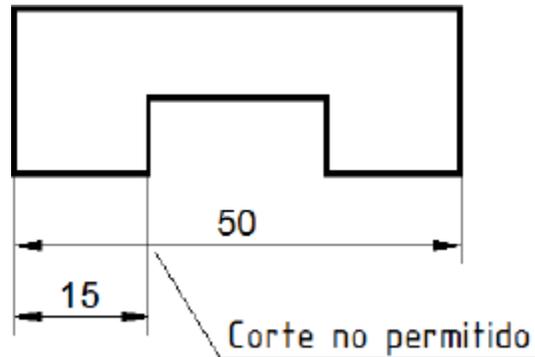


Figura 17 Cruce no permitido entre la línea de cota y las líneas auxiliares de cota.

Fuente La Organización Internacional de Normalización [11].

- e) Las líneas de ejes de centros o de simetría nunca deben utilizarse como líneas de cota.
- f) Las líneas de ejes pueden usarse para realizar acotamientos, pero al trazarse fuera del contorno de la pieza se dibujan en línea fina continua, como se muestra en las figuras 4.26 y 4.27.

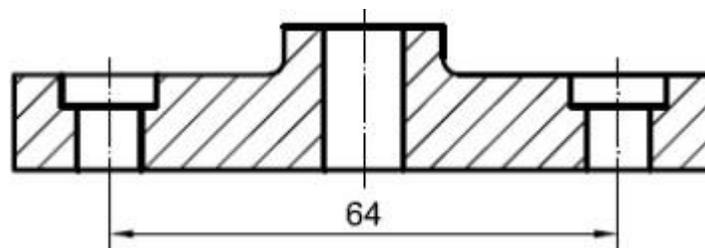


Figura 18 Acotamiento colocando líneas auxiliares de cota en dos líneas de ejes.

Fuente La Organización Internacional de Normalización [11].

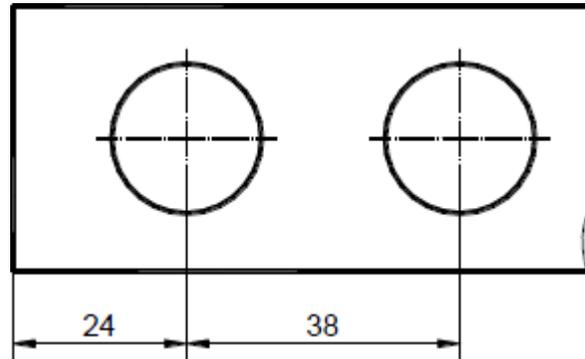


Figura 19 Acotamiento colocando líneas auxiliares de cota en ejes de centros.

Fuente La Organización Internacional de Normalización [11].

- g) Las cotas no deben repetirse, por ejemplo, si una cota se coloca en la vista frontal ésta no debe repetirse en otra vista. En la figura 4.28 la cota sesenta y cuatro (64) del ancho total esta repetida.

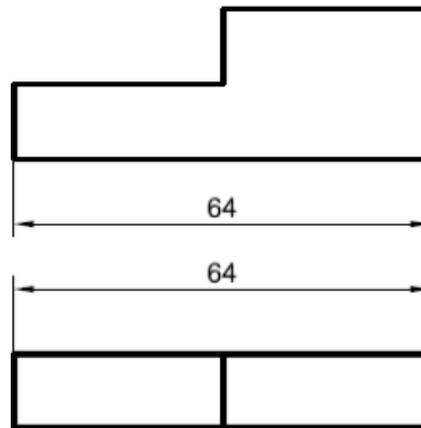


Figura 20 Representación de las vistas de una pieza con cota repetida.

Fuente La Organización Internacional de Normalización [11].

- h) El acotamiento de radios se realiza con una sola flecha y solo se coloca el símbolo “R” cuando no se dibuja el centro de la curva acotada como se muestra en la figura 4.29.

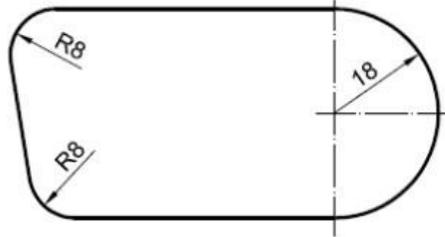


Figura 21 Acotamiento de radios.

Fuente La Organización Internacional de Normalización [11].

- i) En el acotamiento de vistas simétricas dibujadas parcialmente, las líneas de cota deben prolongarse ligeramente pasando el eje de simetría como se muestra en la figura 4.30.

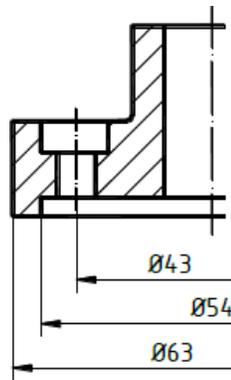


Figura 22 Acotamiento de vistas simétricas.

Fuente La Organización Internacional de Normalización [11].

### 3.4. Instrumentos de medición para levantamiento de planos.

El levantamiento de planos consta de tomar las medidas de las piezas para elaborar dicha pieza y realizar el respectivo plano de fabricación, para ello, se usa diferentes herramientas para obtener las medidas de las piezas.

### 3.4.1. El calibrador pie de rey

Se denomina calibrador o vernier al instrumento que consta de una regla graduada perfeccionada para aumentar el grado de precisión de las mediciones y que facilite la toma de lecturas para distintos tipos de geometría. Su principio de lectura está basado en la escala vernier inventada por el matemático portugués Petrus Nonius (1492-1577), el diseño que se utiliza actualmente de escala deslizante debe su nombre al francés Pierre Verni (1580-1637), quien perfeccionó el sistema [12].

El calibrador está constituido por una regla de acero graduada en cuyo extremo del origen se prolonga en forma perpendicular formando un brazo o punta de medición, este elemento sirve como superficie de referencia para apoyar la pieza a medir. El cursor es un elemento deslizante, similar al brazo y está montado sobre la regla graduada, el movimiento deslizante permite modificar la apertura de las puntas y por ende, la medida entre ellas. En el cursor se encuentra dispuesta la escala vernier o nonio que permiten medir con mayor precisión (Figura 23).

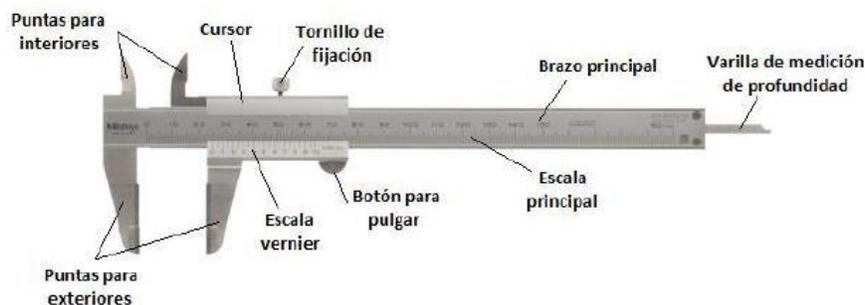


Figura 23 Partes de un calibrador.

Fuente Manrique, E. Casanova A. [12].

El calibrador típico puede realizar cuatro tipos de medición: exteriores, interiores, peldaños y profundidades; para este fin se usan las distintas puntas que están

dispuestas en el instrumento. Las puntas largas sirven para medir exteriores, las dispuestas en la parte superior permiten medir diámetros interiores o ancho de canales, en tanto para profundidades se usa la barra dispuesta en el final de brazo principal, finalmente se utiliza los cantos del instrumento formados por el curso y el brazo principal para medir peldaños. En la parte superior de la regla móvil generalmente tiene un prisionero que tiene la función de fijar este en la medida determinada.

#### 3.4.2. Galgas telescópicas

Una Galga Telescópica como se observa en la figura 24, es un instrumento de medición indirecto, la parte superior de la galga se puede posicionar en el interior de circunferencias o aperturas y ser extendidas hasta tocar las paredes. La galga se extrae y la medición de la extensión de la cabeza puede ser medida utilizando un vernier o un micrómetro para determinar el diámetro interior del agujero. La extensión de la cabeza de la galga se puede bloquear después de la medición para asegurarse que la medición es lo más precisa posible [13].



*Figura 24 Galgas telescópicas.*

*Fuente El Centro Español de Metrología [13].*

Para un buen uso de las galgas telescópicas se realiza el siguiente procedimiento:

- Primero se selecciona una galga adecuada al diámetro que se desea medir. Se contrae el resorte en ambas partes de la cabeza hasta dejarla en posición totalmente retraída y se le pone seguro haciendo girar el tornillo ajustador ubicado al final del mango.
- Se abre la galga aflojando el tornillo ajustador, evitando así el choque brusco con las paredes de la pieza.
- Se lleva al centro de la pieza, manteniendo un extremo fijo y oscilando el otro hasta lograr tocar dos (2) puntos que al mismo tiempo equidisten del centro de la pieza.
- Se Ajusta la galga para mantener la medida obtenida, con el cuidado de no alterarla por un mal ajuste.
- Presentar la medida obtenida al micrómetro y la lectura será el diámetro buscado.

#### 3.4.3. Compas de interiores y exteriores.

El compás es un instrumento para la medición de distancias entre superficies, sobre superficies o también para comparar medidas basadas en un patrón, como por ejemplo reglas graduadas [14].

- Compas exteriores: Este instrumento es muy comúnmente utilizado en el torneado de piezas tanto en los tornos paralelos para maquinado de piezas metálicas o en el torneado de madera ya que la apertura de sus brazos es más grande que los brazos de un calibrador vernier. Por ser un instrumento

de verificación, para obtener el valor numérico de la medición debemos de auxiliarnos de una escala o de un calibrador vernier (ver figura 25).

- Compas interiores: De la misma forma en que se utiliza el compás de exteriores en el maquinado de pieza tanto de madera como metálicas, el compás de interiores permite la verificación del torneado de piezas huecas de difícil acceso para un calibrador vernier (ver figura 25).



Figura 25 Compás de exteriores e interiores.

Fuente: <https://www.demaquinasyherramientas.com/wp-content/uploads/2015/01/Tipos-de-compases-compas-de-interior-y-compas-de-exterior1.png> .

#### 3.4.4. La cinta métrica

Cinta métrica es un instrumento de medida que consiste en una cinta flexible graduada y se puede enrollar, haciendo que el transporte sea más fácil. También

se puede medir líneas y superficies curvas. Las cintas se fabrican de diferentes materiales y diferentes longitudes [15].



Figura 26 La cinta métrica.

Fuente: <https://www.mndelgolfo.com/wp-content/uploads/2018/03/4-funciones-que-no-sabi%CC%81as-de-tu-cinta-me%CC%81trica2.jpg>.

### 3.5. Metodología de diseño.

#### 3.5.1. Metodología

Hace referencia al estudio del conjunto de métodos utilizados en una determinada rama del pensamiento o de la actividad humana. Un método, es una forma específica y ordenada de actividades para conseguir un determinado fin. En los años 50 y 60 del siglo pasado, a raíz del incremento de producción de las empresas y de la complejidad de los productos desarrollados, las tareas de diseño ganan atención, exigen mayores y más específicos conocimientos técnicos. Esto hace que se desarrollen metodologías generales de diseño que definan las tareas concretas del proceso de diseño en cualquier ámbito o disciplina [16].

Según Pahl & Beitz (2007), las metodologías de diseño en ingeniería son una secuencia concreta de acciones para el diseño de sistemas técnicos que derivan su conocimiento de la ciencia del diseño, de la psicología cognitiva y de la experiencia práctica en diferentes campos. Según estos autores, una metodología de diseño, entre otras características, debe [17]:

1. Ser aplicable a todo tipo de actividad de diseño, no importa de qué especialidad se trate;
2. Facilitar la búsqueda de soluciones óptimas;
3. Ser compatible con los conceptos, métodos y resultados de otras disciplinas;
4. No confiar en la casualidad en la búsqueda de soluciones;
5. Facilitar la aplicación de soluciones conocidas a tareas relacionadas;
6. Ser sencilla;
7. Reducir la carga de trabajo, ahorrar tiempo y evitar el error humano;
8. Facilitar la planificación y la gestión del trabajo en equipo en un proceso de desarrollo de productos integrado e interdisciplinar.

### 3.5.2. Ingeniería de diseño.

Agrupar todas aquellas actividades que tienen por objeto la concepción y definición de un producto o servicio adecuado a las especificaciones y su concreción en todas aquellas determinaciones que permitan su posterior fabricación y utilización. Algunos autores definen la labor de los ingenieros de diseño como una actividad a caballo entre el arte, la ciencia, la tecnología y la sociología (Figura 27).

Así, según Pahl & al. (2007), el diseño en ingeniería es una actividad multidisciplinar que afecta a casi todas las áreas de la vida humana y que requiere responsabilidad e integridad profesional [18].

### 3.5.3. Diseño de producto

Aplicación de la ingeniería de diseño a un producto (por extensión, a una máquina; o a un bien de equipo). Es importante matizar que el resultado del diseño como respuesta a unas especificaciones no es único y, normalmente, pueden encontrarse diferentes soluciones válidas (diferentes variantes de producto). Se suele hablar de diseño concurrente cuando éste tiene en cuenta y optimiza todas las etapas del ciclo de vida del producto o servicio objeto de la definición y concreción.

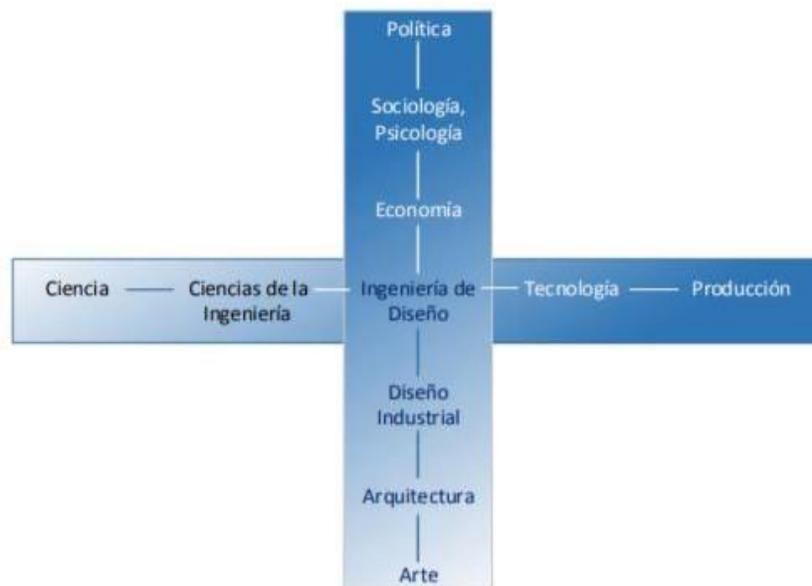


Figura 27 Actividad central de la Ingeniería de Diseño.

Fuente: Pahl et al, 2007 [17].

### 3.5.4. Metodología de diseño propuesto por Michael French 1985.

El modelo de fases propuesto en 1985 por Michael French, contempla los pasos que a continuación se describen, mismos que se muestran gráficamente en la figura El planteamiento del problema puede tener tres elementos [19]:

1. Planteamiento propio del problema de diseño
2. Limitaciones de la solución (códigos de práctica, requisitos estatuarios, normas, fechas).
3. Criterio de excelencia

Diseño conceptual:

- Genera soluciones amplias en forma de esquemas.
- Impone mayores demandas al diseñador.
- Existe el mayor campo para mejoras espectaculares.
- Requiere la unión de la ingeniería y la práctica, métodos de producción y aspectos comerciales.

Esquemas:

- Se trabajan con mayor detalle los esquemas.
- Si existe más de uno, se elige el mejor.
- El producto final es generalmente un conjunto de dibujos del arreglo general.
- Hay buena cantidad de retroalimentación a la fase de diseño conceptual.

Desarrollo de detalles:

- Demanda gran habilidad y paciencia.
- Se decide un gran número de pequeños detalles.
- La calidad debe ser buena, para evitar demoras y gastos.
- Las computadoras participan cada vez más en esta etapa.

M. J. French presenta el proceso de diseño dividido en cuatro etapas: análisis del problema, diseño conceptual, diseño de materialización y diseño de detalle (French, 1999).

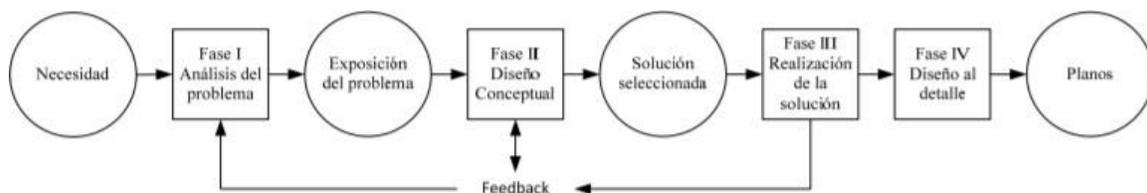


Figura 28 . Etapas de diseño propuestas por French.

Fuente: Michael French 1985 [19].

### 3.6. Metodología de mantenimiento productivo total (TPM).

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una metodología de mejora que permite asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones, de los equipos, y del sistema, mediante la aplicación de los conceptos de: prevención, cero defectos, cero accidentes, y participación total de las personas. El TPM es una filosofía originaria de Japón, el cual se enfoca en la eliminación de pérdidas asociadas con paros, calidad y costes en los procesos de producción industrial

TPM es un sistema compuesto de actividades que se desarrollan en una empresa con el fin de mejorar la capacidad competitiva dentro del mercado, mediante la eliminación de todo tipo de “derroche” o pérdidas que se presentan en los sistemas productivos, esto se logra con la contribución de los integrantes comprometidos en la búsqueda de la perfección en las operaciones de la empresa [20].

### 3.6.1. Objetivos del TPM

- Reducir fallas en los equipos
- Relacionar fallos en los equipos
- Reducir frecuencia de fallos en equipos
- Aumentar la eficiencia global de los equipos y de los trabajadores
- Aumentar la productividad
- Reducir productor con defectos
- Economizar energía
- Reducir accidentes laborales

### 3.6.2. Ventajas del TPM

El TPM enfoca sus objetivos hacia la mejora de la eficiencia de los equipos y las operaciones mediante la reducción de fallas, no conformidades, tiempos de cambio, y se relaciona, de igual forma, con actividades de orden y limpieza. Actividades en las que se involucra al personal de producción, con el propósito de aumentar las probabilidades de mantenimiento del entorno limpio y ordenado, como requisitos previos de la eficiencia del sistema. Además, el TPM presenta las siguientes ventajas [21]:

- Mejoramiento de la calidad: Los equipos en buen estado producen menos unidades no conformes.
- Mejoramiento de la productividad: Mediante el aumento del tiempo disponible.
- Flujos de producción continuos: El balance y la continuidad del sistema no solo benefician a la organización en función a la disponibilidad del tiempo, sino también reduce la incertidumbre de la planeación.
- Aprovechamiento del capital humano.
- Reducción de gastos de mantenimiento correctivo: Las averías son menores, así mismo se reduce el rubro de compras urgentes.
- Reducción de costos operativos.

### 3.6.3. Pilares del TPM

Pilar o proceso fundamental es un conjunto de acciones, que tiene un propósito específico en el progreso de una empresa, cada uno de los pilares tiene una función determinada, liderados por responsables de las diferentes áreas e involucrando a todos los empleados [22].

Dentro de una metodología TPM hay una serie de actividades o procesos fundamentales llamados “los 7 pilares”. Estos pilares sirven para apoyar un área determinada del entorno productivo en la implantación del modelo TPM, siguiendo una metodología disciplinada y efectiva [23].

Estas son:

- I. Mejora focalizada o enfocada (Kobetsu-Kaizen): tiene como objetivo eliminar las grandes pérdidas de tiempo en los procesos productivos debidas a: fallas de los equipos, averías, cambios de configuración, tiempo ocioso, velocidad

reducida, defectos del proceso, perdidas por defectos, deficiencia en logística interna, bajo rendimiento de los materiales, entre otros.

- II. Mantenimiento autónomo (Jishu-Hozen): busca conservar y mejorar las condiciones del equipo por parte del usuario y cambiar la mentalidad de los operadores los cuales tienen la responsabilidad de detectar y diagnosticar a tiempo las posibles fallas, previniéndolas y prologando el ciclo de vida del equipo. Debido a que el operario es la persona que conoce mejor el equipo, es el más calificado para observar cualquier variación en su comportamiento logrando evitar: desgastes excesivos, contaminación del producto, ruptura de partes entre otros. Este pilar se relaciona con las 5 S ya que se cree que el 30-40% de los eventos se deben a problemas de limpieza que pueden ser previstos si se revisa continuamente el equipo.
- III. Mantenimiento planeado o planificado (Keikaku-Hozen): Puede ser el pilar más importante, busca mantener el equipo y el proceso en condiciones óptimas por medio de actividades que se programan anticipadamente. Se indica con etiquetas las potenciales fallas que diagnostica el operario lo cual agiliza la revisión del mecánico ya que éste portará las herramientas necesarias y las posibles partes de repuesto. Gradualmente irá aumentando la calidad del servicio ya que se reduce la cantidad de trabajo.
- IV. Capacitación/Entrenamiento: busca incrementar las capacidades y habilidades de todos los que hacen parte de la organización ya que se estima que las fallas por errores humanos están entre el 25-33% debido a un mal entrenamiento, descuido, falta de motivación. Se busca que los operarios puedan lograr las condiciones óptimas de su equipo y maximizar su eficiencia

- V. Mantenimiento de mejoramiento de calidad (Hinshitsu-Hozen): acciones preventivas para lograr equipos y procesos sin defectos que produzcan productos de calidad con cero defectos, mediante la mejora continua, optimización del equipo de trabajo y del proceso en general. Se busca identificar elementos que influyen altamente en la calidad del producto final, controlarlos para mejorarlos y establecer un sistema de inspección periódico que permita mantener la calidad en un nivel deseado
  
- VI. Mantenimiento de áreas de apoyo o administrativas: difundir políticas de mejoramiento por todas las áreas, no solo a nivel productivo si no administrativo buscando eliminar las pérdidas que pueden deberse a la falta de mantenimiento, software, virus, mala comunicación, entre otros.
  
- VII. Seguridad, salud y medio ambiente: enfocado a las personas, busca crear un ambiente sin accidentes, no solo para operarios si no clientes, usuarios, grupo laboral y sociedad en general. Propiciando un ambiente sin contaminación y preservando la salud, por medio del uso de materiales amigables con el ambiente. La meta de este pilar es cero accidentes, cero daños a la salud y cero contaminaciones.
  
- VIII. Control inicial o temprano: diseño de equipos de producción basándose en observaciones de operarios, personal de mantenimiento e ingeniería para reducir deterioro de equipos y mejorar costos del mantenimiento

#### 3.6.4. Mantenimiento Autónomo

Es el mantenimiento más sencillo que se realiza a las máquinas, el cual es ejecutado por el operario, en consecuencia, hace que el operario se responsabilice del estado de la máquina.

Este mantenimiento ayuda a reducir el mantenimiento correctivo, porque ayuda a detectar fallas antes de que sean graves y antes de inicializar el día de producción o prestación de servicio. El operador de la maquina se educa sobre el funcionamiento de la máquina y desarrolla una capacidad de encontrar anomalías rápidamente. Ayudando y ahorrando tiempo considerablemente en el diagnostico por parte del especialista de mantenimiento.

#### 3.6.5. Mantenimiento Correctivo

Es el mantenimiento que se ejecuta después de ocurrida una falla en determinada máquina, por lo que se debe realizar de manera urgente. El personal encargado de avisar de las faltas es el operador de la máquina y encargado de realizar reparaciones es el personal de mantenimiento. Se clasifica en:

**No planificado:** Es el mantenimiento de emergencia. Debe realizarse el mantedamiento por una avería imprevista y se tiene que reparar en el menor tiempo posible.

**Planificado:** Se sabe con anticipación que es lo que debe hacerse, de modo que cuando se detenga la máquina para efectuar la reparación, se disponga de inmediato del personal, repuestos, equipos, herramientas y documentos técnicos necesarios para realizar el mantenimiento correctamente.

### 3.6.6. Mantenimiento Preventivo

Es un tipo de mantenimiento, que busca principalmente la detección y prevención de fallas en el funcionamiento de las máquinas y equipos de una empresa, antes que estas ocurran. Esto se hace por medio de inspecciones periódicas y cambio de elementos en malas condiciones o dañados. Se basa principalmente en la confiabilidad de la máquinas y equipos.

Los altos niveles de productividad que se requieren en la actualidad exigen la implementación de un sistema de mantenimiento preventivo que permita aumentar la eficiencia de los equipos la cual es directamente proporcional a la calidad de información con se cuenta para llevarla a cabo.

#### 3.6.6.1. *Etapas del mantenimiento preventivo*

Para que un programa de mantenimiento preventivo tenga éxito, es necesario considerar algunas etapas en el momento de su planificación.

- Operaciones de lubricación y limpieza

Es un conjunto de actividades programadas rutinarias y periódicas. Consiste en localizar los puntos críticos de lubricación en el equipo identificando adecuadamente los puntos de desgaste, los cuales deberán estar sometidos periódicamente a algún agente lubricante como aceite, grasa, etc., para que así se reduzca el coeficiente de fricción.

- Revisiones preventivas

Es una labor sistemática en la cual se fundamenta el éxito del mantenimiento preventivo y la cual consiste en recoger información sobre el estado de las partes

que comprenden un equipo en particular a fin de detectar posibles puntos de fallo o partes en mal estado que puedan provocar un fallo en el futuro, que permita definir las frecuencias de las revisiones.

- Correcciones programadas

También se llama correctivo programado y en la mayoría de los casos es una consecuencia de haber realizado una revisión preventiva en la cual se determinó la necesidad de reparar o reponer algún elemento del equipo que se encontraba en mal estado y era casi imposible prolongar su funcionamiento en la maquina o equipo.

### 3.6.7. Mantenimiento Pre-falla

La mantención no correctiva (preventiva, predictiva y proactiva) se aplica prioritariamente a los componentes críticos de la producción. Luego de seleccionados los equipos para los cuales se realizará, es necesario descomponerlos en sub-componentes que sean mantenibles. Ejemplos: rodamientos, correas, engranajes, etc. La mantención preventiva es aplicada en general para componentes cuyo costo de reemplazo no son muy altos. Por su lado la mantención predictiva se realiza cuando el costo de reemplazo es superior y se disponen de técnicas no destructivas capaces de establecer la condición del equipo.

En caso de seleccionar mantención preventiva para un equipo, es necesario establecer frecuencias de cambio de piezas, lubricación, etc. Para ello se realiza un análisis estadístico de los ciclos de vida. Las tareas a realizar deben ser descritas claramente en procedimientos y su registro debe ser llevado en reportes. Ellos

formarán parte de la hoja de vida de cada equipo. Tal registro ayudará en la detección de fallas en la mantención, y la evaluación de costos de mantención.

Clase	Tipo	Componentes
Mecánica	Reemplazo	Aceite Filtros Piezas de desgaste Filtros Rodamientos Juntas Resortes
	Regulación	Juegos/interferencias Tensión(correas) Presión
	Chequeo	Bloqueos Niveles
Eléctrica	Reemplazo	Contactos Componentes asociados a fallas térmicas Capacitaciones
	Regulación	Impedancias en circuitos.
	Chequeo	Valores de aislación Valores de capacitancia

Tabla 1 Componentes de mantenimiento pre-falla

### 3.6.8. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo o basado en la condición evalúa el estado de la maquinaria y recomienda intervenir o no en función de su estado, lo cual produce grandes ahorros.

El diagnóstico predictivo de maquinaria se desarrolla en la industria en la década que va desde mediados de los ochenta a mediados de los noventa del siglo XX. Actualmente, las filosofías predictivas se aplican en la maquinaria crítica en aquellas plantas que cuentan con una gestión optimizada de sus activos (RCM, ISO 55001, RBM...). El mantenimiento basado en la condición optimiza al mantenimiento preventivo de manera que determina el momento preciso para cada intervención técnica de mantenimiento en los activos industriales.

El mantenimiento predictivo es un conjunto de técnicas instrumentadas de medida y análisis de variables para caracterizar en términos de fallos potenciales la condición operativa de los equipos productivos. Su misión principal es optimizar la fiabilidad y disponibilidad de equipos al mínimo costo.

### 3.6.9. Mantenimiento Proactivo

Las acciones Proactivas de mantenimiento se basan en la identificación y en la corrección de las causas que originan los fallos en los equipos y para eso es indispensable técnicas del mantenimiento predictivo como por ejemplo el análisis de vibración, el de termografía o el análisis de lubricantes. Con ello se evitan las posibles consecuencias que se puedan provocar al presentarse los distintos modos de fallos asociados al equipo. El mantenimiento proactivo tiene un impacto

indiscutible en el aspecto económico de la planta al evitarse las paradas no programadas resolviendo los problemas antes de que se presenten.

## 4. ACTIVIDADES

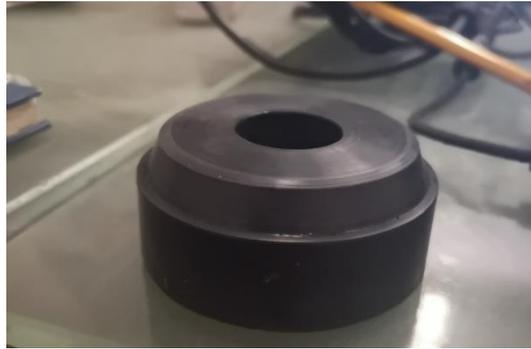
### 4.1. Diseño de piezas

#### 4.1.1. Soporte de cauchos de motor de bomba Schwing

Se realizó durante el mes de agosto, el plano de una lámina para soportar dos piezas que encajan en el motor de la maquina SHWING, el técnico de mantenimiento requirió:

- Que dos piezas de caucho entraran por los dos lados, 10mm de profundidad en la lámina.
- Espesor de la lámina 1½ " y de longitud de 88 [mm] y ancho de 88 [mm ]
- La pieza debe entrar a máxima presión por lo que el diámetro de la lámina debe ser menor al de la pieza.
- Debe entrar deslizante un tubo tipo SCH 40 de ½ " x el largo total para quedar a tope con las piezas de cauchos.

El procedimiento consto en tomar las medidas de la pieza de caucho y de acuerdo a su diámetro como se muestra en la figura 29, así, se levantó el diseño de la pieza de caucho (ver figura 30).



*Figura 29 Pieza soporte para motor de bomba*

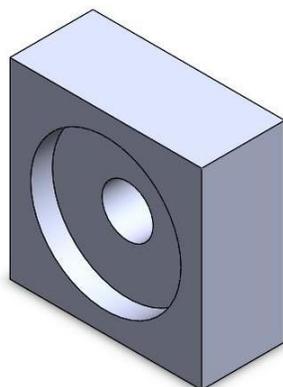
*Fuente: Tomada por el autor.*



*Figura 30 Diseño de la pieza soporte del motor*

*Fuente: Autor.*

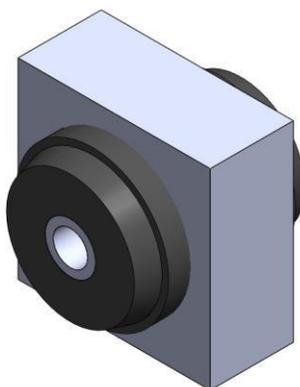
Luego, realizar el diseño de la lámina con el diámetro con la respectiva tolerancia para entrar a presión y con los requerimientos que se dieron como se observa en la figura 31.



*Figura 31 Lamina para soporte de las piezas*

*Fuente: Autor.*

Se elaboró el ensamble de las piezas mostradas anteriormente para obtener la medida del largo del tubo que pasara por el medio de las piezas como se muestra en la figura 32. La medida resultante es de 78 [mm].



*Figura 32 Ensamble de las piezas.*

*Fuente: Autor.*

Al final, se entregó el plano de la lámina diseñada para su respectiva elaboración como se muestra en la figura 33 y la orden de compra para el tubo SCH 40 de la longitud obtenida que es de 78 [mm].

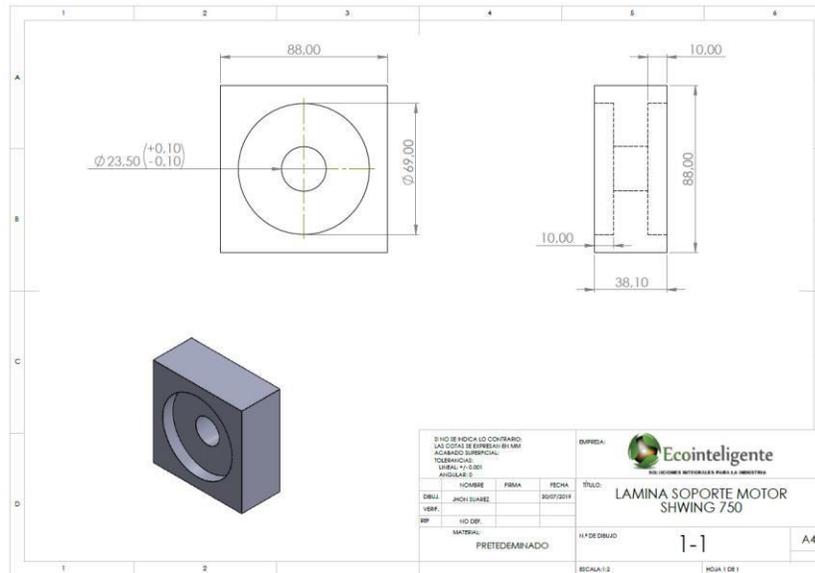


Figura 33 Plano de la pieza diseñada.

Fuente: Autor.

Después de varios días, se entregó la pieza mecanizada a la empresa, donde se verifico las medidas y los requerimientos que se propusieron, el resultado fue positivo como se observar en la figura 34.



Figura 34 Pieza mecanizada

Fuente: Tomada por el autor.

#### 4.1.2. Diseño de una tapa para el tanque de agua – bomba Schwing.

Se realizó un diseño de una tapa para el tanque de agua de la máquina marca Schwing, para ello se midió el lugar donde se ubicará teniendo en cuenta tolerancias y se realizó el diseño de dicha pieza para luego obtener el plano y hacer su respectiva fabricación como se muestra en la figura 35.

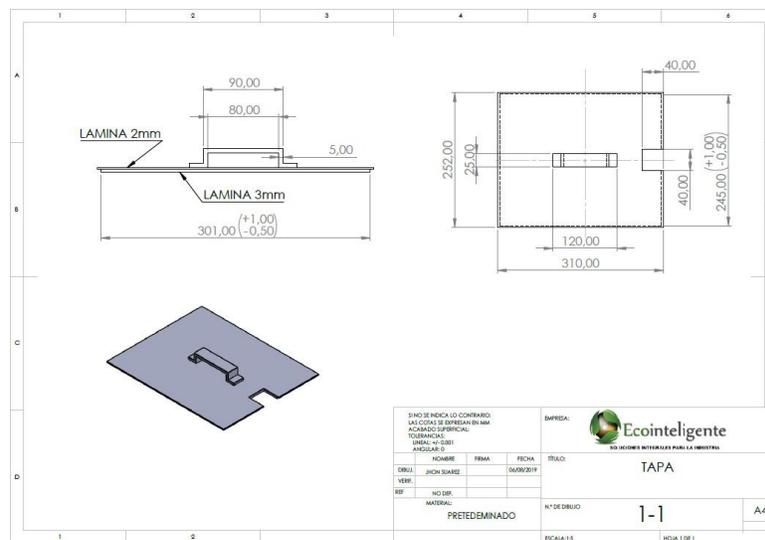


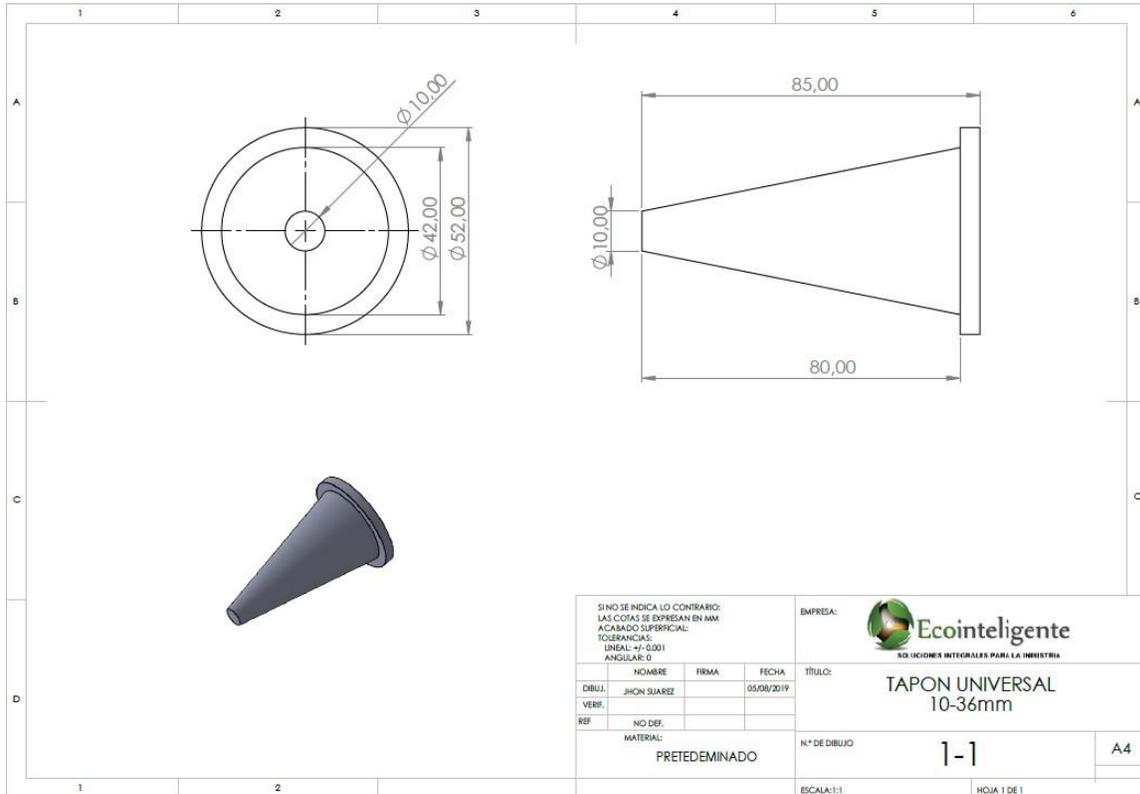
Figura 35 Plano de fabricación de la tapa para el tanque.

Fuente: Autor.

#### 4.1.3. Diseño de tapón universal para mangueras hidráulicas.

La empresa tiene diferentes medidas de mangueras hidráulicas y estas contienen aceite por lo que genera un riesgo y genera pérdidas de aceite hidráulico, así que se realizó un diseño de un tapón o protección de forma cónica que cubriera los cabezales desde la más pequeña hasta la más grande de las mangueras hidráulicas

impidiendo el riego de aceite por la maquina o en el suelo. El plano de fabricación de la pieza se observar en la figura 36.



*Figura 36 Plano de tapa universal.*

*Fuente: Autor.*

#### 4.1.4. Diseño de una tolva

Para un trabajo de construcción de una planta de cemento del cliente de la empresa, se requirió construir el proceso de levantamiento de cemento que consta de una tolva que por medio de un tornillo sin fin conectado a un motor AC, para levantar a cierta distancia el cemento que entraba por una tolva que le ingresaba el operario,

para ello la empresa tuvo la oportunidad de ver un ejemplo de una tolva para este sistema en otro lugar, donde fue un técnico de la empresa a ver (Figura 37) y tomo ciertas medidas que dificultaron a la hora de diseñar la tolva en CAD.



*Figura 37 Tolva para diseño.*

*Fuente: Tomada por el técnico de la empresa.*

Sin embargo, con los conocimientos y las habilidades propias se pudo realizar el diseño de la tolva a partir de las medidas que el técnico alcanzo a tomar, además de eso se realizó un plano con los triángulos o partes de la tolva para que el soldador cortara a esas medidas y armara la tolva para el sistema.

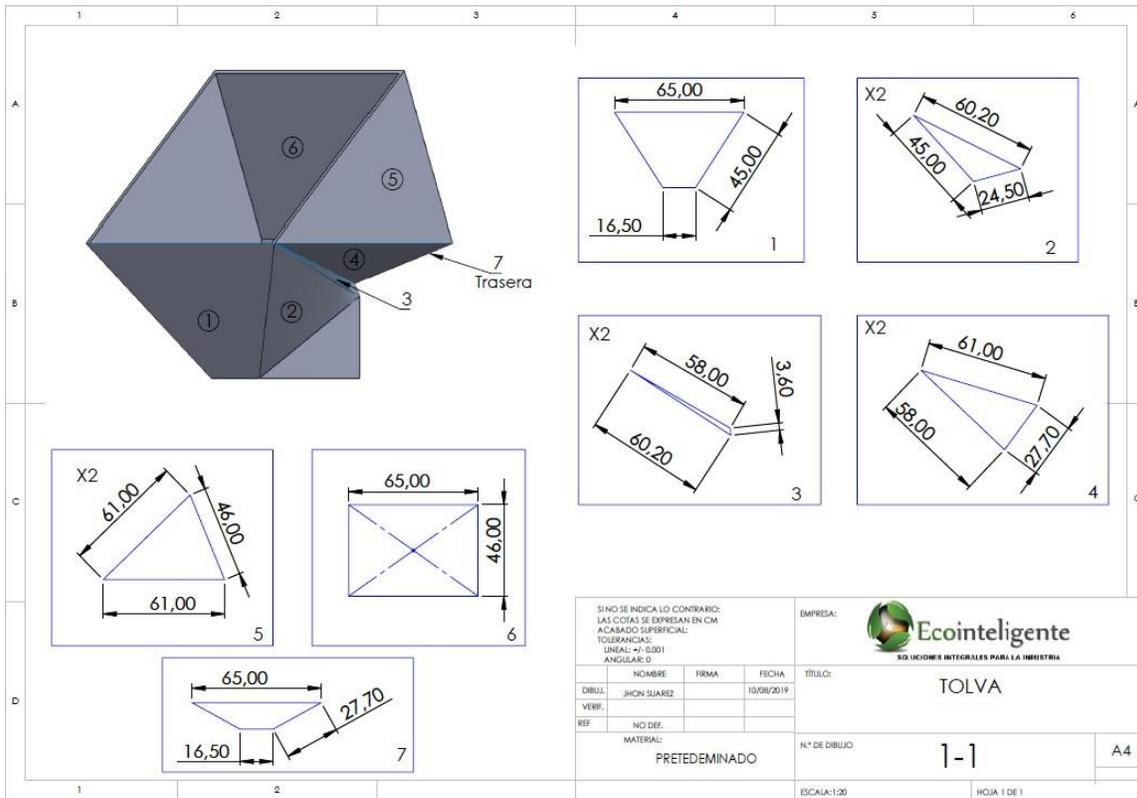


Figura 38 Plano de la tolva.

Fuente: Autor.

#### 4.1.5. Diseño de pieza para entubamiento de soporte maquina Zoomlion

Una máquina de bombeo de concreto de marca ZOOMLION ubicada en Zipaquirá, estaba deteriorada mecánicamente en su chasis, por lo que el ingeniero encargado de la empresa, se trasladó a la ciudad para hacerle estos arreglos mecánicos y hacerle un mantenimiento a la máquina, para este caso la parte trasera de la maquina se quebró y requirió diseñar un perfil en U con una respectiva tapa a ciertas medidas de la máquina, cabe de resaltar que cuya maquina en Zipaquirá es muy similar a una bomba de la misma marca dentro de las instalaciones de la empresa en Girón,

Para poder tomar las medidas de esta máquina, se tomó en base a la bomba dentro de las instalaciones y así diseñar la pieza, mandarla a fabricar y enviarla a la ciudad para que encajaran en la máquina de Zipaquirá. El plano de esta pieza se observar en la figura 39.

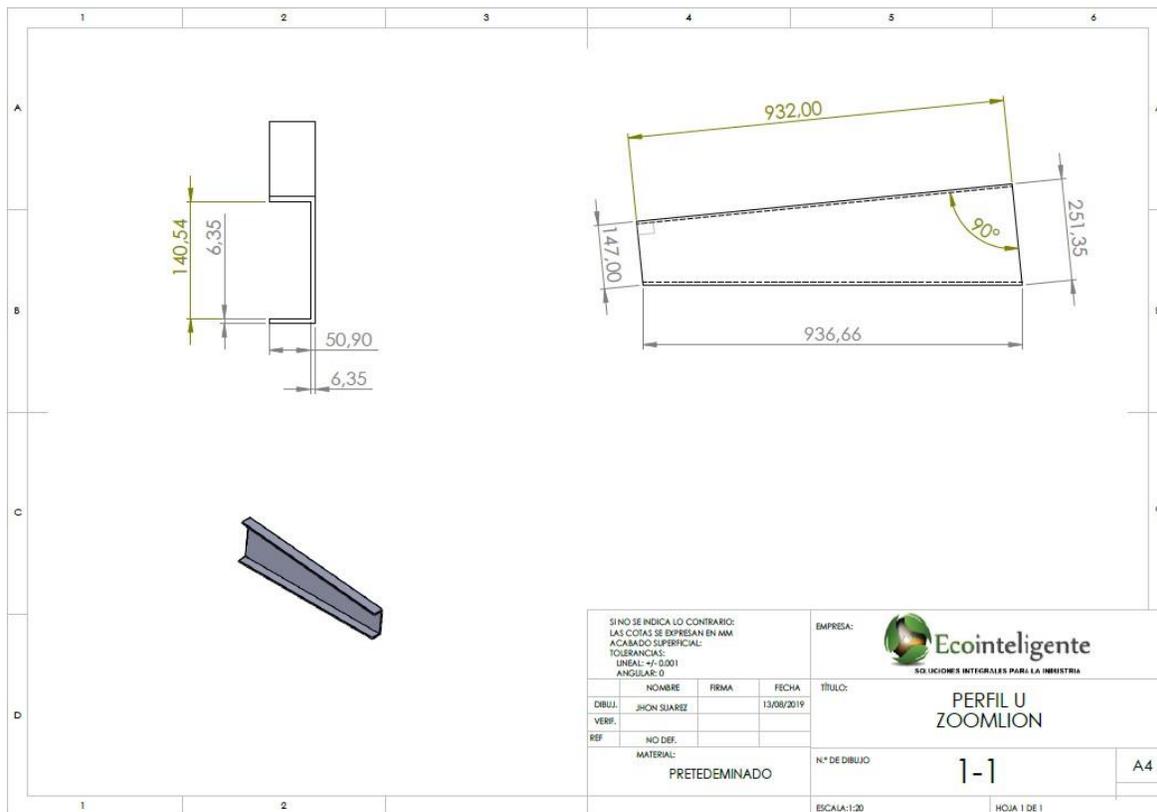


Figura 39 Plano de perfil en U

Fuente: Autor.

#### 4.1.6. Diseño de una placa para unión de válvula hidráulicas.

El mantenimiento de una maquina marca Puztmeister se previó que se tenía que cambiar la válvula oscilante llamada así en estas bombas debido a su

funcionamiento, lo cual se tenía otro tipo de válvula, sin embargo la maquina no había llegado a las instalaciones para verificar, cuando llego la máquina y se desinstalo la válvula oscilante, se observó que el sistema de paso de aceite no coincidían con la válvula que se tenía, entonces se requirió hacer una diseño para unir el sistema de paso de aceite para poder instalar la válvula hidráulica dentro la maquina con ayuda de esta placa.

La válvula oscilante instalada en la maquina consta de cuatros huecos para atornillar, cinco huecos grandes con O-ring para el paso de aceite y dos huecos en diagonal también para el paso de aceite (ver figura 40).



*Figura 40 Válvula oscilante de la maquina*

*Fuente: Tomada por el autor.*

La válvula oscilante que se tenía dentro del inventario de la empresa, constaba con las mismas características, solo que los dos huecos pequeños diagonales de la

válvula mencionada anteriormente, estaban concéntricos hacia un lado de la válvula, como se muestra en la figura 41.



*Figura 41 Válvula oscilante a poner.*

*Fuente: Tomada por el autor.*

Entonces, el diseño se realizó a base de unir estos dos huecos de la una con la otra válvula mediante unos orificios que permitiera el paso de aceite y teniendo en cuenta los demás huecos, el plano de fabricación de la pieza se puede observar en la figura 42, 43 y 44.

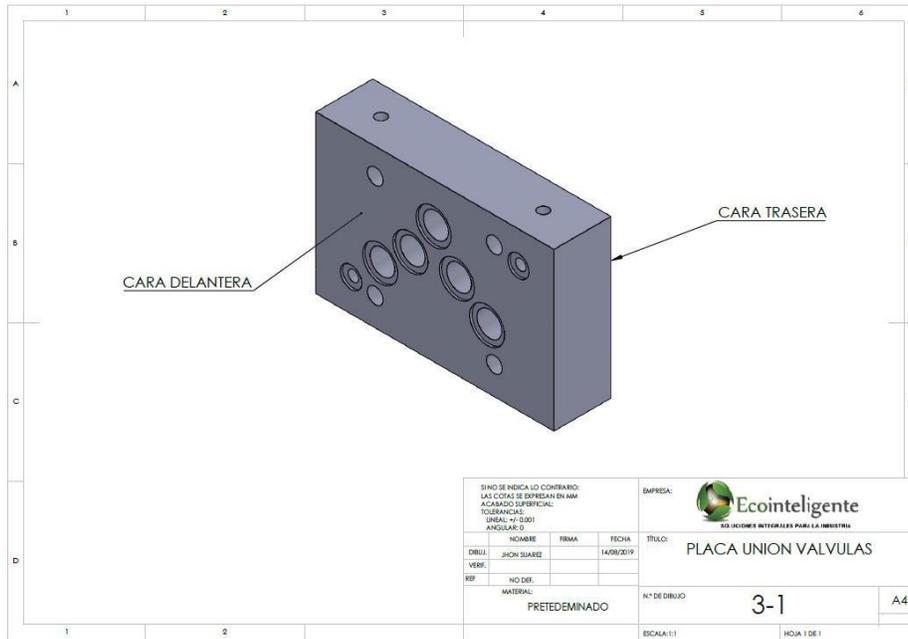


Figura 42 Diseño de la placa.

Fuente: Autor.

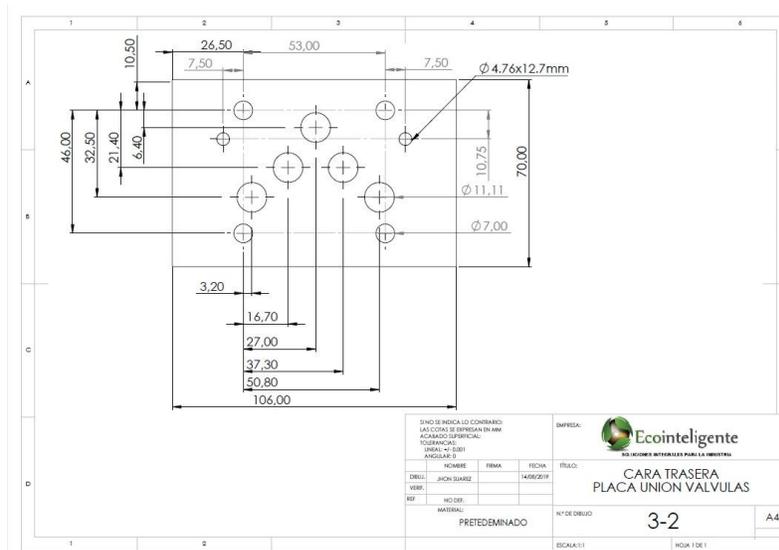


Figura 43 Plano de fabricación de la placa, cara trasera

Fuente: Autor.

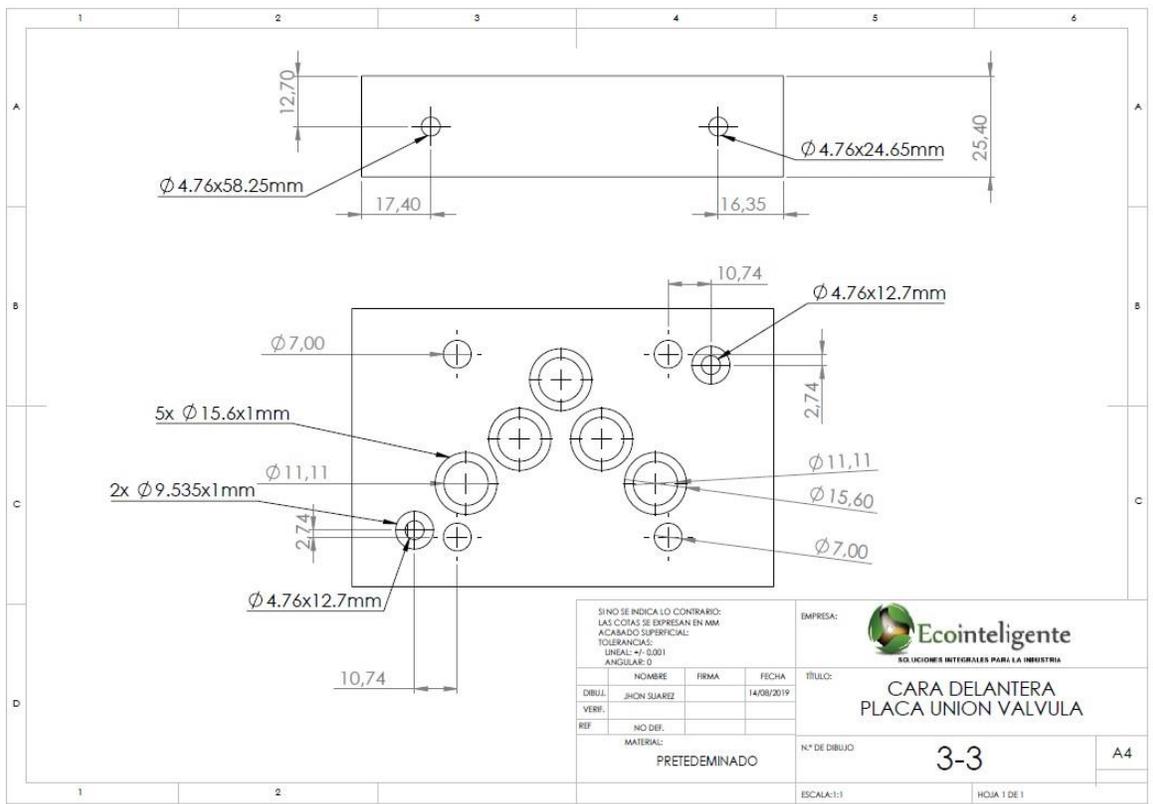


Figura 44 Plano de fabricación de la placa, cara delantera.

Fuente: Autor.

La fabricación de la pieza tardo tiempo, por lo que no se pudo realizar el cambio de la válvula durante esos días debido a que la maquina tenía que prestar servicio de bombeo, en el mes de octubre la bomba de concreto volvió a taller para un cambio de una manguera hidráulica y se aprovechó este espacio para el cambio de la válvula e instalación de la placa, ver figura 45.



*Figura 45 Instalación de la placa.*

*Fuente: Tomada por el autor.*

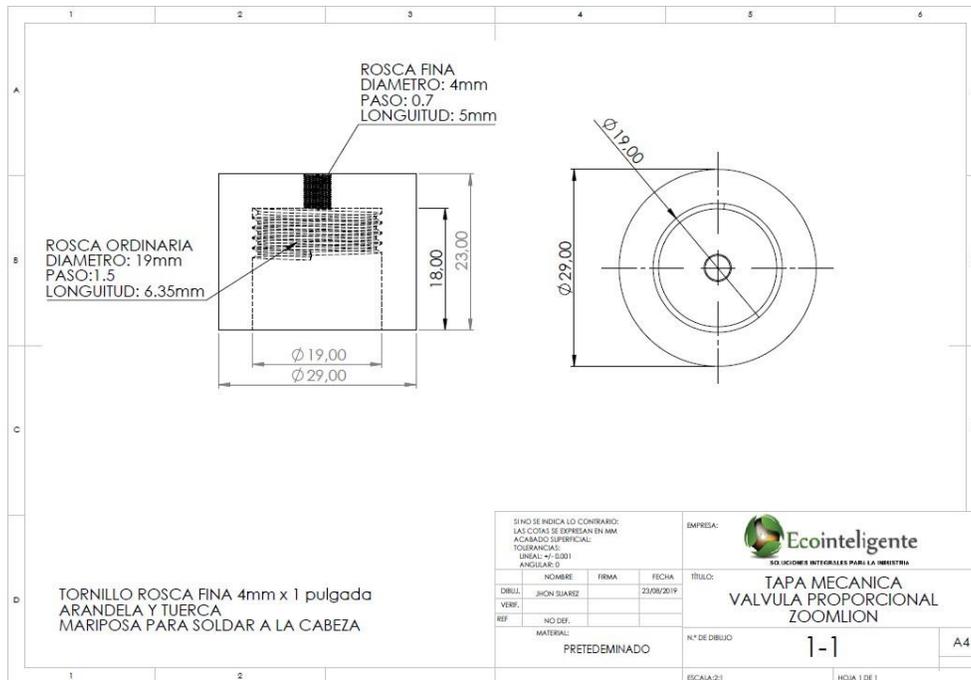
4.1.7. Diseño de una pieza para accionamiento mecánico de una válvula proporcional.

Para la maquina Zoomlion ubicada en Zipaquirá se observó que una electro válvula proporcional no servía eléctricamente, por lo que se realizó una asesoría de electrónica para indicar la falla del sistema eléctrico que no permitía el control de la válvula, de acuerdo con las indicaciones el PLC ubicado dentro de la maquina enviaba una señal hacia un relé que energizaba la válvula dependiendo de la señal,

pero cuando se medía el voltaje de la bobina de la electroválvula, llegaba a hacer la mitad de voltaje nominal que debía mandar el relé de estado sólido, por lo que de acuerdo con los conocimientos, la falla era que la bobina no está sirviendo, porque sin carga el relé mandaba la señal que tendría que enviar, pero con carga no.

Para ello se dio la solución de cambiar la bobina de la electroválvula, y por parte el ingeniero requirió realizar un accionamiento mecánico para la electroválvula, que se podía, pero se necesitaba un tornillo o prisionero para poder accionar mecánicamente.

Por lo que se diseñó un acople en acero mecánico, en medio un tornillo de rosca fina para mejor precisión que ingresara a la electroválvula para accionarla, y dependiendo de cuando entre el tornillo, la electroválvula permitía el paso de aceite.



*Figura 46 Plano de fabricación de la pieza.*

Fuente: Autor.

#### 4.1.8. Diseño de bridas para sujeción mecánica de la bomba Schwing

Para un sistema de sujeción mecánica de la llanta de una máquina de bombeo, se requirió el diseño de unas bridas de sujeción o chapas, según las dimensiones del eje y la longitud que va hasta después de las hojas de resorte para sujetarlo. Se tomaron las medidas pertinentes, se diseñaron las bridas y posteriormente se realizó la respectiva cotización y compra de la fabricación de las chapas para el mecánico las instalara.

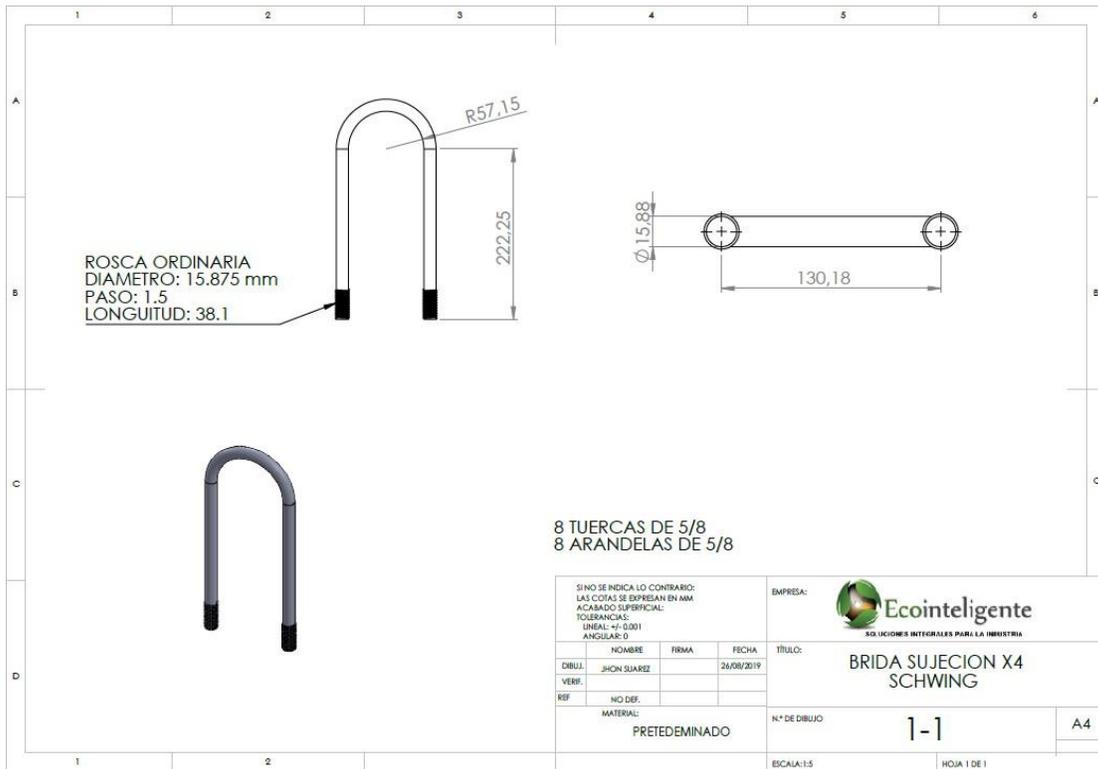
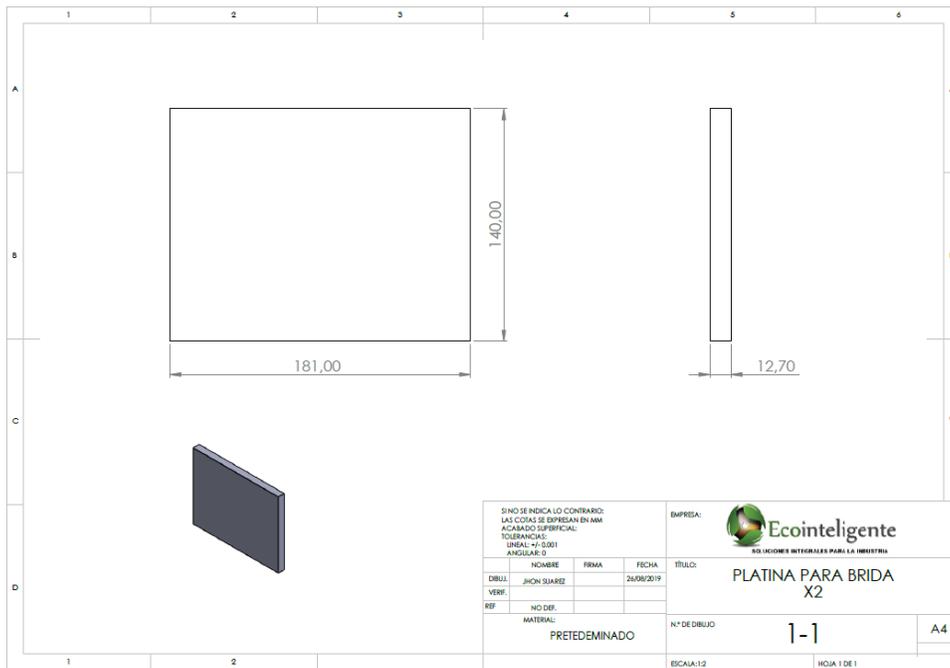


Figura 47 Plano de fabricación de las bridas.

*Fuente: Autor.*

También se diseñó un cuadrante para sujetar estas bridas, sin embargo, el técnico solo la pieza sin agújelos, ya que no tenía con precisión donde iban a colocar, entonces él se encargaría de realizar estos agujeros.



*Figura 48 Plano de fabricación de la platina*

*Fuente: Autor.*

La instalación fue realizada y se obtuvo un resultado positivo con el diseño, como se muestra en la figura 49.



*Figura 49 Instalación de la bridas  
Fuente: Tomada por el autor.*

#### 4.1.9. Diseño de soporta para pierna soporte de maquina Zoomlion

Para el mantenimiento de una bomba de un cliente ubicado en Valledupar, se requirió el reemplazo de una pierna soporte similares a las vistas anteriormente, sin embargo, esta no fue diseñada, si no comprada. Sin embargo, la unión de la pierna con la bomba no se ajustaba, así que se requirió soldar una placa para que se ajustara a la bomba.

Se diseñó la placa y unos pies de amigos con las medidas indicada por el técnico de la empresa. Los planos de fabricación de las piezas se muestran en la figura 50-51.

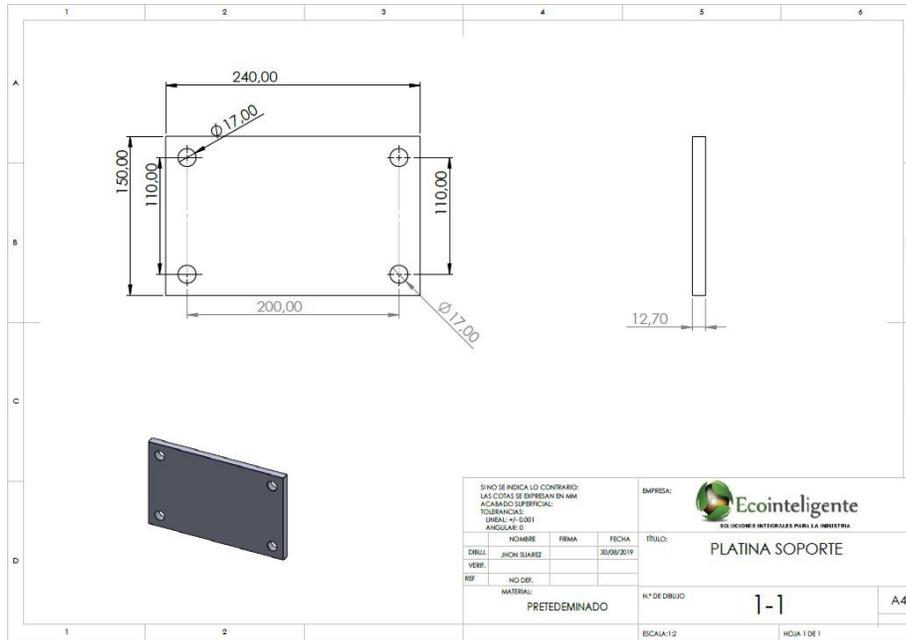


Figura 50 Plano de fabricación del soporte.

Fuente: Autor.

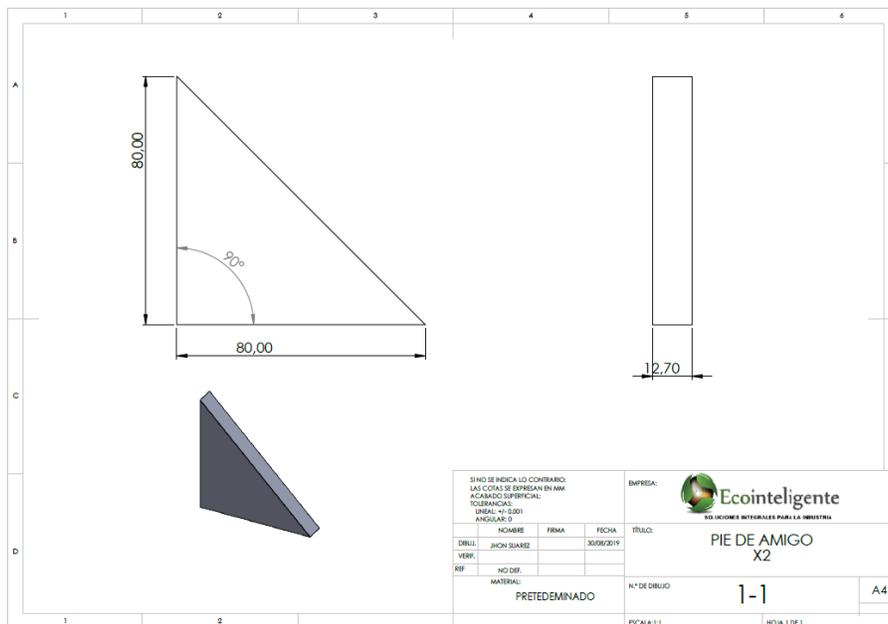


Figura 51 Plano de fabricación de pie de amigo

Fuente: Autor.

#### 4.1.10. Diseño de bandejas para Soliplast

La empresa Soliplast tiene una unidad de fabricación de plástico, se realizó una visita que consto en verificar las medidas de una estructura para la fabricación de unas bandejas que recolectara residuos el aceite de las mangueras y válvulas de la unidad, ver figura 52.



*Figura 52 Unidad de fabricación de plástico.*

*Fuente: Tomada por el autor.*

El diseño de la unidad constaba con unas bandejas como se muestra en la figura 53, por lo cual, según la verificación de las medidas, se ajustaron las medidas correctas.

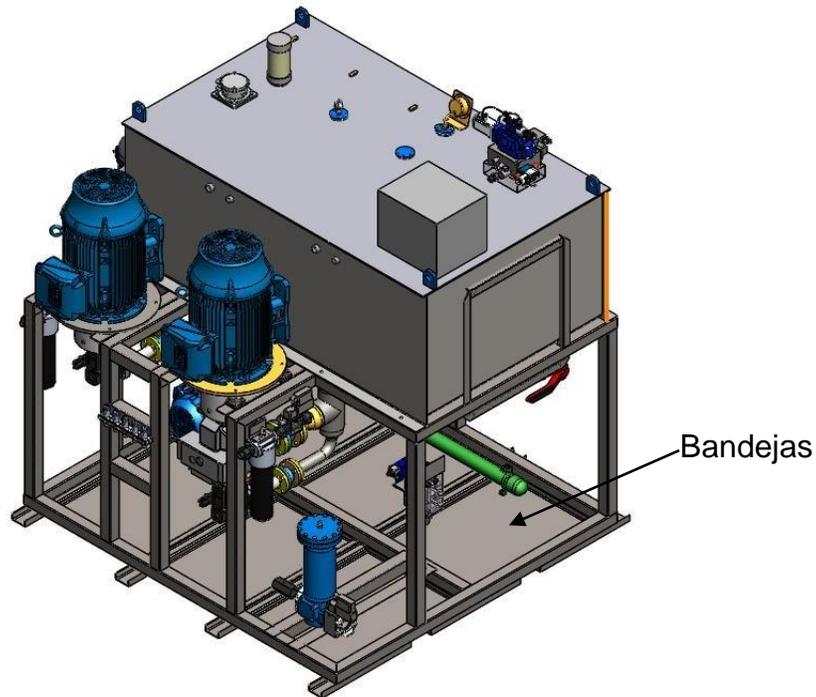


Figura 53 Diseño de la unidad de fabricación

Fuente: Soliplast.

Como se mencionó anteriormente, a partir del concepto de la empresa Soliplast, se tuvo que realizar los cambios de las medidas de acuerdo a la visita que se realizó, luego elaborar el plano de acuerdo con las indicaciones sobre el dobléz y el desnivel, como se muestran en la figura 54-57.

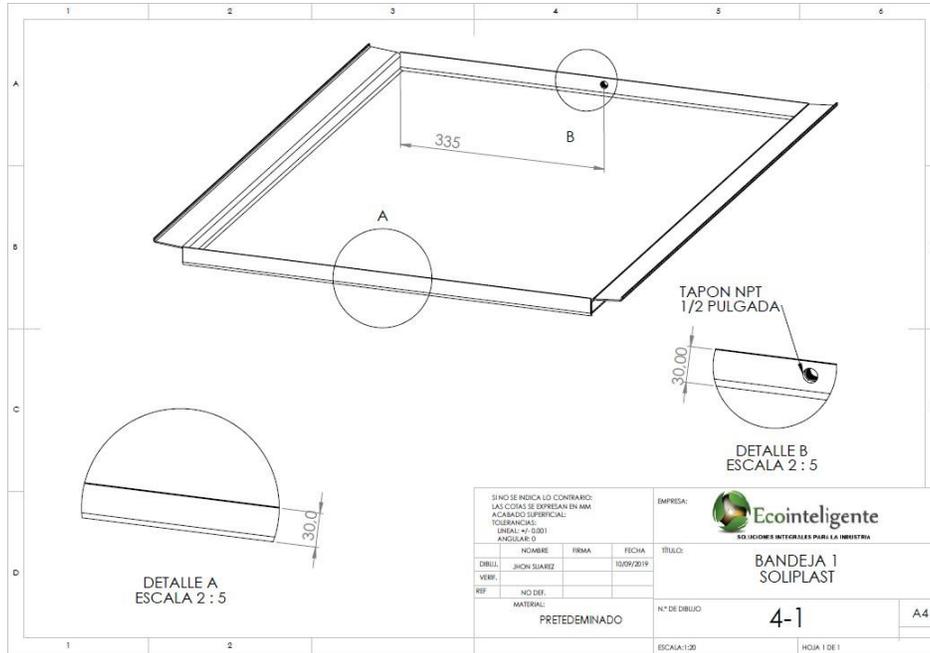


Figura 54 Plano de fabricación de las bandejas.

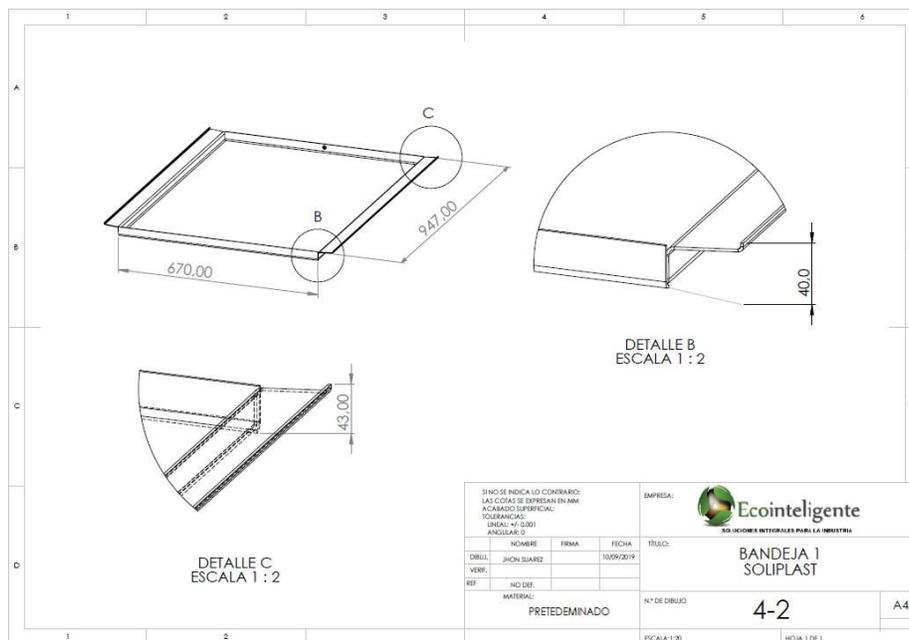
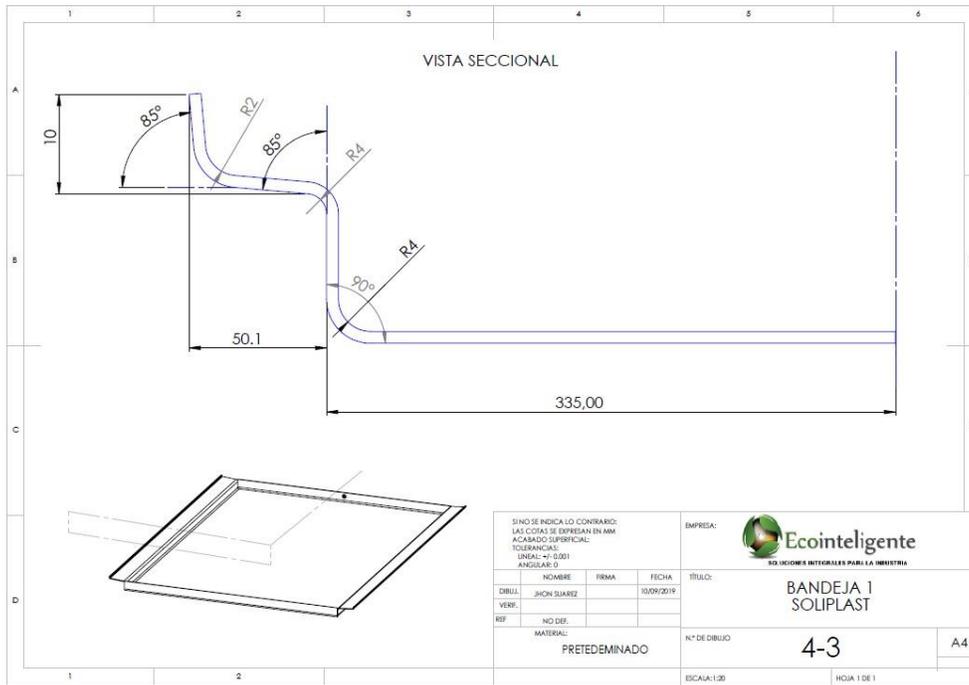
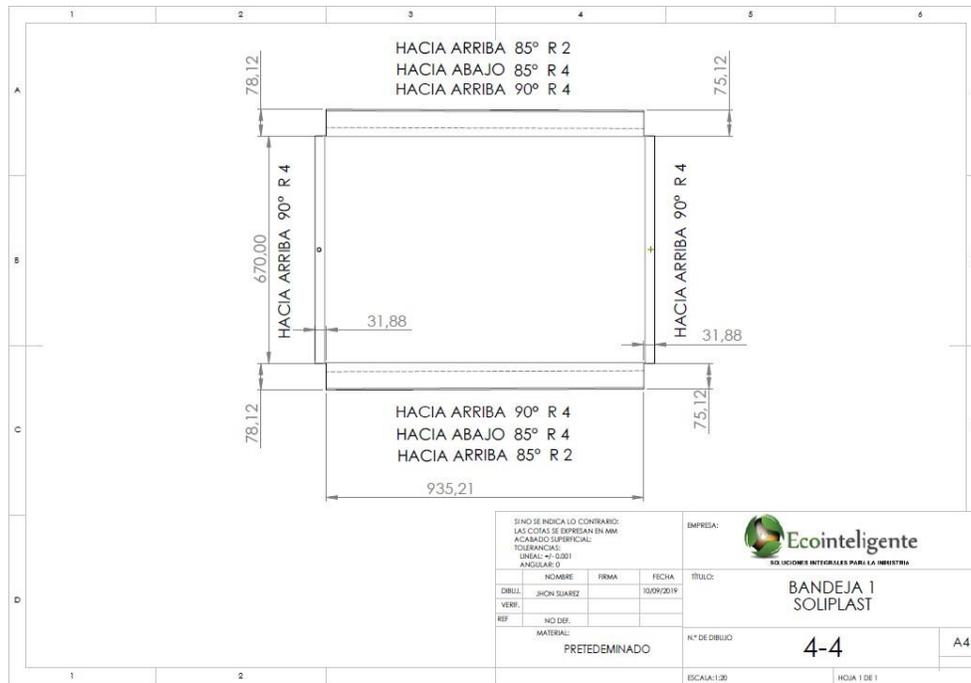


Figura 55 Plano de fabricación de la bandejas



*Figura 56 Plano de fabricación de las bandejas*



*Figura 57 Plano de fabricación de la bandejas*

*Fuente: Autor.*

Técnicamente se entiende que no se debe acotar sobre vistas isométricas, sin embargo, para una mejor comprensión del diseño y las indicaciones de desnivel y dobleces, para la empresa Laminas y cortes, la encargada de hacer las bandejas, se requirió realizar estas cotas.

En el concepto requerido por la empresa Soliplast fue de la manera como se muestra, sin embargo, en el proceso de la ejecución del montaje se tuvieron problemas ya que, el mayor problema es que el niple de desagüe quedaría muy cerca al piso por lo que no se podría desaguar el aceite, por lo que se tuvo que realizar de nuevo un análisis para posibles soluciones.

En total son seis bandejas similares, lo que cambia es en el ancho de la bandeja, 4 son de 67 cm, y 2 son de 60 cm, como se muestran en las figuras 58-59.



*Figura 58 Elaboración de la bandeja*

*Fuente: Tomada por el autor.*



*Figura 59 Bandejas para Soliplast*

*Fuente: Tomada por el autor.*

#### 4.1.11. Diseño de una cuña para refuerzo del brazo de una autobomba.

Un camión de autobomba de concreto con un brazo de tubería de hasta 4 mts, sufrió un desgaste en una parte de unos de sus brazos, debido a ello se diseñó en un soporte en forma de cuña para sirviera como refuerzo al brazo, el plano de fabricación se muestra en la figura 60-61.

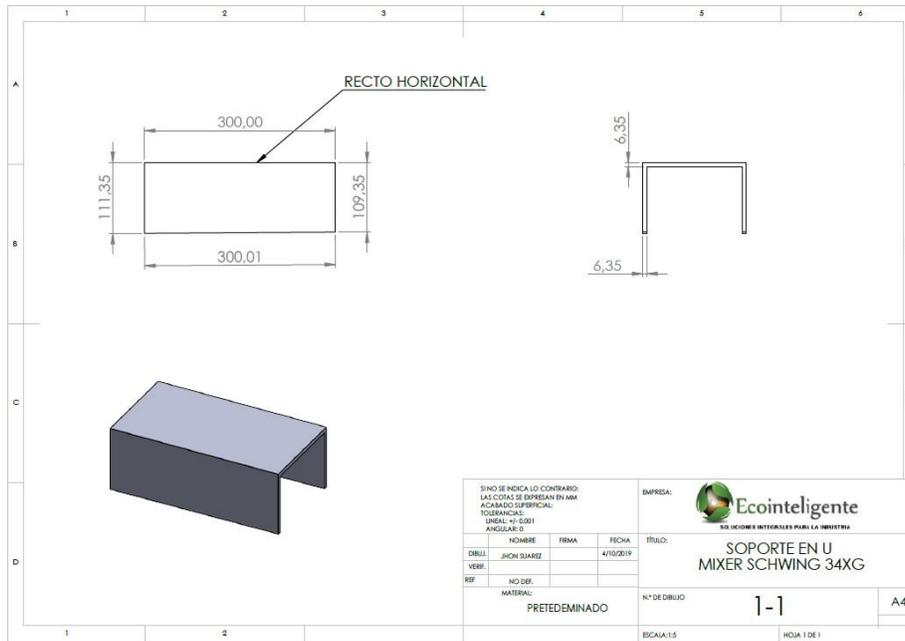


Figura 60 Plano de fabricación de refuerzo.

Fuente: Autor.

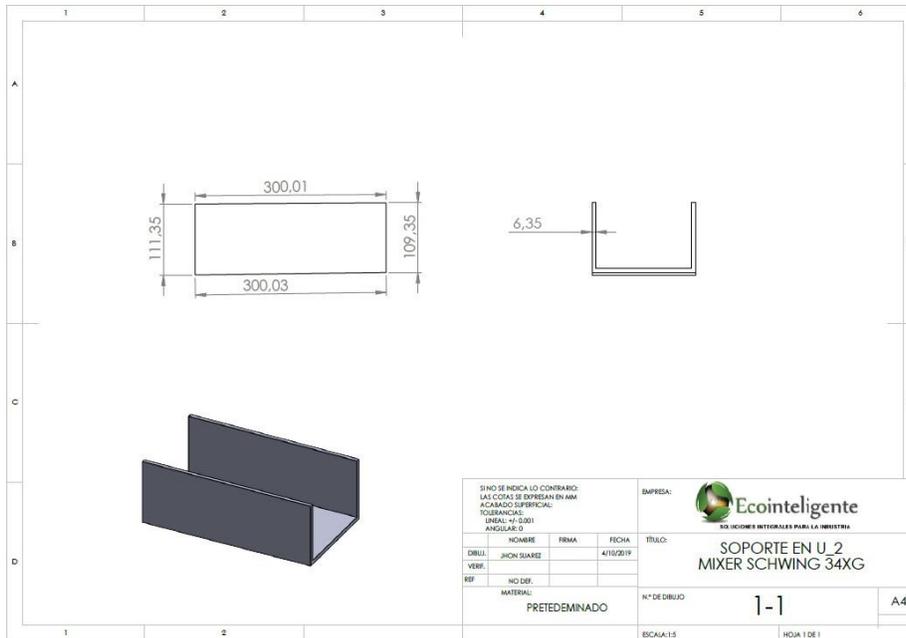


Figura 61 Plano de fabricación de refuerzo

Fuente: Autor.

Se realizó su respectiva fabricación e instalación de las dos piezas, soldándola en el lugar del daño, el resultado fue positivo, en la figura 62 se muestra el resultado del diseño de estas piezas.



*Figura 62 Instalación del refuerzo*

*Fuente: Tomada por el autor.*

#### 4.1.12. Diseño de una pieza para el cambio de un filtro de aceite.

Dentro de una mesa de pruebas de válvulas, se debía poner un filtro, que no se conseguía comercialmente, debido a la rosca que presentaba, para ello se diseñó una pieza que tuviera ciertas características como el filtro, aunque cabe aclarar que no iba a filtrar el aceite. Para luego salir por una manguera que se iba a conectar a otro filtro, que iba a ser el reemplazo.

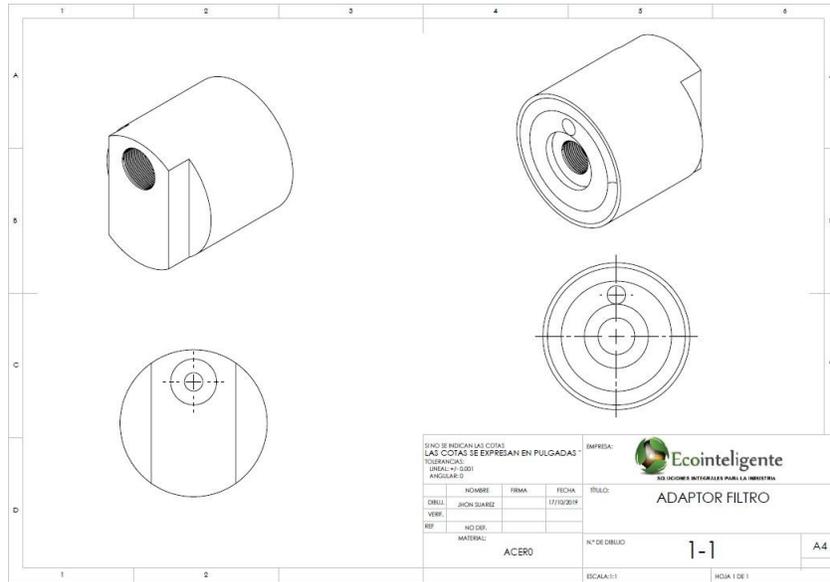


Figura 63 Plano del adaptador

Fuente: Autor.

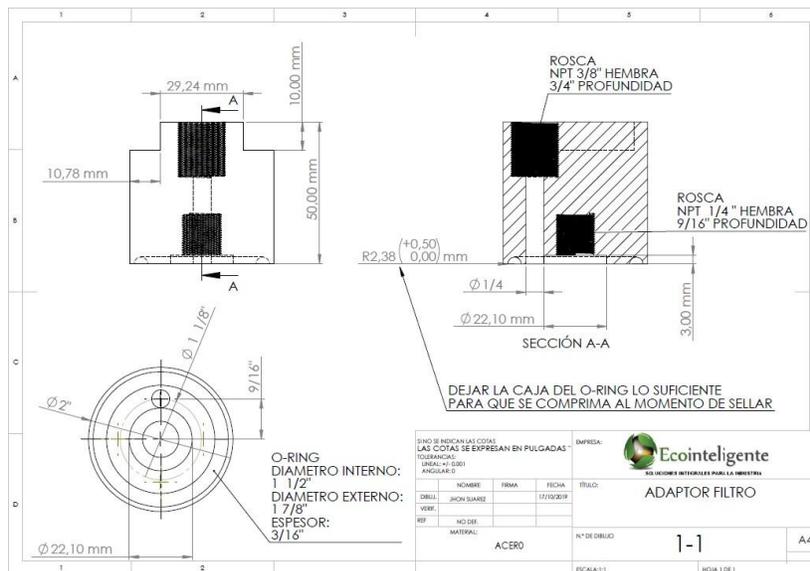
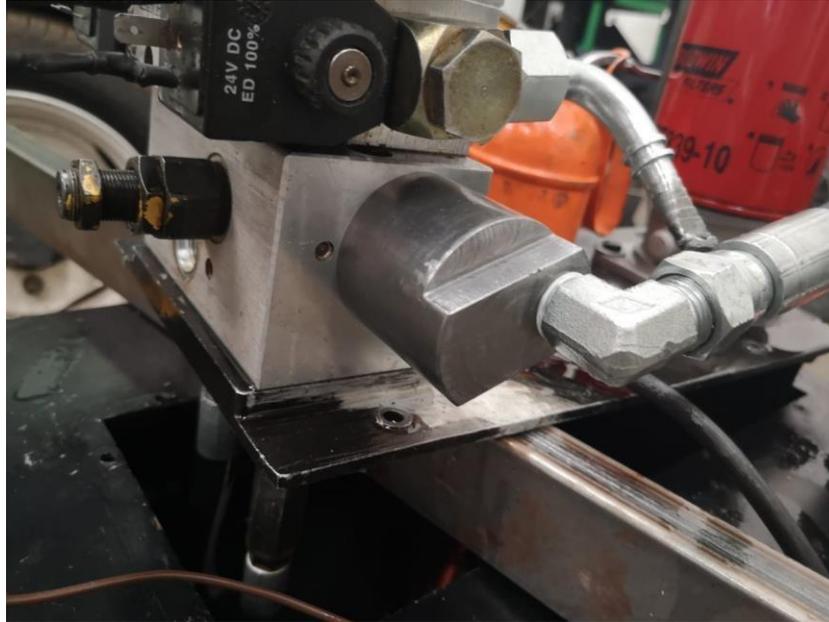


Figura 64 Plano del adaptador

Fuente: Autor.

El resultado de la fabricación e instalación de la pieza es positiva, de acuerdo a la figura 65.



*Figura 65 Instalación del adaptador*

*Fuente: Tomada por el autor.*

#### 4.1.13. Diseño de unos bujes para bomba marca REED

Para el mantenimiento de una bomba de concreto marca REED, se requirió el diseño de unos bujes que van dentro de la tolva para el soporte del eje rock, estos bujes lo tienen otras marcas de bomba, por lo que a partir de ellas se realizó los ajuste y cambios para según los requerimientos de jefe encargado y las medidas obtenidas de la bomba se diseñaran los bujes para su respectiva fabricación e instalación, los planos de fabricación de estas piezas se muestran en la figura 66-

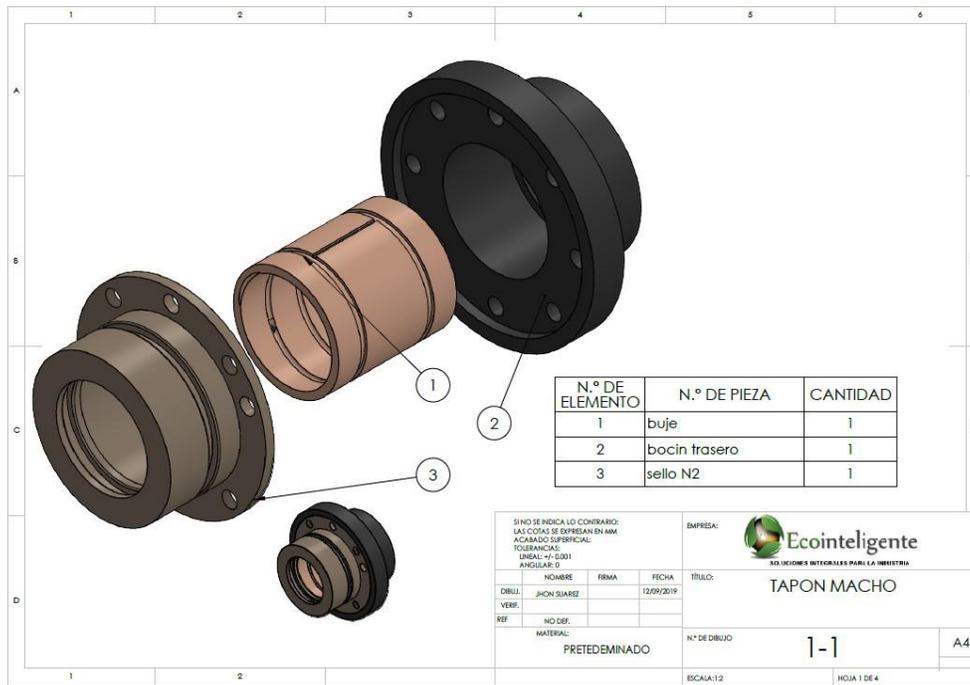


Figura 66 Plano de fabricación bujes.

Fuente: Autor.

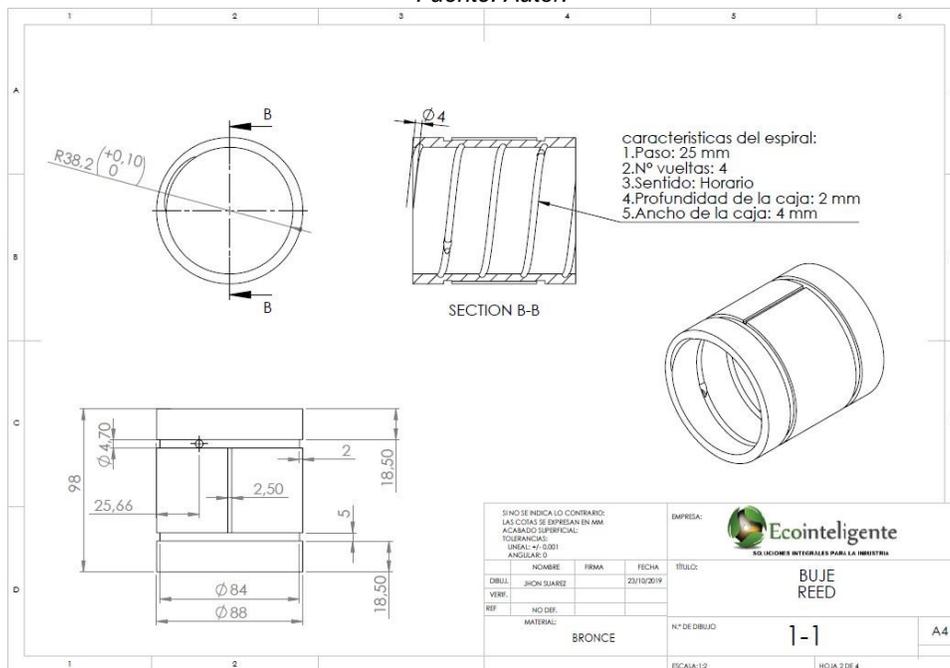


Figura 67 Plano de fabricación bujes.

Fuente: Autor.

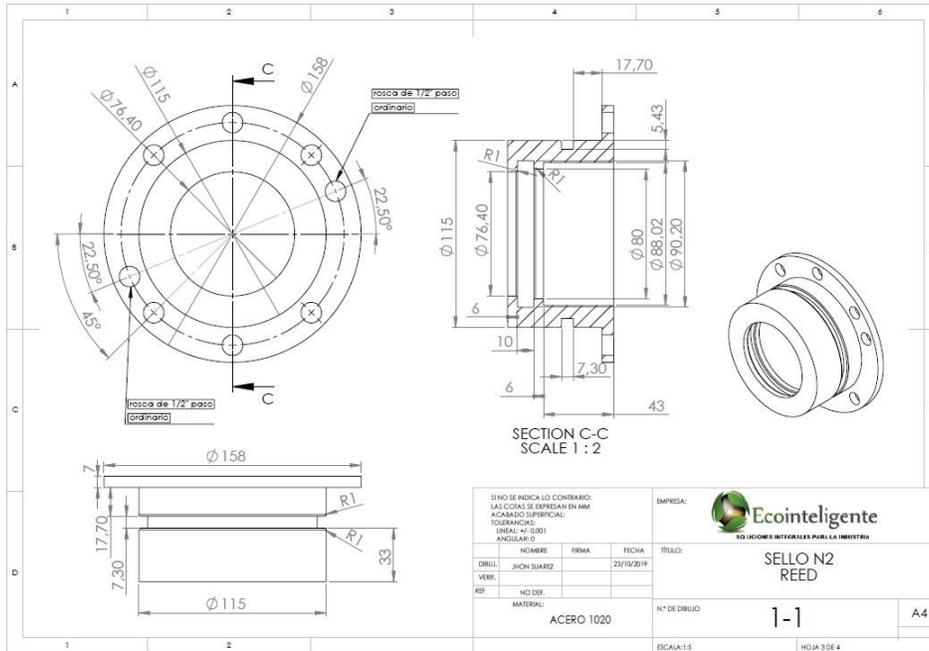


Figura 68 Plano de fabricación bujes.

Fuente: Autor.

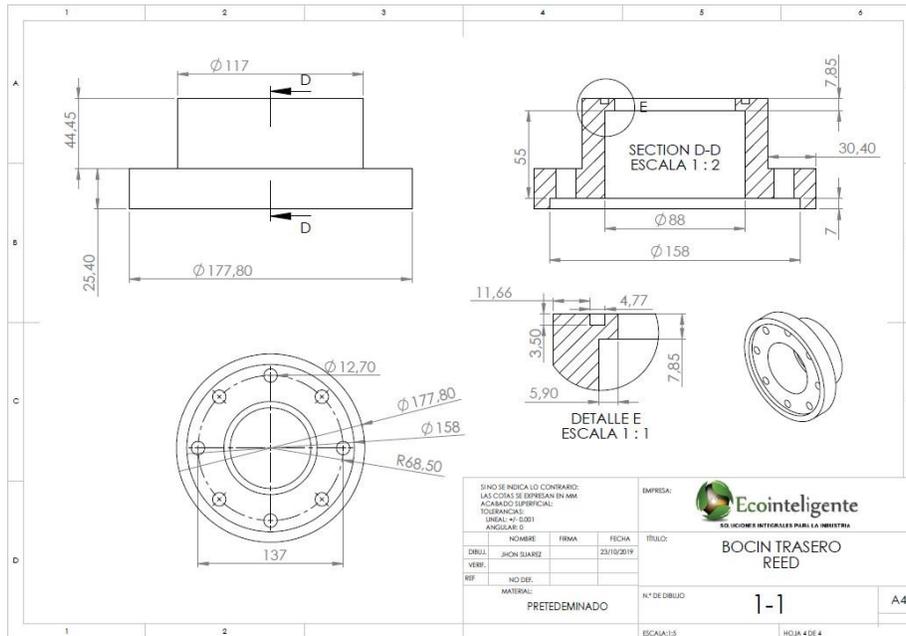


Figura 69 Plano de fabricación bujes

*Fuente: Autor*

## 4.2. Levantamiento de planos

### 4.2.1. Levantamiento de plano de un sistema de poleas.

Para un sistema de bombeo de un cliente de la empresa, se requirió el cambio de una transmisión mediante poleas, por ello uno de los técnicos de la empresa fue hasta el lugar de las instalaciones del sistema para sacar las muestras de sistema que constan de dos sistemas similares, pero de diferente tamaño, el cual se tomaron las medidas y se levantó el plano de acuerdo a esto y a unas peticiones adicionales del cliente.

El primer sistema consta de dos poleas grande y por medio de ella pasa un eje, el otro sistema es más pequeño y sin el eje del medio como se muestra observar 50.

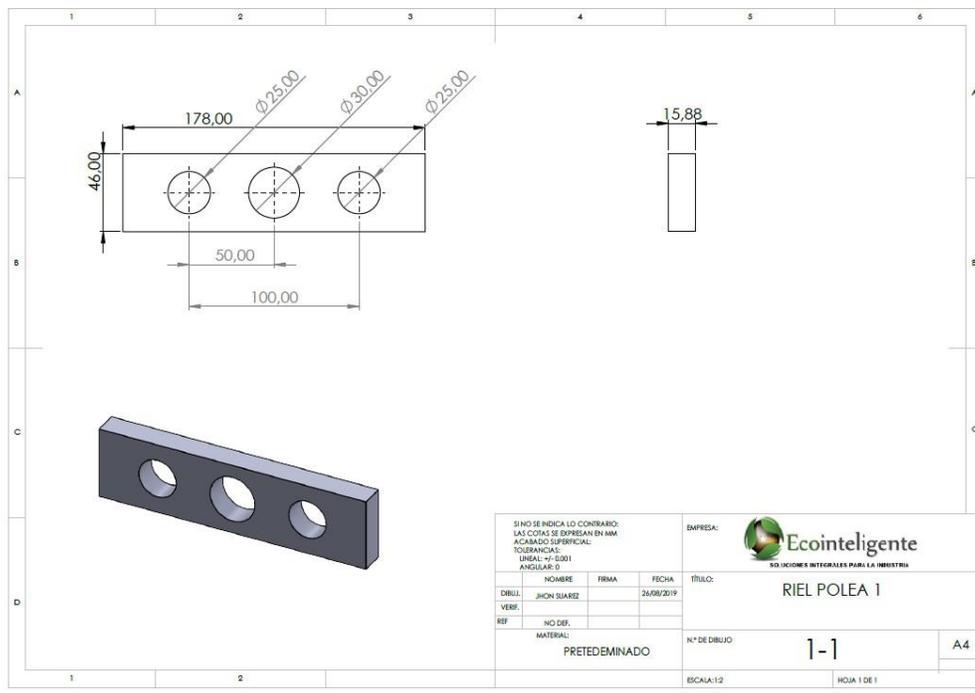


*Figura 70 Sistemas de poleas*

*Fuente: Tomada por el autor.*

Se realizó el levantamiento del plano de fabricación de cada sistema de poleas como se observan en las figuras 71-77.

- Primer sistema de poleas:



*Figura 71 Plano de fabricación sistema polea 1*

*Fuente: Autor.*

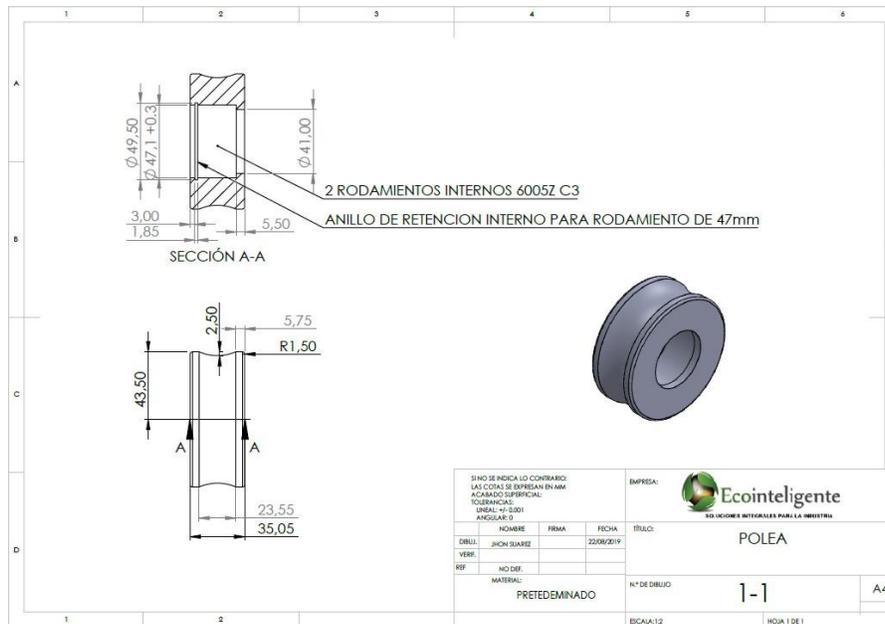


Figura 72 Plano de fabricación sistema polea 1

Fuente: Autor.

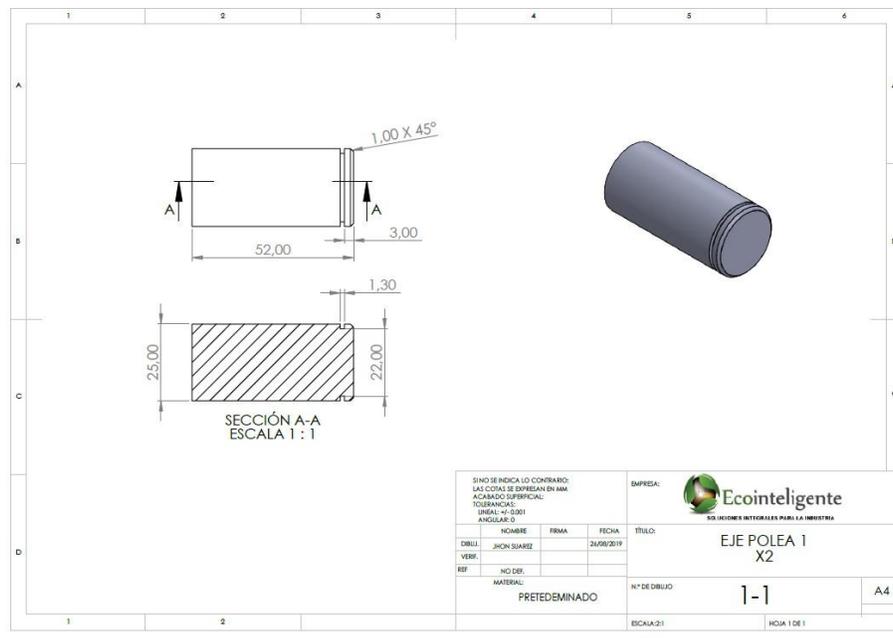


Figura 73 Plano de fabricación sistema polea 1

Fuente: Autor.

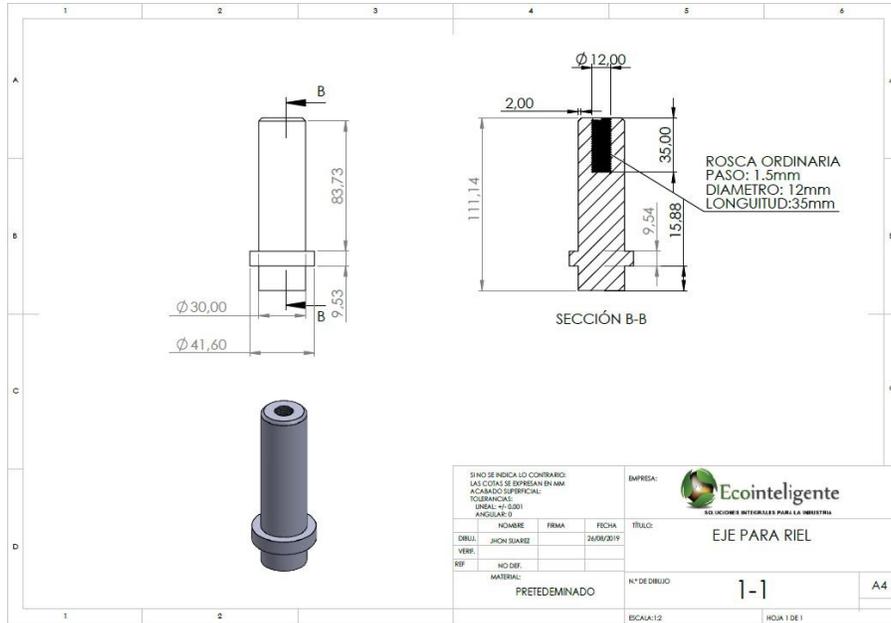


Figura 74 Plano de fabricación sistema polea 1  
Fuente: Autor.

- Segundo sistema de poleas:

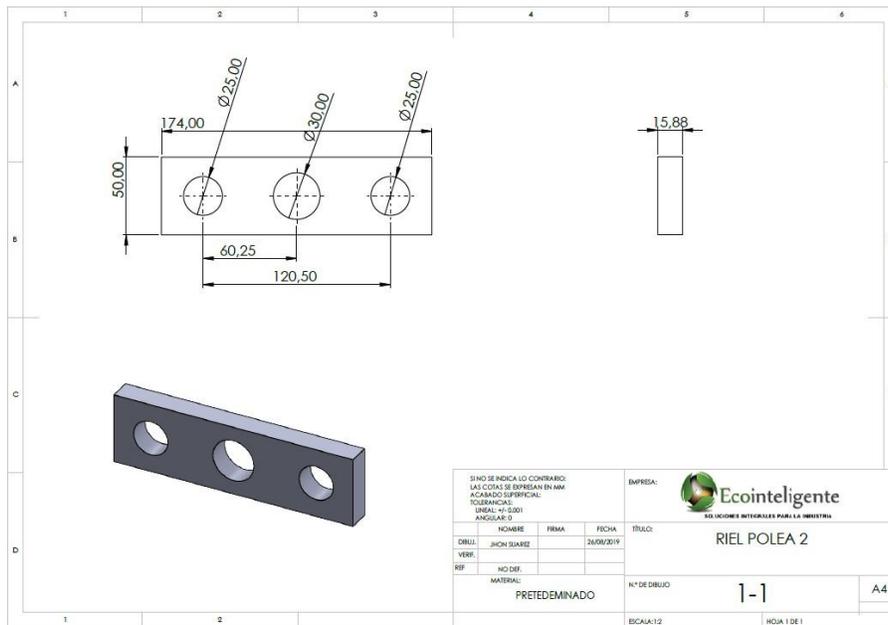


Figura 75 Plano de fabricación sistema polea 2

Fuente: Autor.

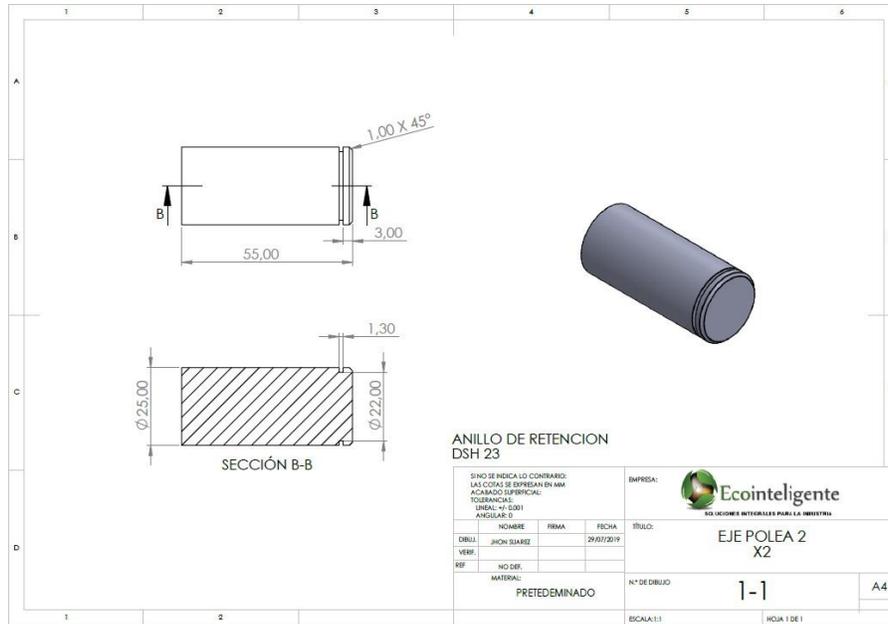


Figura 76 Plano de fabricación sistema polea 2

Fuente: Autor.

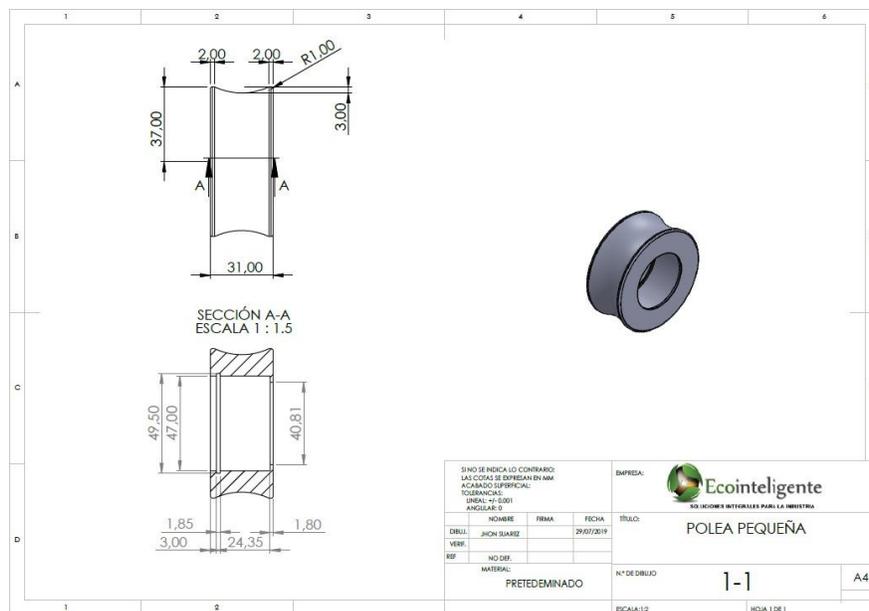


Figura 77 Plano de fabricación sistema polea 2

Fuente: Autor.

#### 4.2.2. Levantamiento de plano de cojinete para bomba Schwing.

La empresa ECOINTELIGENTE SAS y sus servicios de mantenimiento a máquinas de bombas de concreto, la mayoría de respuestas no tienen planos por lo que cada vez tienen que enviar una muestra o realizar el plano que el ingeniero encargado no tiene tiempo para realizar estos planos cada vez que se necesite un nuevo repuesto, por ello en vez de pagar por él envió de la muestra o gastar tiempo en la ejecución de plano cada vez.

En este caso se realizó el levantamiento de un cojinete que contaba con dos orificios dentro para colocar O-rings como se muestran en la figura 78.



*Figura 78 Cojinete para el levantamiento del plano.*

*Fuente: Tomada por el autor.*

Para el levantamiento del plano se realizó una compleja toma de las medidas. Sin embargo, se fue lo más preciso posible al medir. Un aviso por parte del jefe

encargado fue que se tenía que indicar en el plano el tipo de rectificación de la pieza que comúnmente se llama rectificado tipo espejo que consta de una rugosidad muy pequeña en la superficie de la pieza. El plano de fabricación de la pieza se muestra en la figura 79.

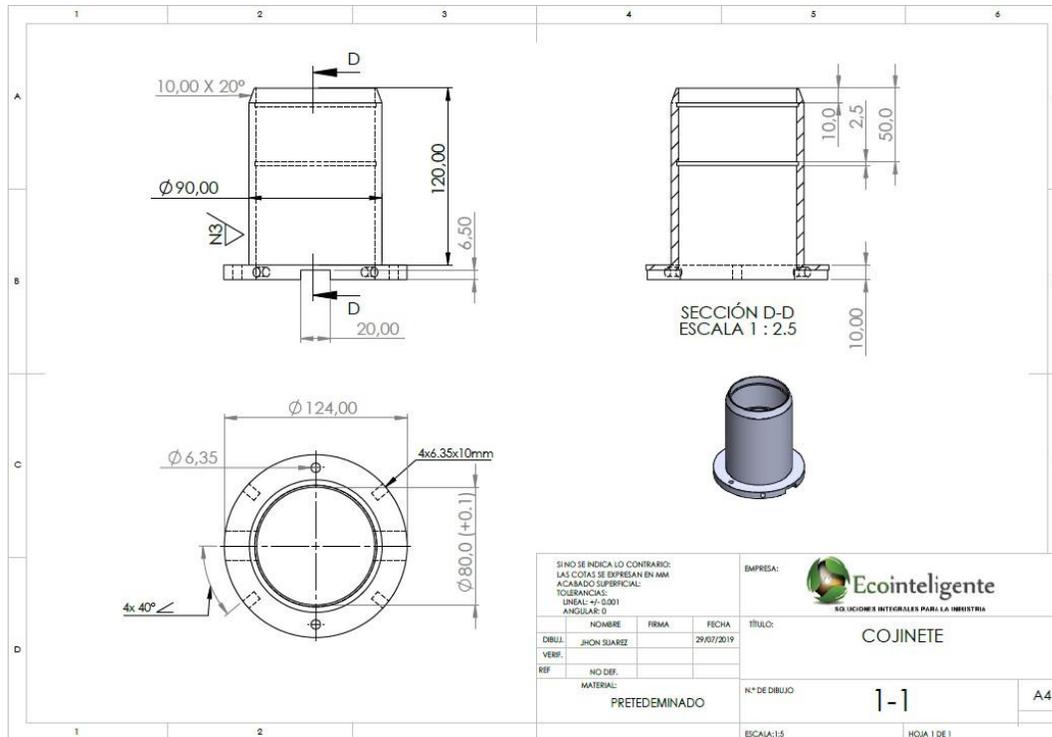


Figura 79 Plano de fabricación para cojinete.

Fuente: Autor.

Después de varias semanas se realizó la fabricación de esta pieza y el resultado para de la fabricación y instalación fue positivo, ver figura 80.



*Figura 80 Fabricación del cojinete*

*Fuente: Tomada por el autor.*

#### 4.2.3. Levantamiento de plano de un casquete para el eje rock.

Para el mantenimiento de la maquina EVERGIN se necesita cromar un casquete para el eje Rock, así llamados para estas máquinas para quede a la mayor presión posible, el casquete que tenía estaba en malas condiciones por lo que se requirió hacer el plano de la pieza para hacerla nuevamente y poderla ajustar en la maquina

El proceso de cromado hace que el material de la pieza aumente su espesor, por lo que se tuvo en cuenta en el plano para que la medida después de cromado sea lo correcta. El plano de fabricación de la pieza se observar en la figura 81.

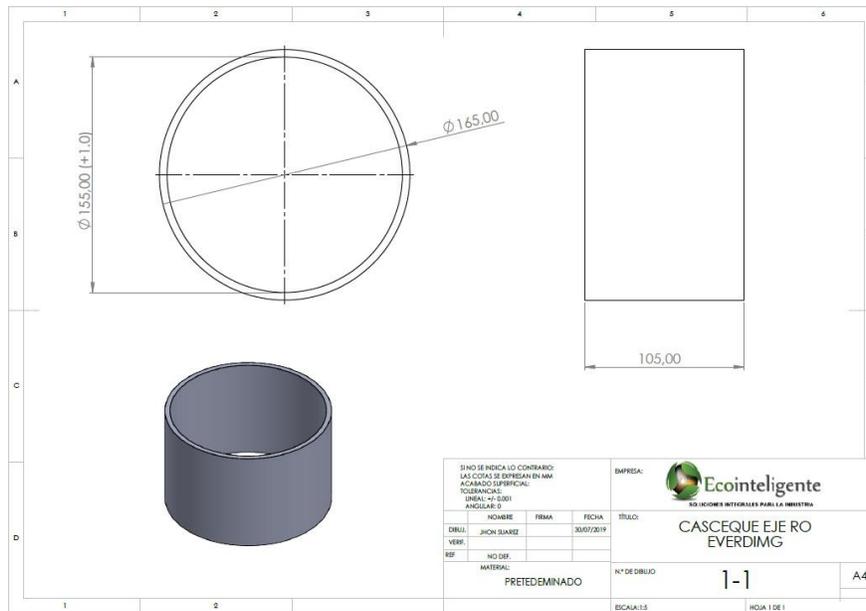


Figura 81 Plano de fabricación del casquete

Fuente: Autor.

La fabricación e instalación de la pieza tuvo un resultado exitoso, ver figura 82.



Figura 82 Fabricación del casquete

Fuente: Tomada por el autor.

#### 4.2.4. Levantamiento de plano de tapas para motor maquina Zoomlion

Se realizó el levantamiento del plano para dos tapas del motor de la bomba de concreto marca Zoomlion. El plano de fabricación se muestra en la figura 83-84.

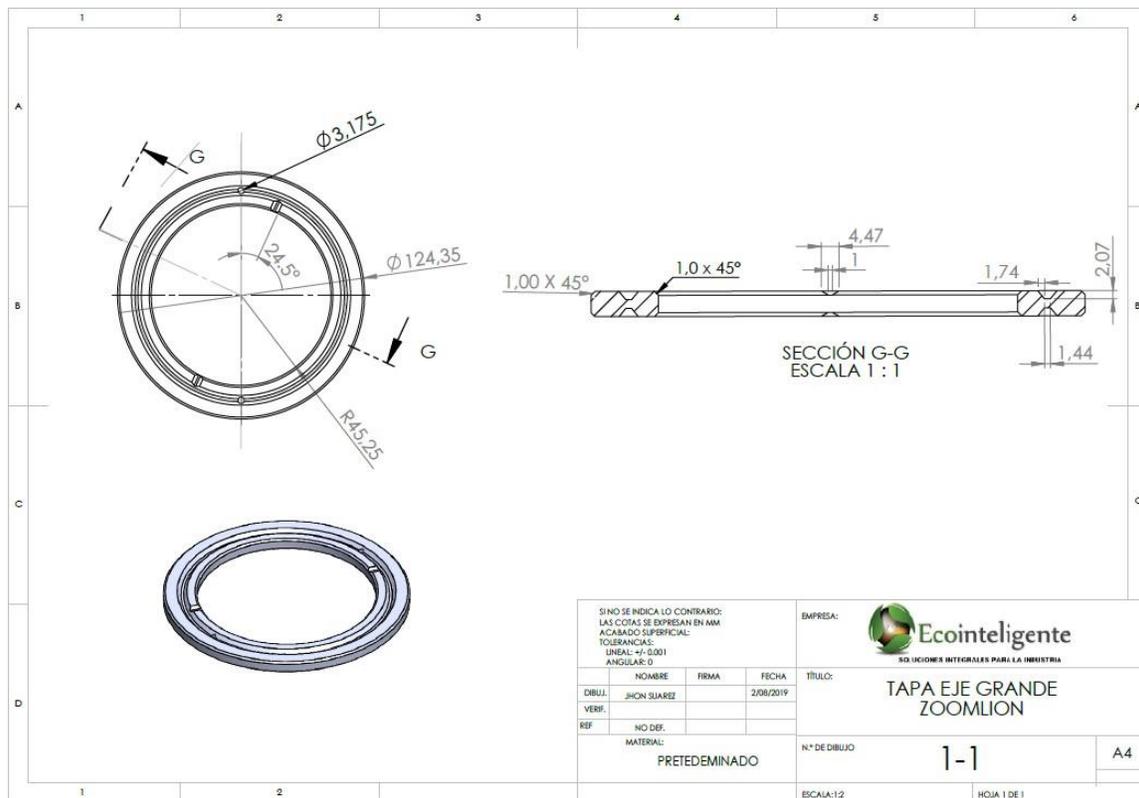


Figura 83 Plano de fabricación para tapa grande

Fuente: Autor.

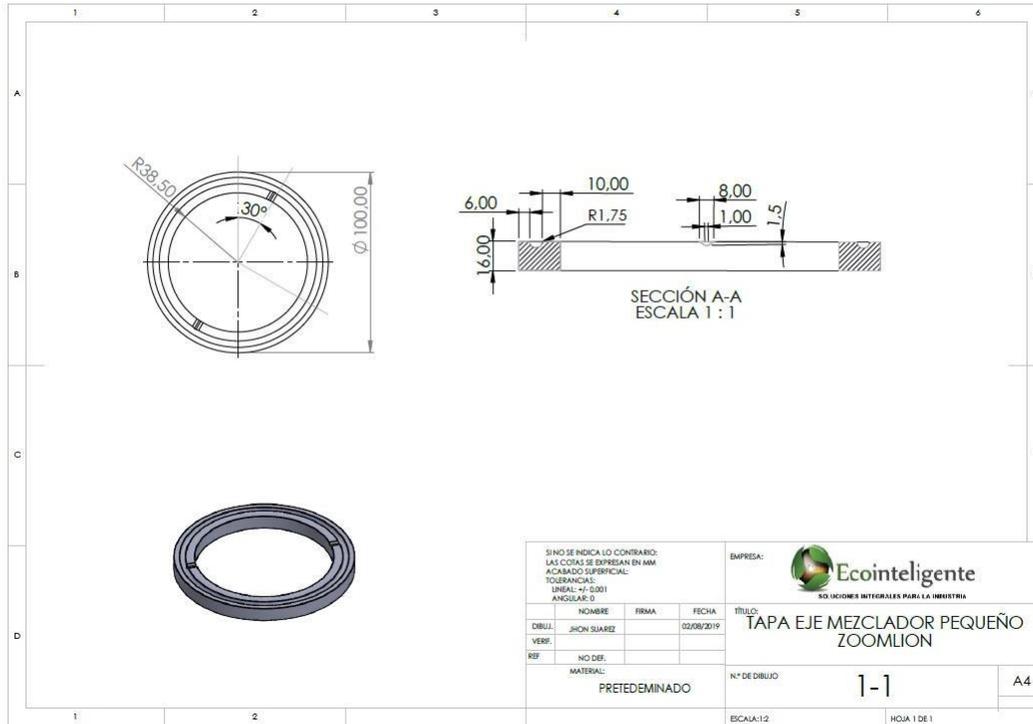


Figura 84 Plano de fabricación tapa motor pequeña

Fuente: Autor.

#### 4.2.5. Levantamiento del plano para pierna de soporte Zoomlion

Para la bomba ubicada en Zipaquirá de un cliente se requerido el diseño y elaboración de las piernas de soporte de dicha bomba, como se menciona unas secciones anteriormente, una bomba similar está en las instalaciones de la empresa en Girón, por lo que, a partir de esta, se tomaron las respectivas medidas y realizar el diseño de la pierna.

La pieza a levantar el plano de fabricación se muestra en la figura 85.



*Figura 85 Pierna soporte bomba Zoomlion*

*Fuente: Tomada por el autor.*

El plano de fabricación consta de tres partes, la pierna en forma de rombo, el soporte cuadrado y una manetilla para el mover la pierna, Estos planos se muestran en la figura 86-89.

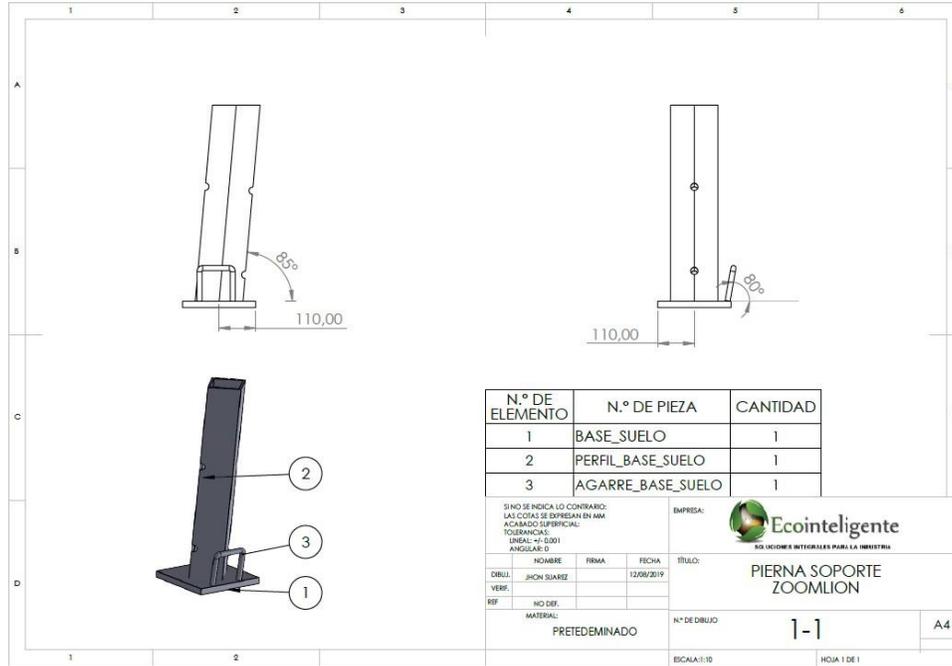


Figura 86 Plano de fabricación de pierna Zoomlion  
 Fuente: Autor.

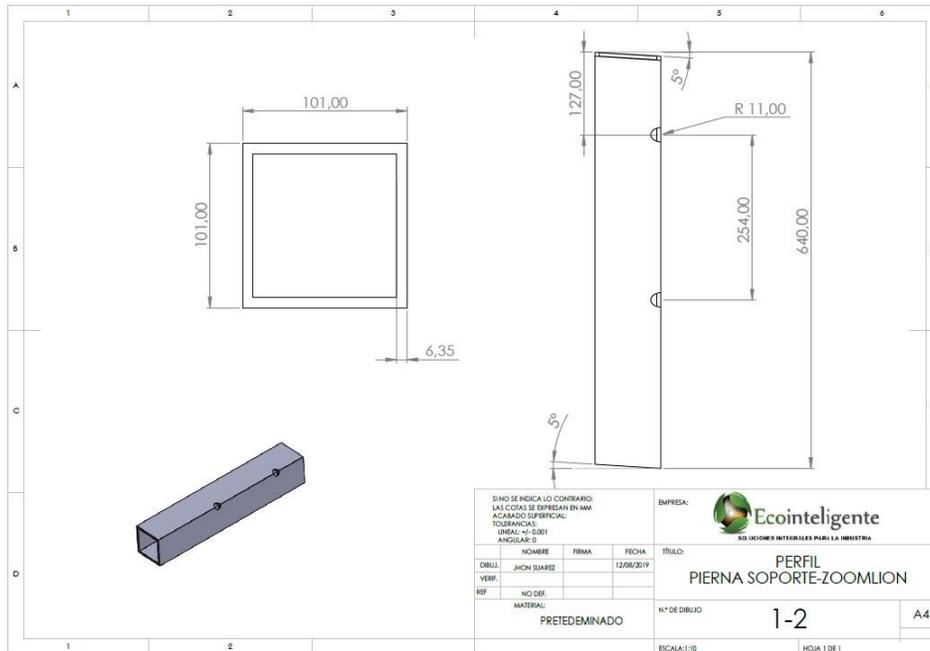


Figura 87 Plano de fabricación de pierna Zoomlion  
 Fuente: Autor.

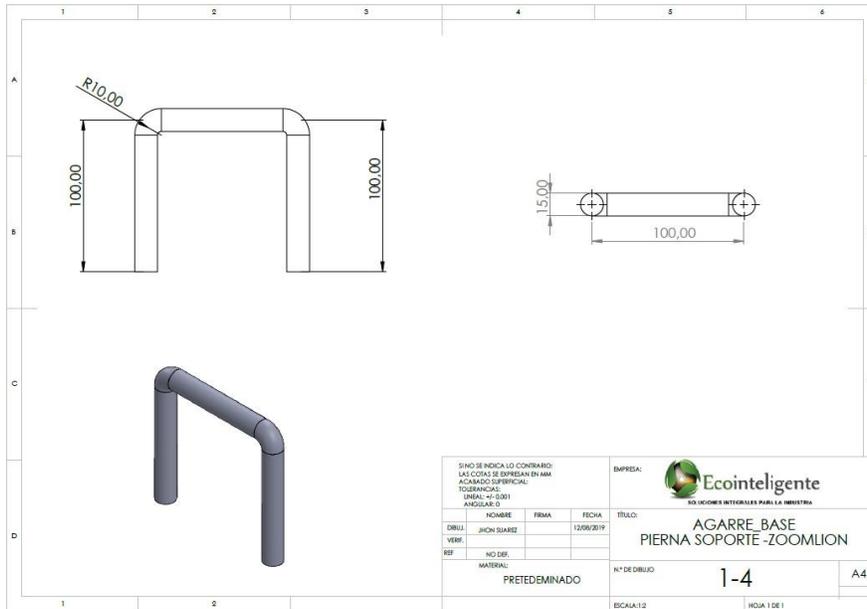


Figura 88 Plano de fabricación pierna Zoomlion

Fuente: Autor.

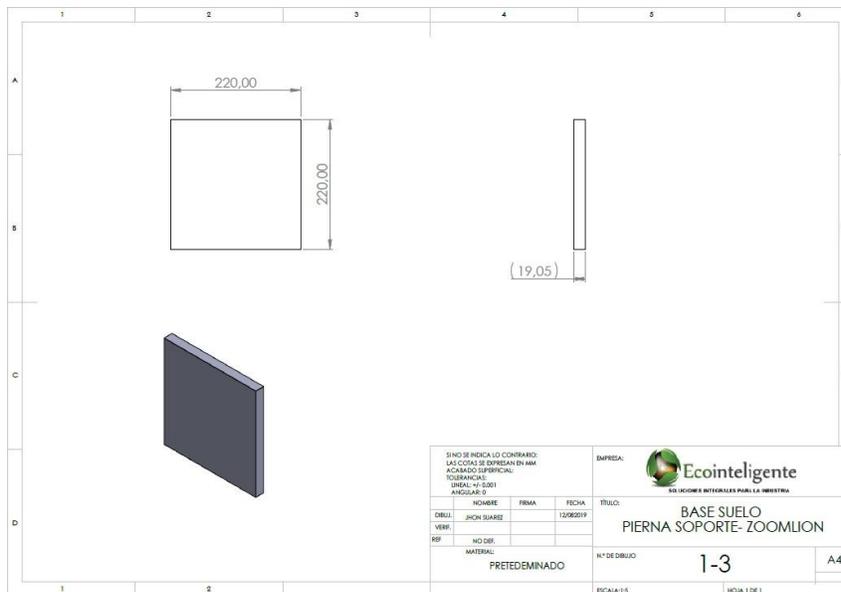


Figura 89 Plano de fabricación pierna Zoomlion

Fuente: Autor.

#### 4.2.6. Levantamiento plano de camisas de una tubería.

Para la bomba de concreto Zoomlion, una tubería tiene en sus extremos una camisa con diferentes medidas de diámetro externo, sin embargo, esta tubería se sujeta sobre una camisa que tiene otras medidas, para ello se tiene que realizar el plano de los extremos de la tubería. El plano de fabricación de la pieza se muestra en la figura 90-91.

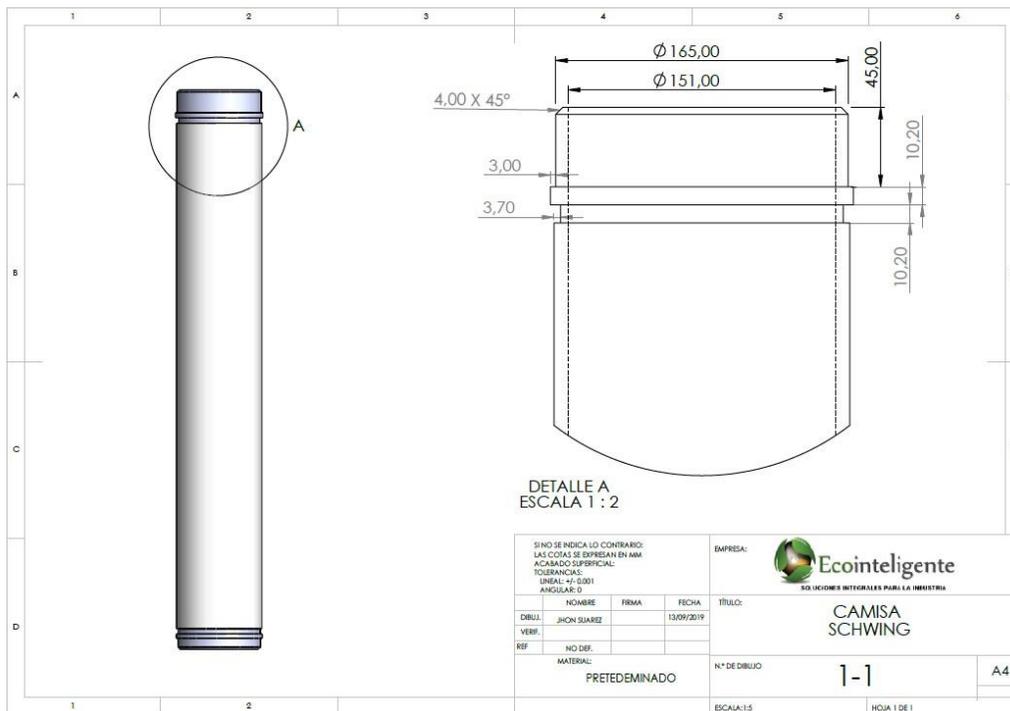


Figura 90 Plano de fabricación de la camisa

Fuente: Autor.

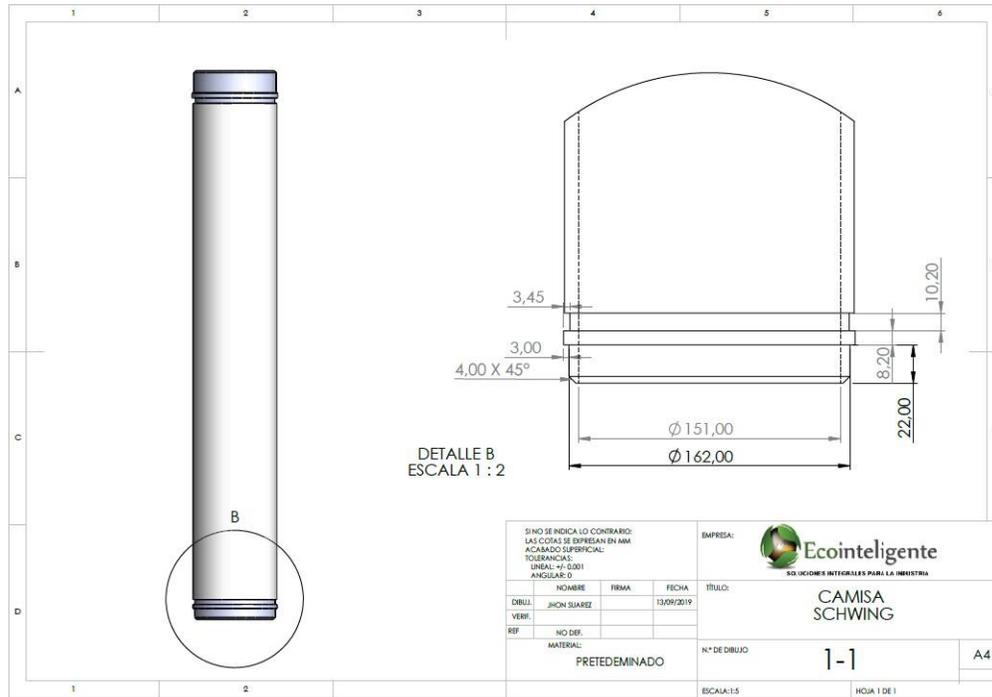


Figura 91 Plano de la fabricación de la camisa.

Fuente: Autor.

#### 4.2.7. Levantamiento de plano de buje y árbol para bomba marca Schwing

Se realizó el levantamiento de plano de fabricación para un buje y árbol llamadas así para estas máquinas de marca Schwing, Los planos de fabricación de estas piezas se muestran en las figuras 92-93.

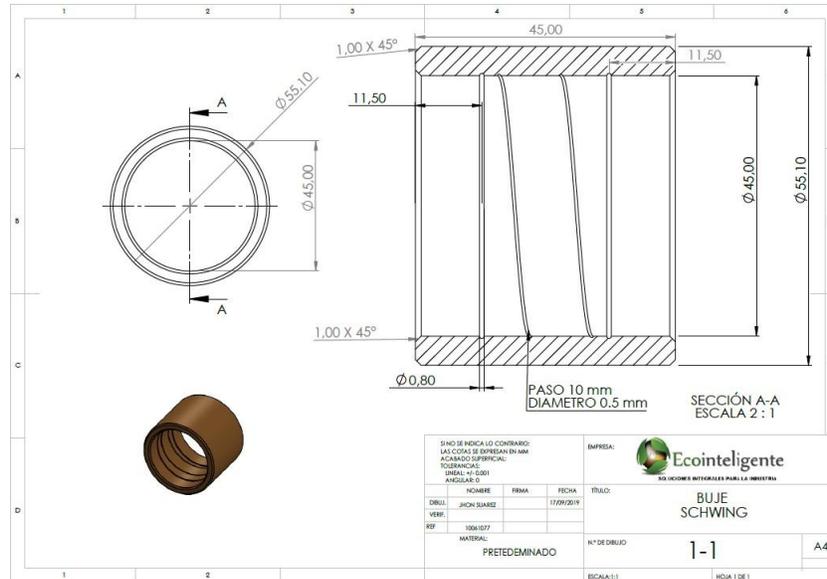


Figura 92 Plano de fabricación de buje Schwing

Fuente: Autor.

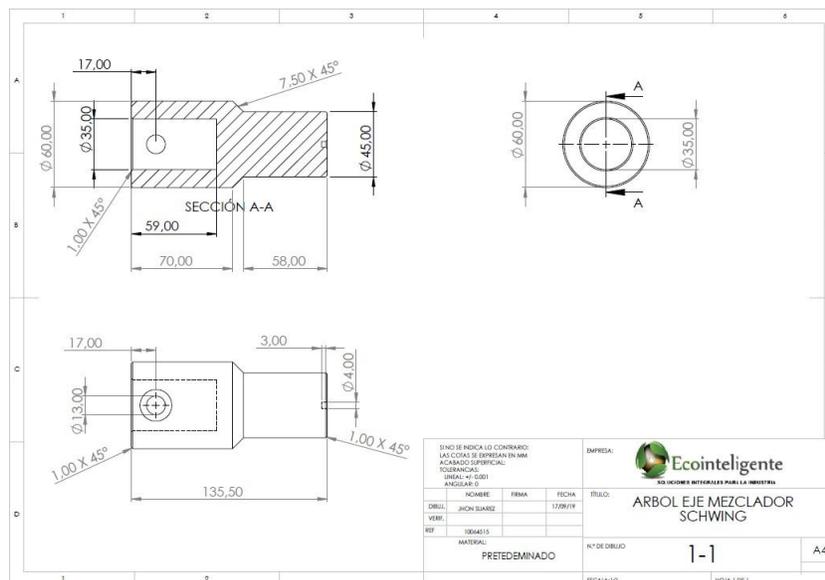


Figura 93 Plano de fabricación de árbol Schwing

Fuente: Autor.

#### 4.2.8. Levantamiento de plano de placa espejo para bomba Schwing

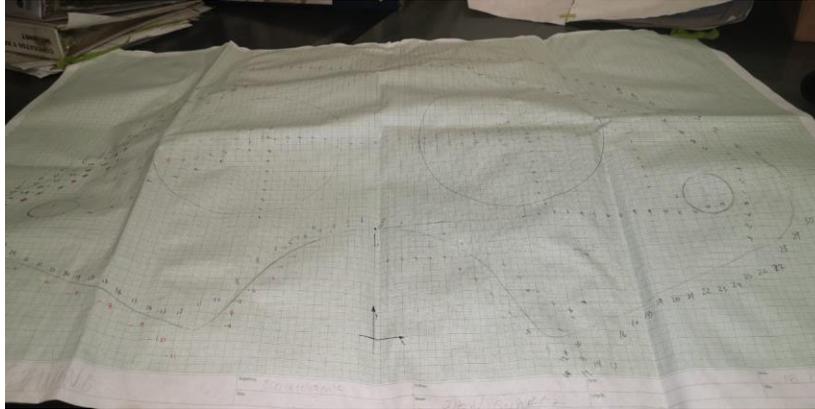
Para el levantamiento de la pieza llamada placa espejo para la máquina de concreto SCHWING, debido a su des uniformidad y complejidad para medir, se estableció que para levantar el plano se requería de trazar su forma y sacar a partir de esta, la curva, con puntos con coordenadas X y Y, luego realizar el diseño de la curva a partir de los puntos y obtener la pieza en CAD a escala real, ver figura 94.



*Figura 94 Placa espejo bomba Schwing*

*Fuente: Tomada por el autor.*

Esta pieza se colocó sobre una hoja milimétrica de tamaño de  $\frac{1}{2}$  pliego, y se calco la curvatura y orificios, luego a partir de la curva trazada se empezó a definir en centro de origen y medir cada 1 o 2 mm, obteniendo más 400 puntos por la curva, y definir los puntos del centro de cada agujero y con ello medir la distancia entre centros y al origen, como se muestra en la figura 95.

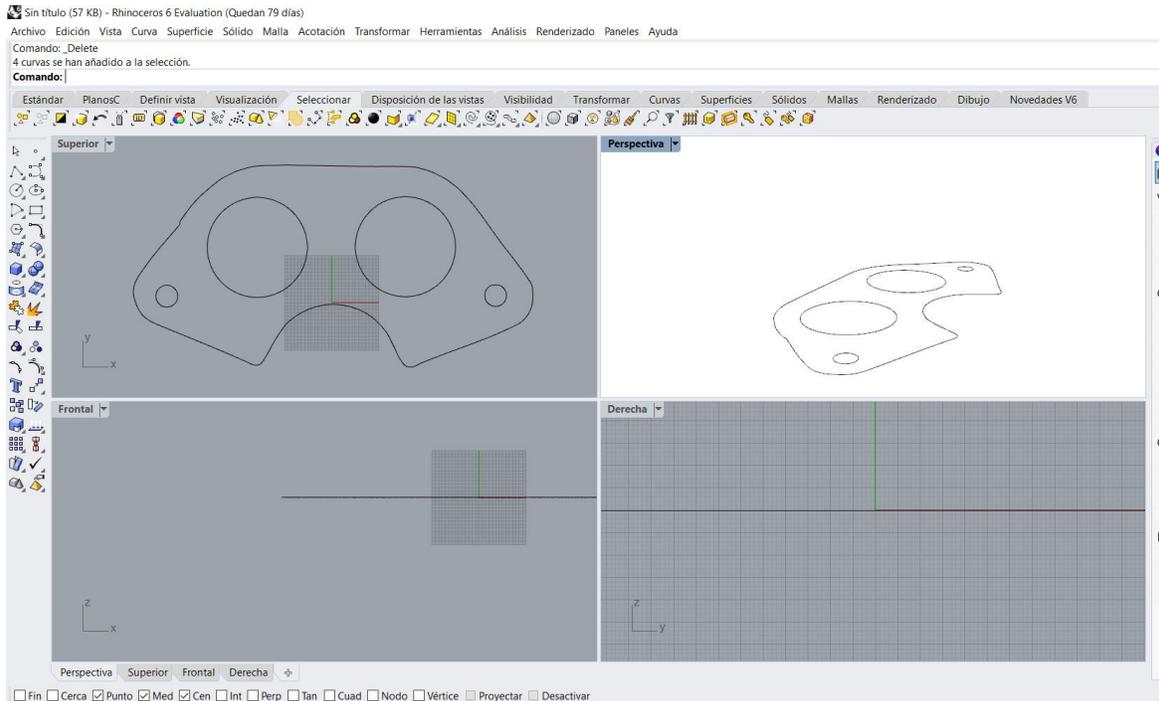


*Figura 95 Curvatura de la pieza en hoja milimétrica.*

*Fuente: Tomada por el autor*

Obteniendo estos puntos se pasó a un archivo .txt con las coordenadas y fue realizado el diseño en el software Rhinoceros, a diferencia de Solidworks que también se puede trazar la curva a partir de unas coordenadas que está dentro del archivo de texto, La diferencia marca en que Solidworks no permite la edición de estos puntos dentro del croquis si no, se tendría que cambiar las coordenadas dentro del archivo .txt.

Como la precisión de la curva no es perfecta, algunos puntos quedaron dentro del rango de  $\pm 1$ mm, por lo que la curva no se ve bien, entonces gracias a programa de Rhinoceros, que es para el modelado 3D, se puede con los puntos trasladar a cualquier dirección o reconstruir la curva el cual este bien definida, como se observar en la figura 96.



*Figura 96 Curvatura de la pieza*

*Fuente: Autor.*

Así se obtiene el resultado de la curva, se guarda de esta manera en archivo .dwg para que la maquina CNC de la empresa encargada de realizar la pieza pueda leer la curva y a partir de esta, cortar sobre el acero y obtener la pieza.

#### 4.2.9. Levantamiento de plano de una pierna soporte bomba TK50

Para el mantenimiento de la bomba marca Putzmeister TK50, tenía muy desgastado una de sus piernas de soporte, por lo que se requirió el diseño de esta para ser reemplazada. El plano de fabricación de esta pieza consta de tres partes como se muestran en las figuras 97-99.

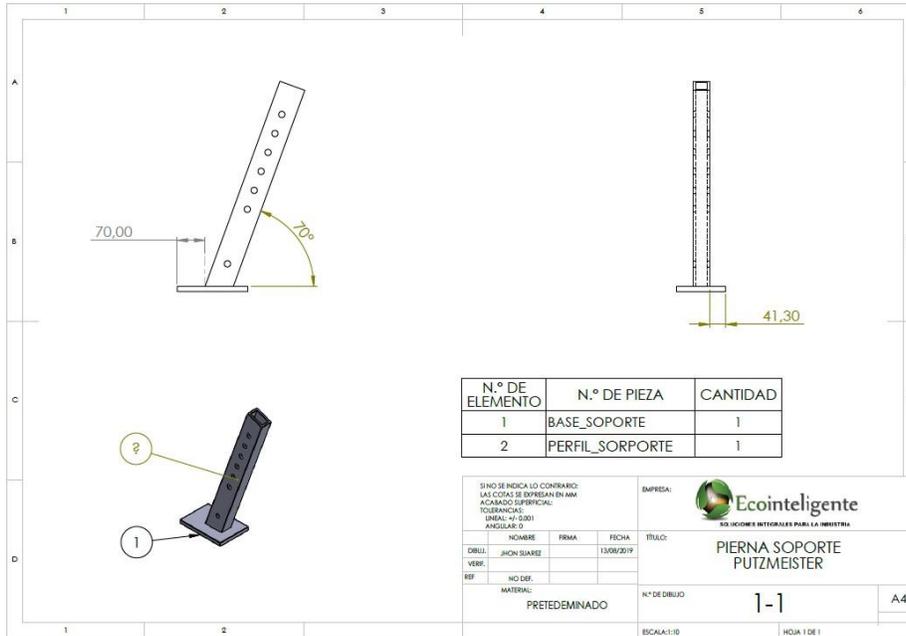


Figura 97 Plano de fabricación para pierna soporte TK50

Fuente: Autor.

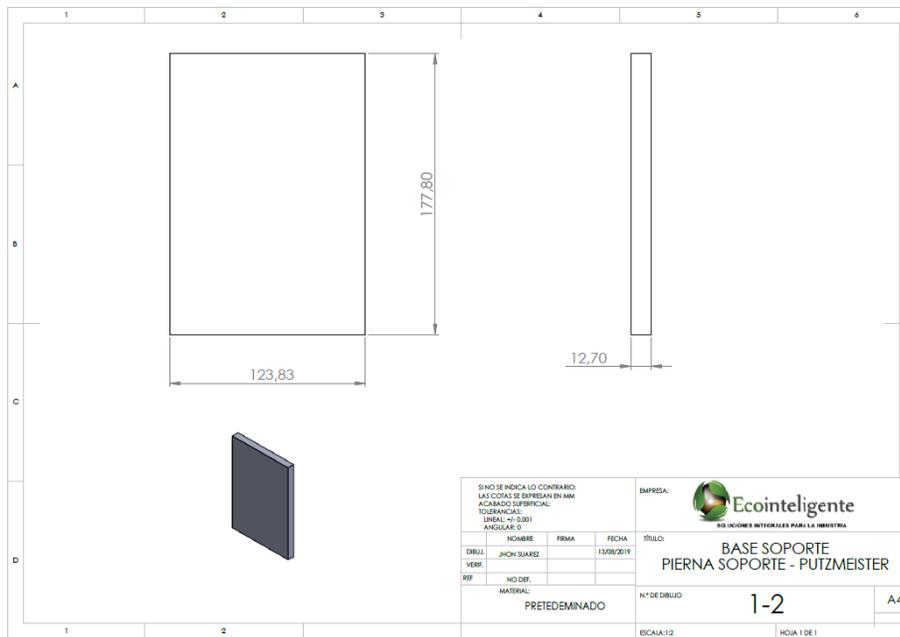


Figura 98 Plano de fabricación para pierna soporte TK50

Fuente: Autor.

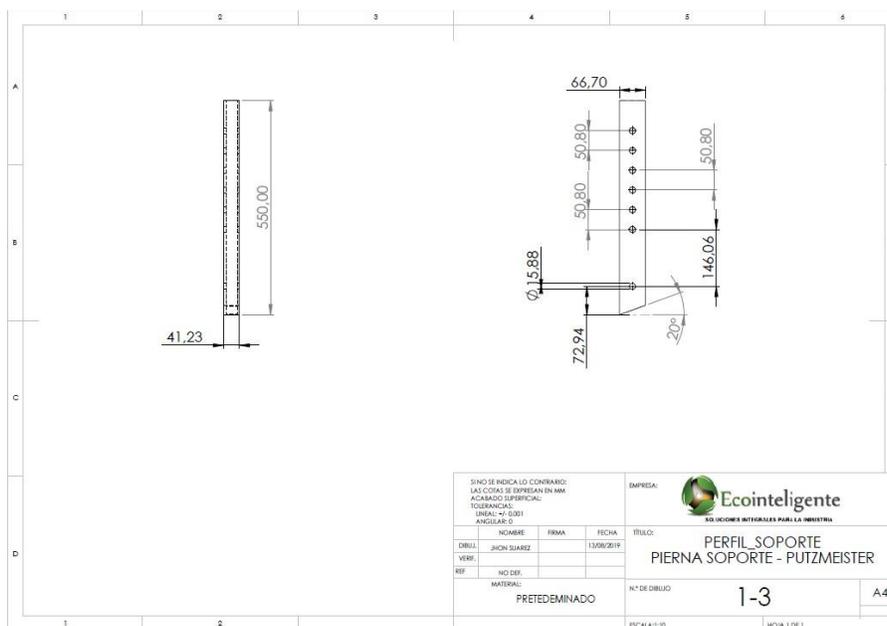


Figura 99 Plano de fabricación para pierna soporte TK50

Fuente: Autor.

4.2.10. Levantamiento de plano de un embolo de goma para bomba de concreto.

Para el mantenimiento de una bomba marca Zoomlion, se requirió levantar el plano de un embolo para próximas eventualidades con el desgaste de este embolo de otras o de la misma bomba, ya que, son las medidas iguales para las otras marcas. El plano de fabricación de esta pieza se observar en la figura 100.

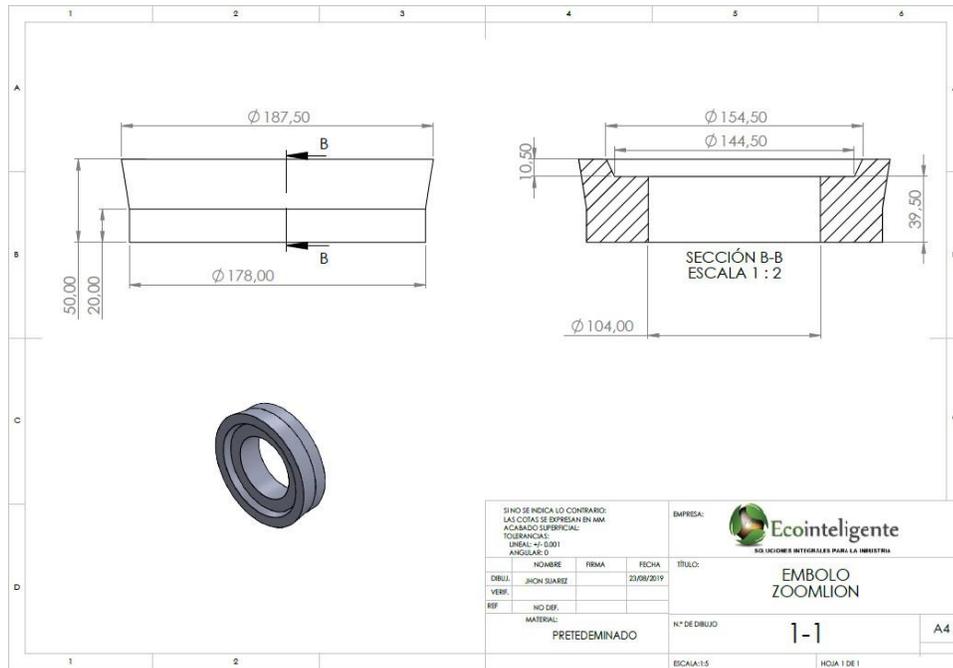
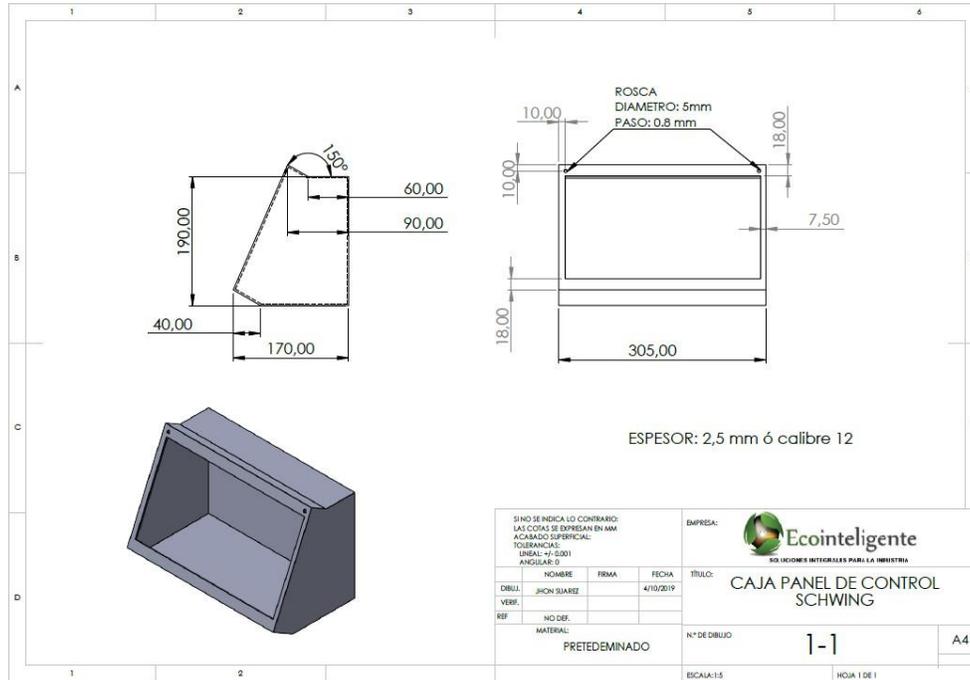


Figura 100 Plano de fabricación del embolo de goma,

Fuente: Autor.

#### 4.2.11. Levantamiento de plano de la caja eléctrica de la bomba Schwing,

Para el mantenimiento de la bomba de concreto SCHWING se debió hacerle mantenimiento a la caja eléctrica donde está el panel de control para la bomba de concreto, para ello se debió cambiar la caja, donde se realizó el levantamiento del plano como se muestra en la figura 101.



*Figura 101 Plano de fabricación de la caja eléctrica*

*Fuente: Autor.*

#### 4.2.12. Levantamiento de plano de anillo para tubería.

La empresa ECOINTELIGENTE SAS, para su servicio de bombeo, requirió más tubería, por lo que la empresa compra tubería a cierta longitud, pero para el servicio, cuando tienen que bombear muchos metros de distancia, es necesario unir estas tuberías entre sí con unas abrazaderas, por lo que en cada extremo de la tubería se le coloca un anillo que encaja en la abrazadera para así poner unir la tubería y no tener pérdidas de cemento. Se realizó el plano de fabricación de los anillos para tubería como se observar en la figura 102.

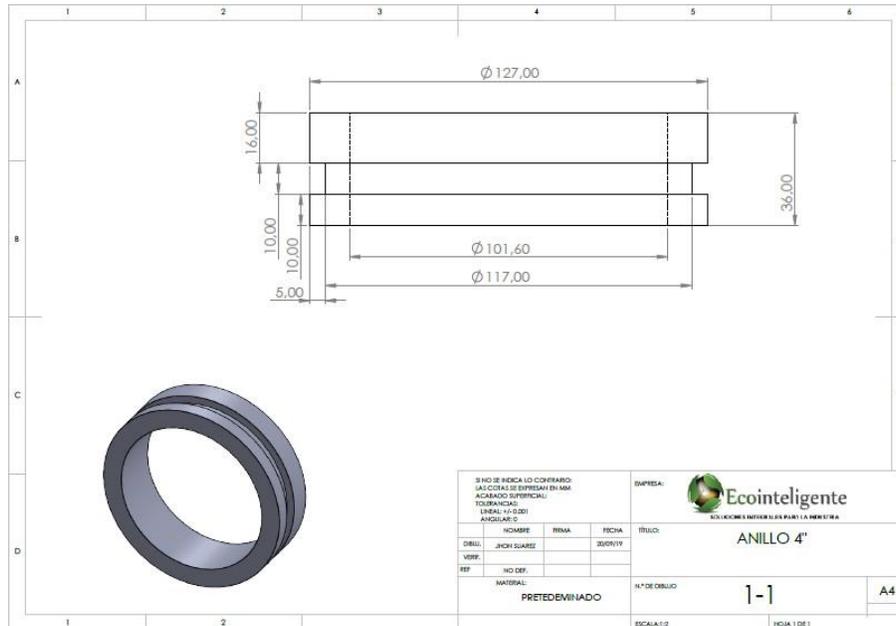


Figura 102 Plano de fabricación de anillo

Fuente: Autor.

#### 4.2.13. Levantamiento de plano de anillo de corte para bomba Schwing

Para el mantenimiento de la bomba de concretó marca Schwing, la pieza llamada anillo de corte, es una de las piezas que más se desgasta. El levantamiento del plano de esta se dificultó debido a su gran rugosidad provocado por el desgaste que tiene, sin embargo, después de varios intentos, modificaciones y ajuste, se logró obtener el plano de fabricación final del anillo de corte para la bomba de concreto de marca Schwing, como se muestra en la figura 103.

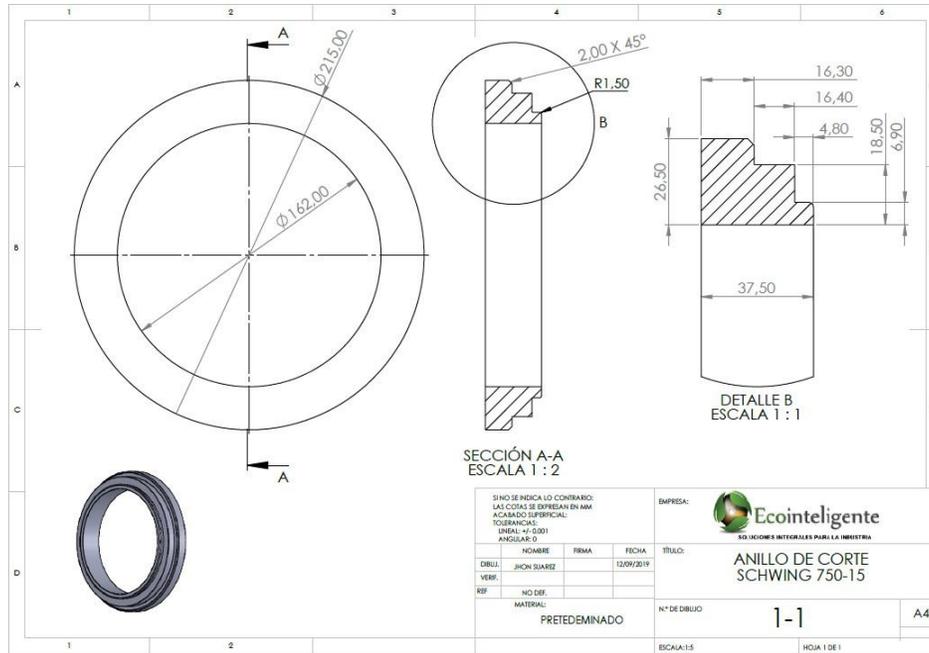


Figura 103 Plano de fabricación anillo de corte

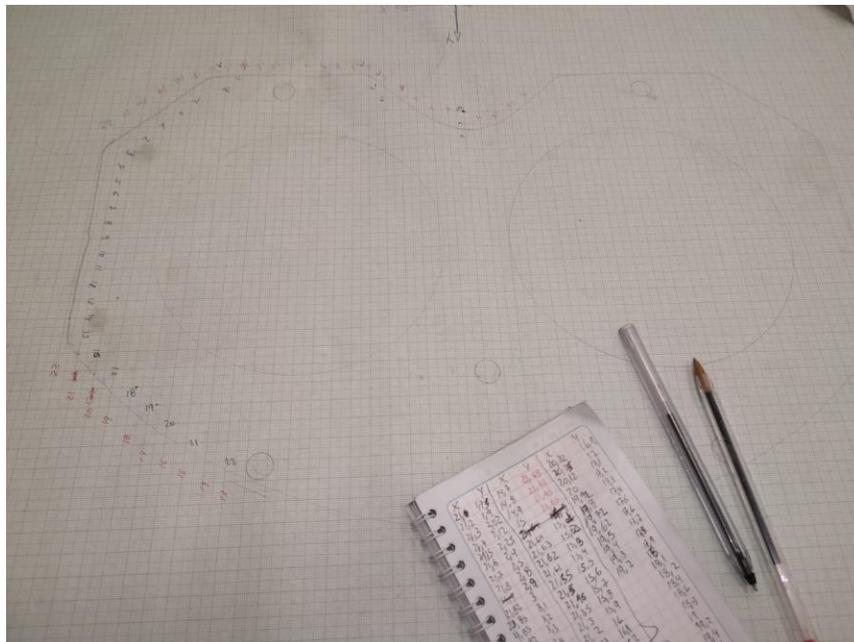
Fuente: Autor.

#### 4.2.14. Levantamiento de plano de placa gafa bomba marca CIFA

Para el levantamiento del plano de la placa gafa de la bomba de concreto marca Schwing, se realizó el procedimiento similar a de la sección 4.2.8. La pieza a pesar de ser uniforme, se dificultó al medir la distancia entre centros de los orificios, ver figura 104, por ende, se coloca sobre la hoja milimétrica, se traza la curva y los orificios, como se muestra en la figura 105, y se diseña el modelo en el programa de Rhinoceros.



*Figura 104 Placa gafa CIFA  
Fuente: Tomada por el autor.*



*Figura 105 Curvatura de la placa gafa sobre hoja milimétrica*

*Fuente: Autor.*

En la figura 106, se muestra el diseño de la curvatura de la pieza en el programa Rhinoceros, de este programa se exporta el archivo .dwg que se entregara a la empresa encargada de realizar la pieza cuando se necesite el reemplazo de la placa próximamente.

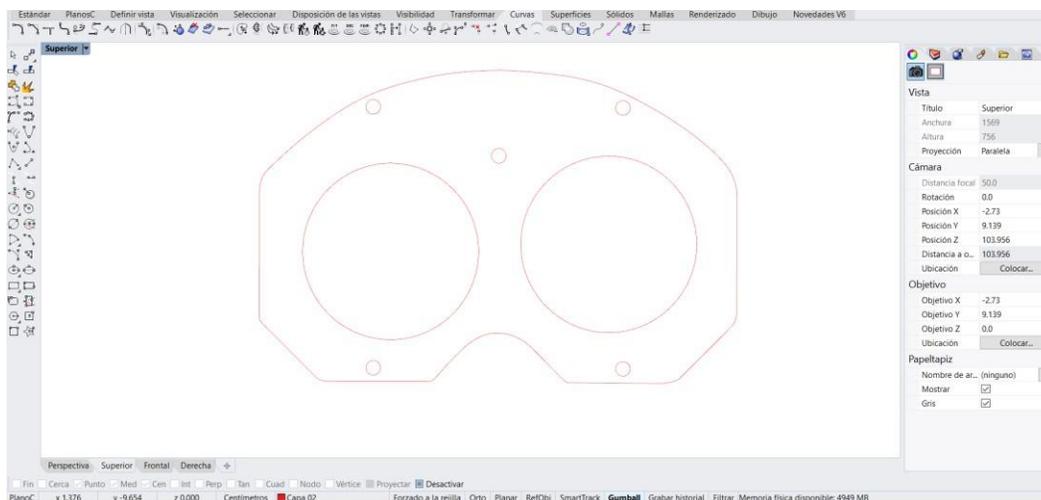


Figura 106 Diseño de la placa gafa CIFA

Fuente: Autor.

### 4.3. Apoyo en estandarización de procesos

#### 4.3.1. Asesoría para la compra de una tapa de salida de aceite de un motor.

La empresa CASA INGLESA, necesito la asesoría para medir las dimensiones del eje roscado de un motor de una tracto mulas que tienen en mantenimiento dentro de sus instalaciones para por medio de la empresa ECOINTELIGENTE, comprar unas tapas para estos ejes, se dirigió hacia las instalaciones de la empresa y con las herramientas se midió la roscas y las dimensiones del eje para luego cotizar el tapón hembra, y hacer la respectiva compra. En la figura 107 se muestran estos ejes.



*Figura 107 Eje roscado del motor.*

*Fuente: Tomada por el autor.*

#### 4.3.2. Instalación de un sistema de grafado de mangueras hidráulicas.

Un sistema de presando para mangueras hidráulicas con un micrómetro, estaba sin alimentación ni conexión, por lo que se requirió la conexión de tal manera que cumpla con la función de cerrar hasta donde el micrómetro indique que es ajustado manualmente, el cual se usa tres pulsadores NC, el primer pulsador indicara hasta donde debe cerrar, esto debido al cambio en la manija que tiene un medidor que es cambiado manualmente, el otro pulsador indica la operación de cerrar y por ultimo un pulsador para indicar la operación de apertura.

El circuito como se muestra en la figura 108, consto de tomar la red trifásica para alimentar un motor AC, de estas líneas, se toman dos fases para luego pasarlo por

un puente de diodos para convertir la corriente alterna en directa y así, alimentar el sistema de control del sistema.

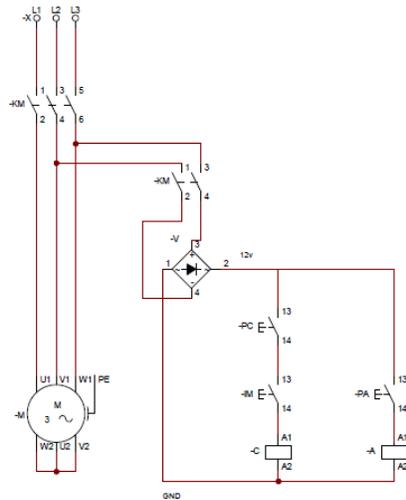


Figura 108 Circuito del sistema de grafado

Fuente: Autor.

El resultado de la conexión y funcionamiento del sistema fue exitoso, en la figura 109 se muestra el sistema de grafado terminado.



Figura 109 Sistema de grafado.

Fuente: Tomada por el autor.

4.3.3. Puesta en marcha, sistema de control remoto para operación de bombas de concreto.

La empresa EcoInteligente sas consta de un sistema para el control remoto de una máquina de concreto, pero no estaba funcionando desde hace tiempo, por lo que se requirió investigar sobre: cómo es la conexión de este sistema y verificar a que esté funcionando las salidas.

Este sistema sirve para operar la bomba de concreto de una cierta distancia y controlar: inicio / apagado, aumento y disminución de velocidad de bombeo, de aceleración de bombeo y por ultimo paro de emergencia.

El sistema consta de un receptor y un transmisor, el transmisor es un control que se alimenta con baterías AA, ver figura 110 y se conecta directamente de forma Wiress o inalámbricamente con el transmisor el cual tiene un led de indicador y seis pulsadores que operan de la siguiente forma y tal como se observar en la figura 111:

- Pulsador para encender el control
- Pulsador para apagar el control
- Pulsador para arrancar o parar la maquina
- Pulsador para girar en un sentido y girar en sentido contrario la bomba
- Pulsador para aumentar y disminuir la aceleración
- Pulsador para aumentar o disminuir el volumen volumétrico que se bombea.



*Figura 110 Transmisor*

*Fuente: Tomada por el autor.*



*Figura 111 Receptor*

*Fuente: Tomada por el autor.*

El transmisor recibe estas señales y por medio de cables que se conectan a la etapa de control de la máquina para realizar las respectivas operaciones mencionadas anteriormente, los cables se muestran en la figura 112, y la forma de conectarlos en la figura 113.

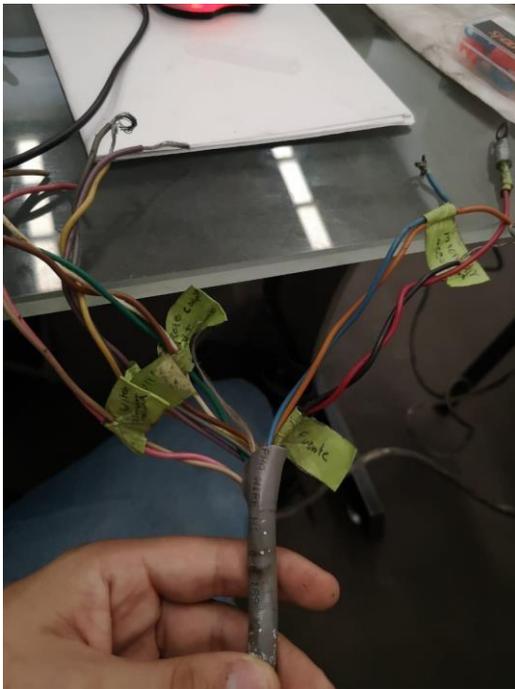


Figura 113 Cables de receptor

Fuente: Tomada por el autor.

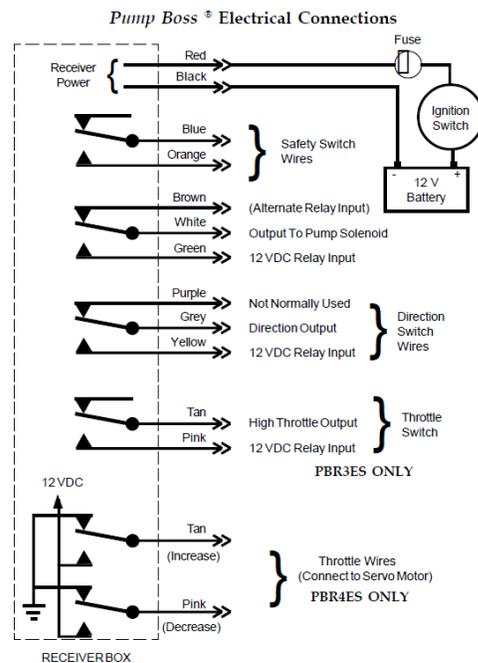


Figura 112 Conexión de los cables.

Fuente: REMTRON [24].

Adicionando, el transmisor contaba con una antena para aumentar la distancia de conexión del receptor, pero se había roto, lo que se realizó fue adaptar una antena para que entrara en el transmisor por medio del conector TNC como se muestra en la figura 114.

En la figura 115, se muestra el sistema completo para operar la bomba de concreto desde este sistema de control remoto.



Figura 115 Conector TNC para antena

Fuente: Tomada por el autor.



Figura 114 Sistema completo

Fuente: Tomada por el autor.

#### 4.3.4. Apoyo en los procedimientos de modificación de piezas mecánicas

Se apoyó en los procedimientos de unas modificaciones de unas piezas para cumplir ciertos requisitos. Primero, es la modificación de un eje que en su punta soporta una esfera pequeña, la punta de este era plana por lo que pensó y diseño sobre un desvanecido para que el eje pueda soportar la esfera, se realizó el plano para indicarle al tornero lo que se quería obtener como se muestra en la figura 115.

Segundo, se trató de modificar un eje, se tomó como referencia un eje que hace parte de una bomba hidráulica, para realizar la modificación de esta pieza se realizó el plano, ver figura 116, para indicar al tornero y así obtener la pieza esperada y ensamblar la bomba hidráulica para su funcionamiento.

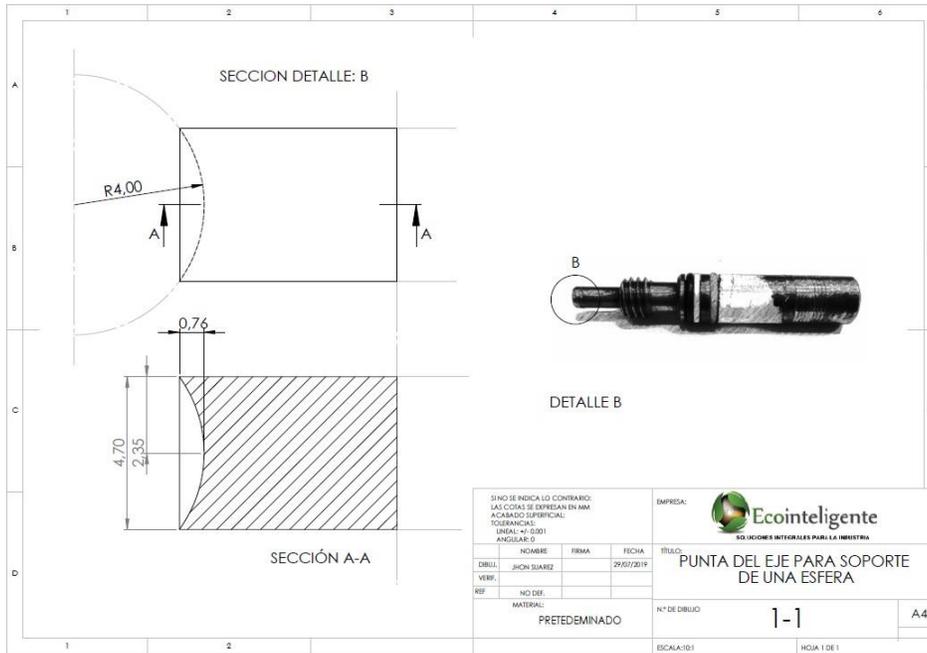


Figura 116 Plano para modificación de la pieza

Fuente: Autor.

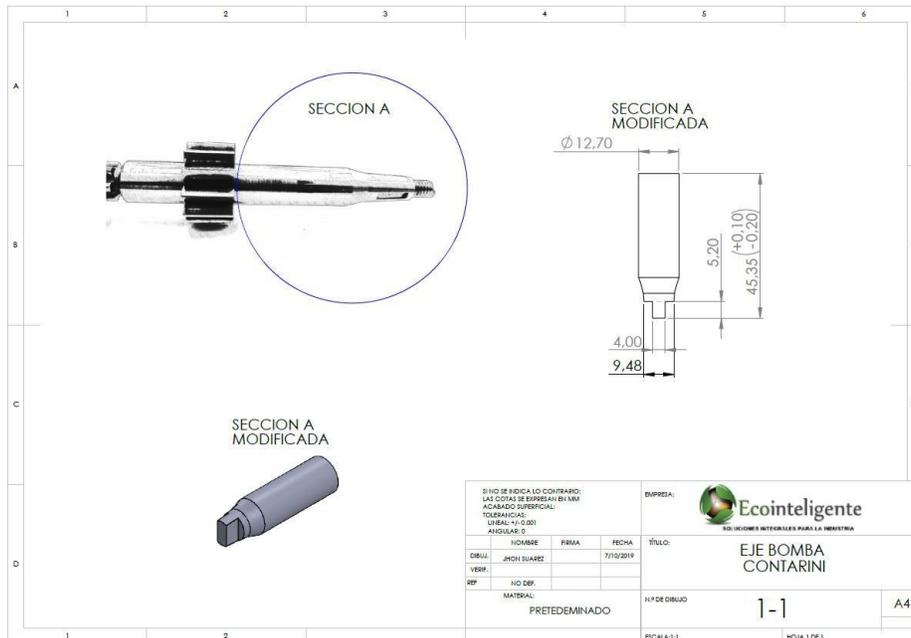


Figura 117 Plano para modificación de la pieza

Fuente: Autor.

#### 4.3.4. Apoyo en el proceso de las bandejas de Solidplast

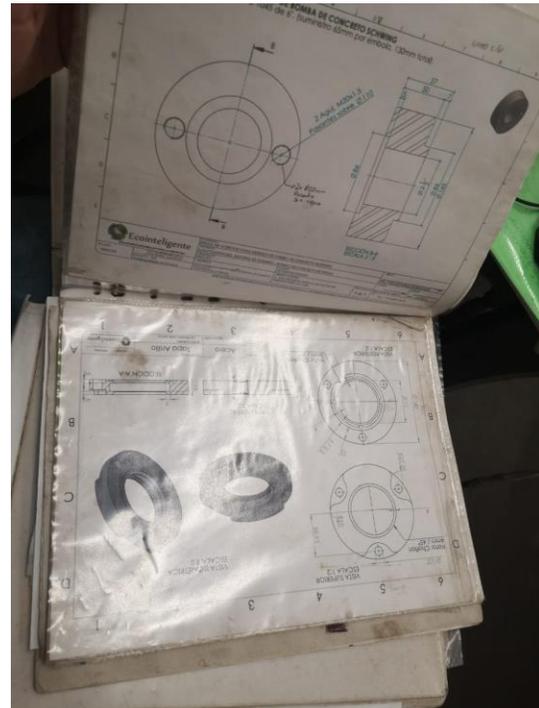
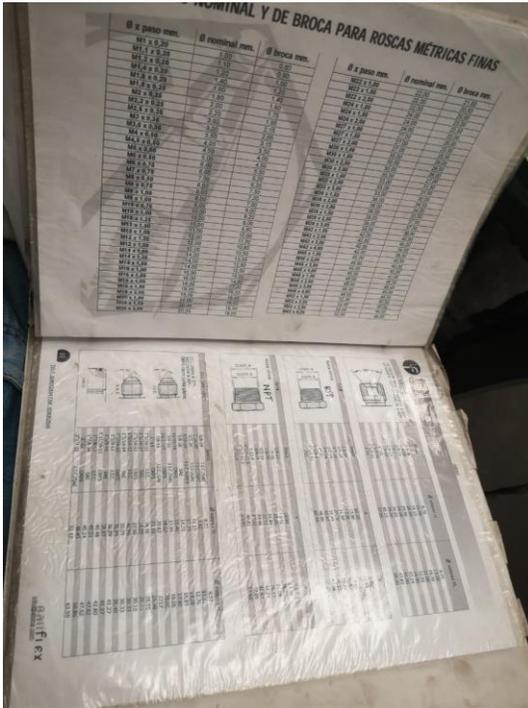
Como se mencionó en la sección 4.1.10. Se diseñó unas bandejas para la empresa solidplast, además de esto, se apoyó en todo el procedimiento desde el diseño hasta la instalación de las bandejas, que el primer diseño se presentó fallas a la hora de la instalación, por lo que se planteó y se aprobó una solución donde tuvieron que ser modificadas, así poder cumplir con los requerimientos de la empresa.

#### 4.3.5. Estandarización de documentos

Para el área de ingeniería de la empresa, se cuenta con ciertos documentos físicos de catálogos, manuales y planos mecánicos para diferentes repuestos y partes de las máquinas de concreto, estos documentos se encontraban desorganizados, por lo que se requirió organizarlo de forma que se cualquier catálogo, manual o plano se encontrara rápidamente.

Esto se organizó dentro de un folder, con cada hoja protegida con plástico como se muestra en la figura 118-119. Con planos y catálogos antiguos, y con los planos que se han hecho que son importantes, aproximadamente más de 100 archivos fueron organizados y estandarizados de acuerdo con lo siguiente:

- Planos mecánicos:
  - Marca de la bomba de concreto (Redd, Zoomlion, Everdimg, Schwing, etc)
  - Referencia de la pieza de acuerdo al manual de la bomba.
  - Repuestos para camiones mixer de concreto
  - Otras piezas, marcado al cliente que pidió la fabricación de la pieza.
- Catálogos
- Manuales



Fuente: Tomada por el autor.

## 4.4. Elaboración del plan de mantenimiento

### 4.4.1. Plan de mantenimiento Autónomo

#### 4.4.1.1. Descripción

Como se mencionó en el apartado del mantenimiento autónomo, el OPERARIO es el que ejecuta este mantenimiento, donde realiza unas inspecciones y verifica el funcionamiento de la máquina. El OPERARIO se hace responsable de un buen funcionamiento de la máquina y de notificar al área de mantenimiento cuando se presente una falla o cuando con una capacitación y educación puede identificar alguna falla cerca de ocurrir.

#### 4.4.1.2. Metodología

La metodología consiste en realiza una serie de actividades programadas de inspección, control y verificación de funcionamiento de la bomba de concreto, el cual unas actividades son realizadas diariamente, otras una vez por semana y una vez por mes.

El operario contara con una ficha de mantenimiento autónomo donde se indicará las actividades que debe ejecutar y él registrara una vez hecha la tarea, para tener el control del operario haya cumplido con el mantenimiento autónomo y así tener confiabilidad de que la maquina está en un buen funcionamiento.

Llegado se presente una falla, el operario debe parar la maquina e inmediatamente notificar al área de mantenimiento para realizar un mantenimiento correctivo, de acuerdo a la falla, el técnico y con las condiciones de ambiente en la obra, se decidirá el traslado de la bomba de concreto hacia el taller.

Sí se tiene que hacer el traslado, el dispondrá de otra bomba de concreto disponible para reemplazo de esta bomba de concreto y con esto, no perder el mayor tiempo posible en la prestación de servicio de bombeo.

De igual manera con la capacidad del operario cuando prevea una falla, tiene que notificar al área de mantenimiento para realizar un mantenimiento correctivo inmediatamente de la notificación.

Estas notificaciones se deben realizar y registrar dentro de la ficha de mantenimiento autónomo para llevar control de cuantos mantenimientos correctivos se debieron ejecutar dentro de un periodo y así realizar un análisis de rendimiento

para tratar con el mantenimiento preventivo de mitigar estos mantenimientos correctivos que afectan la capacidad de prestaciones de servicios de la empresa.

#### 4.4.1.3. *Diagrama del plan de mantenimiento autónomo*

Para un buen funcionamiento de la máquina, el operario debe hacerse responsable de realizar diferentes actividades que le permitirán tener el control y la verificación del funcionamiento de la bomba de concreto, A continuación, se muestra las etapas del mantenimiento autónomo:



4.4.1.4. *Listado de tareas*

TAREAS	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL
Realice una limpieza general a la maquina	X		
Compruebe el nivel de aceite del motor y refrigerante del radiador	X		
Inspeccion visual de los componentes mecanicos de la maquina	X		
Verifique los testigos de presion de aceite y altenador	X		
Inspeccione los neumaticos	X		
Verifique el nivel aceite hidraulico	X		
Purge la humedad del tanque hidrahulico	X		
Inspeccione los pernos en los pistones de goma	X		
Verifique el funcionamiento del ventilador	X		
Engrase de la maquina en general (eje rock, agitador, actuadores	X		
Revision de luces de la tolva	X		
Verifique las paradas de emergencia		X	
Inspeccione el anillo de corte y verifique si es necesario girarlo		X	
Revise de mangueras hidraulicas (esten jugando, presencia de		X	
Revise de paneles enfriador de aceite hidraulico y radiador del motor		X	
Inspeccione de placa espejo		X	
Revise de precarga de nitrogeno (1200psi)		X	
Revise de las bases de tuberia de presion y tornelleria en general		X	
Verifique presiones hidraulicas			X
Revise fugas de aceite por los actuadores de la valvula rock			X
Revise fugas de aceite por los actuadores de bombeo			X
Revise presion del filtro de retorno			X

**4.4.1.4. FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO**

		ECOINTELIGENTE SAS				CODIGO																									
		FICHA DE MANTENIMIENTO AUTONOMO				MABC																									
						VERSION 01																									
						NIT 900,663,976-2																									
<b>OMBRE DEL EQUIPO O MAQUINARIA</b>		BOMBA IMPULSADORA DE CONCRETO	<b>MARCA</b>		<b>BOMBA</b>																										
<b>NOMBRE DEL OPERARIO:</b>					<b>FECHA DE ENTRGA</b>	DD	MM	AA																							
<b>DIARAMENTE</b>				<b>SEMANAL</b>																											
<b>ACCI</b>	<b>ACTIVIDAD</b>			<b>ACTIVIDAD</b>																											
1	Realice una limpieza general a la maquina			12	Verifique las paradas de emergencia																										
2	Compruebe el nivel de aceite del motor y refrigerante del radiador			13	Inspeccione el anillo de corte y verifique si es necesario girarlo																										
3	Inspeccion visual de los componentes mecanicos de la maquina			14	Revise de mangueras hidraulicas (esten jugando, presencia de alambres, mangueras rozando)																										
4	Verifique los testigos de presion de aceite y altenador			15	Revise de paneles enfriador de aceite hidraulico y radiador del motor																										
5	Inspeccione los neumaticos			16	Inspeccione de placa espejo																										
6	Verifique el nivel aceite hidraulico			17	Revise de precarga de nitrogeno (1200psi)																										
7	Purge la humedad del tanque hidrahulico			18	Revise de las bases de tuberia de presion y tornelleria en general																										
8	Inspeccione los pernos en los pistones de goma			<b>MENSUAL</b>																											
9	Verifique el funcionamiento del ventilador			19	Verifique presiones hidraulicas																										
10	Engrase de la maquina en general (eje rock, agitador, actuadores hidraulicos de l valvula, mecanismo de sello			20	Revise fugas de aceite por los actuadores de la valvula rock																										
11	Revision de luces de la tolva			21	Revise fugas de aceite por los actuadores de bombeo																										
				22	Revise presion del filtro de retorno																										
<b>REGISTRO DE ACTIVIDADES</b>																															
Accio n/dia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1																															
2																															
3																															
4																															
5																															
6																															
7																															
8																															
9																															
10																															
11																															
12																															
13																															
14																															
15																															
16																															
17																															
18																															
19																															
20																															
21																															
22																															
		<b>INTRUCCIONES</b>						<b>OBERVACIONES</b>																							
MARQUE	✓	INDICAR LA FINALIZACION DE LA ACIVIDAD			AL INDICAR UNA X , NOTIFIQUE A LA EMPRESA LO MAS PRONTO LA FALLA PARA EL RESPECTIVO MANTENIMIENTO																										
MARQUE	X	INDICAR PREVECCION O FALLA																													

#### 4.4.2. Plan de mantenimiento correctivo

##### 4.4.2.1. Descripción

El mantenimiento correctivo se presenta cuando se presenta o se prevé una falla, esta es identificada por el **OPERARIO** que notifica al área de mantenimiento de la empresa. Luego, la empresa envía al **TÉCNICO DE MANTENIMIENTO** para hacer el diagnóstico de la falla e inmediatamente empezar el mantenimiento correctivo.

##### 4.4.2.2. Metodología

La metodología consiste en corregir una falla que es notificada por el operario, una vez hecha la notificación, deberá el área de mantenimiento enviar al técnico a la obra, el técnico revisa la falla y si es posible la corrige en la obra, si no, se debe trasladar la bomba de concreto hacia el taller. También se puede desde un principio trasladar la bomba de concreto al taller sin necesidad de enviar el técnico a la obra. Una vez empiece el mantenimiento correctivo, el técnico solicita la orden de trabajo que es una ficha donde debe llenar, debido a que no está programado el procedimiento de la solución a la falla. En esta ficha se indica la falla, la solución que se le da para corregir la falla y las observaciones o recomendaciones para tener en cuenta en la falla, una vez terminado el mantenimiento correctivo, se debe firmar por parte del área de mantenimiento y del técnico la finalización del mantenimiento. El mantenimiento correctivo debe ejecutarse lo más pronto posible, tanto en su notificación como en la corrección. Se espera que mismo día de la notificación de la falla, se corrija esta, así optimizar tiempos.

4.4.2.3. FICHA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO

 <p>Ecointeligente SOLUCIONES INTEGRALES PARA LA INDUSTRIA</p>		ECOINTELIGENTE SAS		Código	
		FICHA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO		MCBC	
				Versión: 01	
				NIT- 900,663,976-2	
NOMBRE DEL EQUIPO O MAQUINARIA:		BOMBA IMPULSADORA DE CONCRETO		MARCA	BOMBA
NOMBRE DEL OPERADOR				FECHA DE NOTIFICACION	
NOMBRE DEL TECNICO ASIGNADO				FECHA DE INICIO	
Numero	FALLA	SOLUCION			
1					
2					
3					
OBSERVACIONES					
FIRMA DE TERMINACION				FECHA:	
AREA DE MANTENIMIENTO			TECNICO		

#### 4.4.3. Plan de mantenimiento preventivo

##### 4.4.3.1. Descripción

El mantenimiento preventivo para bombas de concreto permite la prevención de fallar con un procedimiento de inspección, reparaciones y verificación de funcionamiento, este mantenimiento se debe realizar periódicamente una vez cumplida cierta cantidad de bombeo, la **EMPRESA** como el **OPERARIO** de la maquina lleva la cantidad de bombeo.

##### 4.4.3.2. Periodo de mantenimiento

Para establecer la periodicidad del mantenimiento preventivo se tiene en cuenta la vida útil de cada componente de las bombas de concreto, estas a partir de cierto metraje de bombeo, a continuación, se muestra la tabla de la vida útil de los componentes de la maquina:

N°	Elemento	VIDA ULTIL [M^3]
1	Placa gafa	3.000
2	Anillo de corte	3.000
3	Junta R	6.000
4	Junta P	3.000
5	Placa espejo	9.000
6	Bujes de bronce	10.000
7	Valvula rock	10.000
8	O-ring	3.000
9	Embolos	10.000
10	Camisas	30.000
11	Aceite motor	2.000
12	Aceite hidraulico	2.000
13	Empaquetadura de actuadores	10.000
14	Bomba de precarga	15.000
15	Acumulador	20.000
16	Rótulas y pasadores	10.000
17	Bomba principal	80.000
18	Mangueras hidraulicas	10.000
19	Enfriador	20.000
20	Motor	150.000
21	Vastagos	30.000

Tabla 2 Vida útil de los elementos de la maquinas

De acuerdo con la tabla, se estableció que un mantenimiento preventivo se desarrollara cada 3.000 metros cúbicos bombeados. Para realizar las respectivas tareas para los elementos que corresponde a este metraje cubico.

Para los demás elementos se tiene que programar un calendario en el cual cuando se llegue la vida útil del elemento se repare, de acuerdo a esto el calendario para el mantenimiento preventivo es:

M^3	3000			6000			9000			12000			15000		
BOMBA	DD	MM	AA	DD	MM	AA	DD	MM	AA	DD	MM	AA	DD	MM	AA
1															
2															
3															
4															

Tabla 3 Calendario de mantenimiento preventivo

De esta forma se llenará, el día que cumple cada bomba cierto bombeo en metros cúbicos y en ese día se programará el mantenimiento preventivo, y de acuerdo con el metraje se realizará las reparaciones necesarias para cada elemento y así, el buen funcionamiento de la máquina.

#### 4.4.3.3. Metodología.

Una vez alcanzado el metraje cubico bombeado de 3.000 después del último mantenimiento, se realiza la programación de mantenimiento preventivo, sí la maquina está en obra, se debe notificar al cliente que esta bomba impulsadora de concreto se le realizará el mantenimiento preventivo de acuerdo a las normas de la empresa, por ende, se detendrá el funcionamiento de la bomba. Sin embargo, para un mejor servicio de bombeo, se reemplazará la bomba por otra, mientras se realiza el mantenimiento preventivo.

Una vez la bomba esté en el taller de mantenimiento, se encargará un personal para el mantenimiento preventivo, el cual ejecutara unas tareas paso a paso, para llevar registro y optimizar tiempo de cada manteamiento y se diligenciara una ficha de mantenimiento preventivo donde se indica dichas tareas.

Terminado el mantenimiento preventivo, se cierra la orden de trabajo y se programa el traslado nuevamente de la bomba a la obra o si se deja en disponibilidad.

#### *4.4.3.4. Etapas de mantenimiento.*

Las etapas de mantenimiento son tres importantes que se describen a continuación:

##### - Etapa de inspección

En esta etapa el técnico realiza unas actividades para revisar el estado de algunas piezas que cumplieron su vida útil o están cerca de esta. Identificado las reparaciones y repuestos necesarios para el mantenimiento y notificando al área de inventario para revisar la disponibilidad de estos y si no, empezar a gestionar para traer los repuestos.

##### - Etapa de mantenimiento

El técnico una vez entregado sus repuestos, herramientas y ficha se dispone a realizar las tareas correspondientes del mantenimiento preventivo, donde ejecuta las reparaciones, coloca los repuestos, entre otros.

##### - Etapa de revisión y verificación

Al terminar las reparaciones de mantenimiento de las bombas de concreto, el técnico encargado entregara un informe o en la ficha de mantenimiento, de la revisión final y la verificación (encendido de la máquina y prueba en marcha a lazo abierto). El cual el área de mantenimiento verificara este informe donde se demuestra la mejora de la máquina y por último, se cerrara la orden de mantenimiento preventivo.

#### *4.4.3.5. Actividades generalizadas*

Las actividades que el técnico realizara para el mantenimiento preventivo de las bombas impulsadoras de concreto son generalmente:

1. Cambio de aceite de motor y filtros
2. Cambio de placa gafa
3. Cambio de anillo de corte
4. Cambio de empaques de eje oscilante
5. Mantenimiento del eje oscilante
6. Mantenimiento del eje mezclador
7. Cambio de bujes de bronce eje oscilante
8. Cambio de juntas del eje oscilante
9. Cambio de émbolos de gomas
10. Revisión eléctrica

#### 4.4.3.6. Tareas de mantenimiento preventivo

1 Desenroscar tornillos de salida de tolva	25 Desmontar cilindro buzo lado derecho
2 Quitar la boquilla de salida de Tolva	26 Desenroscar tuerca del árbol de rotación
3 Inspeccionar el desgaste de boquilla de Tolva	27 Desmontar palanca giratoria
4 Desenroscar tornillos del motor de remezcladora Lado derecho	28 Desenroscar tornillo de soporte con brida de válvula oscilante
5 Desmontar motor de remezcladora lado derecho	29 Anclar válvula oscilante
6 Desenroscar tornillos del motor de remezcladora Lado izquierdo	30 Extraer válvula oscilante de la tolva
7 Desmontar motor de remezcladora lado izquierdo	31 Desmontar manguito de presión posterior
8 Desenroscar tornillos de tapa de remezclador lado derecho	32 Corte de camisa de boquilla de válvula oscilante
9 Desmontar tapa de remezclador lado derecho	33 Colocar cordones de soldadura a las boquillas de las valvulas
10 Desenroscar tornillos de tapa de remezclador lado izquierdo	34 Quitar los sellos y c-ring del manguito de presión
11 Desmontar tapa de remezclador lado izquierdo	35 Limpiar manguito de presión
12 Limpiar eje de remezclador	36 Destapar conductos engrasadores de manguito de presión
13 Corte de tornillos de punta de remezclador lado derecho	37 Extraer el anillo y el hule separador de la válvula oscilante
14 Desenroscar tornillos de tapa de remezclador lado izquierdo	38 Limpieza general a tolva
15 Desmontar eje de remezclador	39 Desplazarse a bodega
16 Desmontar punta de remezclador lado derecho	40 Solicitar repuestos en bodega
17 Desmontar punta de remezclador lado izquierdo	41 Transportar los repuestos al área de trabajo
18 Desmontar Manguito de presión	42 Extraer el anillo y el hule separador de la válvula oscilante
19 Desenroscar mangueras hidráulicas	43 Colocar cellos y C-ring en el manguito de presión
20 Desenroscar tornillo de chapa de soporte	44 Montar Nueva camisa en la boquilla de válvula oscilante
21 Desmontar chapa de soporte	45 Montar bujes y hules en la tapas de remezcladora (2 tapas)
22 Desenroscar tornillos del seguro de cilindro buzo lado derecho	46 Montar tapa de remezcladora lado derecho
23 Desmontar cilindro buzo lado derecho	47 Montar tapa de remezcladora lado izquierdo
24 Desenroscar tornillos de seguro de cilindro buzo lado izquierdo	48 Montar punta de remezcladora lado derecho
	49 Montar punta de remezclador lado izquierdo
	50 Anclar válvula oscilante

Tabla 4 Actividades específicas de mantenimiento preventivo

### Continuación. Tareas de mantenimiento preventivo

51. Montar válvula oscilante en la tolva	73. Desplazar la cabeza de pistón a posición final lado derecho
52. Montar anillo de corte y anillo separadores válvula oscilante	74. Desenroscar los tornillos de fijación de brida separadora
53. Engrasar el manguito de presión posterior	75. Extraer brida separadora
54. Montar el manguito de presión posterior y acoplarlo con el eje de la válvula.	76. Aercar vástago del embolo de accionamiento a la cabeza de piston
55. Centrar el eje de válvula oscilante	77. Fijar el embolo de accionamiento con la cabeza de pistón
56. Montar palanca giratoria en eje centrado	78. Desplazar el embolo de accionamiento a posición final para extraer la cabeza de pistón del cilindro
57. Montar arandela y enroscar tuerca de árbol de rotación	79. Desmontar la cabeza de pistón antigua del embolo de accionamiento
58. Montar manguito de presión en la tolva	80. Limpiar a fonda el borde del cilindro de transporte
59. Montar cilindro buzo lado derecho	81. Llevar la cabeza de pistón a la mesa de trabajo
60. Montar seguro de cilindro buzo y enroscar tornillos lado derecho	82. Desmontar el embolo y el anillo separador de la cabeza de piston
61. Montar cilindro buzo lado izquierdo	83. Engrasar y Montar el nuevo embolo y separador a la cabeza de pistón
62. Montar seguro de cilindro buzo y enroscar tornillos lado izquierdo	84. Trasportar la cabeza de pistón al cilindro transportador
63. Montar chapa de soporte y enroscar tornillos	85. Engrasar la cabeza de pistón
64. Conectar mangueras hidraulicas	86. Fijar la cabeza de pistón al embolo de accionamiento
65. Montar boquilla de salida de la tolva	87. Desplazar el embolo de accionamiento para que introduzca ligeramente la cabeza de pistón
66. Enroscar tornillos de la boquilla de salida de la tolva	88. Desmontar el embolo de accionamiento de la cabeza de piston
67. Quitar tornillos cortados del remezolador	89. Desplazar el embolo de accionamiento a su posición final
68. Posicionar remezoladora en la tolva	90. Montar brida separadora
69. Montar motor de remezolador lado derecho	
70. Enroscar tornillos de motor de remezolador lado derecho	
71. Montar motor de remezolador lado izquierdo	
72. Enroscar tornillos de motor de remezolador lado izquierdo	

Tabla 5 Actividades específicas de mantenimiento preventivo

4.4.3.7. Ficha de mantenimiento preventivo

 <b>EcoInteligente</b> SOLUCIONES INTEGRALES PARA LA INDUSTRIA		<b>ECOINTELIGENTE SAS</b>  <b>FICHA DE MANTENIMIENTO CORRECTIVO</b>			<b>Código</b> MPBC	
					Versión: 01 NIT- 900,663,976-2	
<b>NOMBRE DEL EQUIPO O MAQUINARIA:</b>		BOMBA IMPULSADORA DE CONCRETO			BOMBA	
<b>NOMBRE DEL OPERADOR</b>					FECHA DE INICIO	
<b>NOMBRE DEL TECNICO ASIGNADO</b>						
<b>INSPECCION</b>						
N°	ELEMENTO	B	R	M	OBSERVACIONES	
1	Placa gafa					
2	Anillo de corte					
3	Junta R					
4	Junta P					
5	Placa espejo					
6	Bujes de bronce					
7	Valvula rock					
8	O-ring					
9	Embolos					
10	Camisas					
11	Aceite motor					
12	Aceite hidraulico					
13	Empaquetadura de actuadores					
14	Bomba de precarga					
15	Acumulador					
16	Rótulas y pasadores					
17	Bomba principal					
18	Mangueras hidraulicas					
19	Enfriador					
20	Motor					
21	Vastagos					
N°	Procedimiento	SI		OBSERVACIONES		
1	Cambiar de aceite de motor y filtros					
2	Cambiar de placa gafa o espejo					
5	Cambiar de anillo de corte					
4	Cambiar empaques de eje oscilante					
5	Mantenimiento a eje oscilante					
6	Mantenimiento a eje mezclador					
7	Cambiar bujes eje oscilante					
8	Cambiar los embolos de goma					
9	Mantenimiento electronico					
<b>FIRMA DE TERMINACION</b>					<b>FECHA:</b>	
AREA DE MANTENIMIENTO				TECNICO		

## 5. CONCLUSIONES

De acuerdo a lo indicado en este documento, se estableció los diferentes mantenimientos que la empresa implementara y quienes la ejecutan, cabe resaltar que todos estos mantenimientos se debe llevar registro, por ende, las fichas de cada mantenimiento. Así, evaluar y analizar los mantenimientos correctivos para indicar si se incluye o excluye actividades o sí se aumenta o disminuye la periodicidad del mantenimiento preventivo, para poder mitigar fallas imprevistas y tener una larga vida útil de las bombas y confiabilidad de un buen rendimiento de estas, basadas en el mantenimiento autónomo y el mantenimiento preventivo.

Las practicas académicas realizadas en la empresa ECOINTELIGENTE SAS, fue de gran construcción para el desarrollo como futuro profesional ya que, enriquece los conocimientos que obtuve a lo largo de los años estudiados en la carrera de ingeniería mecatrónica.

Se adquiere experiencia en el manejo de las actividades asignadas inculcando responsabilidad profesional no solo en el ámbito técnico si no a nivel profesional. La realización de la practica permitió crecer los conocimientos y obtener experiencia en el diseño mecatrónico para diferentes soluciones en la industria, elaboración de planos mecánicos, procedimientos para el mantenimiento y reparación de equipos industriales, en este caso, bombas de impulsadoras de concreto.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1]. Zarceño, B. E. (2006). Mejora del programa de mantenimiento preventivo en las bombas impulsadores de concreto. Trabajo de grado, Universidad de san Carlos de Guatemala.
- [2]. Gerling H. (1992). Alrededor de las Maquinas-Herramientas. (3a ed.). Barcelona, España: Reverte.
- [3]. Norma ISO-3098/1 (1974). Documentación técnica de productos. Escritura, Requerimientos generales.
- [4]. Campos, C. (2014). *El plano de fabricación de piezas mecanicas*. Universidad de Carabobo, Naguangua.
- [5]. Manual 2 DIN (1969), Normas de dibujo. (4a ed.). Bilbao: Balzola.
- [6]. NTC 1994 (1994). Dibujo técnico, Dibujo de arquitectura y construcción, Representación de áreas sobre secciones y vistas. Principios generales. Bogotá D.C., Colombia: INCOTEC.
- [7]. NTC 1912 (1912). Documentación técnica de producto. Vocabulario. Parte 1. Términos relacionados con dibujos técnicos. generalidades y tipos de dibujos. Bogotá D.C., Colombia: INCOTEC.
- [8]. UNE-EN ISO 5455 (1996). Dibujos técnicos. Escalas (ISO 5455 1979). Madrid, España: AENOR.
- [9]. NTC 1687 (1687). Dibujo técnico, DIBUJO TÉCNICO. FORMATO Y PLEGADO DE LOS DIBUJOS. Bogotá D.C., Colombia: INCOTEC.
- [10]. Campos, C. (2014). *El plano de fabricación de piezas mecanicas*. Universidad de Carabobo, Naguangua.
- [11]. Bristist standard ISO-129-1 (2004). Technical drawing indication of dimensions and tolerances. Part 1: General principles.

- [12]. Manrique, E. Casanova A. Metrología Básica, Edebé Profesional. Barcelona, 2011.
- [13]. El Centro Español de Metrología (CEM) Alfar, 2, 28760 - Tres Cantos – Madrid.
- [14]. De máquinas y herramientas. (8 de enero de 2015). Introducción al compás. Recuperado el 10 de noviembre de 2019, de <https://www.demaquinasyherramientas.com/herramientas-de-medicion/compas>
- [15]. *EcuRed*. (9 de junio de 2014). Cinta metricoa. Recuperado el 10 de Noviembre de 2019, de [https://www.ecured.cu/Cinta\\_m%C3%A9trica](https://www.ecured.cu/Cinta_m%C3%A9trica)
- [16]. Riba, C. (2002). Diseño concurrente. Barcelona: Edicions UPC
- [17]. Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K. (2007). Engineering design: a systematic approach (3rd ed). Springer.
- [18]. Romero, M. E. (2018). *Metodologia de diseño de maquinas apropiada para contextos de comunidades en desarrollo*. Tesis doctoral, Universidad Politecnica de Catalunya, Barcelona.
- [19]. French, M. J. (1997). Engineering Design, The Conceptual Stage. London: Heinemann.
- [20]. Gutiérrez, D. B. (2013). *Plan de implemetacion del pilar mantenimiento planificado productivo total en una empresa productora del sector ceramico*. Trabajo de grado, Escuela de ingenieria de Antioquia, Envigado.
- [21]. Ingeniería industrial online (2016). Mantenimiento productivo total (TPM): Recuperado el 10 de Noviembre de 2019, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/mantenimiento-productivo-total-tpm/>
- [22]. Calva, R. C. (26 de 03 de 2012). Pilares del Mantenimiento Productivo Total. (R. C Calva, Ed.) Recuperado el 10 de octubre de 2019, de Biblioteca Universia:  
<http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1153/1/TPM+Mantenimiento+Productivo+Total.pdf>
- [23]. Delgado, I. G., & Romero, C. E. (2 de Agosto de 2010). Seminario TPM Management. Recuperado el 27 de octubre de 2019, de Universidad del Rosario-

Repositorio

[http://repository.urosario.edu.co/bitstream/10336/2075/1/1015392665-](http://repository.urosario.edu.co/bitstream/10336/2075/1/1015392665-2010.pdf)

Institucional:

2010.pdf

[24]. REMTRON. (2003). *Radio Controls Systems*. User's Manual.

