

**PRÁCTICA EMPRESARIAL
DISEÑO MECÁNICO PARA EL SECTOR DE HIDROCARBUROS Y
AGROINDUSTRIAL.**

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA EMPRESARIAL PARA OPTAR POR EL TITULO
DE INGENIERO MECÁNICO**

**EDWAN JULIÁN PAREDES MÉNDEZ
COD: 102926200
ID: 67744**

**ASESOR
ING. MIGUEL ÁNGEL REYES O.
Docente**

**UNIVÉASESIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2008**

**PRÁCTICA EMPRESARIAL
DISEÑO MECÁNICO PARA EL SECTOR DE HIDROCARBUROS Y
AGROINDUSTRIAL.**

**INFORME FINAL DE PRÁCTICA EMPRESARIAL PARA OPTAR POR EL TITULO
DE INGENIERO MECÁNICO**

**EDWAN JULIÁN PAREDES MÉNDEZ
COD: 102926200
ID: 67744**

**ASESOR
ING. MIGUEL ÁNGEL REYES O.
Docente**

**Rafael Rivero Rojas
Gerente de Calidad.**

**UNIVÉASESIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA
2008**

NOTA DE ACEPTACIÓN

FIRMA JURADO 1

FIRMA JURADO 1

FIRMA JURADO 1

DEDICATORIA

A Dios que me dio la oportunidad de venir a este mundo en medio de los seres que mas amo, Margy Méndez Quintero y José Manuel Paredes Carreño, quienes siempre han estado a mi lado apoyando todas mis ideas.

Gracias padres por confiar en mi, sencillamente ustedes son la base de mi vida profesional y realmente no hay palabras que logren expresar lo mucho que los amo.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y las ganas de seguir adelante, a mis padres, por estar conmigo, a mi familia, en especial a mi primo Jaime Yessid Méndez G., quien me brindo su ayuda cuando mas lo requería.

A los docentes Ing. Javier, Emil, Miguel Ángel, Fabio, Rómulo, Manuel, entre otros, los cuales nos dedicaron su tiempo a enseñarnos y hacer buenos Ingenieros

A mis amigos y compañeros de la universidad como Luís Gerardo "luisiño", Daniel "poinpoin", Arley, Jorge, Oscar, Johanna, Carlos Oviedo, etc.... en especial al Ing. Jerson Quiceno, y David Silva por ayudarme a conseguir esta practica.

A la empresa metalizadora del Oriente Ltda., al Señor Rafael Rivero Rojas, la Doctora Martha Rivero, a la asistente Johanna Osorio, Santiago y demás personal, los cuales me brindaron su amistad y enseñanza.

A la niña más especial, Mayerli Ríos, por estar junto a mí en los momentos más tristes y alegres de mí existencia.

Y muy en especial a Anderson, ya que en el poco tiempo que lo conocí, su ejemplo de vida me enseñó a nunca rendirme frente a las adversidades que se me presenten, por el contrario, su espíritu de superación a tan escasos años de edad, inspiró en mi un sentimiento de lucha y ganas de salir adelante.

"El hombre sólo puede ser hombre mediante la educación."

Immanuel Kant

CONTENIDO

	PÁG.
INTRODUCCIÓN	17
JUSTIFICACIÓN	18
1. OBJETIVOS	19
1.1 OBJETIVO GENERAL	19
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA	20
2.1 VISION INSTITUCIONAL	20
2.2 MISION INSTITUCIONAL	20
2.3 RESEÑA HISTORICA	20
2.4 ACTIVIDAD ECONOMICA	21
2.5 PRODUCTOS Y SERVICIOS	22
2.5.1 Servicios de Metalmecánica	22
2.5.2 Productos	22
2.5.3 Servicios de Mecánica	22
2.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL	23
2.7 DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA	24
2.8 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	24
2.9 ANTECEDENTES	24
3. MARCO TEÓRICO	25
3.1 RECOPIACIÓN DE DATOS	25
3.2 DISEÑO DE INGENIERÍA DE ELEMENTOS	26
3.3 UTILIZACIÓN DE SOFTWARE -CAD- EN EL DISEÑO DE PARTES	26
4. TRABAJO DE CAMPO	28
4.1 ELEMENTOS DE EQUIPOS FABRICADOS.	28
4.1.1 DISEÑO PARTES AGROINDUSTRIALES	28
4.1.1.1 Empresa Cliente No. 1	28
4.1.1.1.1 Rodillo y Peine para Cortador de Harina	28
4.1.1.1.2 Empresa Cliente No. 2	29
4.1.1.1.2.1 Engranaje Helicoidal Doble	29
4.1.1.1.3 Empresa METALIZADORA DEL ORIENTE Ltda. Cliente No. 3	31
4.1.1.1.3.1 Bomba Centrífuga o de Precarga	31
4.1.1.1.3.2 Patín para Bomba Centrífuga o de Precarga	33
4.1.1.1.4 Empresa Cliente No. 4.	34

4.1.1.4.1	Ventilador Para La Caldera	34
4.1.2	DISEÑO PARTE HIDROCARBURO	36
4.1.2.1	Empresa Cliente No. 5.	36
4.1.2.1.1	Diseño del "Compound" para la Bomba 1000C	36
4.1.2.1.1.1	Piñones del "Compound"	38
4.1.2.1.1.2	Housing para "Compound" de la Bomba 1000C	39
4.1.2.1.1.3	Partes que conforman el "Compound" para la bomba 1000C	41
4.1.2.1.1.3.1	Eje del "Compound"	42
4.1.2.1.1.3.2	Portabalinera & Tapa	42
4.1.2.1.2	Piezas de uniones para la Bomba 1000C	44
4.1.2.1.2.1	Brida de alta presión (5000 Psi)	44
4.1.2.1.3	Patín para el sistema de bombeo de lodo	45
4.1.2.1.3.1	Patín	46
4.1.2.1.3.2	Plataforma rodante y Cuello de Ganso para el patín	47
4.1.2.1.3.3	Soportes para el patín de la Bomba de lodo	48
4.1.2.1.3.3.1	Ubicación en el patín	49
4.1.2.1.4	Mantenimiento de la bomba de lodo 1000C	49
4.2	LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN TÉCNICA Y DE INGENIERÍA	52
4.3	REGISTRO EN LA BASE DE DATOS	52
5.	DISEÑO DE ELEMENTOS DE INGENIERÍA.	53
5.1	INDUSTRIA DE HIDROCARBUROS	53
5.1.1	EJEMPLO APLICADO PARA EL DISEÑO DE INGENIERÍA	53
5.1.1.1	REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE PARA DISEÑO	53
5.1.1.2	PROBLEMÁTICA	53
5.1.1.3	DISEÑO PRESENTADO	54
5.1.1.3.1	Propuesta A	54
5.1.1.3.2	Propuesta B	55
5.1.1.3.3	Propuesta C	56
5.1.1.3.4	Caja para la Transmisión	57
5.1.1.3.4.1	Partes de la caja doble Transmisión	60
5.1.1.3.5	"Compound"	64
5.1.1.3 5.1	Partes que conforma el "Compound".	65
5.1.1.4	PRODUCTO TERMINADO.	68
5.1.2	EJEMPLO APLICADO DERIVADO DE UNA VISITA	68
5.1.2.1	REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE PARA DISEÑO	69
5.1.2.2	PROBLEMÁTICA	69
5.1.2.3	DISEÑO PRESENTADO	70
5.1.2.4	PRODUCTO TERMINADO.	71
6.	VISITAS INDUSTRIALES	72
6.1	ELECTRIFICADOTA DE SANTANDER S.A. ESSA	72
6.2	CDMB	72
6.3	ITACOL	73

6.4	PETROSANTANDER.	74
	CONCLUSIONES	76
	BIBLIOGRAFÍA	77
	GLOSARIO	78
	ANEXOS	97

LISTADO DE FIGURAS

		PAG.
Figura 1.	Estructura Organizacional de Metalizadora del Oriente Ltda.	23
Figura 2.	Rodillo y Peine para Cortadora de Harina.	29
Figura 3.	Interior de la Bomba de Lodo.	29
Figura 4.	Sólido del Engranaje Helicoidal.	31
Figura 5.	Sólido de la Bomba Centrífuga.	32
Figura 6.	Sólido de la Bomba Centrífuga con sus Partes.	32
Figura 7.	Sólido del Patín para la Bomba Centrífuga.	33
Figura 8.	Sólido del Ventilador para la Caldera.	35
Figura 9.	Sólido Piñón Conductor.	37
Figura 10.	Sólido Piñón Conducido.	37
Figura 11.	Sólido del "Housing".	40
Figura 12.	Sólido del "Compound".	40
Figura 13.	Sólido del Housing en Corte.	41
Figura 14.	Eje para el "Compound".	42
Figura 15.	Sólido Portabalinera.	43
Figura 16.	Sólido Tapa Portabalinera.	43
Figura 17.	Sólido del "Manifold".	44
Figura 18.	Sólido de la Brida para Alta Presión.	44
Figura 19.	Ubicación de los Equipos en el Patín.	46
Figura 20.	Sólido de la Estructura del Patín.	46
Figura 21.	Equipo de Bombeo de Lodo.	47
Figura 22.	Plataforma rodante y Cuello de Ganso.	47
Figura 23.	Sólido del Soporte para el Patín.	48
Figura 24.	Elementos del Soporte.	48
Figura 25.	Ubicación de los Soportes en el Equipo.	49
Figura 26.	Parte Interna de la Bomba de Lodo.	50
Figura 27.	Sólido del Cilindro.	51
Figura 28.	Sólido de la Camisa.	51
Figura 29.	Sólido de la Tuerca de Presión.	51
Figura 30.	Sólido del vástago del embolo (Piston Rod).	51
Figura 31.	Propuesta A.	54
Figura 32.	Propuesta B.	55
Figura 33.	Propuesta C.	56
Figura 34.	Transmisión.	57
Figura 35.	"Compound".	57

Figura 36.	Caja Doble Transmisión.	57
Figura 37.	Housing del "Compound".	57
Figura 38.	Tipo de Piñones.	58
Figura 39.	Dimensiones de la Caja para la Transmisión Doble.	59
Figura 40.	Piñones del Eje Central de la Transmisión.	59
Figura 41.	Corte de la Caja para la Transmisión Doble.	60
Figura 42.	Caja para la Transmisión "Explosión".	60
Figura 43.	Eje Izquierdo para la Caja de Transmisión Doble.	61
Figura 44.	Eje Derecho para la Caja de Transmisión Doble.	61
Figura 45.	Eje Central para la Caja de Transmisión Doble.	61
Figura 46.	Piñones Laterales para la Caja.	62
Figura 47.	Piñones Centrales de la Caja.	62
Figura 48.	Portabalinera y Tapa para la Caja.	63
Figura 49.	Housing del "Compound".	64
Figura 50.	Corte del Housing para el "Compound".	65
Figura 51.	Explosión del "Compound".	65
Figura 52.	Eje del "Compound".	66
Figura 53.	Piñón Conductor del "Compound".	66
Figura 54.	Portabalinera y Tapa Polvo.	66
Figura 55.	Piñón Conducido.	67
Figura 56.	Cubo (Hub) para Eje del Piñón Conducido.	67
Figura 57.	Cubo (Hub) de la araña (Spider).	68
Figura 58.	Araña "Spider" del Embrague Neumático.	68
Figura 59.	Embrague Neumático.	68
Figura 60.	Sólido del Nuevo diseño de Acople con laminillas (Shim.)	70
Figura 61.	Sólido del Nuevo Acople para la Bomba No. 1.	70
Figura 62.	Sólido del Nuevo Acople para la Bomba No. 2.	70
Figura 63.	Laminillas (Shim)	71
Figura 64.	Sólido del Cojinete Diseñado.	75
Figura 65.	Partes del Cojinete.	75

LISTADO DE IMAGENES

	PAG.	
Imagen 1.	Engranaje helicoidal doble.	30
Imagen 2.	Bomba Centrifuga.	33
Imagen 3.	Patín para la Bomba Centrífuga Ensamblado.	34
Imagen 4.	Desgaste del Ventilador.	35
Imagen 5.	Ventilador terminado.	36
Imagen 6.	Bomba de Lodo.	36
Imagen 7.	Relación interna de la Bomba de Lodo.	37
Imagen 8.	Piñón Conductor.	39
Imagen 9.	Piñón Conducido.	39
Imagen 10.	Housing Seccionado.	40
Imagen 11.	Ubicación en el Patín del Sistema de Bombeo de Lodo.	41
Imagen 12.	Portabalinera.	43
Imagen 13.	Tapa Portabalinera.	43
Imagen 14.	Eje del"Compound".	43
Imagen 15.	Brida de alta presión.	45
Imagen 16.	Plataforma rodante	48
Imagen 17.	Cuello de Ganso.	48
Imagen 18.	Montaje en el Equipo.	51
Imagen 19.	Transmisión Terminada.	63
Imagen 20.	"Compound" Terminado.	67
Imagen 21.	Equipo de Bombeo de Lodo Ensamblado.	68
Imagen 22.	Poso Abanico 21.	69
Imagen 23.	Piñón del Eje de la Bomba No. 1.	69
Imagen 24.	Piñón del Eje de la Bomba No. 2.	69
Imagen 25.	Acople con (Shim)" Terminado.	71
Imagen 26.	Vactor.	73
Imagen 27.	Rodillo.	73
Imagen 28.	Partes Críticas del Rodillo.	74
Imagen 29.	Balancín.	74
Imagen 30.	Cojinete Averiado.	74

LISTADO DE PLANOS

		PAG.
Plano 1.	Rodillo	81
Plano 2.	Peine para cortador de harina	81
Plano 3.	Engranaje Helicoidal doble	82
Plano 4.	Bomba Centrifuga o de precarga	82
Plano 5.	Patín para Bomba Centrifuga	84
Plano 6.	Ventilador para la Caldera	84
Plano 7.	Piñón conductor	85
Plano 8.	Piñón conducido	85
Plano 9.	Housing para el "Compound"	86
Plano 10.	Corte del Housing para el "Compound"	86
Plano 11.	Eje para el "Compound"	87
Plano 12.	Portabalinera	87
Plano 13.	Tapa portabalinera	88
Plano 14.	Brida para alta presión para el tubo múltiple (Manifold)	88
Plano 15.	Patín para el montaje de la Bomba de lodo	89
Plano 16.	Plataforma rodante (Dolly)	89
Plano 17.	Cuello de Ganso (Gooseneck)	90
Plano 18.	Soporte	90
Plano 19.	Cilindro	91
Plano 20.	Camisa del cilindro	91
Plano 21.	Tuerca para la camisa	92
Plano 22.	Vástago del embolo	92
Plano 23.	Montaje del equipo completo.	93
Plano 24.	Acople para Bomba.	93
Plano 25.	Laminillas (Shim.)	94
Plano 26.	Acople con laminillas (Shim)	94
Plano 27.	Base del cojinete	95
Plano 28.	Eje, rodamientos y tapa polvo	95
Plano 29.	Seguros	96
Plano 30.	Parte superior	96

LISTADO DE TABLAS

		PAG.
Tabla 1.	Piñones para la Transmisión de la Bomba de Lodo 1000C	39
Tabla 2.	Partes para la Bomba de Lodo 1000C	50

LISTADO DE ANEXOS

Anexo 1.	Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.	PAG. 97
Anexo 2.	Tabla de capacidad	98

RESUMEN

El Diseño de Ingeniería se puede definir, como “el proceso de aplicar las diversas técnicas y los principios científicos, con el objeto de definir un dispositivo, un proceso, o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización”¹.

Es precisamente sobre este concepto, que en la actualidad, las empresas que se desempeñan en el área de metalmecánica, han reunido esfuerzos en la prestación de servicios de rectificación, reconstrucción, mantenimiento, fabricación e invención de algunas piezas, con la finalidad de satisfacer al cliente.

Por lo anterior, el Departamento de Diseño se ha hecho fundamental en este tipo de industrias, ya que sobre la misma descansa la responsabilidad en la elaboración de los Plano, los cuales son suministrados a los operarios del Departamento de Producción, facilitando de esta forma la fabricación de nuevas piezas.

Por ello, el desarrollo de este informe tiene básicamente dos objetivos principales. El primero es la recopilación de información de piezas que han sido suministradas por las empresas clientes, las cuales son plasmadas en Plano por medio de un software de “Diseño Asistido por Computador” –CAD-, para luego ser almacenadas en una Base de Datos, y el segundo, que tiene como finalidad la minimización de tiempo y costos por medio de la generación de proyectos, consistentes en suministrar diseños de piezas innovadoras que cumplan con los estándares internacionales de calidad ISO 9001.

Dentro del mismo, se encontrará la descripción de actividades desarrolladas en la fabricación de repuestos de piezas para la prevención de fallas en el Sector Agroindustrial y de partes que conforman los sistemas de Bombeo de Lodo, (piñones, engranajes, ejes, transmisiones, elementos de acople, entre otros), del sector de hidrocarburos.

¹Elementos de Máquinas, Bernard J. Hamrock, Pág. 3

ABSTRACT

Engineering design can be defined as "the process of applying many techniques and scientific principles, in order to define a device, process or system with enough detail to allow its realization".

It is just about this concept that nowadays, the enterprises involved in metalmechanic area have gathered efforts in the rectification, remaking and maintenance service delivering, building and invention of some pieces with the goal of satisfying the customer.

Therefore, Design Department has become fundamental in this kind of industries, because the responsibility in the elaboration of planes, which are supplied to the Production Department operators in order to make easy the elaboration of new pieces.

Hence, the development of this report has basically two main goals. The first one is the information gathering about pieces that have been supplied by the customer-enterprises, which are translated in a planes using a Computer Aided Design software -CAD-, to can store them in databases; and the second one has as its objective the minimization of time and costs through project generation, being aware in supplying innovator pieces designs that meet with the international standards of quality ISO 9001.

Inside of the report, it will be find the description of activities developed in the spare part elaboration to the prevention of failures in the agro-industrial sector and the parts that conform the mud pumping systems, (Pinions, gears, axles, transmissions, elements of coupling, among others) of the hydrocarbures sector.

INTRODUCCIÓN

El manejo y organización de la información es una de las principales herramientas a la hora de fabricar piezas. Hoy en día, todas las empresas que prestan servicios de metalmecánica o rectificado de las mismas, requieren de infinidad de Plano y diseños que sirven de ayuda e interpretación para la producción, estos Plano son realizados por medio de software CAD, para facilitar y modelar los diferentes diseños.

Metalizadora del Oriente Ltda. en busca de mejorar notablemente su producción y calidad de servicio, ha venido implementando una base de datos de los diseños e imágenes fotográficas de trabajos que se han realizado; con el fin de tener un registro sistematizados de los Plano fabricados a las empresas clientes. Desde hace más de un año (1 año) por motivo de la certificación ISO 9001, ha estado en constante cambio, optimizando el departamento de diseño, utilizando los lineamientos establecidos en la organización, para lograr nuevamente de esta forma la certificación con la norma de calidad.

De esta manera, los principales objetivos a cumplir durante el desarrollo de la práctica, fueron reconstruir información importante sobre piezas elaboradas por la empresa que no quedaron debidamente documentadas y participar de manera activa en el proceso de diseño en diferentes proyectos de estudio y evaluación de soluciones practicas a problemas en los procesos de producción, para así posicionar el departamento de diseño en la empresa, permitiendo simultáneamente al estudiante en practica adquirir importantes conocimientos teóricos y empíricos en el ámbito de la instrumentación y diseños.

La metodología seguida durante el desarrollo de las actividades, estuvo orientada al aprendizaje, análisis y mejora en los diseños de las piezas (materiales), siendo plasmados en Plano y registros fotográficos, actualizando de esta forma la base de datos con la información de las empresas clientes.

El desarrollo del presente informe contempla seis capítulos, en los cuales los primeros tres capítulos pretenden familiarizar a los lectores con la empresa Metalizadora del Oriente Ltda. En cuanto a los siguientes capítulos nos permite visualizar la importancia del departamento de diseño de elementos en una empresa metalmecánica, como es la recopilación de datos, y diseño de nuevas piezas. Asimismo, se tiene cuidado de correlacionar la teoría y la practica, utilizando datos de catálogos de fabricantes.

JUSTIFICACIÓN

Hoy en día, toda empresa hace uso de sus mejores estrategias administrativas, financieras y organizacionales, con el fin de ser más competitivas en los diferentes mercados. Es por ello que Metalizadora del Oriente ha implementado en sus procesos el mejoramiento continuo, basados en la norma de calidad ISO 9001, específicamente en su Departamento de Diseño.

La importancia de implementar un sistema de calidad según normas ISO 9001, radica en que es un primer paso hacia un “sistema de calidad total” y la excelencia empresarial, por ello es sinónimo de beneficios asociados al incremento de la productividad, a la reducción de costos de producción, así como a la disminución de tiempos de operaciones. A nivel interno, se consigue una estructura de trabajo bien definida, donde se fomenta y desarrolla la autodisciplina.

El Departamento de Diseño, ha hecho uso de estos métodos y procesos que constituyen un instrumento de cambio y mejoramiento. La meta principal es continuar desarrollando diseños de maquinarias y partes, según los estándares internacionales, con lo que se busca que las Empresas Clientes, soliciten productos y servicios en el mercado nacional.

Y con lo anterior, se tomó la decisión de crear una Base de Datos con las diferentes solicitudes realizadas, la cual compila los múltiples proyectos digitalizados que se han desarrollado en los últimos siete (7) años por medio del software CAD. El objetivo principal consiste, en clasificar los diseños según las Empresas Clientes, de esta forma si existen solicitudes futuras, Metalizadora del Oriente al poseer el historial de todos los datos técnicos de la máquina o pieza, podrán fabricarla o modificarla en el menor tiempo posible, teniendo en cuenta los costos y el tiempo que implicaría si las piezas fuesen importadas.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Apoyar al Departamento de Diseño de la Empresa Metalizadora del Oriente Ltda., en la Ampliación y Mejoramiento de la Base de Datos de Información, Plano y Diseños de Partes, en los sectores Agroindustriales y de Hidrocarburos, según la norma de calidad ISO 9001 y así suministrar soluciones a las necesidades internas que se presentan en el área de producción.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información de ingeniería de elementos de piezas fabricadas por la empresa en los últimos 5 años, para maquinaria del sector Agroindustrial y de Hidrocarburos, por medio del software CAD, introduciéndola y tabulándola en la Base de Datos de la empresa.
- Participar en el diseño de elementos de maquinas para el sector agroindustrial y hidrocarburos, elaborando y entregando Plano de prediseños para aprobación, Plano definitivos e ingeniería de detalle como por ejemplo ensambles.

2. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

METALIZADORA DEL ORIENTE LTDA, Organización privada Colombiana dedicada a la prestación de servicios comerciales y fabriles de naturaleza Metalúrgica, Mecánica y Metalmecánica, así como la explotación de los ramos industriales acordes con su especialidad y comprometidos con el avance tecnológico para brindar nuevos productos; productos de calidad total, a precios competitivos, para satisfacer la demanda.

2.1 VISION INSTITUCIONAL

Llevar nuestra empresa a un nivel de carácter internacional, comercializando una serie de diseños propios que nos permitan obtener la capacidad de dar soluciones únicas a nuestros clientes, junto con una gran infraestructura en producción metalmecánica para entregar productos de excelente calidad, orientando nuestros esfuerzos además a maximizar la vida útil del METAL y mejorar cada vez la relación costo - beneficio en pro de nuestros clientes.

2.2 MISION INSTITUCIONAL

METALIZADORA DEL ORIENTE LTDA, Organización que atendiendo las entidades gubernamentales, los sectores industriales, los particulares, el mercado nacional y prioritariamente las necesidades de nuestros clientes, mediante soluciones globales de servicio que se sustentan en la integración de recursos humanos altamente calificados y de tecnología avanzada busca ser el mejor aliado de nuestros clientes brindando asesoramiento y soluciones de alto valor frente a sus necesidades, cumpliendo efectivamente con los compromisos adquiridos con los proveedores y participando en el mercado nacional generando soluciones permanentemente, creciendo y fortaleciendo el sector empresarial.

2.3 RESEÑA HISTÓRICA

La Organización METALIZADORA DEL ORIENTE LTDA, fue el resultado de las ideas progresistas y del gran esfuerzo realizado por su fundador, la organización llegó a concretarse el día 6 de noviembre de 1979 cuando se dio comienzo a las

labores, en el lugar donde se encuentra actualmente ubicada, Cra. 14 No. 16-30 Bucaramanga-Colombia.

La Organización cuenta con un personal conformado por alrededor de cuarenta y tres (43) empleados. Es preocupación de la organización que sus empleados estén adecuadamente remunerados de tal manera que les permitan satisfacer sus necesidades y que las relaciones obrero - patronales se den en un ambiente de confraternidad y respeto mutuo entre las partes.

Contamos con procesos de planeación estratégica que se revisan anualmente, con planes de presupuesto, un sistema de administración moderno con participación del personal a través de un programa de gestión de comités debidamente estructurado, programas de apoyo a nuestra gente para su capacitación.

La política de Calidad de Metalizadora del Oriente Ltda., es cumplir con los requisitos del cliente, de la industria y del público en general, entregando oportunamente Bienes y Servicios de calidad; productos respaldados con la garantía de servicio y diseño, a precios competitivos, en los plazos acordados; contando para ello con personal competente, proveedores calificados, y uso eficiente de nuestros recursos; todo esto a través del mejoramiento continuo de los procesos y la capacitación del recurso humano conforme con las regulaciones vigentes.

2.4 ACTIVIDAD ECONÓMICA

La empresa Metalizadora del Oriente Ltda. se divide en dos grandes secciones: Rectificado y Metalmecánica.

La de Rectificado esta integrada por los servicios de mecanizado y rectificado de partes automotrices, tales como cigüeñales, bielas, bloques asentamiento de válvulas, encamisado de cilindros.)

La de Metalmecánica consta de la fabricación y reconstrucción de componentes y equipos Metalmecánicos, para los sectores industriales, especialmente el sector Hidrocarburos y agroindustrial

2.5 PRODUCTOS Y SERVICIOS

2.5.1 Servicios de Metalmecánica

- Maquinado de superficies planas.
- Maquinado de cuerpos cilíndricos.
- Maquinado de todo tipo de cuñeros.
- Maquinado de piñonería recta.
- Diseño, fabricación y reparación de maquinas y equipos industriales.
- Servicio de alesadora - fresadora de precisión.
- Servicio de soldadura y ensamble.

2.5.2 Productos

- Pistones para motores reciprocantes.
- Culatas para motores reciprocantes.
- Torres de bajo para Isuzo.
- Múltiples.
- Vagonetas.
- Chasis.
- Chumaceras.
- Codos para múltiples de escape motores.
- Cigüeñales sobre Plano para compresor.
- Cojinetes en babita.
- Cartes de ford 5000.
- Cinta dentada para cigüeñales de ford 5000.
- Pistones para compresores de aire.
- Piñonería en general.
- Cigüeñales.

2.5.3 Servicios de Mecánica

- Mecanizado y Rectificado de Motores
- Partes Industriales y Automotores Diesel y Gasolina.
- Rectificación de Cigüeñales y Ejes
- Pulida de Cigüeñales y Ejes
- Enderezada de Cigüeñales y Ejes
- Ensamble de Cigüeñales Fuera de Borda
- Metalización de Cigüeñales y Ejes

- Encamisar Bloque
- Rectificar Bloques
- Cambio Bujes Eje de Levas
- Rectificar Bancada
- Circular Bielas
- Embujar Bielas
- Rectificar Asientos
- Instalar Guías
- Rectificar Guías
- Rectificar Válvulas
- Cepillar Culata
- Prueba Hidrostática

2.6 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

En la figura 1, se hace referencia a la estructura y organización actual de la Empresa Metalizadora del Oriente.

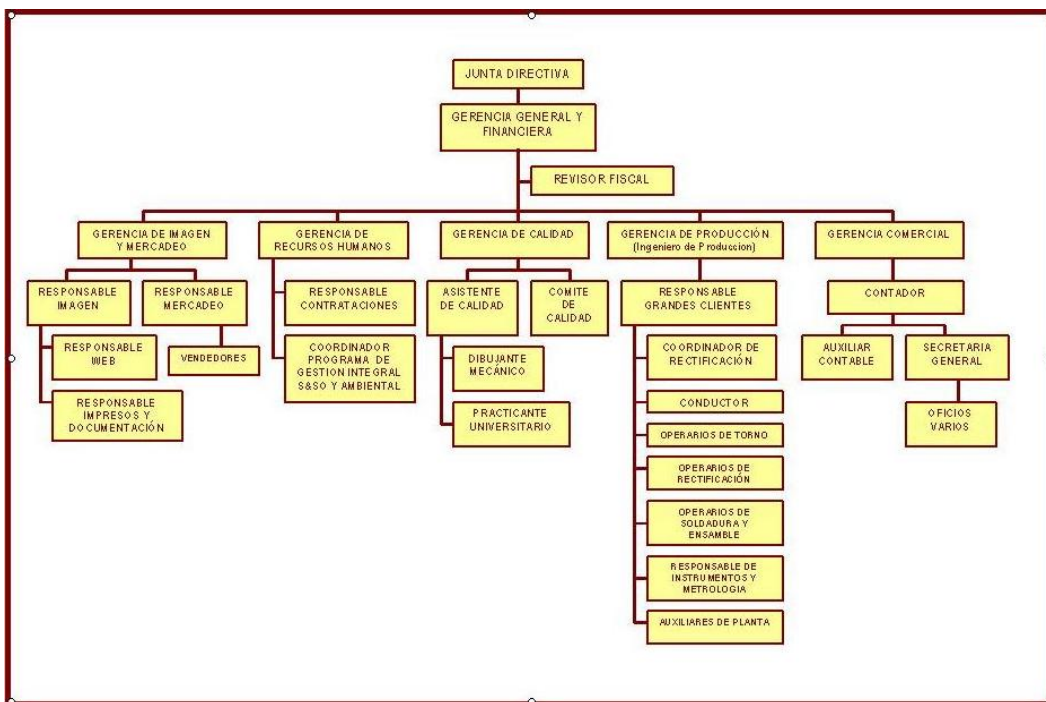


Figura 1. Estructura Organizacional de Metalizadora del Oriente Ltda. Copyright M.O. Ltda.

2.7 DIAGNOSTICO DE LA EMPRESA

Metalizadora del Oriente Ltda. Es una empresa metalmecánica que ha venido creciendo con el paso del tiempo, dándose a conocer en el departamento y en país por su confiabilidad, seriedad y con certificado de calidad en sus trabajos. Esta empresa tiene como objetivo la Fabricación de componentes y equipos Metalmecánicos para los sectores agroindustrial y de hidrocarburos, servicios de rectificado y mecanizado de partes automotrices, dando soluciones únicas a los clientes.

2.8 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO.

El Departamento de diseño mecánico es el encargado de almacenar, interpretar y suministrar los diferentes trabajos por medio de toma de medidas, plasmándolos en Plano y registros fotográficos, que son almacenados en la base de datos de la empresa Metalizadora del Oriente Ltda. y así ir actualizando los Plano de piezas o máquinas de las empresas clientes. Todo este trabajo se realiza en conjunto con el departamento comercial, producción y compra.

2.9 ANTECEDENTES

Metalizadora del Oriente Ltda., ha contado siempre con un departamento de diseño, el cual es parte fundamental en la empresa ya que ahí se plasma en registro de partes, medidas y tolerancias, plasmadas en imágenes (dibujos, Plano, modelo 3D, fotografías, videos, etc.) para cada producto y /o servicio, de manera que las ejecuciones futuras de los mismos sean ceñidas a ellos, se aproveche las experiencia acumulada y el conocimiento de la organización para agilizar los procesos productivos, de manera que se traduzcan en servicios mas oportunos y eficientes para nuestros clientes.

Esta Elaboración de Plano, dibujos y proyecciones en 3D, tienen como propósito de que los departamentos de comercio, producción y calidad, puedan hacer un presupuesto de los recursos necesarios para la ejecución de cada proyecto, y conforme a ellos adelantar las respectivas negociaciones o tratativas comerciales (cotizaciones) y el cierre de negocios (producción y facturas)

Para la ejecución de las tareas acá señaladas con anterioridad se deben tener en cuenta las disposiciones contenidas en el Instructivo de los consecutivos de control de Plano (dibujos, Plano, modelo 3D, fotografías , videos , etc.), I- M-004-TEC-001

3. MARCO TEÓRICO

Es curioso como el Diseño Mecánico ha evolucionado en las últimas décadas gracias a los avances de la tecnología, dando un gran salto, desde las mesas de diseño, donde todo se realizaba de forma manual con lápiz y papel, limitándose a un solo diseño, a la actualidad tecnológica, en la cual mediante la utilización de un computador y de Software especializado en el desarrollo de elementos mecánicos, se procesa la información, permitiendo la toma de decisiones respecto a la fabricación y utilización de piezas metalmecánicas, para el desarrollo de los más complejos proyectos.

Para los propósitos de este informe, se puede interpretar **Diseño**, como la transformación de conceptos e ideas en maquinaria útil, y su desarrollo se fundamenta en la Recopilación y Diseño de Ingeniería de Elementos, para los sectores Agroindustriales y de Hidrocarburos; esto con el fin de aumentar la información existente en la Base de Datos del Departamento de Diseño de la Empresa Metalizadora del Oriente, para de esta forma poder mejorarlos y agilizar los trabajos que de allí se envían al Departamento de Producción.

3.1 RECOPIACIÓN DE DATOS

Desde sus inicios, el Sector Industrial Nacional siempre presento una escasez de mano de obra calificada, ya que eran muy pocos los Ingenieros Mecánicos que podían cubrir las crecientes exigencias del mismo, en el Area de Diseño y Mantenimiento de Maquinaria y Equipos.

Debido a ello, la cultura generada consistió en hacer uso de sus máquinas hasta que dejaran de operar por el daño de alguna pieza, limitándose a cambiar las que no funcionaran en el menor tiempo posible, las piezas eran utilizadas por la empresa hasta su total desgaste, no tomando la precaución de evitar que ese desgaste conllevara al daño de otros mecanismos que dependían de estas.

Hoy en día, en los sectores Agroindustriales y de Hidrocarburos, es muy común encontrar máquinas cuyos elementos sufren algún tipo de desgaste o rupturas. Con el fin de prever estos problemas, Metalizadora del Oriente opta por copiar las piezas tomando las medidas, el material y trabajo que estas realizan, plasmando esta información en Plano que son realizados en software CAD y guardados en una Base de Datos.

Por esta razón, se toman las medidas de las piezas originales, para que cuando se requiera, se pueda tener acceso a los datos de la pieza original, con el fin de poderla reproducir a un bajo costo y en corto tiempo, frente al valor original de importación, ofrecido por el proveedor.

Y con esto se crearon unos parámetros para recolectar la información, de las diferentes piezas que eran enviadas a reproducir por parte de las Empresas Clientes, con el fin de minimizar el tiempo de entrega de las mismas, y de poder ofrecer en el mercado nacional una serie de piezas de igual calidad a las ofrecidas por otros países.

3.2 DISEÑO DE INGENIERÍA DE ELEMENTOS

En el sector de metalmecánica, el Departamento de Diseño posee una gran importancia, ya que resulta mas económico para una empresa Véase y analizar la forma como interactúan virtualmente entre sí una serie de piezas o equipos, que invertir en su fabricación, puesto que su diseño en 3D presenta el producto en su forma final. Se basa el diseño en el estudio de parámetros y el cálculo y determinación de las condiciones estáticas, dinámicas, de resistencia de materiales y procesos de manufactura de las diferentes piezas que un cliente desea para sus equipos.

3.3 UTILIZACIÓN DE SOFTWARE -CAD- EN EL DISEÑO DE PARTES

Es la principal herramienta utilizada en el Departamento de Diseño de la empresa, la cual se conoce en el medio por las siglas inglesas CAD (*Computer Aided Design*), que significan “Diseño asistido por Computador”, el cual permite el uso de un amplio rango de herramientas computacionales que asisten a los Ingenieros Mecánicos en sus respectivas actividades.

El diseño asistido por computadora, es la herramienta principal para la creación de ejes, cuñeros, rodamientos, engranajes retenedores, etc., los usos de estas herramientas varían desde aplicaciones basadas en vectores y sistemas de dibujo en 2 dimensiones (2D) hasta modeladores de Sólidos en 3 dimensiones (3D).

Con este Software se trata básicamente no solo de diseñar partes, si no además, de almacenar los diferentes datos empleados en su conformación, en la base de datos de entidades geométricas (puntos, líneas, arcos, etc.), los que se pueden operar a través de una interfaz gráfica, permitiendo diseñar en dos o tres dimensiones mediante geometría; esto es, puntos, líneas, arcos, ranuras,

superficies y Sólidos, para que en el momento en que se requieran se puedan diseñar nuevos diseños a partir de estos.

La base de datos asocia a cada entidad una serie de propiedades como color, capa, estilo de línea, nombre, definición geométrica, etc., que permiten manejar la información de forma lógica. Además pueden asociarse a las entidades o conjuntos de éstas otro tipo de propiedades como el costo, peso, material, etc., que permiten enlazar el CAD a los sistemas de gestión y producción. Además, de los modelos pueden obtenerse Plano con cotas y anotaciones para generar la documentación técnica específica de cada proyecto.

4. TRABAJO DE CAMPO

Las actividades que se desarrollaron como caso de estudio, se ven reflejadas por un porcentaje de participación del Departamento de Diseño en cada proyecto. Dependiendo de las necesidades que la empresa cliente requiera, se realiza su Plano, plasmando la información de la pieza, de una forma real, para futuros trabajos.

Por derechos de seguridad industrial se reservan los nombres de las empresas clientes.

4.1 ELEMENTOS DE EQUIPOS FABRICADOS.

Este trabajo se divide en dos sectores, la parte Agroindustrial y Hidrocarburos.

4.1.1 DISEÑO PARTES AGROINDUSTRIALES

4.1.1.1 Empresa Cliente No. 1

4.1.1.1.1 Rodillo y Peine para Cortador de Harina

El rodillo y el peine de la cortadora de harina, tienen como finalidad dividir la harina ya procesada en tiras conservando su ancho y espesor, por ser utilizadas para procesos alimenticios son fabricados en materiales como acero AISI/SAE Inoxidable 304 para el rodillo, Bronce Latón para el peine.

Estas piezas presentaban desgaste por fricción y pérdida considerables de materia prima y tiempo, debido al diseño que presentaba originalmente, el cual tenía 18 separadores en el rodillo, y 18 ranuras en el peine, con un espesor de 4,5 mm, provocando que en algunas ocasiones se aglomerara cantidades de harina y paradas innecesarias.

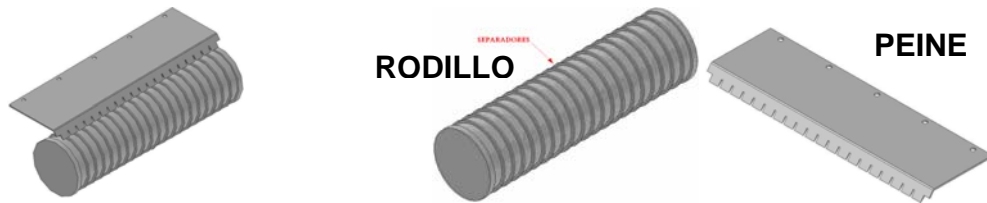


Figura 2. Rodillo y peine para cortadora de harina.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Para mejorar y evitar esta serie de problemas se realizo completamente el cálculo del nuevo rodillo y respectivo peine para la cortadora de harina, diseñando el nuevo Plano para su producción, reduciendo los separadores a un espesor (2mm), aumentando de esta forma a 19 los separadores manteniéndose la misma distancia entre ellos, además se redujo el diámetro inferior del rodillo, aumentando de esta forma la altura de los separadores (Véase Fig.2), con el fin de poder graduar en la salida espesor que se desea la harina. Respetando los materiales, la longitud y el diámetro exterior del original para su montaje en la maquina. (Véase anexo de Plano 1 y 2).

4.1.1.2 Empresa Cliente No. 2

4.1.1.2.1 Engranaje Helicoidal Doble (Espina de Pescado)

Los engranajes Helicoidales Dobles son utilizados en las Bombas de lodo, ya que tienen la ventaja de no producir empuje axial, debido a la inclinación doble en sentido contrario de sus dientes, bajo ruido y alta resistencia. Se encuentran ubicados en el cigüeñal de la Bomba, encargados de realizar el movimiento inducido por el piñón (rueda conductora) haciendo esta el papel de rueda conducida, a una relación de transmisión constante para cualquier potencia específica del fabricante, con el fin de desplazar los pistones en sus respectivos cilindros entre el punto muerto superior e inferior (Strokes). (Véase Fig.3)

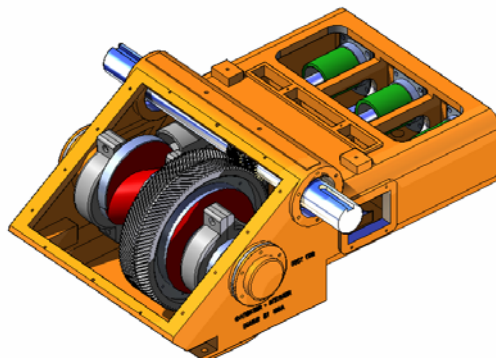


Figura 3. Interior de la Bomba de Lodo.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Este Engranaje Helicoidal Doble presentaba desgaste en la mayoría de sus dientes y por ende no se podía arreglar, (Véase imagen 1).



Imagen 1. Engranaje Helicoidal Doble.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Se determino completamente el cálculo por medio de las formulas establecidas según A.L. Casillas², tabulando los datos del engranaje Helicoidal para su fabricación (Véase Fig.4).

Cálculos para engranajes Helicoidales:

M = modulo
Ph = paso de la hélice
De = diámetro exterior
h = altura del diente
N = numero de dientes
 α = ángulo de la hélice
DP = diámetro primitivo

Datos suministrados del engranaje original a fabricar:

$$DE = 946,4mm$$

$$\alpha = 30,26^\circ$$

$$N = 111$$

Formulas

$$\text{Modulo normal } M = \frac{DE}{\left(\frac{N}{\cos\alpha} + 2\right)}$$

$$DP = N \times \frac{M}{\cos\alpha}$$

² CASILLAS, A. L Máquinas Cálculos de Taller. Madrid: España, 1977. Pág. 190.

Paso de la helice $P = DP \times \pi \times \cot g\alpha$

$$h = 2,167 \times M$$

Reemplazando en la ecuacion tenmos :

$$M = 7,25156mm$$

$$DP = 931,8969mm$$

$$Ph = 5018,095075mm$$

$$h = 17,5mm$$

Esta información que se obtuvo se plasmo en el Plano (Véase *anexo de Plano 3.*), facilitando de esta forma su respectiva fabricación. El material utilizado para la fabricación de este engranaje fue el acero AISI/SAE 4140, ya que es apto para esfuerzos de fatiga y torsión.



Figura 4. Sólido del Engranaje Helicoidal.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

4.1.1.3 Empresa METALIZADORA DEL ORIENTE Ltda. Cliente No. 3. (Mantenimiento de Equipos)

4.1.1.3.1 Bomba Centrífuga o de Precarga

Las Bombas en general son de gran importancia ya que permite que el fluido pueda ser transportado de un lugar a otro, a un mismo nivel y/o a diferentes niveles y/o a diferentes velocidades.

Las Bombas Centrifugas fundamentalmente son máquinas de gran velocidad en comparación con las de movimiento alternativo, rotativas o de desplazamiento, acopladas directamente al motor eléctrico de accionamiento, con lo que consigue que las pérdidas por transmisión sean mínimas, el fluido ingresa a ésta por el eje y sale siguiendo una trayectoria periférica por la tangente. (Véase figura. 5).

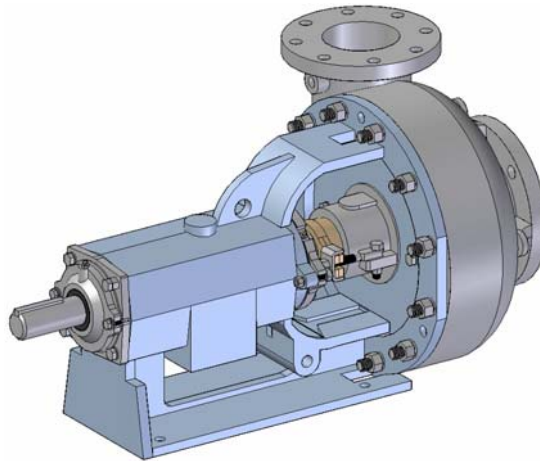


Figura 5. Sólido de la Bomba Centrifuga
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

La función de esta Bomba Centrifuga en el sector de hidrocarburos es la de alimentar constantemente las Bombas de Lodo, con el objetivo de evitar que trabaje en vacío, su accionamiento es de unos segundos antes de que se embrague el equipo, por esta razón se le conoce como de precarga.

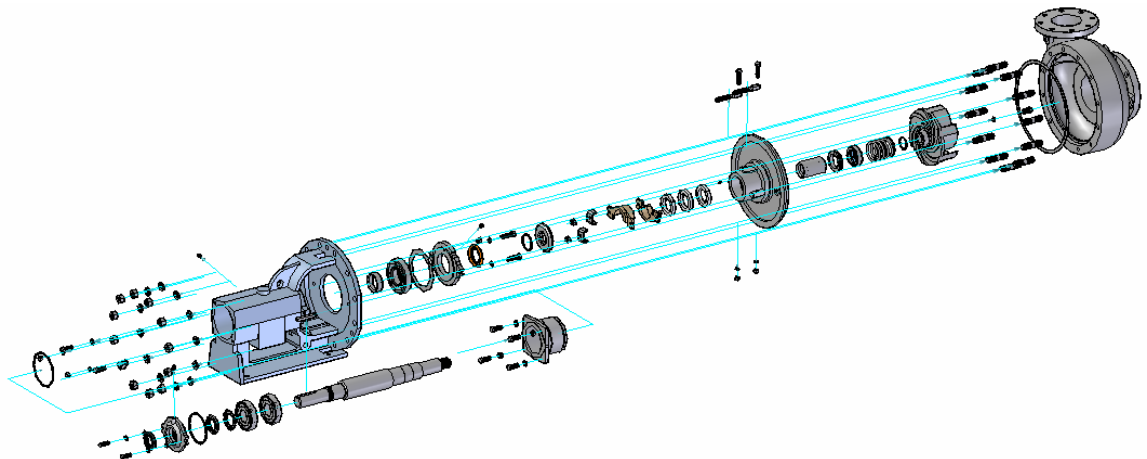


Figura 6. Sólido de la Bomba Centrifuga con sus Partes.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Por lo anterior es importante mantenerla en óptimas condiciones esta Bomba para evitar un daño mayor en el equipo, debido a su tiempo de trabajo en el sector petrolero, y al fluido que transportan (lodo de alta o baja densidad), se observaron que algunos piezas presentaban desgastes. (Véase Fig. 6).

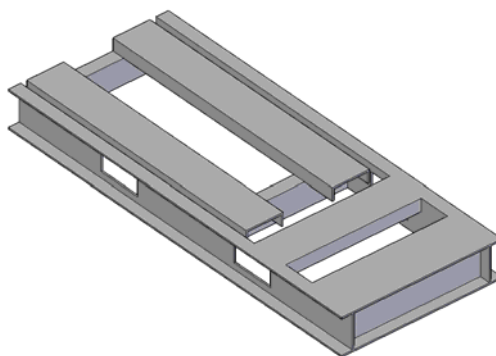
Se optó por el servicio de mantenimiento y fabricación de piezas que más sufren desgaste. Para ello fue necesario tomar medidas, el tipo de material como acero AISI/SAE 4340, acero 1020, acero 1045, fundición, Bronce para algunas piezas (Véase imagen 2) igualmente el funcionamiento de las mismas. (Véase anexo de Plano 4).



*Imagen 2. Bomba Centrífuga.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*

4.1.1.3.2 Patín para Bomba Centrífuga o de Precarga

Este Patín es el encargado de soportar la Bomba Centrífuga, con su respectivo acople hacia motor eléctrico y control, asegurando de esta forma su alineación. (Véase Fig.7.)



*Figura 7. Sólido del Patín para la Bomba Centrífuga.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*

Para la fabricación del patín teniendo definidas el tipo de vigas en C de 6 pulg. Seleccionado por el catalogo de vigas³, y las dimensiones de la Bomba Centrífuga con su motor eléctrico, permitió calcular la ubicación del equipo y diseñar la estructura del patín. (Véase imagen 3). Unidas con soldadura 6010 especial para penetración y 7018 que se utiliza para el acabado superficial. (Véase anexo de Plano 5)



Imagen 3. Patín para la Bomba Centrífuga Ensamblado
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

4.1.1.4 Empresa Cliente No. 4.

4.1.1.4.1 Ventilador Para La Caldera

El ventilador que se utilizan en las calderas es el encargado de encender los hornos por medio de tiro inducido, y a su vez expulsar las escorias (sumos) de lo que se quema.

El ventilador en este tipo de calderas tiene la misma función de un impeler en una Bomba Centrífuga con la diferencia del tipo de fluido que se suministra. Se encuentra alojado en un caracol, el cual se encuentra comunicado con la caldera (entrada) y la chimenea (salida).

³ URL:<http://www.ferrasa.com/detitem.aspx?cid=161>

Su labor es el de succionar aire por el centro del eje caracol siguiendo una trayectoria periférica por la tangente y expulsarlo por el conducto de la chimenea (Véase *Fig. 8*).

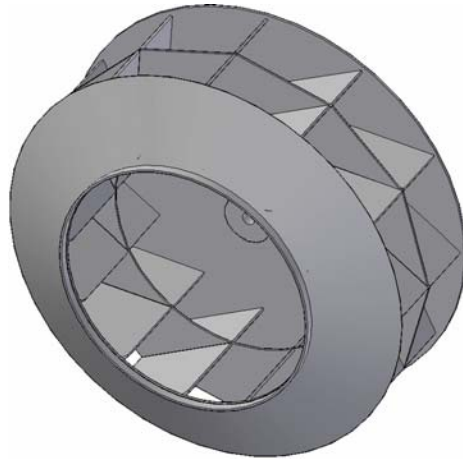


Figura 8. Sólido del Ventilador para la Caldera
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

El ventilador presentaba un desgaste considerable en los alabes y en la cara interna donde choca el flujo de aire; esto debido a las escorias (sumos) producidas por la caldera (Véase *imagen 4*.)

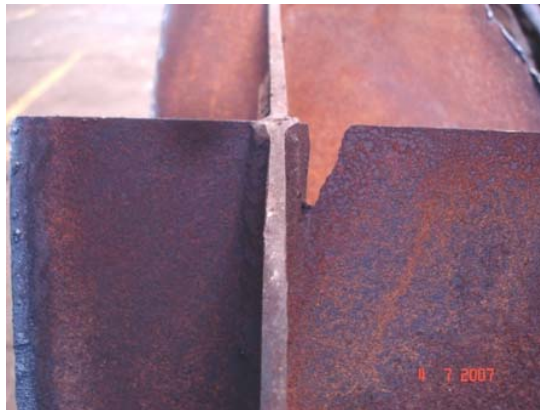


Imagen 4. Desgaste del Ventilador
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Para la fabricación se tomaron los Plano del ventilador original de todas sus partes, como fue la cantidad de alabes con su respectivo ángulo de inclinación, diámetros, distancias entre discos, para asegurar que el ventilador de la caldera funcione bien con la cantidad de aire que se succiona, (*Imagen 5*.) para su

fabricación se utilizó acero AISI/SAE 1045 en lámina por su resistencia a ruptura y abrasión, y por último el balanceo con el fin de equilibrar el peso de la misma por posibles irregularidades de las aspas o discos. (Véase anexo de Plano 6).



Imagen 5. Ventilador terminado
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

4.1.2 DISEÑO PARTE HIDROCARBUROS

4.1.2.1 Empresa Cliente No. 5.

4.1.2.1.1 Diseño del “Compound” para la Bomba 1000C

El “Compound” en una bomba de lodo (Véase imagen 6), tiene como finalidad transmitir el Torque desde el eje del embrague que es el mismo del cigüeñal del motor, al eje de la Bomba de lodo.



Imagen 6. Bomba de Lodo
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Para este caso, el “Compound” se diseñó desde cero, ya que en la empresa metalizadora del Oriente Ltda. se han fabricado a otros tipos de Bombas de Lodo como es la firma Gardner Denver® entre otras.

Para la construcción de este diseño, fue necesario saber la distancia exacta del eje principal de la bomba, con respecto al piso y la distancia con respecto al eje del cigüeñal del motor.

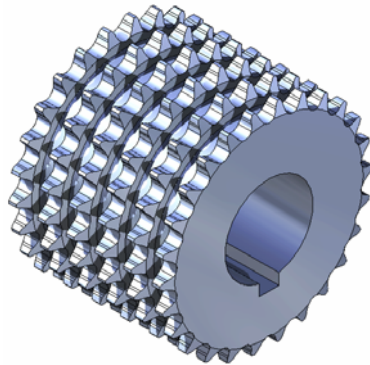


Figura 9. Sólido Piñón Conductor
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

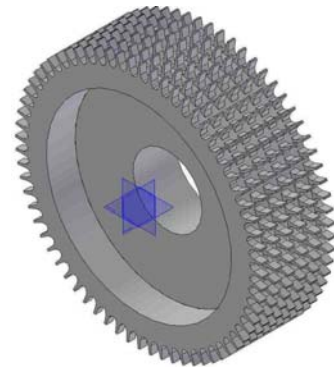


Figura 10. Sólido Piñón Conducido
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Teniendo claro lo anterior se prosigue a seleccionar la relación de piñones, ya que son los encargados de transmitir la potencia del cigüeñal del motor de combustión interna (conductor, Véase Fig. 9), al eje de la Bomba de Lodo (conducido, Véase Fig. 10); para esto se requirió la relación interna de la Bomba de Lodo (Véase imagen 7), suministrada por el fabricante, cantidad de carreras (Strokes por minuto) de la Bomba y las rpm del motor. De esta forma se determinó relación entre la bomba y el motor. Cálculos y procedimientos protegidos por el Derecho del “Know How” Metalizadora del Oriente Ltda⁴. Obteniendo una la relación de 2,6:1 el el “Compound”.



Imagen 7. Relación interna de la Bomba de Lodo
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

⁴ Anexo 1. Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

4.1.2.1.1 Piñones del “Compound”

Establecida la relación de transmisión que debe haber entre el motor y la Bomba de Lodo, se prosigue a buscar en el catalogo de transmisión⁵, los piñones adecuados de la siguiente forma:

El diámetro del eje del motor es decir del eje en que va montado el piñón conductor. Este dato resulta de vital importancia pues muy frecuentemente se escoge un piñón tan pequeño que no admite el agrandado del hueco hasta darle el diámetro necesario para que entre el eje.

También es importante resaltar el tipo de fuerza a transmitir, posición de la transmisión, la distancia entre centro de los ejes.

La cantidad de hileras y el paso de la cadena de los piñones son determinada por la potencia y la rpm suministrada por el motor así:

Datos del motor Caterpillar 379@:

Potencia: 650HP

Giro: 1000 rpm

Por medio de un factor que depende de la cantidad de hileras del piñón se halla el paso de la cadena, de esta forma:

No. DE HILERAS	FACTOR
2	1.7
3	2.5
4	3.3
5	3.9
6	4.9

Para este tipo de piñones se utilizo de 6 hileras reduciendo la potencia motor a:

Potencia: 132,65 HP

Encontrando en la tabla de capacidad⁶, se determino que para 1000rpm y a una potencia 132,65 HP (factor de 4.9), el paso de la cadena es de 1 ½” y el numero de dientes del piñón conductor es de 32. También nos indica que el tipo de lubricación para este sistema debe ser tipo chorro.

Al principio los piñones presentaron en sus dientes un desgaste debido a que la cadena entraba ajustada, lo que provocaba que esta se frenara y por ende se rompiera. Por ello se opto por investigar tolerancias para su rediseño, maquinando el ancho y ángulo de las hileras de dientes.

⁵ Transmisión de potencia por cadenas de rodillo Tercera Edición Pág. 32

⁶ Anexo 2 Tabla de capacidad.

TABLA 1. PIÑONES PARA LA TRANSMISIÓN DE LA BOMBA DE LODO 1000C

PIEZA	OBSERVACIÓN	MATERIAL	IMAGEN	PLANO
Piñón Conductor	El piñón conductor (6 hileras), es el encargado de enviar la potencia generado por el motor de combustión interna por medio de una cadena hacia la bomba de lodo.	acero AISI/SAE 1045 utilizado por su dureza y tenacidad	Véase imagen 8	Véase Plano 7
Piñón conducido	El piñón conducido (6 hileras) es el encargado de recibir la potencia generada por el motor a través de la cadena al eje de la Bomba la Bomba.	acero AISI/SAE 1045 utilizado por su dureza y tenacidad	Véase imagen 9	Véase Plano 8



Imagen 8. Piñón Conductor.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.



Imagen 9. Piñón Conducido.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

4.1.2.1.1.2 Housing para “Compound” de la Bomba 1000C

Determinando el diámetro exterior y el número de dientes tanto del piñón del motor (*conductor*), como el de la Bomba de Lodo (*conducido*), se diseña el housing para “Compound”.

Su altura se establece fijando un diámetro más grande al del piñón conducido, (Véase Fig. 11) con el fin de facilitar el montaje del piñón y la cadena dentro del “Compound”, (Véase Fig. 12.) Al igual que la altura su ancho se establece por las dimensiones de los piñones, dependiendo de la cantidad de hileras.

Para su fabricación se utilizo lámina de acero AISI/SAE 1020 calibre 5/8” debido a su gran tamaño, puesto que para otros “Compound” se utilizaban de un calibre 1/2”. (Véase anexo de Plano 9.)

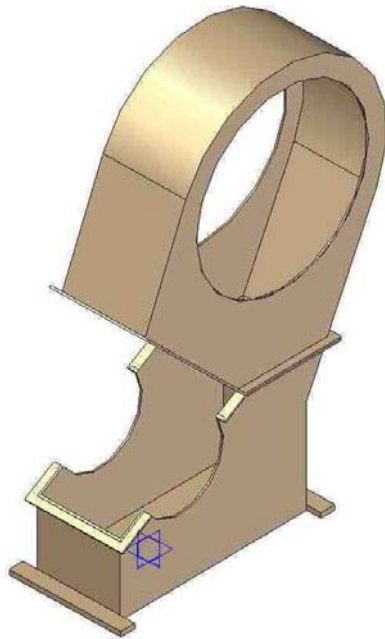


Figura 11. Sólido del Housing
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

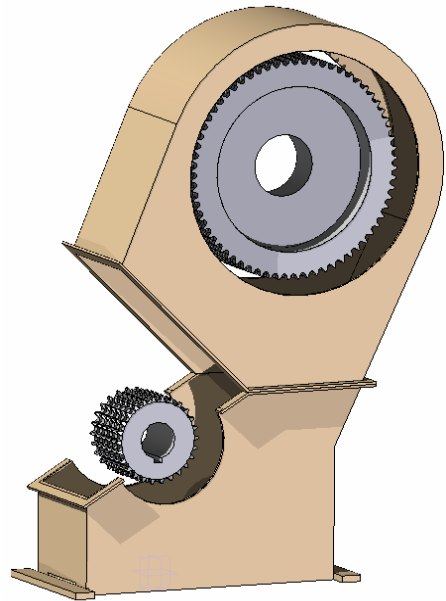


Figura 12. Sólido del "Compound"
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Por motivo del tamaño de la Bomba 1000C, se presentó un inconveniente con respecto a la forma de transportarla, estando obligada a la Empresa Cliente a desmontarla del equipo, cada vez que se trasladara por vías nacionales, de esta forma, forzando también a desmontar el "Compound" (piñón conducido, cadena, etc.) del patín, perdiendo tiempo y dinero, cada vez que se utilice el equipo.



Imagen 10. Housing Seccionado.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Se rediseñó el Housing del “Compound”, seccionándolo por la mitad, y estando unidos por pernos grado 8 (Véase imagen 10), de esta forma lo único que se soltaría sería los pernos de unión y la cadena, permaneciendo siempre alineados los ejes del motor y la Bomba de Lodo al montarlo en el equipo). (Véase Fig. 13 e anexo de Plano 10). Estando ubicado Housing del “Compound”, en el equipo de bombeo de lodo como se muestra en la Imagen 11.

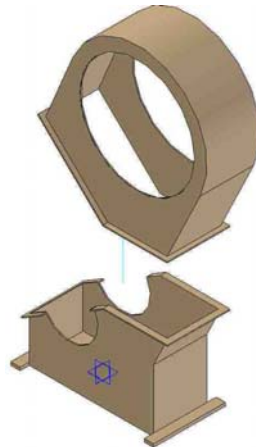


Figura 13. Sólido del Housing en Corte
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.



Imagen 11. Ubicación en el Patín del Sistema de Bombeo de Lodo.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

4.1.2.1.1.3 Partes que conforman el “Compound” para la Bomba 1000C

Para este tipo de “Compound”, fue necesario diseñar las partes que lo componen como son el eje del piñón, portabalineras y tapa portabalineras.

4.1.2.1.1.3 .1 Eje del “Compound”

El eje del “Compound” es el encargado de recibir el torque generado del motor y entregarlo a la bomba por medio de los piñones. (Fig. 14).

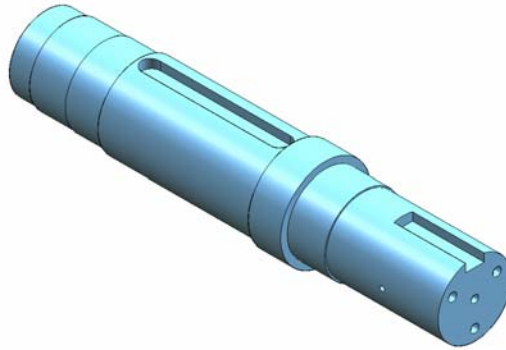


Figura 14. Eje para el “Compound”
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Para el diseño de este eje, fue necesario tener definido la distribución del equipo, como la distancias desde el extremo eje del motor con su respectivo embrague neumático el cual tiene la finalidad de transmitir el movimiento del cigüeñal del motor al eje del “Compound” hasta el housing del “Compound” (anchor, Véase imagen 14.). Otra medida fundamental en este diseño fueron sus diámetros y selección de rodamientos para la fabricación del Plano. (Véase Plano 11). Se utilizo Acero AISI/SAE 4340 por su gran templeabilidad y tenacidad, con tratamiento térmico.

Metalizadora del Oriente se abstiene de cálculos y procedimientos por el derecho del know How, según disposiciones de la ley 23 de 1982⁷, (Véase anexo 1),

4.1.2.1.1.3 .2 Portabalinera & Tapa

La portabalinera, como lo dice su nombre, tiene como objetivo soportar los rodamientos, permitiendo que el eje gire libremente. (Fig. 15.), mientras que la tapa de la portabalinera se encarga de mantener ajustado el rodamiento y junto con el retenedor evitar fugas de aceite en el sistema y entrada de impurezas. (Fig. 16)

⁷ Ley 23 de Enero 28 de 1982, DERECHOS DE AUTOR
<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=3431>

Para el diseño de las portabalineras (Véase *Plano 12*) con su respectiva tapa (Véase *Plano 13*), se partió de los diámetro del eje del "Compound", y las dimensiones y ajustes del rodamiento. Su material Acero AISI/SAE 1020 ya que no esta sometido a fuertes esfuerzos mecánicos (platina). (*Imágenes 12, 13 y 14.*)

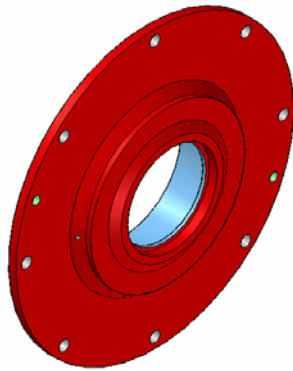


Figura 15. Sólido Portabalinera
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

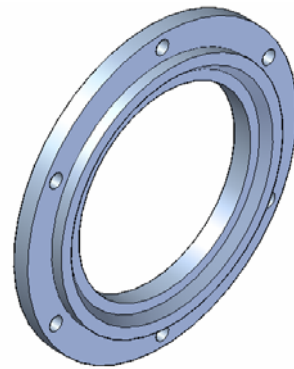


Figura 16. Sólido Tapa Portabalinera
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.



Imagen 12. Portabalinera
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.



Imagen 13. Tapa Portabalinera
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

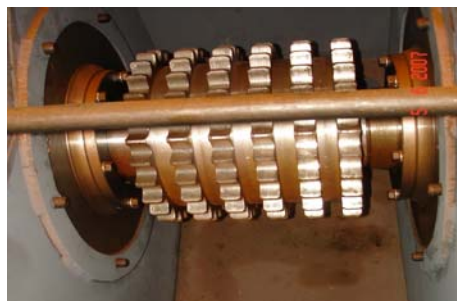


Imagen 14. Eje del "Compound"
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

4.1.2.1.2 Piezas de uniones para la Bomba 1000C

4.1.2.1.2.1 Brida de alta presión (5000 Psi)

La brida de alta presión se encuentra ubicada en las salidas del tubo múltiple (Manifold). Véase Fig. 17. (presión 5000Psi), y es la encargada de acoplar elementos de medición, ya sean un amortiguador de fluido (Damper), uniones en forma de T (T CROOS), etc. (Véase Fig. 18)

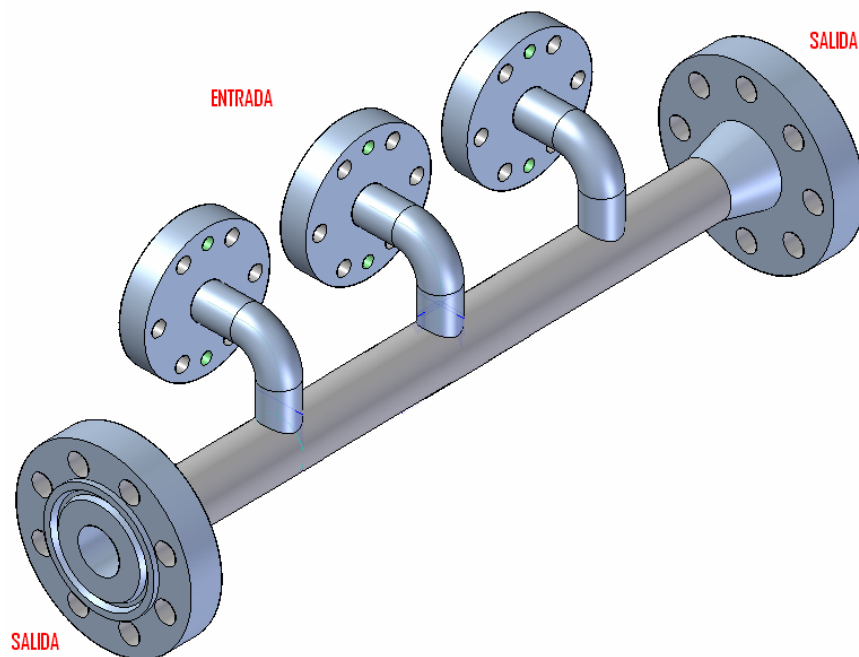


Figura 17. Sólido del tubo múltiple ("Manifold")
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

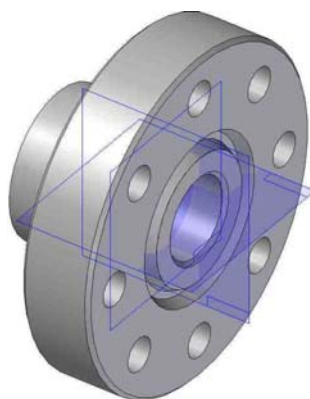


Figura 18. Sólido de la Brida para Alta Presión
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Para el diseño de esta pieza, se requirió la interpretación de un catalogo de Brida o flanche⁸ (para alta presión), con las especificación requeridas por el cliente. (Véase Plano 14).

Su diseño se realizó teniendo en cuenta la capacidad de la Bomba de Lodo y la presión que se genera dentro de la tubería de salida (presión de alta), causadas por las obstrucciones que se presentan en las válvulas de escape, diámetros de las tuberías etc. (Imagen 15).para su fabricación se utilizo un Acero 1020 sugerido por fabricante.



*Imagen 15. Brida de alta presión.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*

4.1.2.1.3 Patín para el Sistema de Bombeo de Lodo

La función del patín es la de soportar y transportar todo el sistema de Bombeo de Lodo. Para su diseño fue necesario saber el peso y las dimensiones de cada equipo que lo compone, como son: el radiador, motor, embrague, el hausing del "Compound", la Bomba 1000C y el sistema de precarga Bomba centrifuga. (Véase Fig. 19).

⁸ Catalogo de FEPCO www.feppo.com.co

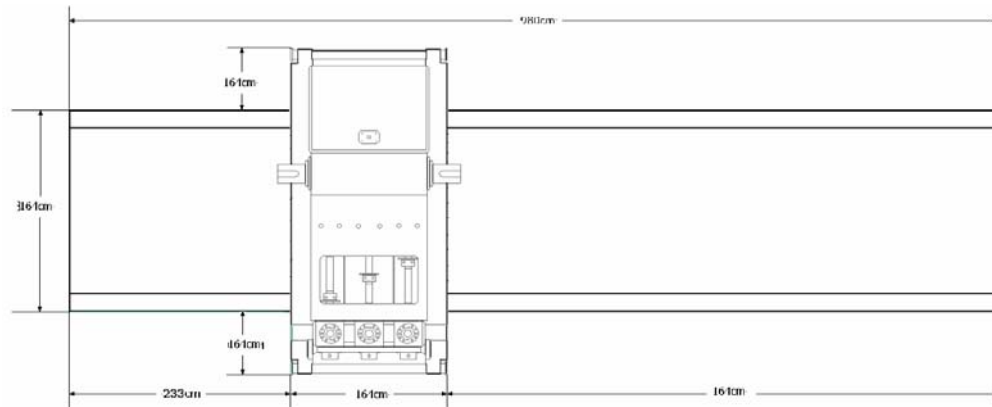


Figura 19. Ubicación de los equipos en el Patín.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Establecida la distancia total que ocupa los equipos en el patín, se determinó el tipo de viga y la ubicación para su armado.

4.1.2.1.3.1 Patín

Estructura metálica diseñada para soportar y transportar el sistema de bombeo de lodo. (Véase Fig. 20).

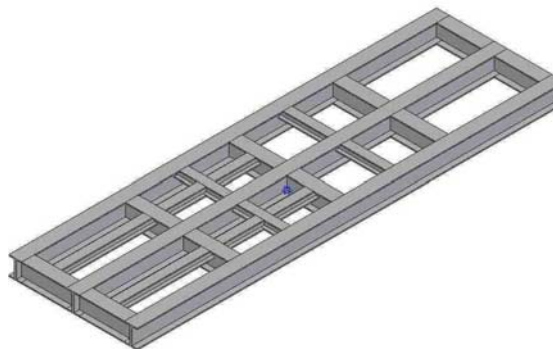


Figura 20. Sólido de la Estructura del Patín
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

El tipo de viga que se utilizó para el patín, fue seleccionada previamente de la norma técnica ASTM A36 / A36M -96, un perfil tipo europeo IPE teniendo en cuenta la carga que va soportar (Kg. /m) para evitar que se flexione. (Véase Plano 15).

Respecto a su unión, se realizó con soldadura 6010 para penetración y 7018 que se utiliza para el acabado superficial.

4.1.2.1.3.2 Plataforma rodante y Cuello de Ganso para el patín

El inconveniente surgió al transportar el equipo de Bombeo de Lodo en el patín, por su tamaño y peso. (Véase Fig. 21).

La Empresa Cliente, para facilitar el transporte del equipo en el patín, implemento un sistema de remolque en el patín.

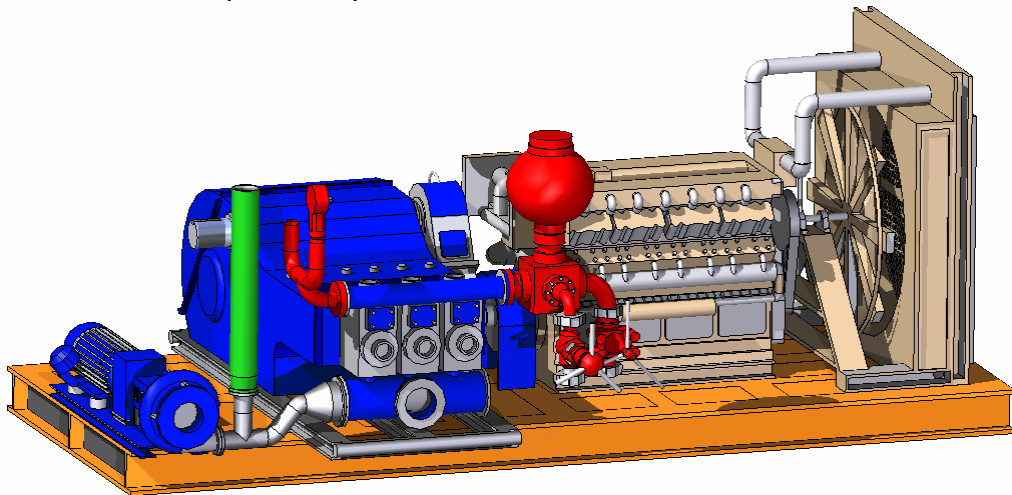


Figura 21. Equipo de Bombeo de Lodo.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

La plataforma rodante (Dolly) se ubicó en la parte trasera donde se encuentra la Bomba Centrífuga del sistema en el patín, siendo el encargado de llevar sus ejes (doble), mientras que el cuello de ganso (Gooseneck) se encuentra ubicado en el otro extremo, encargado de enganchar por medio de un perno con la quinta rueda del vehículo (cabazote) (véase fig. 22.)

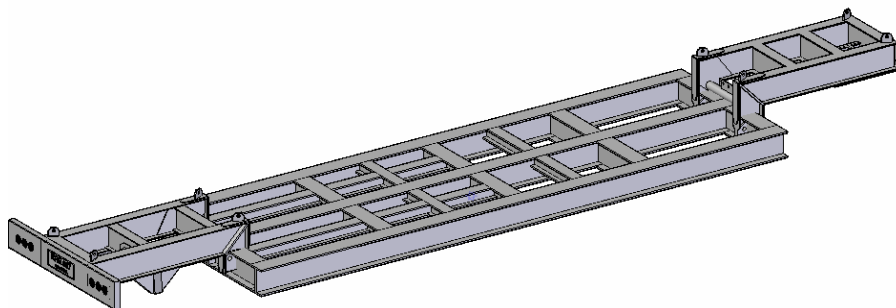


Figura 22. Plataforma Rodante y Cuello de Ganso.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Se tomaron Plano de un modelo de la plataforma rodante (Dolly) y Cuello de ganso (Gooseneck), para futuros montajes de equipos. (Véase Plano 16 y 17), tipo de viga en C, con refuerzos en acero. *Imagen 16 y 27.*



Imagen 16. Plataforma rodante
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.



Imagen 27. Cuello de Ganso
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

4.1.2.1.3.3 Soportes para el patín de la Bomba de Lodo

Su función es la de sostener el patín (sistema de Bombeo de Lodo) después de desmontado el equipo del vehículo que lo transporta. (*Fig. 23 y 24*).

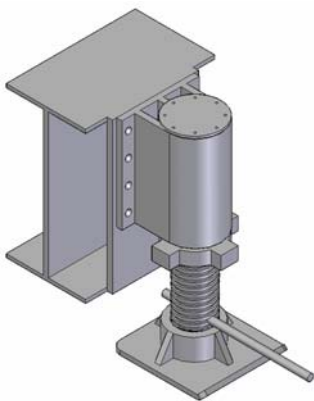


Figura 23. Sólido del Soporte para el Patín.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

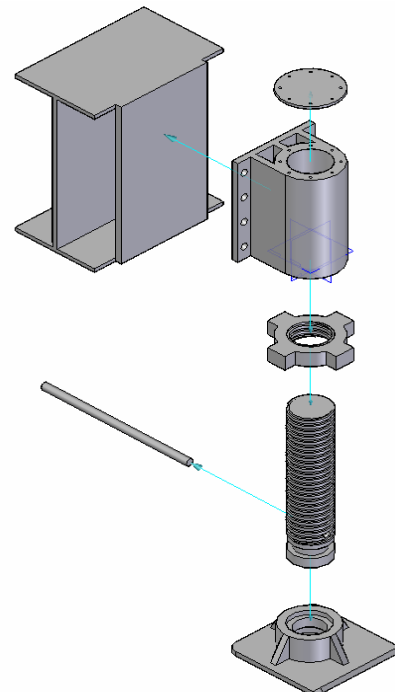


Figura 24. Elementos del Soporte
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Para su diseño y dimensiones, fue necesario saber el peso aproximado de todo el montaje y tener en cuenta ciertas especificaciones efectuadas por el cliente (Véase Plano 18), para su fabricación se utilizaron los siguientes materiales: Cuerpo del soporte: Acero AISI/SAE 4340 por su resistencia a la fatiga. Tornillo de potencia: utilizado para levantar pesos, su material es de Acero AISI/SAE 4340 no presenta fragilidad de revenido.

4.1.2.1.3.3.1 Ubicación en el patín

La ubicación de los soportes en el patín fueron sugeridos según criterio de la Empresa Cliente, ubicando en las esquinas del equipo. (Véase Fig. 25).

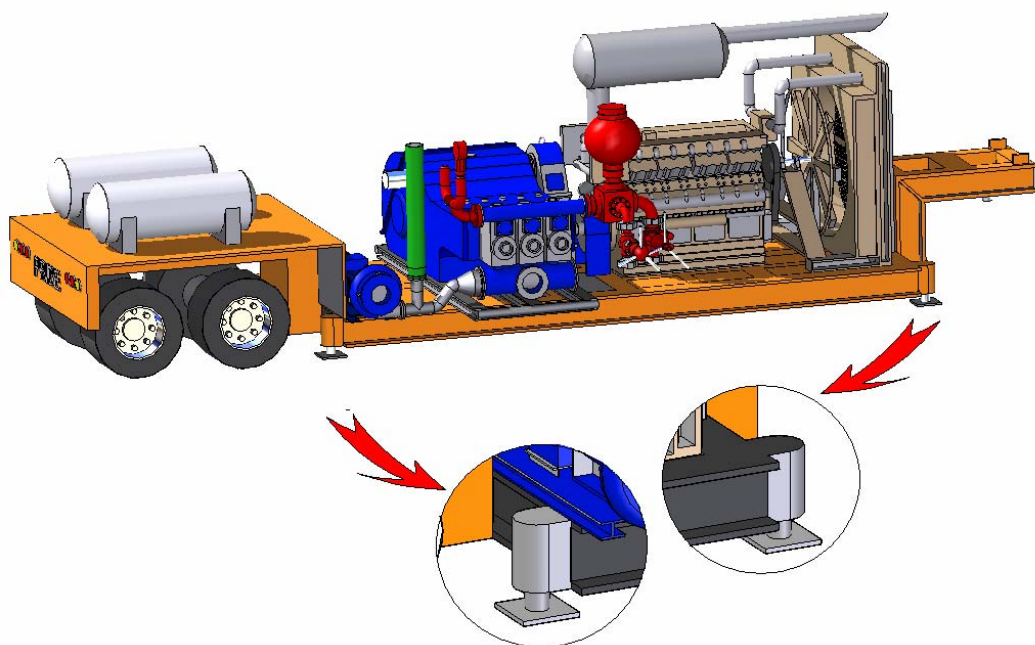


Figura 25. Ubicación de los Soportes en el Equipo.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

4.1.2.1.4 Mantenimiento de la Bomba de Lodo 1000C

El mantenimiento del equipo, representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias y mejoras en su producción para la Empresa Cliente, por esta razón se realizaron Plano de las piezas que mas sufren desgaste en esta

Bomba de Lodo, como fueron cilindro, camisa, tuerca de seguridad y vástago del embolo (piston rod). Fig. 26.

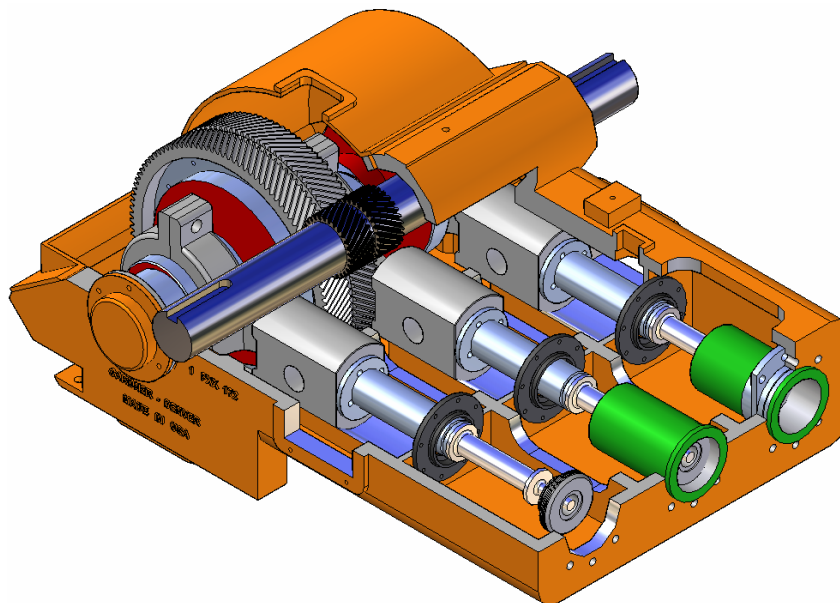


Figura 26. Parte Interna de la Bomba de Lodo.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

TABLA 2. PARTES PARA LA BOMBA DE LODO 1000C

PIEZA	OBSERVACION	MATERIAL	FIGURA	PLANO
Cilindro para la bomba de lodo 1000C	El cilindro es donde se encuentra alojada la camisa de la bomba, uno de sus lados esta sujeto al Fluid End, y por el otro la tuerca de presión, para evitar que por las vibraciones se desprenda.	Bronce fosforado (884). gran maquinabilidad y resistencia a la tensión y al esfuerzo	Véase Fig. 27.	Véase Plano 19.
Camisa del cilindro de la Bomba de Lodo 1000C	La camisa en una bomba de lodo esta situado dentro del cilindro, por él se desplaza el pistón en su movimiento alternativo, por lo que evita el desgaste del cilindro ante la fricción con los pistones. Se tomaron Plano de la camisa para futuros mantenimientos de la bomba 1000C, esto con el fin de evitar que permanezca detenida mientras se pide la camisa al proveedor (China).	Fundición Gris, alta resistencia a la compresión, resistencia a la fatiga térmica y amortiguamiento contra la vibración	Véase Fig. 28.	Véase Plano 20.
Tuerca para la camisa de la Bomba de Lodo 1000C	Es la cargada de impedir que la camisa se mueva o se salga del cilindro en la bomba de lodo.	Acero AISI/SAE 1045 por su dureza y tenacidad	Véase Fig. 29.	Véase Plano 21.
Vástago del embolo para Bomba de Lodo 1000C	Es la barra donde se encuentra en uno de sus extremos el pistón. (parte derecha), el cual, es el encargado de succionar y enviar por medio de válvulas ubicadas en el Fluid End, el fluido, manteniendo un sello con la camisa	Acero AISI/SAE 4140 apto para esfuerzos de fatiga y torsión	Véase Fig. 30.	Véase Plano 22.



Figura 27. Sólido del Cilindro.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

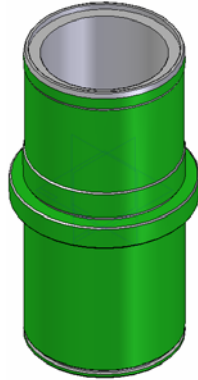


Figura 28. Sólido de la Camisa.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

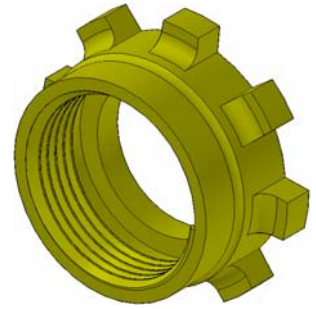


Figura 29. Sólido de la Tuerca de Presión.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

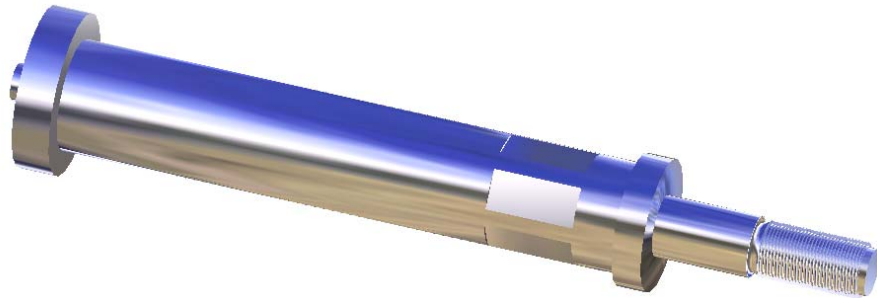


Figura 30. Sólido del vástago del embolo (Piston Rod)
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

En el desarrollo de este proyecto, el Estudiante Practicante participó fue completa en la toma de medidas, asesoramiento de cada parte como lo es el cilindro, la camisa, la tuerca de seguridad y el pistón rod, teniendo en cuenta el material y tolerancias en las medidas. (Véase Imagen 18.).



Imagen 18. Montaje en el Equipo
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

4.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN TÉCNICA Y DE INGENIERÍA

Para la realización de cada Plano, se necesitaron de instrumentos de medición patronados, como los calibradores pie de rey (análogos y digitales), micrómetros para medidas internas e externas, goniómetros, galgas de roscas, flexómetro, entre otros. Pero la ayuda más importante proviene de los Catálogos de rodamientos los cuales nos permiten establecer el ajuste en el eje, catalogo roscas especiales para la parte de perforación, catalogo de piñones, manuales para calcular los engranajes, esto con el propósito de brindar al cliente calidad, confiabilidad de su trabajo.

4.3 REGISTRO EN LA BASE DE DATOS

El resultado de esta serie de pasos para obtener la pieza de una forma virtual, es realizado en software CAD Solid Edge® en 3D y luego plasmado en un Plano, después, estos datos se recopilan en la Base de Datos de la empresa en forma ordenada, catalogada por empresas clientes.

Cada Plano contiene una serie de características, como un código interno, nombre de la pieza, fecha de creación, y también características técnicas como es el tipo de material, tratamientos que en algunos casos se deban aplicar, dureza, ubicación de rodamientos o acoples, esto con el propósito de señalar los sitios donde deben llevar ajustes y tolerancias.

Facilitando de esta forma la búsqueda de información, tanto de una forma virtual como física (documentado), son almacenadas en carpetas ordenadas por empresas clientes.

5. DISEÑO DE ELEMENTOS DE INGENIERÍA.

5.1 INDUSTRIA DE HIDROCARBUROS

La industria de Hidrocarburos esta dedicada a explorar, producir, transportar, refinar hidrocarburos, por esta razón las empresas encargadas en la perforación de pozos están en constante trabajo, siendo de gran importancia el mantenimiento de los equipos de perforación y maquinaria de Bombeo de Lodo.

5.1.1 EJEMPLO APLICADO PARA EL DISEÑO DE INGENIERÍA

Proyecto de caja doble transmisión para la Bomba de Lodo, utilizada en la perforación de hidrocarburos.

5.1.1.1 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE PARA DISEÑO

Este proyecto surgió como necesidad de cumplir con los requerimientos de la Empresa Cliente N. 5, la cual decidió cambiar el sistema de potencia, en el montaje de una Bomba de Lodo que estaba trabajando con dos motores eléctricos, a un sistema mecánico soportado por dos motores Diesel marca Caterpillar®.

Las condiciones fueron:

- Dos motores Diesel Caterpillar® de 1000 hp con el fin de vencer la inercia en el arranqué de la bomba de lodo ya que su capacidad de Strokes por minuto es el doble de la bomba de lodo 1000C.
- Que el equipo fuese desmontable, para facilitar su transporte.

5.1.1.2 PROBLEMÁTICA

El problema que se presento en este proyecto, fue con respecto a la ubicación de dos motores Diesel Caterpillar® para el montaje de la Bomba de Lodo.

5.1.1.3 DISEÑO PRESENTADO

Se presentaron tres propuestas a la Empresa Cliente con el fin de escoger la más adecuada y factible para su ensamble.

5.1.1.3.1 Propuesta A

Ensamblar dos motores Diesel Caterpillar® con sus respectivos patines en paralelo, acoplados a una caja doble transmisión por sus ejes mediante embragues neumáticos independientes, el cual se encarga de recibir el torque generado por los motores y transmitirlo al eje del “Compound” con su respectivo embrague neumático, finalizando en el eje de la Bomba de Lodo. (Véase Fig. 31).

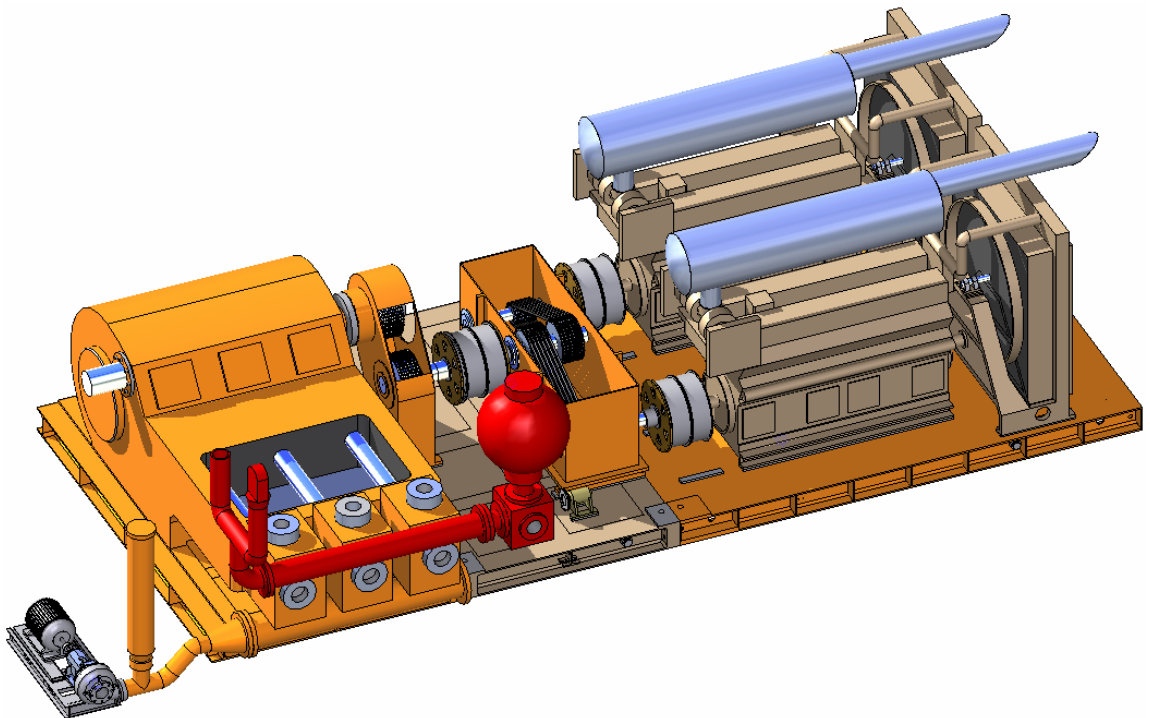


Figura 31. Propuesta A
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

5.1.1.3.2 Propuesta B

Trasmitir la potencia de dos motores Diesel Caterpillar®, ubicándolos en cada extremo del eje de la Bomba de Lodo con sus respectivos “Compound” y embragues neumáticos. Para esta propuesta se invertiría el sentido de giro de uno de los motores. (Véase Fig. 32).

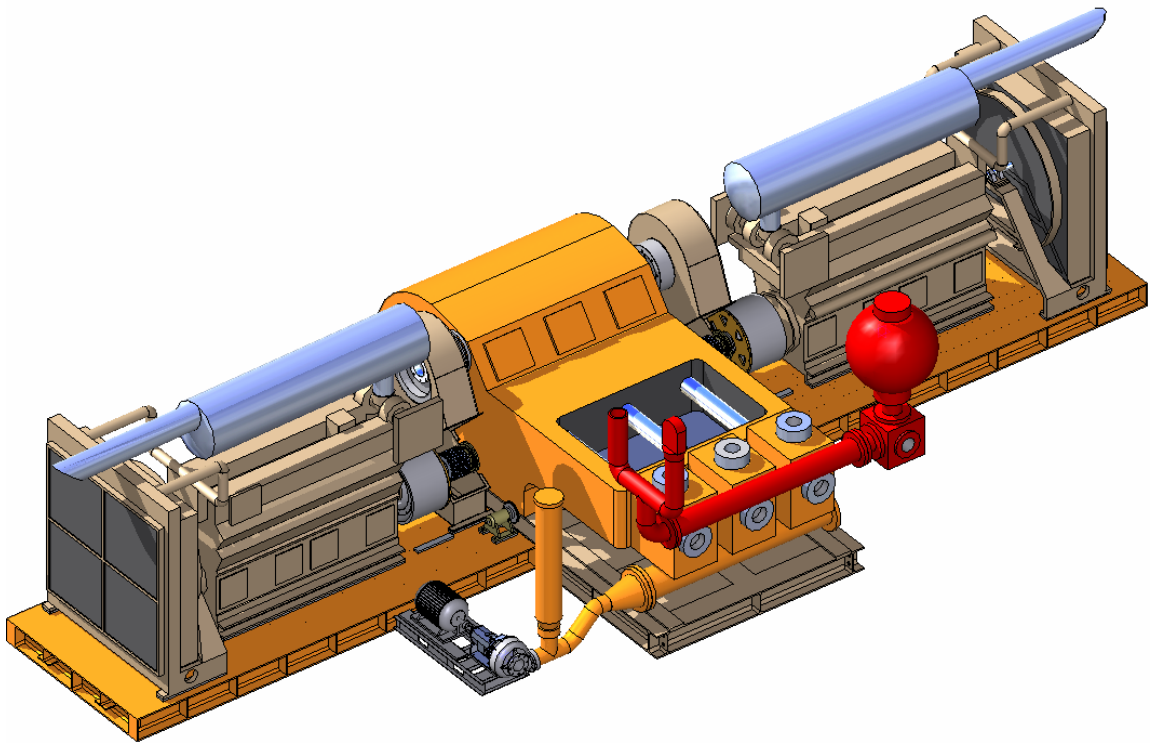


Figura 32. Propuesta B
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

5.1.1.3.3 Propuesta C

Transmitir la potencia de dos motores Diesel Caterpillar®, ubicándolos cada uno en cada extremo del eje de la Bomba, pero uniéndolos por dos “Compound” independientes, sin invertir el giro de ninguno de los motores. Como se muestra la figura 33.

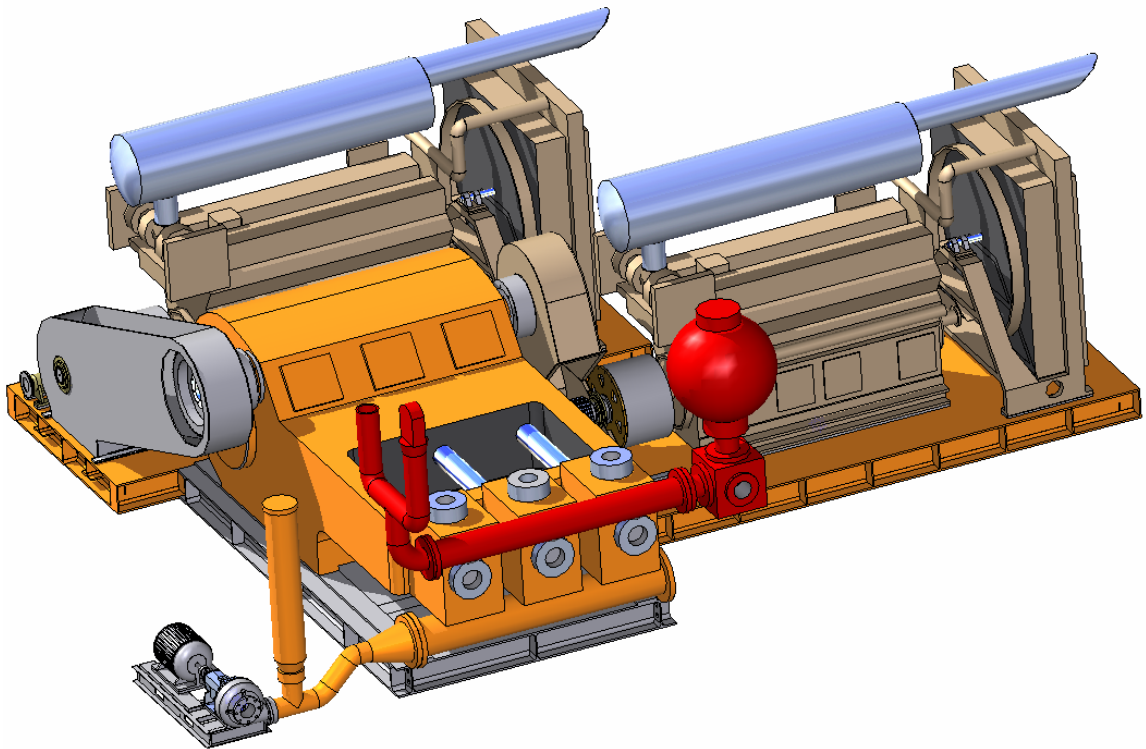


Figura 33. Propuesta C
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Después de presentar las anteriores propuestas, la empresa Cliente se decidió por la opción A. Permitiendo desarrollar una transmisión doble (Véase Fig. 34), con su respectivo “Compound”. (Véase Fig.35). Trabajando el equipo al 100% de su capacidad.

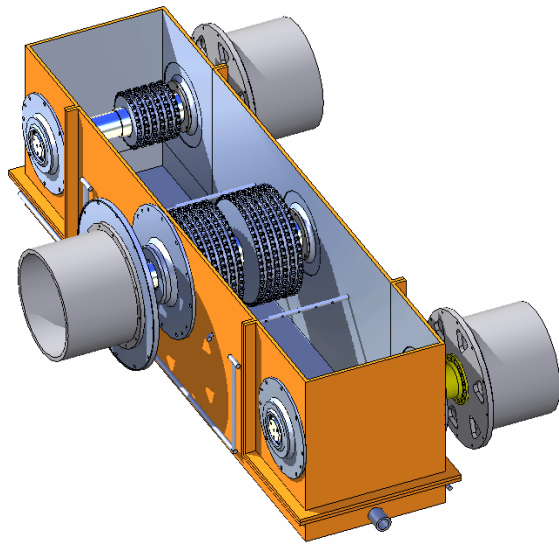


Figura 34. Transmisión.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

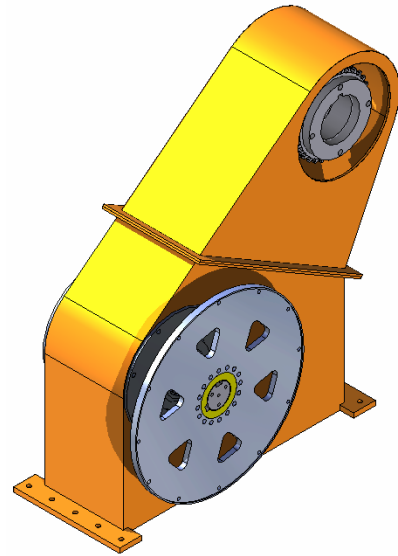


Figura 35. "Compound"
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Para el desarrollo de este proyecto fue necesario saber la capacidad de la Bomba de Lodo (strokets por minutó) y de los motores Diesel Caterpillar® (rpm), suministrados por la Empresa Cliente, con el fin de determinar las relaciones de los piñones (numero de dientes, diámetros, paso, etc.) en la caja de la doble transmisión (Véase Fig. 36) y en el "compound", (Véase Fig. 37).

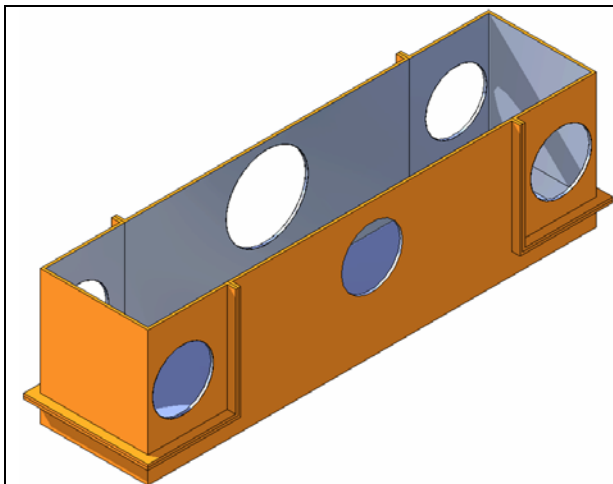


Figura 36. Caja Doble Transmisión.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

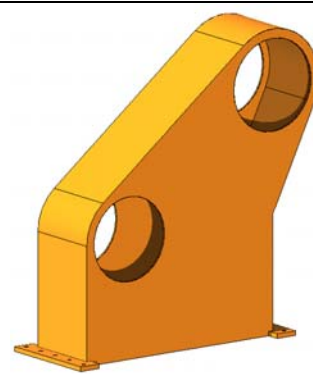


Figura 37. Housing del "Compound"
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

5.1.1.3.4 Caja para la Transmisión

Lo primero para el diseño de la caja doble transmisión, fue determinar la ubicación de los dos motores Diesel Caterpillar® en sus respectivos patines, de esta forma la distancia entre los cigüeñales de los motores y su altura respecto al patín.

Determinada la relación de piñones para la caja doble se prosiguió a buscar en el catalogo de transmisión de potencia⁹, el tipo de piñón de seis hileras con su respectivo numero de dientes y paso de la cadena. (Véase Fig. 38). (El cálculo es similar al determinado en el ítem 4.1.2.1.1.1)

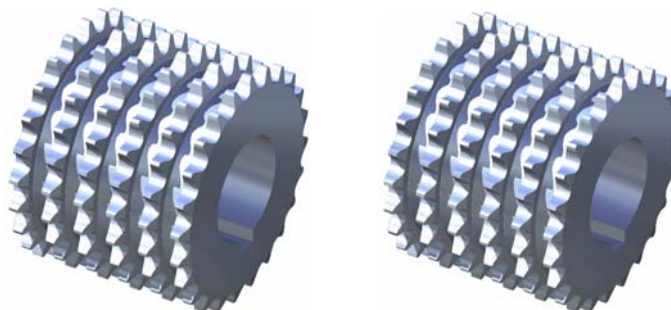


Figura 38. Tipo de Piñones.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

De esta forma ya seleccionados los piñones, y definidos sus diámetros exteriores, mas un espacio para la instalación y manejo de la cadena entre el piñón y la caja, se logra la distancia total de la caja de la transmisión.

Lo segundo fue determinar el ancho de la caja para la transmisión, esta medida se obtuvo de las dimensiones de cada piñón con sus respectivos separadores. (Véase Fig. 39).

⁹ INTERMEC – INDUSTRIA TERMICO MECANICA. La transmisión de Potencia por Cadena de Rodillos: De los piñones INTERMEC paso 1 ½" (38.10 mm). Tercera Edición. Colombia 1998, Pág. 32.

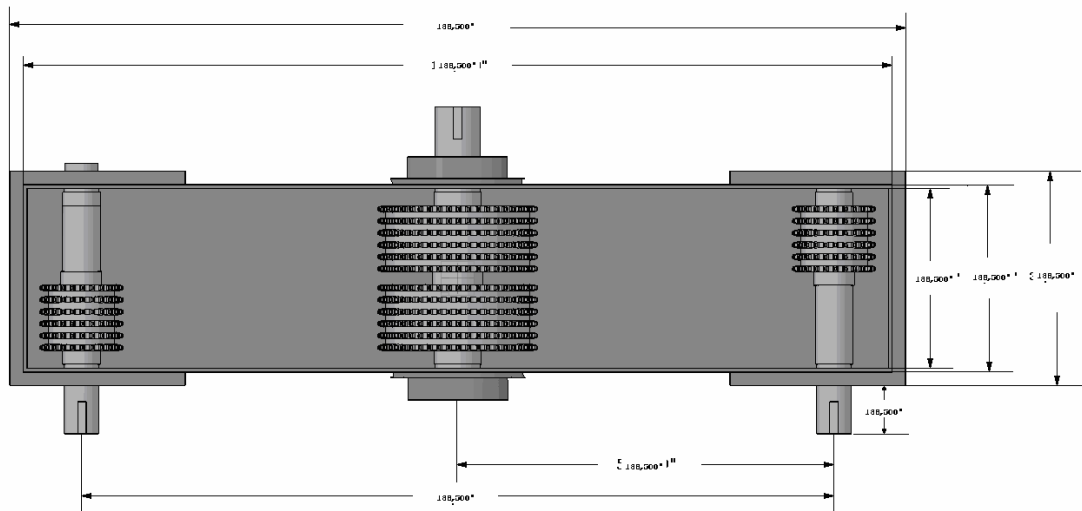


Figura 39. Dimensiones de la Caja para la Transmisión Doble.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Por ultimo la altura de la caja, se delimitó según el cliente y teniendo en cuenta el diámetro exterior de los piñones del eje central y también el diámetro del tambor del embrague (clutch). (Véase Fig. 40).

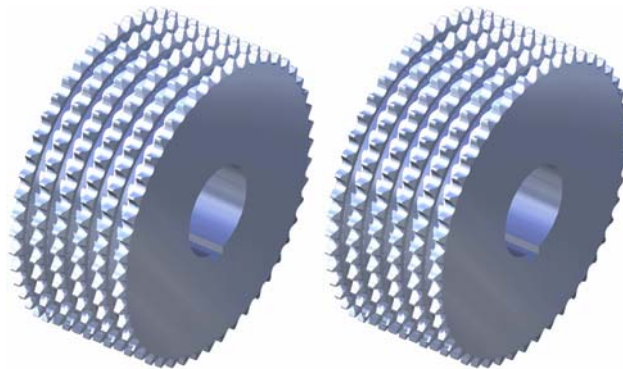


Figura 40. Piñones del Eje Central de la Transmisión.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Dado el gran tamaño la caja doble transmisión, se decidió seccionarla por los lados donde se encuentran ubicados los ejes de los piñones pequeños, facilitando el ensamble y mantenimiento del equipo. (Véase Fig. 41).

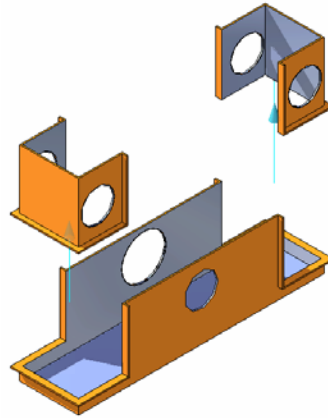


Figura 41. Corte de la Caja para la Transmisión Doble.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Determinadas sus dimensiones, se prosiguió a escoger el calibre del material para la caja y sus refuerzos respectivos, ya que soportaría grandes cargas, de esfuerzos temperatura y vibraciones.

5.1.1.3.4.1 Partes de la caja doble Transmisión.

Para la construcción de esta caja doble transmisión, se diseño todas sus partes ya que era un proyecto nuevo. (Véase Fig. 42).

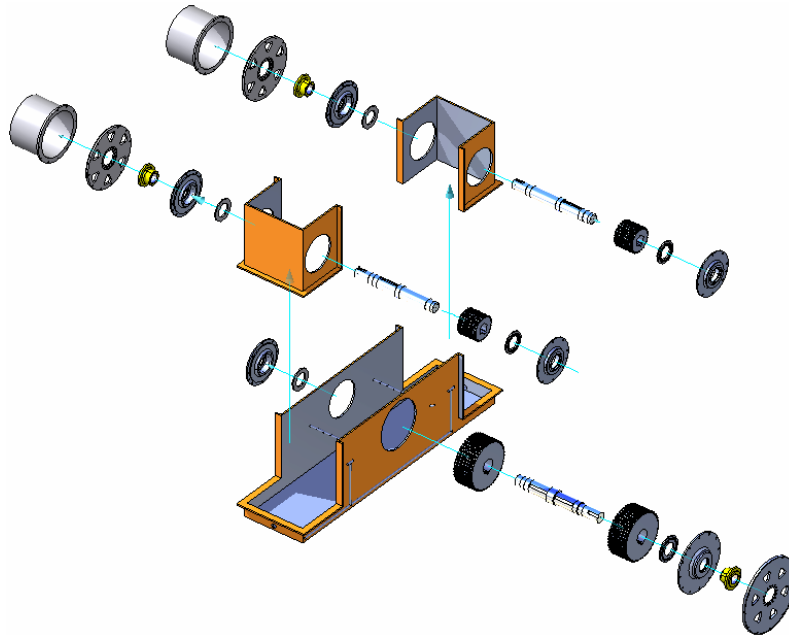
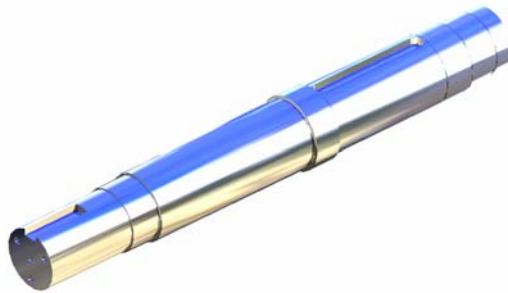


Figura 42. Caja para la Transmisión "Explosión".
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Parte de ello, consistió en la creación de tres ejes, dos de ellos de igual diámetro y longitud para los piñones laterales, encargados de transmitir la potencia de cada motor Diesel Caterpillar®.

El otro eje de mayor diámetro y longitud, ubicado en el centro de la caja, el cual soportar los dos piñones y recibe la potencia por medio de cadenas de los motores. (Véase figuras 43, 44 y 45)

Entregando dicha potencia por medio de un embrague neumático al eje del "Compound"



Figuras 43. Eje Izquierdo para la Caja de Transmisión Doble
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.



Figuras 44. Eje Derecho para la Caja de Transmisión Doble
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.



Figuras 45. Eje Central para la Caja de Transmisión Doble
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Teniendo clara la relación de piñones (Véase *figuras 46 y 47*) que se utilizarían, se fabricaron para la caja dos piñones de diámetro pequeños, ubicados en los ejes laterales, encargados de transmitir la potencia de los motores (conductores), y dos piñones de un diámetro mayor para el eje central (conducidos), el cual se encargaría de enviar la potencia recibida de los motores hacia el "Compound".

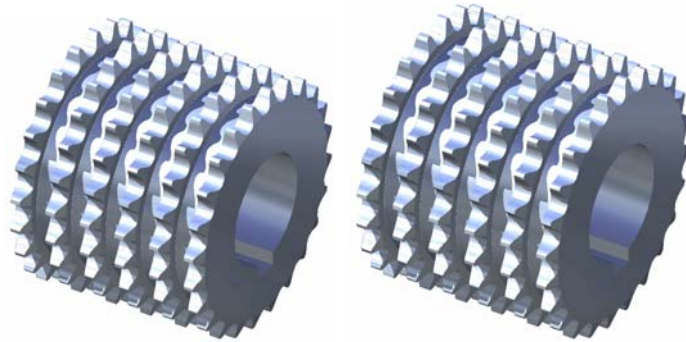


Figura 46. Piñones Laterales para la Caja
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

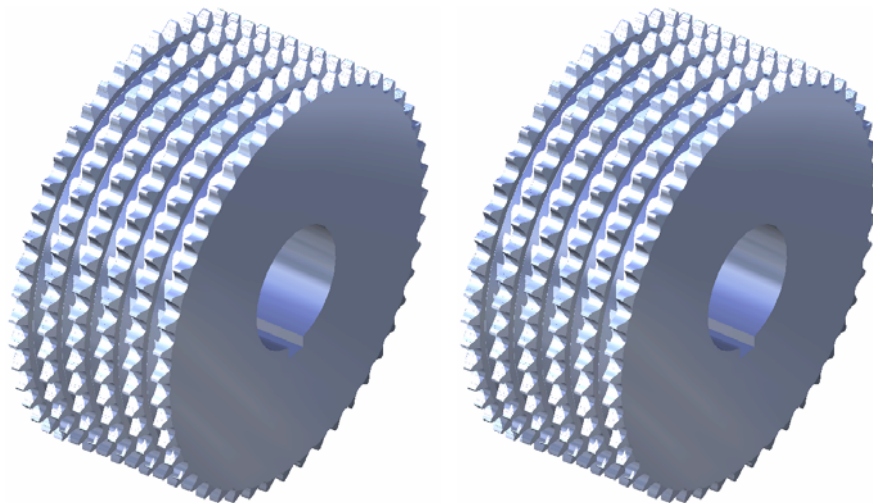
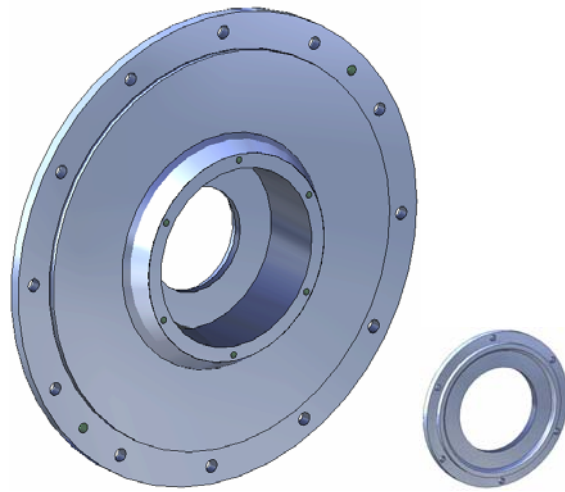
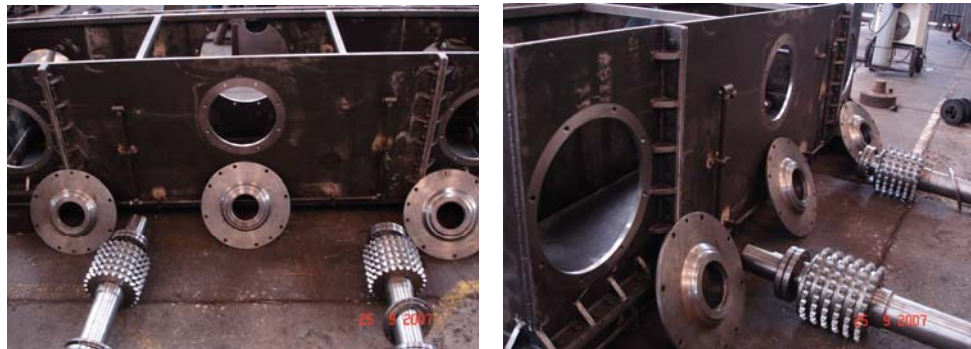


Figura 47. Piñones Centrales de la Caja
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Para la caja doble transmisión fue necesario diseñar las portabalineras y respectivas tapas, se crearon para los rodamientos cinco de igual tamaño y diámetros. De igual forma se requirió una de mayor diámetro para el eje central, con el fin de facilitar el montaje y realizar futuros mantenimientos. (Véase *Fig.48 e Imagen 19*).



*Figura 48. Portabalinera y Tapa para la Caja.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.*



*Imagen 19. Transmisión Terminada
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.*

5.1.1.3.5 "Compound"

Al igual que los otros montajes, es necesario crear un sistema encargado de transmitir la potencia enviada de los motores hacia el eje de la bomba. (Véase *Fig. 49.*)

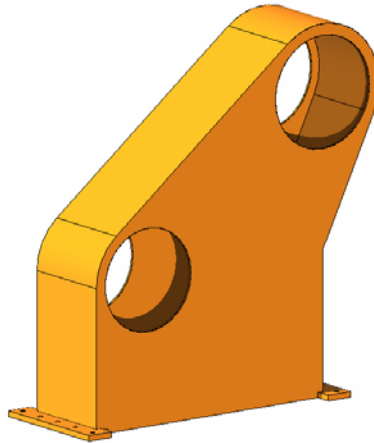


Figura 49. Housing del "Compound"
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

En este caso, desde el eje central de la caja de la transmisión, hacia la bomba de lodo. Para el diseño housing del "Compound", es necesario tener definidos la relación de los piñones y sus dimensiones.

También, es importante la altura del eje central de la caja de la transmisión, ya que deben quedar alineados, con el eje del "Compound", para que trabaje de forma correcta el embrague neumático.

Igualmente, las dimensiones y ubicación de la bomba de lodo, la cual nos define la distancia horizontal y vertical del eje principal de la misma. (Véase *Plano 23.*)

Como el equipo de bombeo de lodo, esta diseñado para armar y desarmar, se decidió que el **HOUSING PARA "COMPOUND"** se dividiera en dos partes (*Véase Fig. 50*), permaneciendo unida la parte superior a la bomba y la inferior al patín donde se encuentra montada la caja de la transmisión.

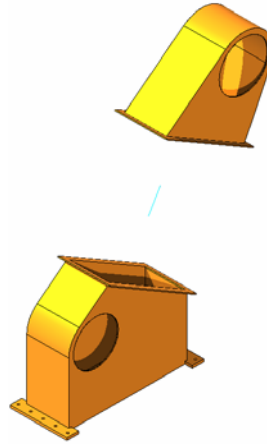


Figura 50. Corte del Hausing para el "Compound"
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

5.1.1.3 5.1 Partes que conforma el "Compound".

Las partes para este diseño de este housing para el "Compound", constan de las mismas partes ya mencionadas en la bomba 1000C del libro. (Véase Fig. 51).

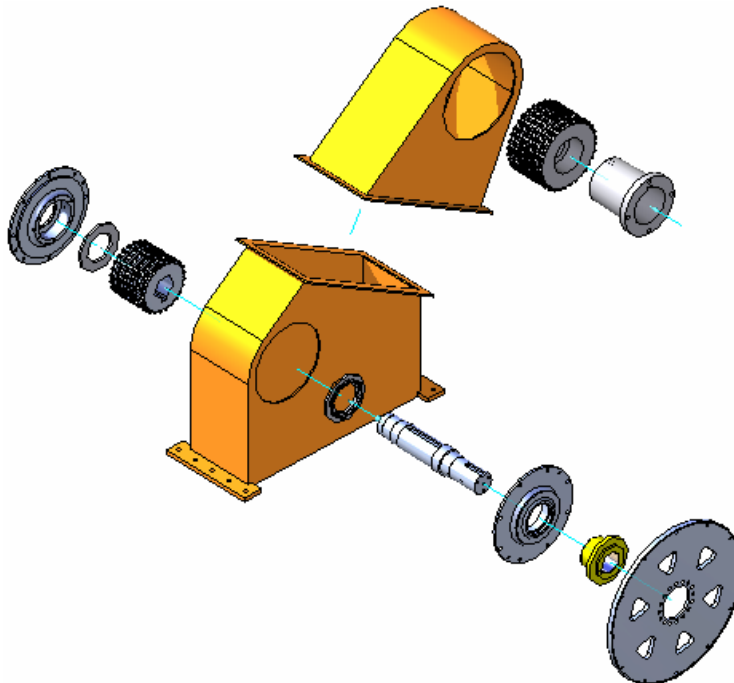


Figura 51. Explosión del "Compound"
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

Este "Compound", comprende de un eje (Véase Fig. 52), que tiene como función soportar un piñón conductor (Véase Fig. 53) y recibir el torque generado por la caja de la transmisión. Este eje se diseño mas largo que los ya fabricados tomando como referencia la ubicación en el patín y la distancia con respecto a la caja de la transmisión y las dimensiones del embrague neumático.

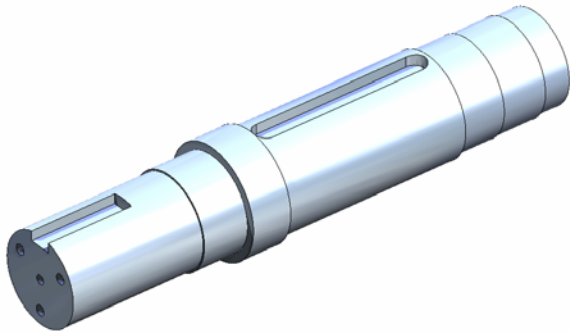


Figura 52. Eje del "Compound"
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

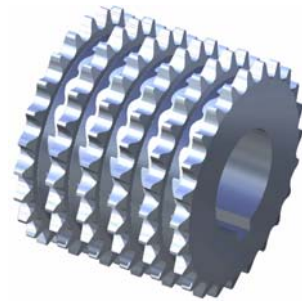


Figura 53. Piñón Conductor del "Compound"
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

También se realizaron las portabalineras y sus respectivas tapas, para el "Compound" (Véase Fig. 54). Para el diseño de estas, fue necesario tener definidos las dimensiones de los rodamientos y retenedores que se utilizarían.

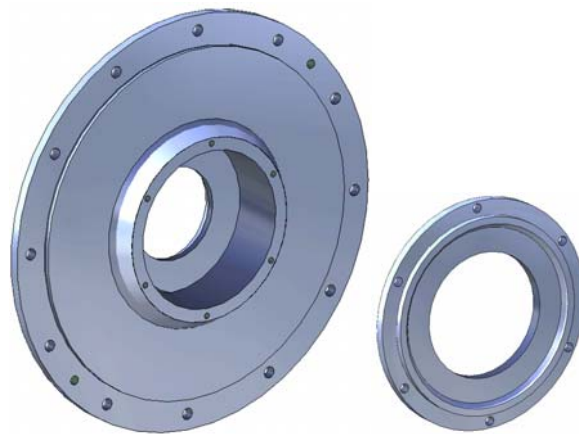


Figura 54. Portabalinera y Tapa Polvo
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Tenemos el piñón conducido (Véase Fig.55), este piñón es de otros diámetros según la relación planteada.

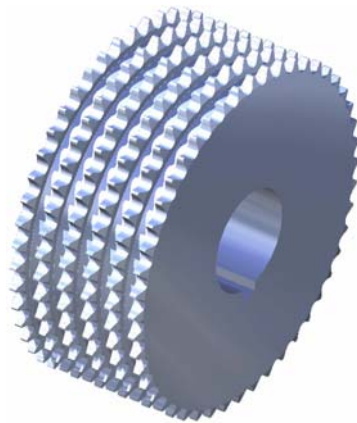


Figura 55. Piñón Conducido
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Se fabrica su respectivo cubo (hub) (Véase Fig. 56), el cual se encarga de tener sujetado el piñón conducido, con en el eje de la bomba de lodo. Esto con el fin de evitar un desalineamiento entre los piñones y evitar accidentes. Véase imagen 20.

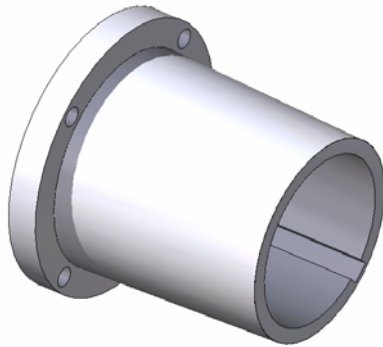
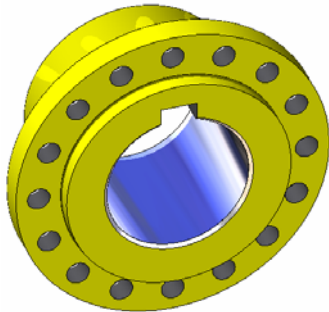


Figura 56. Cubo (Hub) para Eje del Piñón Conducido.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

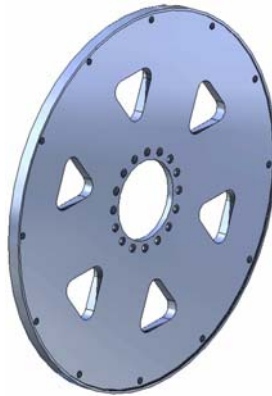


Imagen 20. "Compound" Terminado.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

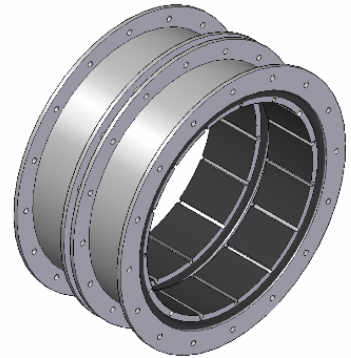
Otras partes que conforman el ensamble entre el "Compound" y la caja de la transmisión, es el cubo (hub) (Véase Fig. 57) ubicado en el extremo del eje del "Compound", siendo el encargado de sostener la araña (spider) (Véase Fig. 58) del embrague neumático (Véase Fig. 59), estas partes tienen como función hacer que la Bomba de Lodo actúe, con solo manipular los respectivos embragues neumáticos.



*Figura 57. Cubo (Hub) de la araña (Spider).
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*



*Figura 58. Araña "Spider" del Embrague Neumático.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*



*Figura 59. Embrague Neumático
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*

5.1.1.4 PRODUCTO TERMINADO.

El ensamble del equipo se realizo en las instalaciones de la Empresa Cliente en el municipio de Sopó. (Véase imagen 21).



*Imagen 21. Equipo de Bombeo de Lodo Ensamblado
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*

5.1.2 EJEMPLO APLICADO DERIVADO DE UNA VISITA

Proyecto Acople para unir en serie dos Bombas de Lodo.

5.1.2.1 REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE PARA DISEÑO

La petrolera ZIGMA COLOMBIA PETROLEUM SERVICES Ltda., solicitó la cotización de un nuevo diseño de acoples para Bombas de Lodo, junto con la toma de medidas de dos piñones con características particulares, en donde el diámetro de una de sus piezas es mayor a la otra, y a su vez serían unidas por una cadena de doble hilera, acoplando de esta manera dos bombas de lodo en serie por su eje, ubicados en el pozo **Abanicó 21"** en el **Espinal Tolima**. (Véase imagen 22)



Imagen 22. Pozo Abanico 21.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

5.1.2.2 PROBLEMÁTICA

El problema encontrado, radicaba en que el acople por cadena no soportaba el torque de 4000 a 7000 lbf.in generado por un motor diese, y por ende, destrozaba la cadena provocando un peligro para el personal que la manipulaba. (Véase imágenes 23 y 24.)



Imagen 23. Piñón del Eje de la Bomba No. 1
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda



Imagen 24. Piñón del Eje de la Bomba No. 2
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

5.1.2.3 DISEÑO PRESENTADO

La solución, consistió en cambiar este sistema de acople por cadena, implementando un nuevo modelo, el cual los separaba entre ellos por medio de unos laminillas (Shim), los cuales se encuentran ajustados por unos tornillos grado ocho (8) los cuales soportan altas cargas con tuerca de seguridad. (Véase Fig. 60)

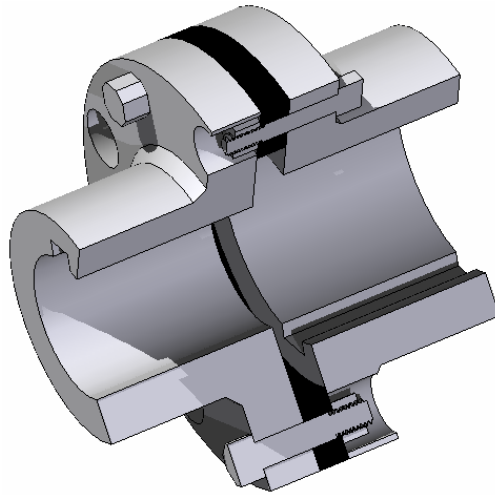


Figura 60 Sólido del Nuevo diseño de Acople con laminillas (Shim)
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

Para su diseño, el diámetro exterior del acople nuevo, se obtuvo teniendo en cuenta el lugar donde se ubicarían los tornillos, y el diámetro interno con sus respectivos cuñeros se dejaron iguales al del acople con cadena (ejes de las Bombas de Lodo). (Véase Figuras 61 y 62.)

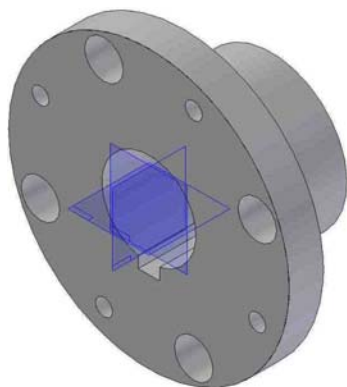


Figura 61. Sólido del Nuevo Acople para la Bomba No. 1
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

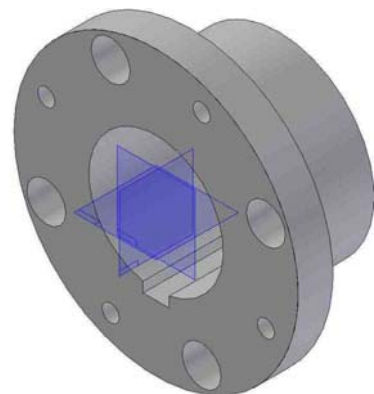


Fig. 62. Sólido del Nuevo Acople para la Bomba No. 2
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

En el diseño de este acople, se le realizó un total de ocho perforaciones, las cuales son unidos por tornillos “grado 8” de mayor resistencia a la torsión, los cuales están colocados intercalaron ente ellos. (Véase *Plano 24*).

Se implementaron un total de sesenta (60) laminillas (Shim) utilizadas en este tipo de acople, dando aproximadamente un espesor de 300mm. (Véase *Fig. 63*). Esto con el fin de corregir la desalineación y vibraciones entre los ejes. (Véase *Plano 25*). Para la fabricación del acople se utilizaron aceros 4340 por su elevada resistencia a la tensión y acero 1070 para las laminillas (shim) por su alta resistencia a la tensión y resistencia al desgaste.

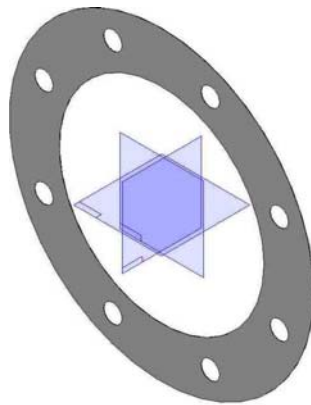


Figura 63. Laminillas “Shim”.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

5.1.2.4 PRODUCTO TERMINADO.

Al final se obtuvo el acople con las laminillas (shim) (Véase *Plano 26*), terminado listo para ser instalada. (*Imagen 25*)



Imagen 25. Acople con las laminillas (Shim) Terminado
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

6. VISITAS INDUSTRIALES

El departamento de diseño tiene como objetivo prestar el servicio de una forma directa o indirecta, para el desarrollo de algunos trabajos de recolección de medidas fue necesario realizar visitas industriales a las diferentes empresas clientes, ya que el equipo en algunos casos se encontraba trabajando o era muy difícil desplazarlo al taller.

Se tomaron las respectivas medidas de las piezas originales y condiciones a las cuales estaba trabajo, ya que junto con el departamento de producción se realiza la respectiva cotización del trabajo.

6.1 ELECTRIFICADOTA DE SANTANDER S.A. ESSA

24 de abril del 2007

Licitación para la construcción, acondicionamiento, fabricación y reconstrucción de un "kit" de repuestos para el mantenimiento mayor de la unidad N° 1 de la central hidroeléctrica de Palmas.

La empresa cliente decidió reconstruir en su total de una turbina Francis la cual se encontraba deteriorada, los Plano fueron facilitados por ESSA. SA los cuales se interpretaron junto con el Ing. de Producción para presentar una propuesta de costo. No existen registros fotográficos,

6.2 CDMB

19 de Mayo del 2007

Se tomaron medidas para la cotización de la reconstrucción del sistema de succión de desechos de los alcantarillados de un camión recolector de basura (VACTOR). (Véase imagen 26.)



Imagen 26. Vactor
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

6.3 ITACOL

22 de Mayo del 2007

Es un rodillo el cual se introducen alimento por la parte exterior y este a su vez gira saliendo este producto por la parte interna con una forma característica (cilíndricas), el cual es cortado por unas cuchitas que giran en la parte interna, obteniendo el tamaño adecuado de alimento para animales. (Véase imagen 27).



Imagen 27. Rodillo
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.

El problema de este rodillo es el estado de las roscas el cual están sujetas a grandes cargas axiales y cortantes provocando que se rompieran. (Véase imagen 28).



*Imagen 28. Partes Críticas del Rodillo.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*

La solución reconstruir con soldadura (maquina metalizadora) las partes afectadas plasmando en un Plano los respectivos diámetros y ubicación de los orificios.

6.4 PETROSANTANDER.

29 de Junio del 2007

La extracción o explotación del petróleo se hace a través de varios métodos. El más común es el “balancín” o “machín”, el cual mediante un permanente balanceo, bombea el petróleo hacia la superficie. Su ubicación en Sabana de Torres, Santander. (Véase imágenes 29 y 30).



*Imagen 29. Balancín.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*



*Imagen 30. Cojinete averiado.
Copyright Metalizadora del Oriente. Ltda.*

El problema que presentaba, este balancín o machin marca LUFKIN es que se encontraba sin su cojinete rotativo (encargado de mantener unido el balancín y soportar cargas dinámicas, estáticas, etc.). (Véase Fig. 64).

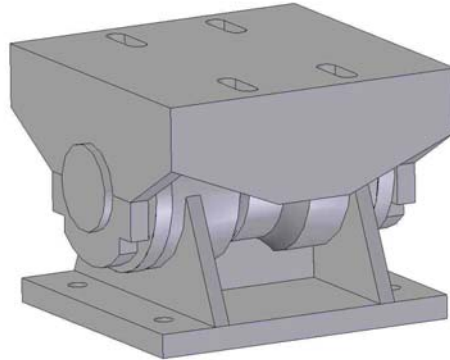


Figura 64. Sólido del Cojinete Diseñado
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

La solución fue tomar medidas de un cojinete de un balancín (marca LUFKIN), el cual se encontraba trabajando; siendo fundamental la ubicación de los tornillos, diámetro del eje, la altura y el ancho; respecto a los rodamientos se consultó con catálogos y proveedores, determinando que era un Rodamientos de rodillos a rótula, agujero cilíndrico y cónico ya que están diseñados para manejar una combinación de pesadas cargas de impacto en una dirección, mientras operan a velocidades moderadas. (Véase Fig. 65) para obtener de esta forma los Plano del mismo y fabricarlo. (Véase Plano 27, 28, 29 y 30)

Para su fabricación se utilizaron acero AISI/SAE 1020 para Cuerpo del cojinete y acero AISI/SAE 4340 para el eje.

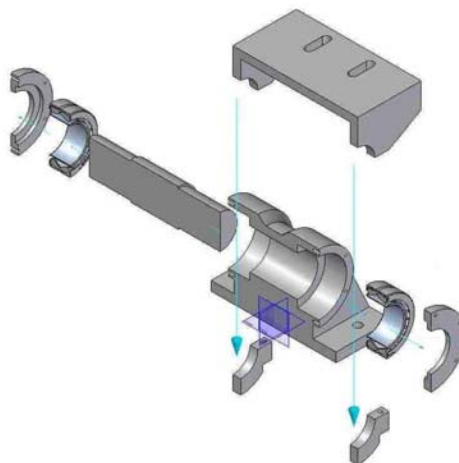


Figura 65. Partes del Cojinete.
Copyright Metalizadora del Oriente, Ltda.

CONCLUSIONES

En los últimos cuatro años, Metalizadora del Oriente ha desarrollado métodos y procesos enmarcados en la Norma de Calidad ISO 9001. La noción de "calidad" se ha convertido en un tema central a la hora de competir nacional e internacionalmente en el mercado de bienes y servicios del área Agroindustrial y de Hidrocarburos. La implementación de Norma de certificación se está convirtiendo fácticamente en la norma básica de la calidad para numerosos sectores industriales de Colombia. Por tanto el desarrollo de los diseños fueron manejados en formatos específicos que permiten entregar propuestas en forma ordenada y estructurada según la base de datos que se actualizó en el departamento de diseño de la empresa, utilizando la información base y así desarrollar la mejor opción , apoyado en datos ya existentes y validados

El software CAD, es una Herramienta de Diseño digital de piezas mecánicas, que ofrece la visualización de las mismas desde cualquier ángulo; permitiendo la realización de modificaciones parciales o totales, con lo cual se busca corregir aquellos errores que pueden afectar el proceso de fabricación. En un futuro sería bueno poder simular el comportamiento de las piezas en su trabajo garantizando y mejorando el producto final, conforme a la norma de Calidad ISO 9001.

El diseño de nuevas piezas por medio del software CAD Solid Edge®, permitió reducir el tiempo en el proceso de fabricación y entrega de partes, ampliando y mejorando la Base de Datos, estandarizando medidas de piezas para los sectores Agroindustrial e Hidrocarburos, por medio de Plano 2D y 3D, con lo cual se pudo observar el aumento de pedidos de las mismas y la minimización de costos de fabricación.

BIBLIOGRAFÍA

B. J. Hamrock, B. Jacobson y S. R. sumid, Elementos de Maquinas, McGraw Hill 2000.

R. L. Norton, Diseño de Maquinas, McGraw Hill 2000.

MOTT Robert, Diseño de Elementos de Maquinas. Cuarte Edición, editorial Person Educación.

INTERMEC, La transmisión de potencia de cadena y rodillos. Tercera edición actualizada 1998.

SKFGroup,/www.skf.com/portal/skf/home/products?maincatalogue=1&newlink=first

Schaeffler Group FAG, Rollin Bearings, Junio 2006.

GONZÁLES Carlos, Normas internacionales de administración, calidad y sistemas ambientales, México, mayo 1998.

ASKELAND Donald R y PHULE Pradeep P. CIENCIA E Ingeniería de los materiales, México, 4ta edición. THOMSON, 2004

ICONTEC. Compendio de dibujo técnico, Colombia 2005

A. L. Casillas, Maquinas Calculo De Taller, MADRID (España), 30 edición. EDICIÓN HISPANOAMERICANA, 1977.

URL:<http://www.adosa.es>

Fabricación de Equipos Petroleros, URL:<http://www.fepeco.com.co>

MOTION & CONTROL NSK, Guía de Reemplazo de Rodamientos, Traducido el Español por NSK Latin America en el 2004.

GLOSARIO

ACERO AISI/SAE 1020: Esta clase de acero puede ser empleado en piezas que no estén sometidas a fuertes esfuerzos mecánicos. Considerando la escasa penetración de temple que tiene, generalmente se usa en estado normalizado.

Puede emplearse en estado templado y revenido para piezas de pequeño espesor.

ACERO AISI/SAE 1070: Como acero de construcción para todo tipo de piezas que requieran alta resistencia y que sean sometidas a fuertes esfuerzos mecánicos, por ejemplo: partes móviles de molinos y trituradoras y cuchillas para moler materiales blandos.

Como acero para resortes sirve para fabricar este tipo de piezas con excelente calidad y con especialidad aquellas de tipo helicoidal.

Como acero para herramientas para todas las piezas que requieran dureza, tenacidad y resistencia al desgaste.

ACERO AISI/SAE 1045: El más popular de los aceros al carbón templeables es sin duda el 1045. En todo tipo de aplicaciones en donde se requiera soportar esfuerzos por encima de los 600 MPa. (61 kgf/mm²). Aunque su maquinabilidad no es muy buena, se mejora con el estirado en frío, además con este acabado se vuelve ideal para flechas, tornillos, etc. de alta resistencia. Por sus características de temple, se tiene una amplia gama de aplicaciones automotrices y de maquinaria en general, en la elaboración de piezas como ejes y semiejes, cigüeñales, etc. de resistencia media.

ACERO AISI/SAE 4140: Es un acero de buena penetración de temple y con buenas características de estabilidad en caliente hasta 400°C, Sin fragilidad de revenido, muy versátil y apto para esfuerzos de fatiga y torsión. Tiene amplia aplicación en construcción de vehículos por ejemplo para cigüeñales, brazos de ejes, bielas, pernos, ejes de contramarcha, ejes de bombas y engranajes.

Muy utilizado en piezas forjadas como herramientas, llaves de mano, destornilladores, etc.

Se usa también para espárragos y tornillos den la construcción de plantas que trabajen a temperatura entre 150°C y 300°C, como calderas, turbinas de vapor, plantas químicas, etc.

ACERO AISI/SAE 4340: Se caracteriza por su alta templabilidad y resistencia a la fatiga. Es capaz de ofrecer buenas propiedades en piezas de grandes secciones. No presenta fragilidad de revenido. No se aconseja soldarlo; únicamente con soldadura especial. Se utiliza en la fabricación de tornillería de alta resistencia, levas de mando, discos para frenos y ejes para camiones, entre otros.

ACERO AISI/SAE 8620: Acero típico para cementación y para temprar superficialmente manteniendo una gran tenacidad en el núcleo. Se puede soldar por métodos comunes; Se utiliza en la fabricación de engranes, piñones, árboles de levas, moldes para la industria del plástico, mordazas, coronas y satélites, entre otros.

ACERO AISI/SAE INOXIDABLE 304: Excelente resistencia a la corrosión a las atmósferas corrosivas suaves. Resistente a la corrosión en servicio intermitente hasta 760° C (1400° F) y hasta 870° C (1600° F) en servicio continuo. Se emplean en partes que requieran alta maquinabilidad y buena resistencia a la corrosión; en piezas que trabajan a temperaturas relativamente elevadas. Estos aceros sirven para fabricar pernos, flechas y partes de maquinaria.

BOMBA DE LODO: equipo encargado de suministrar lodo de alta o baja densidad, con el fin de facilitar la perforación en los pozos y a su vez dar un revestimiento al orificio.

BOMBA DE PRECARGA: encargada de enviarle constantemente caudal a la Bomba de lodo, evitando de esta forma que trabaje en vacío.

COMPOUND: partes que conforman el sistema de transmisión para la Bomba de Lodo; encargada de transmitir la potencia del motor a la Bomba por medio de la relación de los piñones.

FACTICIDAD: Casos reales, basados en hechos, en oposición a lo teórico o imaginario.

FUNDICIÓN GRIS: alta resistencia a la compresión, resistencia a la fatiga térmica y amortiguamiento contra la vibración.

HOUSING DEL "COMPOUND": cuerpo o estructura externa del "Compound"

NORMA ISO 9001: Esta norma especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente.

RPM: revoluciones por minuto

SHIMS: Laminas metálicas de espesor muy delgado, cuya funcionalidad radica en la amortiguación y alineamiento del torque generado por el motor, encontrándose en la unión de ejes de transmisión.

SOFTWARE CAD: (*Computer Aided Design*), que significan “Diseño asistido por Computador”

STROKES: carrera; tiempo; periodo (distancia recorrida por el embolo en su cilindro entre los puntos muerto superior e inferior). Se calcula por Strokes por minuto.

SOLDADURA 6010: Electrodo de buena penetración en toda posición para uso universal. Soldadura de cañerías (VA), cascos de barcos, chapa estructural de acero al carbono de baja y media resistencia, calderas, recipientes a presión, estructuras de puentes y edificios.

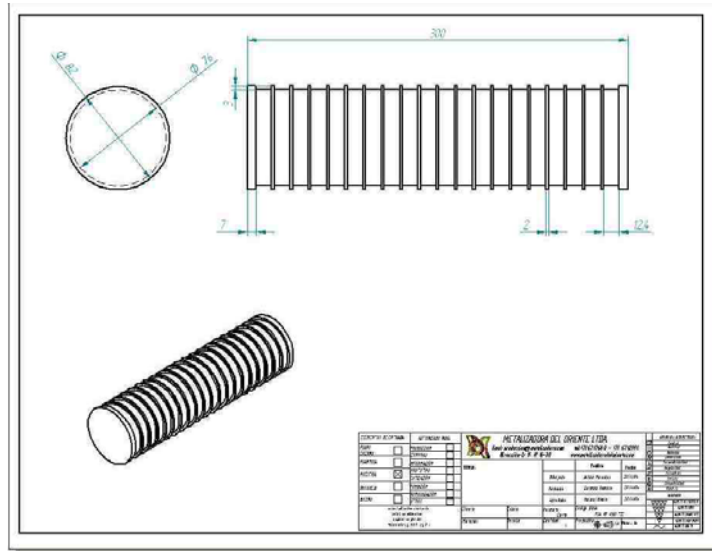
SOLDADURA 7018: Electrodo con polvo de hierro en el revestimiento. Buena presentación. Excelentes propiedades mecánicas en el metal depositado. Apto para uniones de aceros al C-Mn y de baja aleación y alta resistencia.

PLANOS

Copyright Metalizadora del Oriente Ltda.

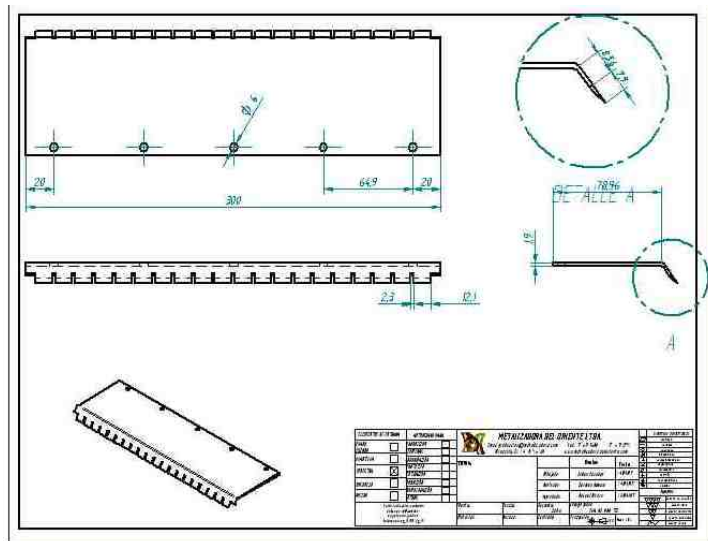
Plano 1. Rodillo

Rodillo

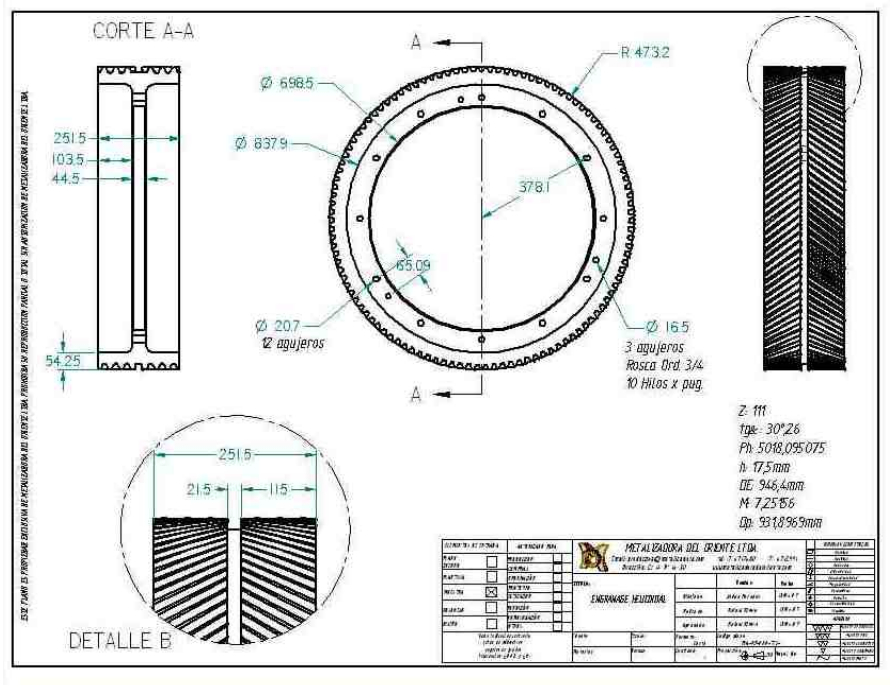


Plano 2. Peine para cortador de harina

Peine

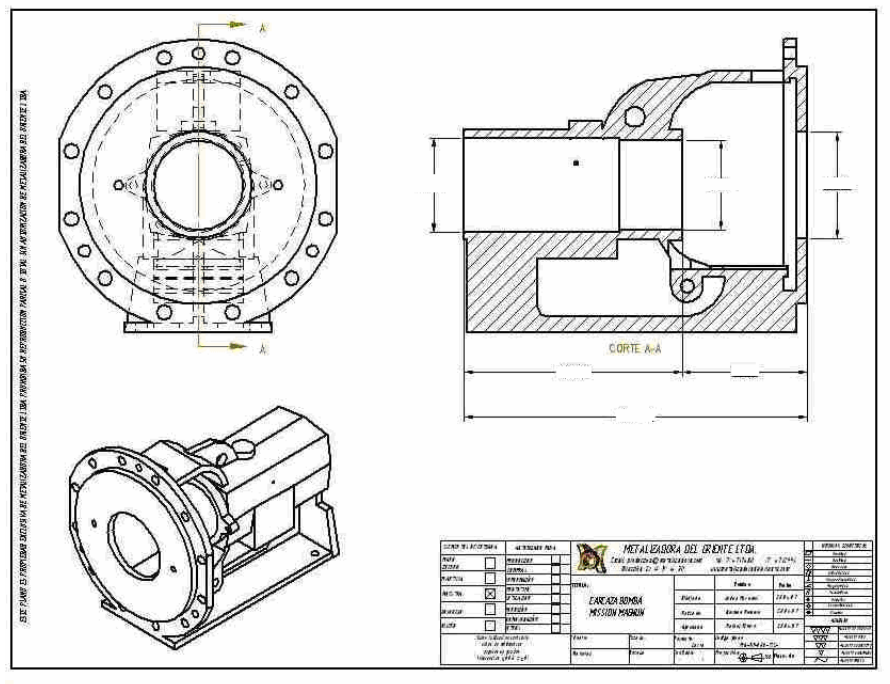


Plano 3. Engranaje helicoidal doble

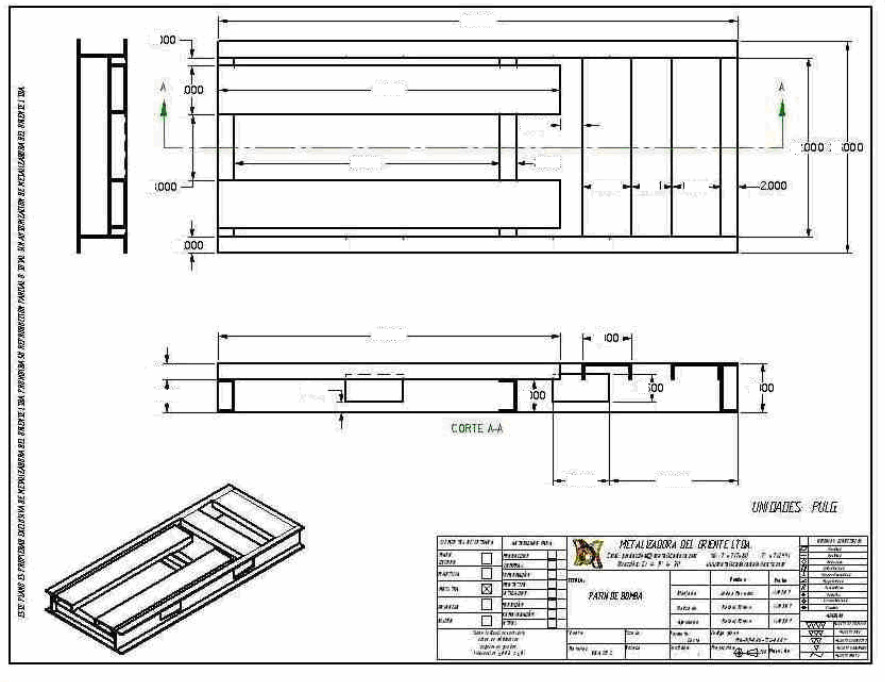


Plano 4. Bomba centrífuga o de precarga

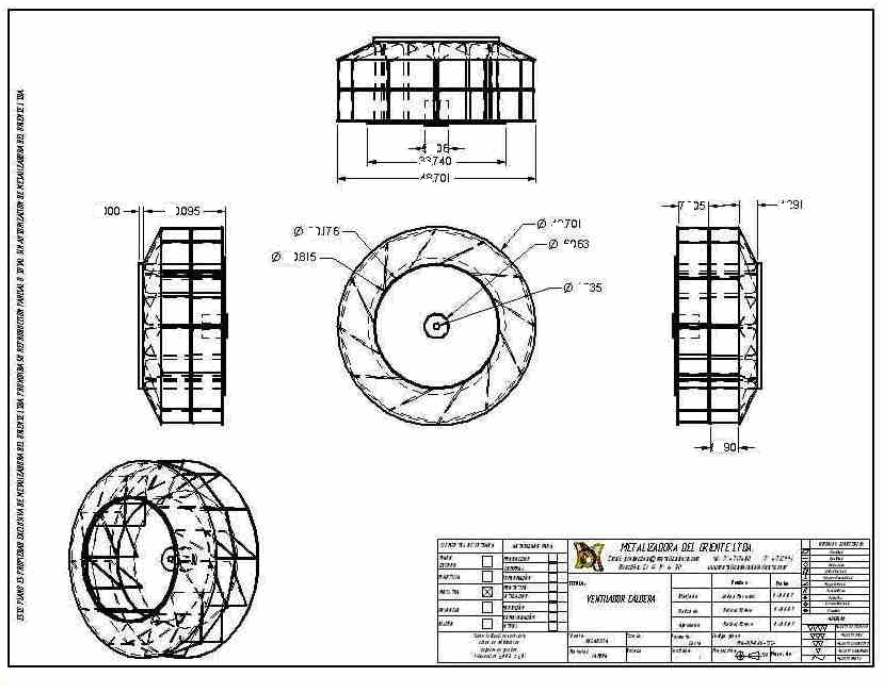
Cuerpo de la bomba



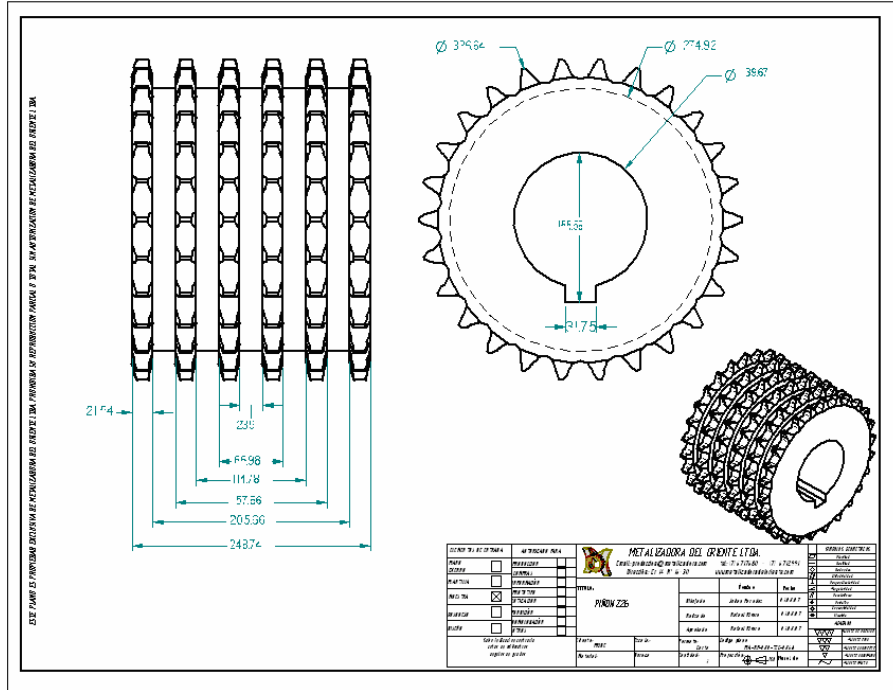
Plano 5. Patín para bomba centrífuga



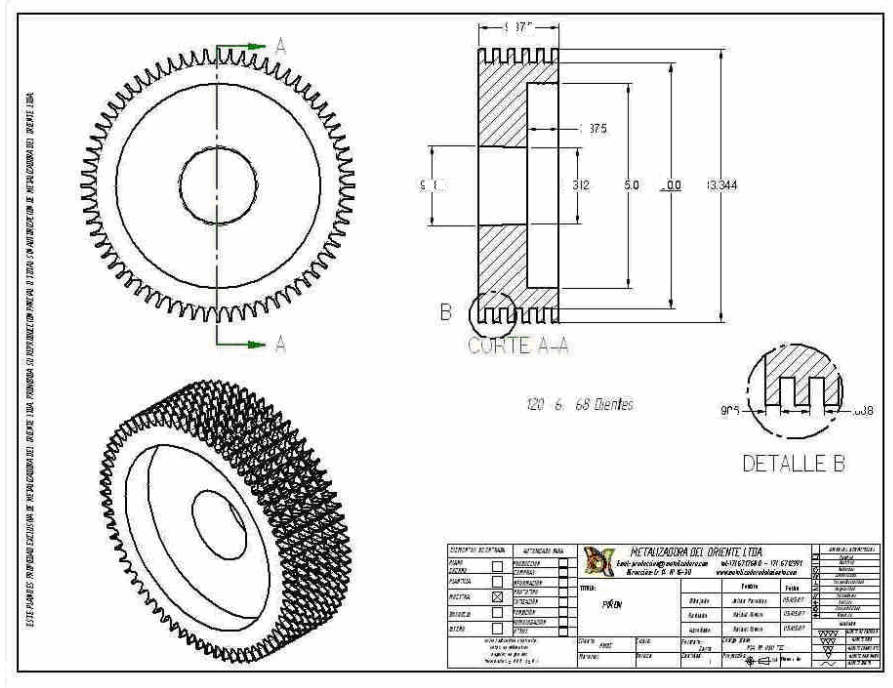
Planos 6. Ventilador para la caldera



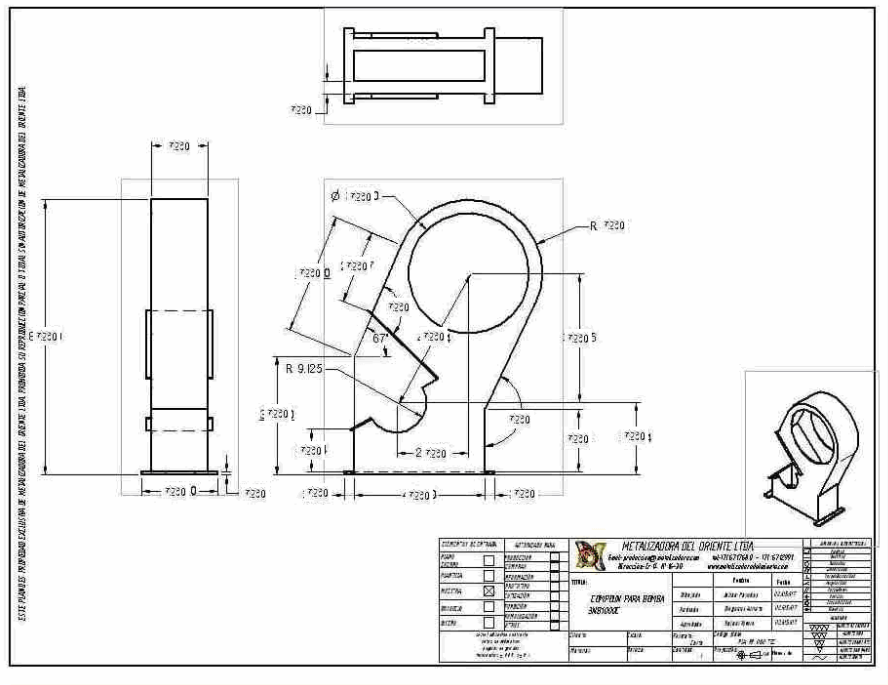
Plano 7. Piñón conductor



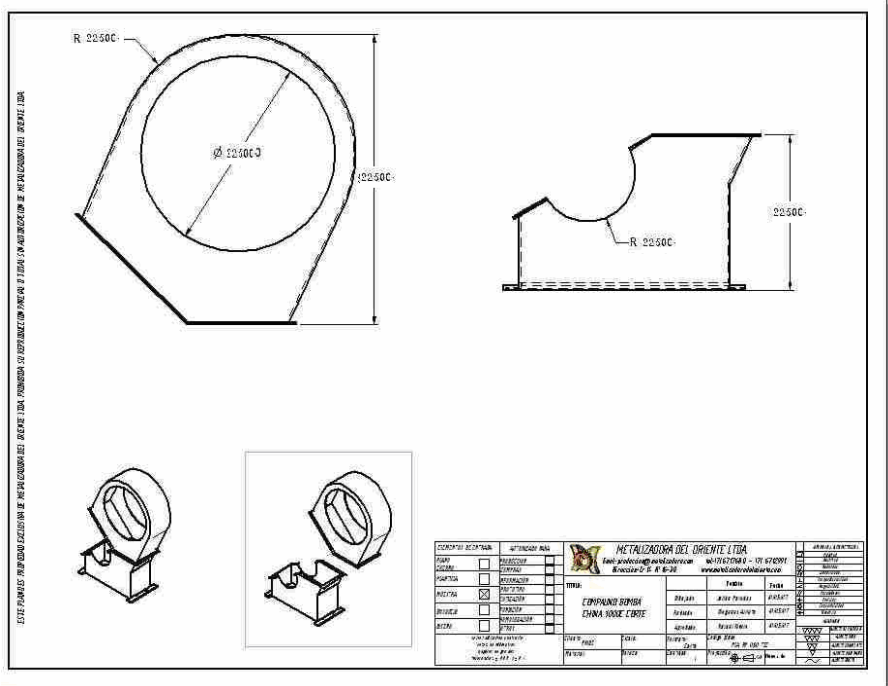
Plano 8. Piñón conducido



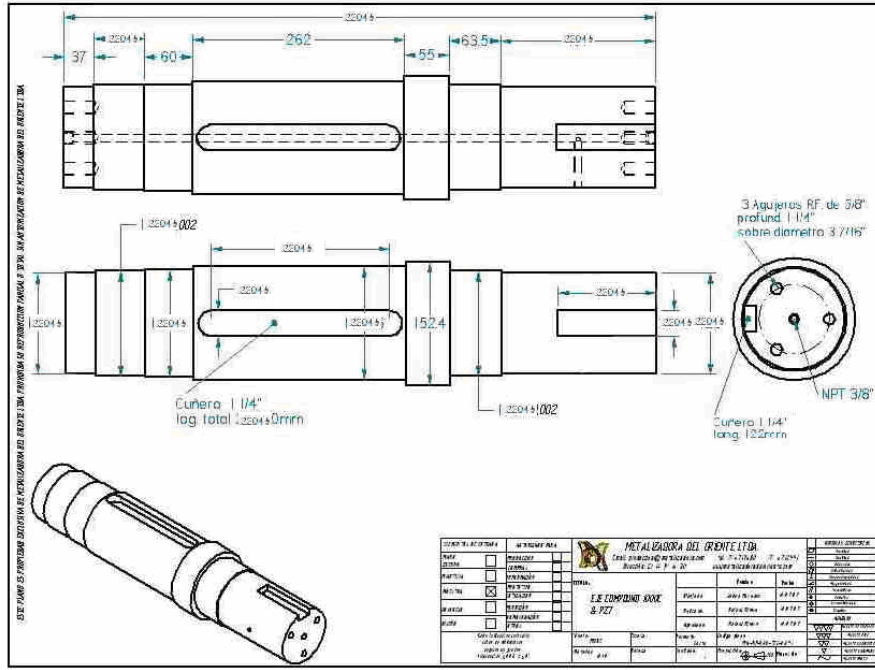
Planos 9. Housing para el "Compound"



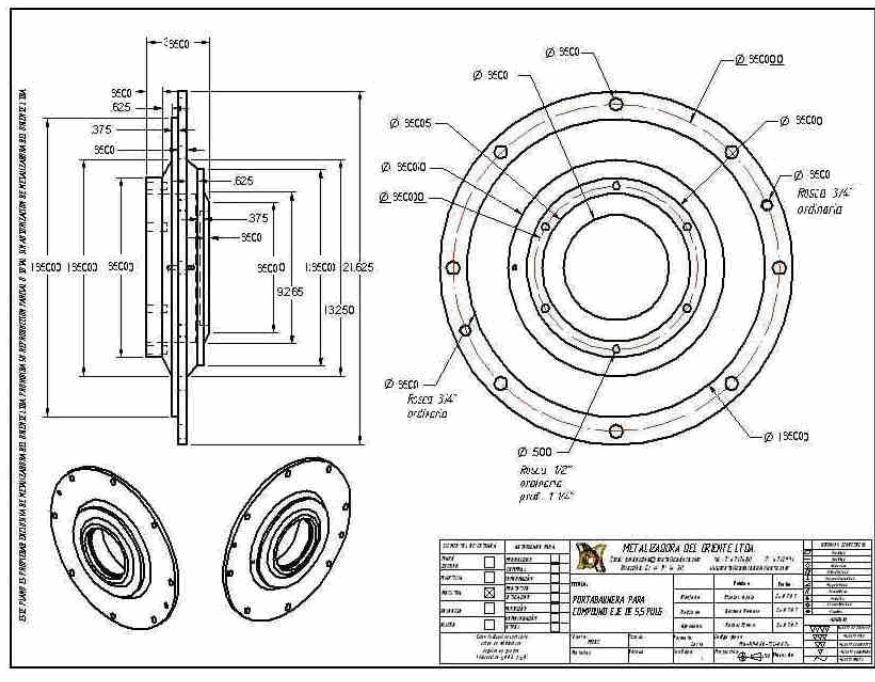
Plano 10. Corte del housing para el "compound"



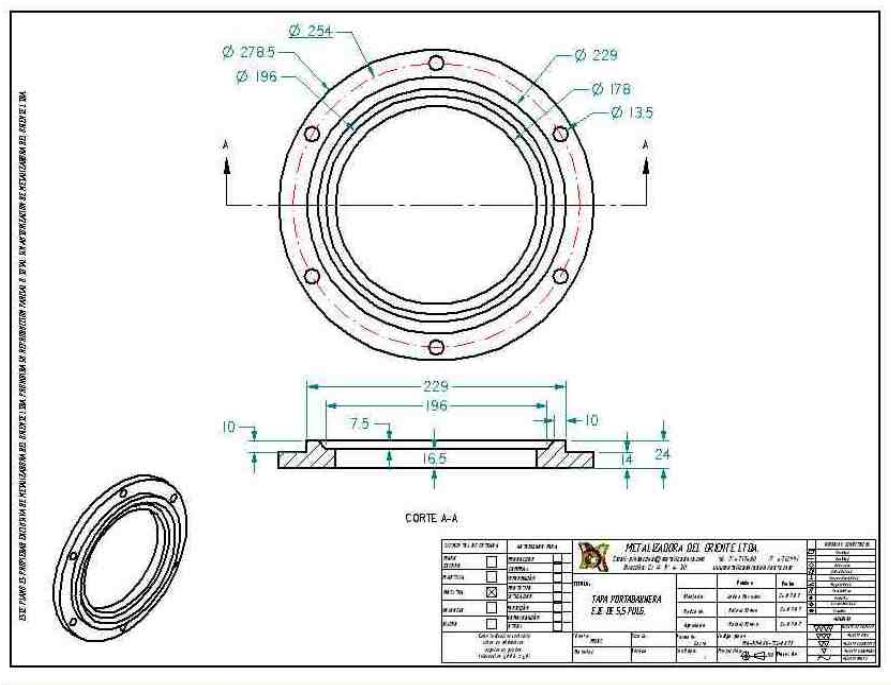
Plano 11. Eje para el "Compound"



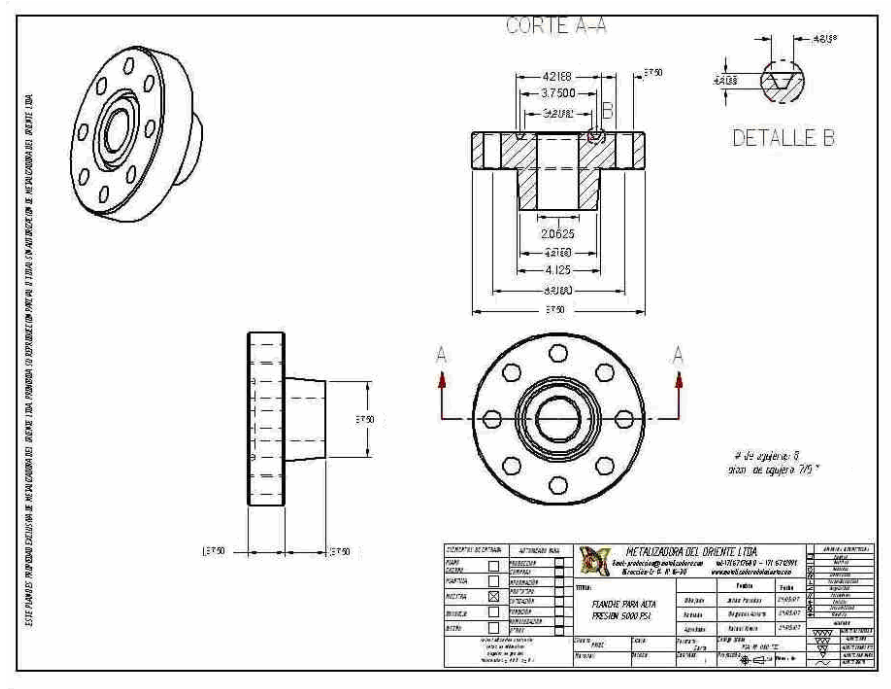
Planos 12. Portabalinera



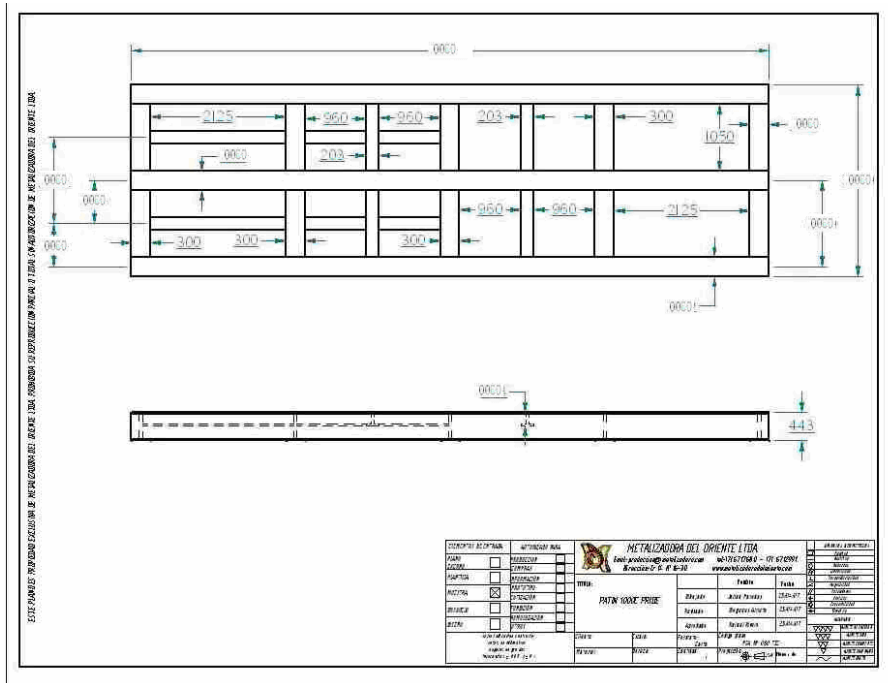
Planos 13. Tapa portabalinera



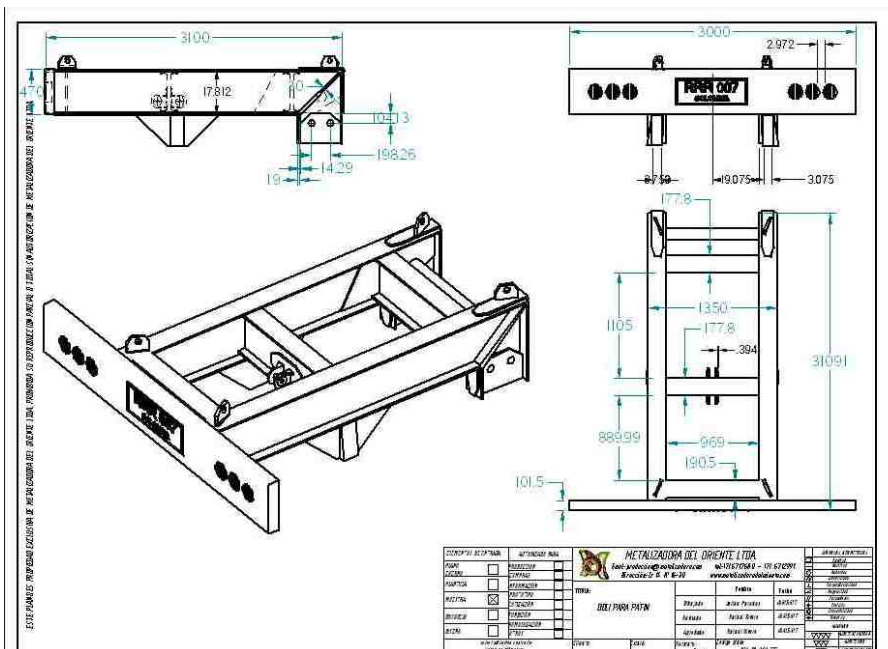
Plano 14. Brida para alta presión para el tubo múltiple (Manifold)



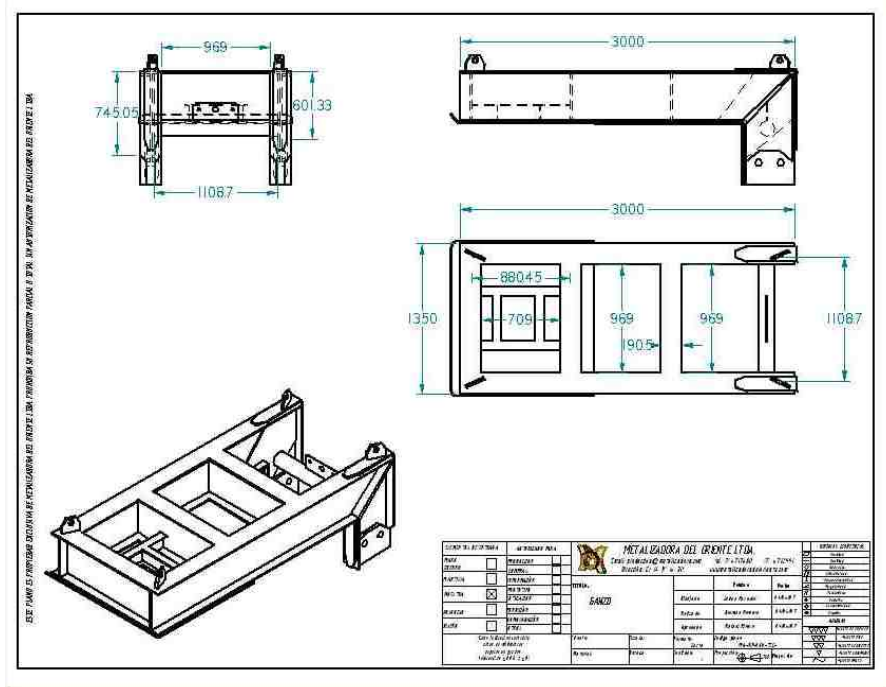
Plano 15. Patín para el montaje de la Bomba de lodo



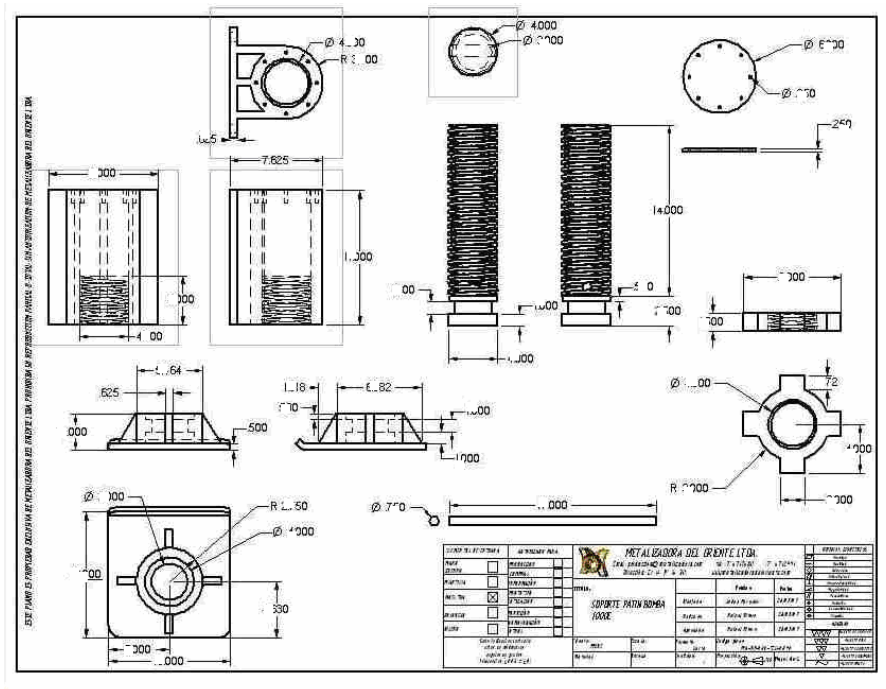
Plano 16. Plataforma rodante (Dolly)



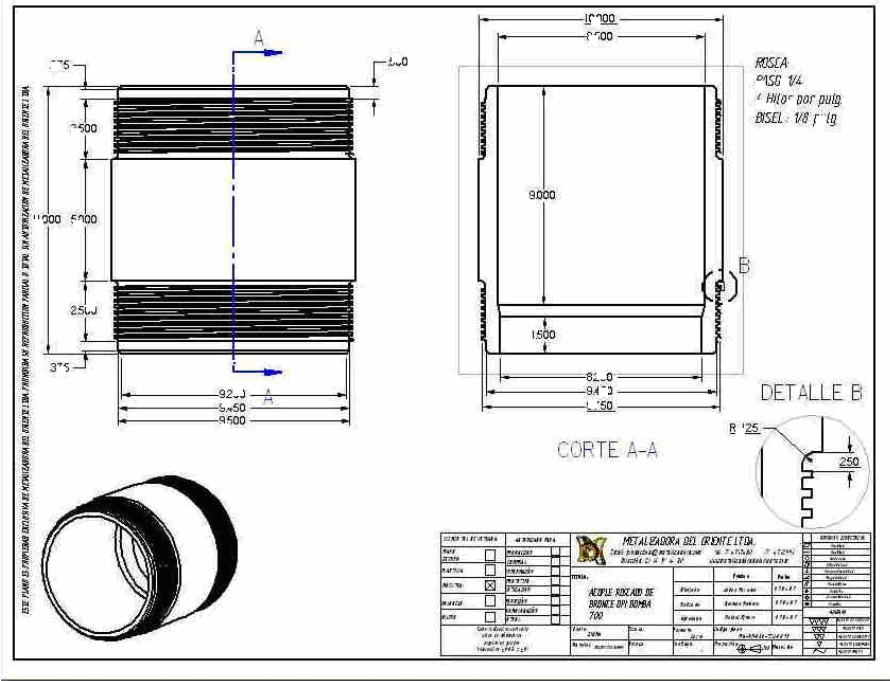
Plano 17. Cuello de ganso (Gooseneck)



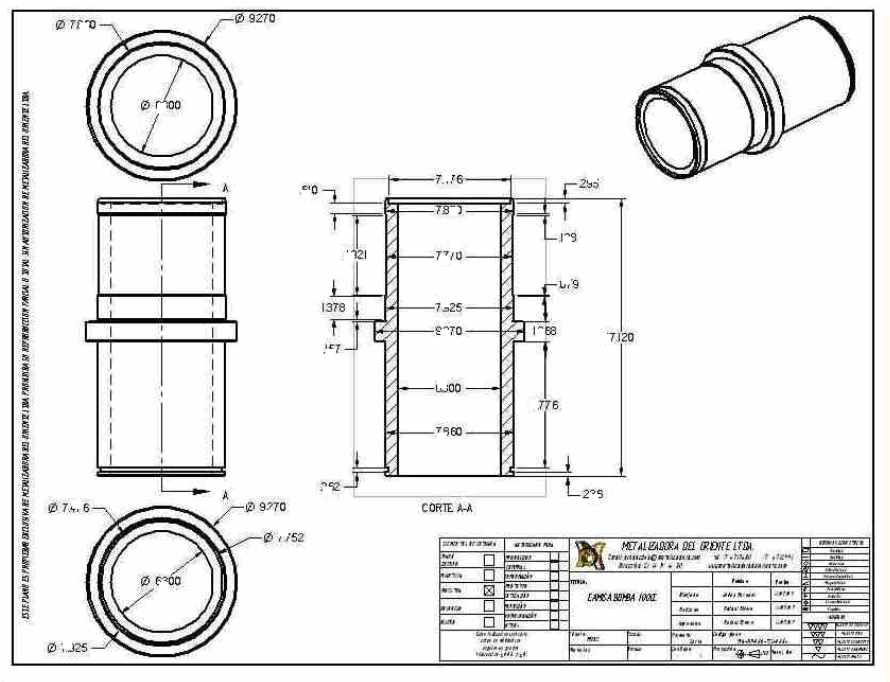
Planos 18. Soporte



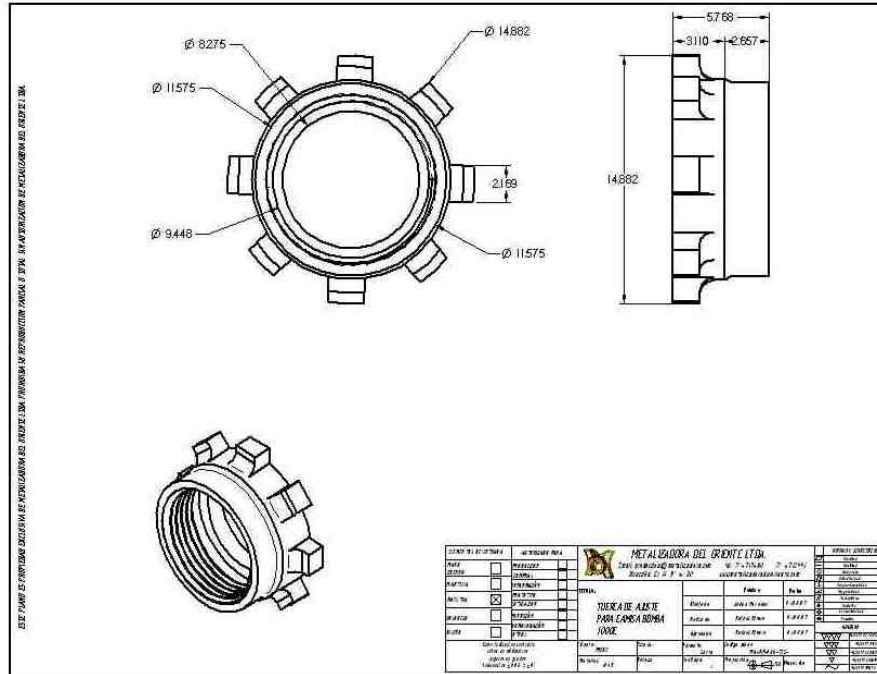
Plano 19. Cilindro



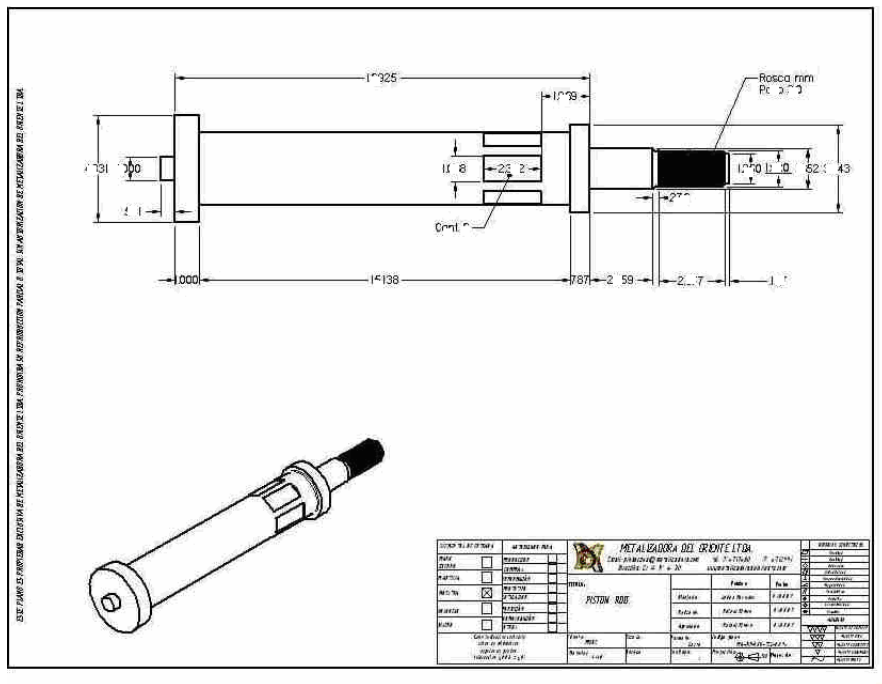
Plano 20. Camisa del cilindro



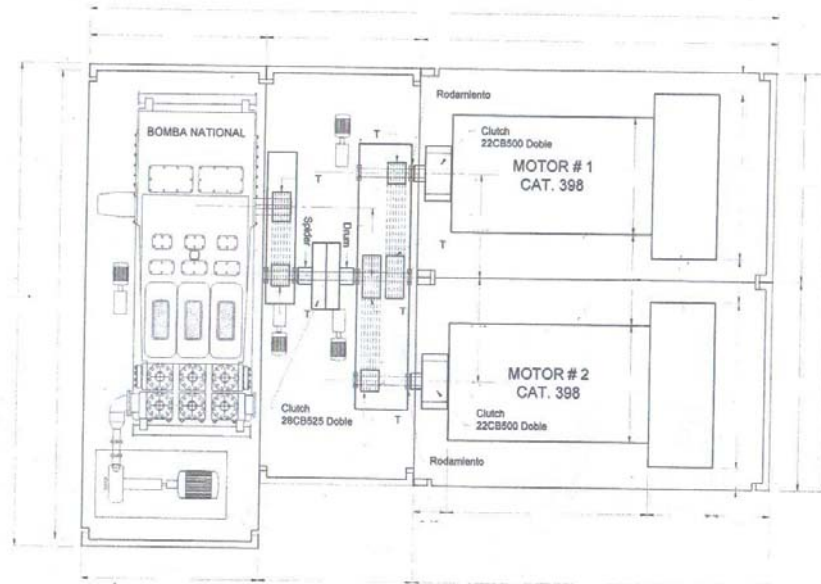
Plano 21. Tuerca para la camisa



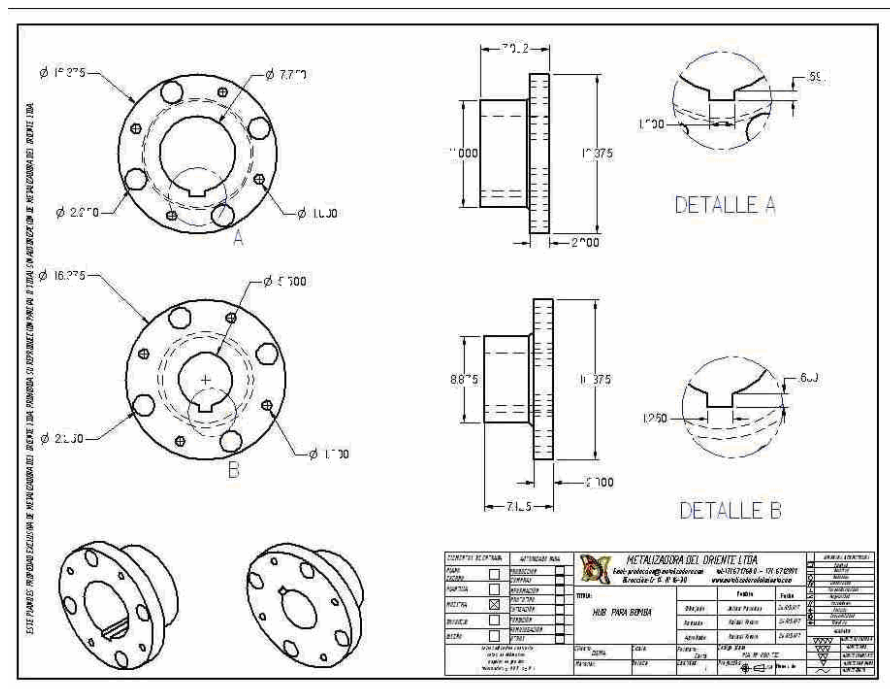
Plano 22. Vástago del embolo



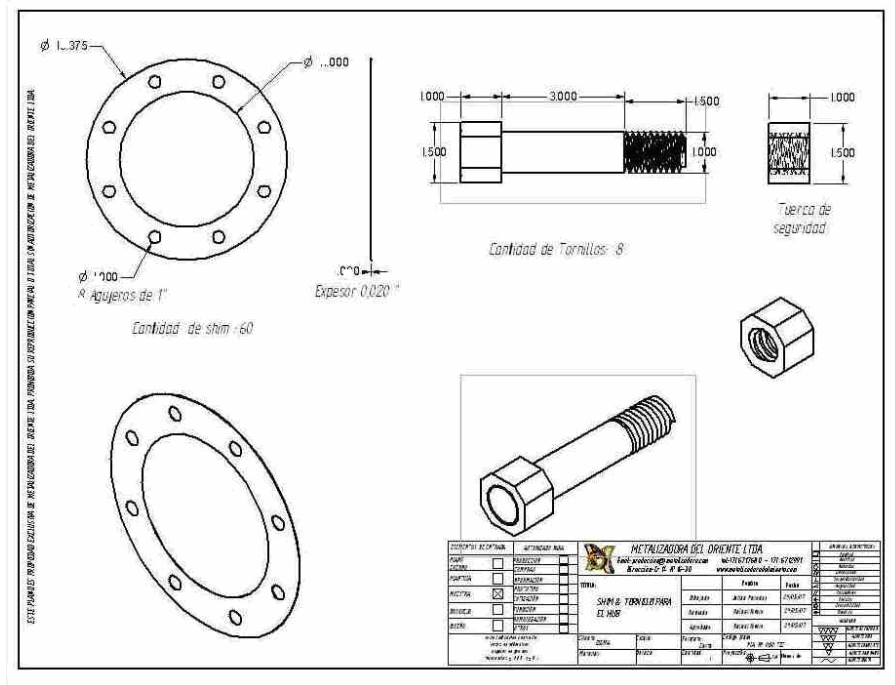
Plano 23. Montaje del equipo completo.



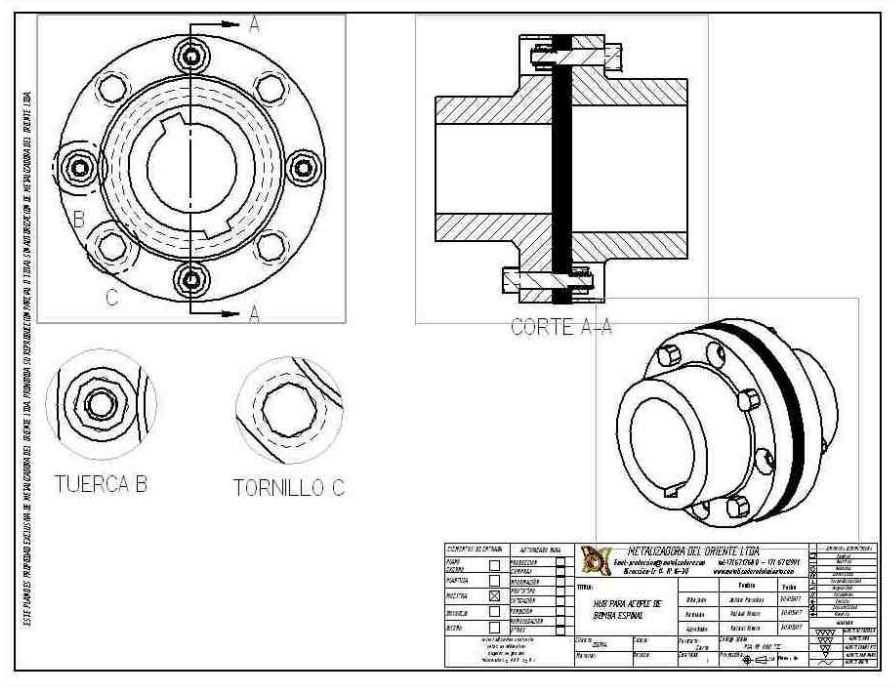
Plano 24. Acople para bomba.



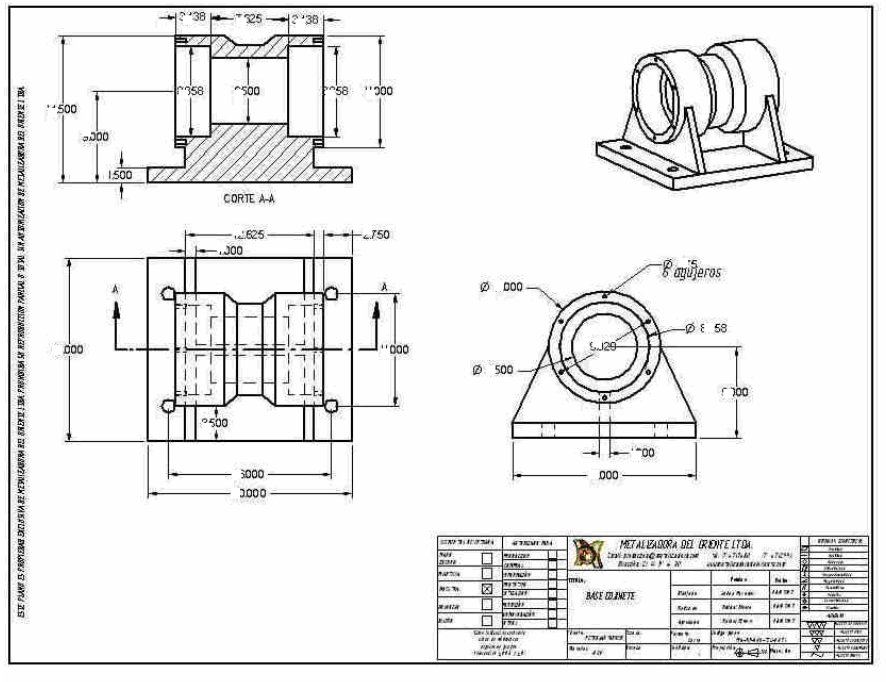
Plano 25. Laminillas (Shim.)



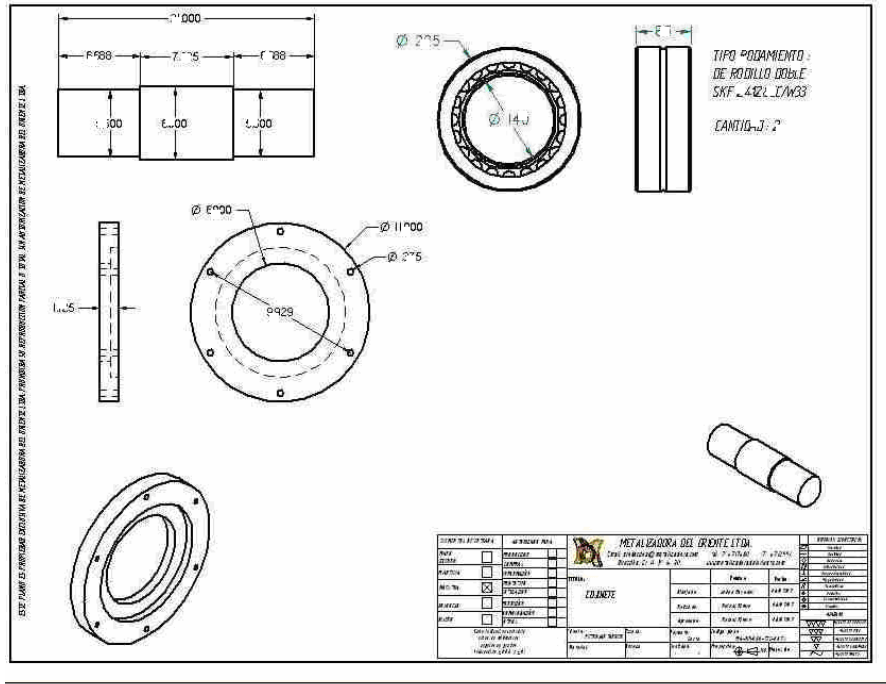
Plano 26. Acople con laminillas (Shim)



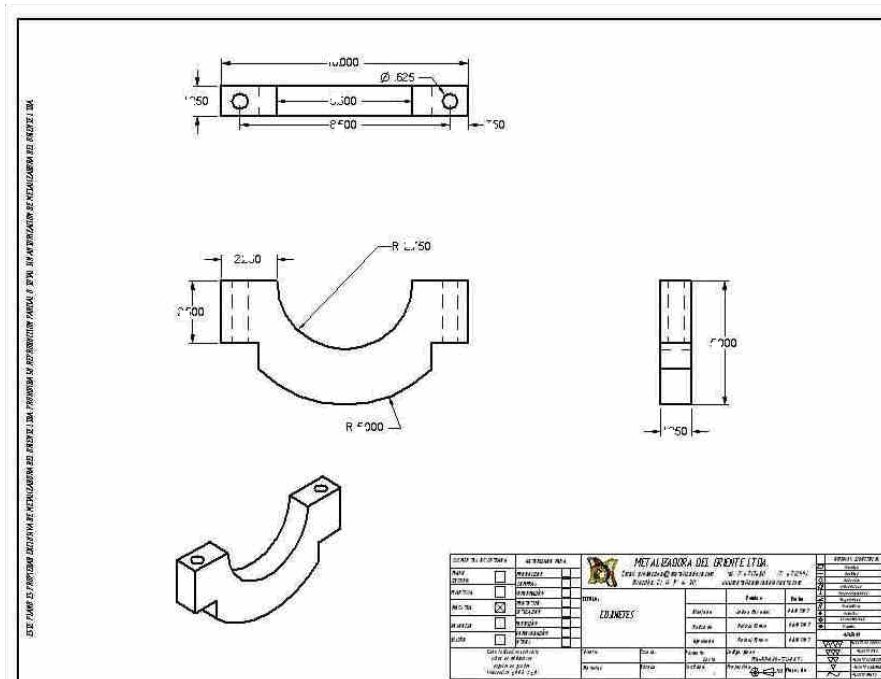
Plano 27. Base del cojinete



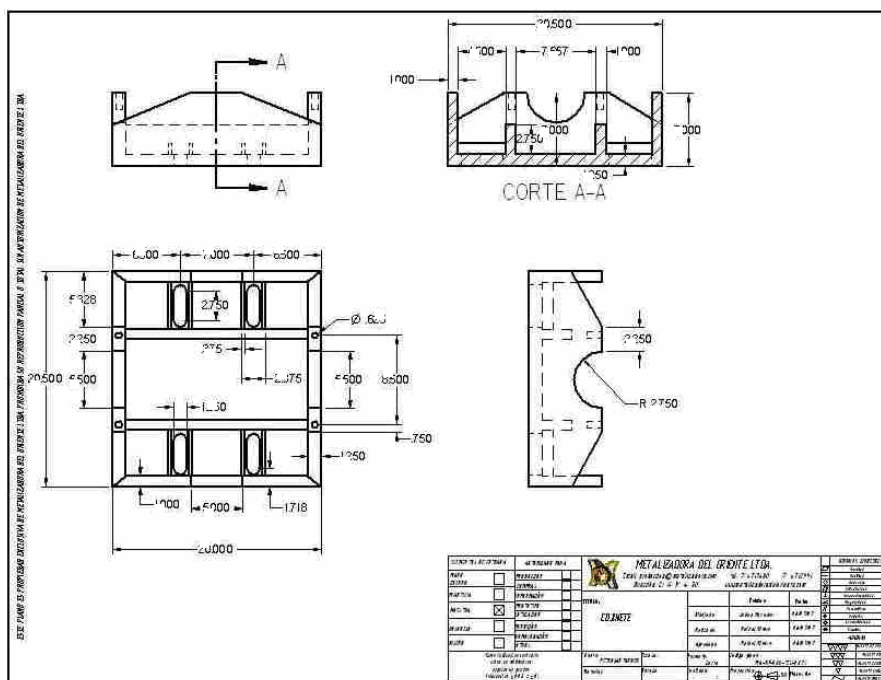
Plano 28. Eje, rodamientos y tapa polvo



Plano 29. Seguros




Plano 30. Parte superior



ANEXOS

Anexo 1. COPYRIGHT METALIZADORA DEL ORIENTE Ltda.



Metalizadora del Oriente Ltda.
FABRICACIÓN Y REPARACIÓN DE COMPONENTES Y EQUIPOS METALMECÁNICOS
SERVICIO DE MECANIZADO Y RECTIFICADO DE PARTES AUTOMOTRICES
NIT. 890.209.585-5

Bucaramanga, 16 de Febrero de 2008

Señores
UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
Piedecuesta


Por medio de la presente nos permitimos informar que según disposiciones de ley 23 de 1982 sobre derechos de autor, aun cuando por la ejecución de sus labores el estudiante JULIÁN PAREDES, haya tendido conocimiento y contacto con el "know how" de la organización este esta protegido y es reconocido como propiedad de esta última, por lo tanto en el informe que haga de su práctica Empresarial, podrá narrar las actividades que desempeñó durante ellas pero deberá abstenerse de detallar y comentar todo aquello que implique divulgación del mismo.

Igualmente se le ha solicitado que de necesitar incluir imágenes o planos en su informe estos sean insertados en un tamaño que garantice la no legibilidad o reproducibilidad de los mismos, la inclusión expresa en las imágenes y/o planos del COPYRIGHT, que nuestra organización tiene sobre los mismos sopena de violación de los derechos ya mencionados.



En nuestra organización estaremos prestos a autorizar cualquier visita de seguimiento o constatación de veracidad de lo informado por el estudiante JULIÁN PAREDES, de quien extendemos nuestras Mejores recomendaciones por su dedicación y Profesionalismo.

Agradeciendo la atención prestada a la presente se suscribe,

Aterramente,



MARTHA RIVERO DÍAZ
GERENTE GENERAL
Abogado T.P.A. 147005



Carrera 14 No. 16-30
metalizadora@metalizadora.com
gerenciageneral@metalizadora.com
Bucaramanga, Colombia

Producción: 671 2040
Domicilios: 671 2695
Caja: 671 2962
Fax: 671 7183

Quejas y Reclamos: 6712405
Diseño Mecánico: 671 7680
Gerencia General: 671 2991
Bombas de lodo: 6710122
Contabilidad: 671 1772

www.metalizadoradelorientel.com

Anexo 2. TABLA DE CAPACIDAD

CADENA ESTANDAR SENCILLA DE RODILLOS No. 120 PASO 1 1/2"

No. de dientes piñón conductor	R.PM DEL PIÑÓN CONDUCTOR																								
	10	25	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2100
9	1.10	2.52	4.69	8.76	12.6	16.3	23.5	30.5	37.3	43.2	34.3	28.1	23.5	20.1	17.4	15.3	13.5	12.1	10.9	9.92	9.06	8.31	7.67	7.10	6.60
10	1.24	2.82	5.26	9.81	14.1	18.3	26.4	34.2	41.8	49.2	40.1	32.9	27.5	23.5	20.4	17.9	15.9	14.2	12.8	11.6	10.6	9.74	8.98	8.31	7.73
11	1.37	3.12	5.83	10.9	15.7	20.3	29.2	37.9	46.3	54.6	46.3	37.9	31.8	27.1	23.5	20.6	18.3	16.4	14.8	13.4	12.2	11.2	10.4	9.59	0
12	1.50	3.43	6.40	11.9	17.2	22.3	32.1	41.6	50.9	59.9	52.8	43.2	36.2	30.9	26.8	23.5	20.9	18.7	16.8	15.3	13.9	12.8	11.8	10.9	0
13	1.64	3.74	6.98	13.0	18.8	24.3	35.0	45.4	55.5	65.3	59.5	48.7	40.8	34.9	30.2	26.5	23.5	21.0	19.0	17.2	15.7	14.4	13.3	12.3	0
14	1.78	4.05	7.56	14.1	20.3	26.3	37.9	49.1	60.1	70.8	66.5	54.4	45.6	39.0	33.8	29.6	26.3	23.5	21.2	19.2	17.6	16.1	14.9	8.94	0
15	1.91	4.37	8.15	15.2	21.9	28.4	40.9	53.0	64.7	76.3	73.8	60.4	50.6	43.2	37.4	32.9	29.1	26.1	23.5	21.3	19.5	17.0	16.5	0	0
16	2.05	4.68	8.74	16.3	23.5	30.4	43.8	56.8	69.4	81.8	81.3	66.5	55.7	47.6	41.2	36.2	32.1	28.7	25.9	23.5	21.5	19.7	18.2	0	0
17	2.19	5.00	9.33	17.4	25.1	32.5	46.8	60.6	74.1	87.3	89.0	72.8	61.0	52.1	45.2	39.6	35.2	31.5	28.4	25.8	23.5	21.6	19.9	0	0
18	2.33	5.32	9.92	18.5	26.7	34.6	49.8	64.5	78.8	92.9	97.0	79.4	66.5	56.8	49.2	43.2	48.3	34.3	30.9	28.1	25.6	23.5	11.3	0	0
19	2.47	5.64	10.5	19.6	28.3	36.6	52.8	68.4	83.6	98.5	105	86.1	72.1	61.6	53.4	46.8	41.5	37.2	33.5	30.4	27.8	25.5	0	0	0
20	2.61	5.96	11.1	20.7	29.9	38.7	55.8	72.2	88.3	104	114	92.9	77.9	66.5	57.6	50.6	44.9	40.1	36.2	32.9	30.0	27.5	0	0	0
21	2.75	6.28	11.7	21.9	31.5	40.8	58.8	76.2	93.1	110	122	100	83.8	71.6	62.0	54.4	48.3	43.2	39.0	35.4	32.3	29.6	0	0	0
22	2.90	6.60	12.3	23.0	33.1	42.9	61.8	80.1	97.9	115	131	107	89.9	76.7	66.5	58.4	51.8	46.3	41.8	37.9	34.6	16.6	0	0	0
23	3.04	6.93	12.9	24.1	34.8	45.0	64.9	84.0	103	121	139	115	96.1	82.0	71.1	62.4	55.3	49.5	44.6	40.5	37.0	0	0	0	0
24	3.18	7.25	13.5	25.3	36.4	47.1	67.9	88.0	108	127	146	122	102	87.4	75.8	66.5	59.0	52.8	47.6	43.2	39.4	0	0	0	0
25	3.32	7.58	14.1	26.4	38.0	49.3	71.0	91.9	112	132	152	130	109	92.9	80.6	70.7	62.7	56.1	50.6	45.9	41.3	0	0	0	0
26	3.47	7.91	14.8	27.5	39.7	51.4	74.0	95.9	117	138	159	138	115	98.6	85.4	75.0	66.5	59.5	53.7	48.7	26.6	0	0	0	0
28	3.76	8.57	16.0	29.8	43.0	55.7	80.2	104	127	150	172	154	129	110	95.5	83.8	74.3	66.5	60.0	54.4	0	0	0	0	0
30	4.05	9.23	17.2	32.1	46.3	60.0	86.4	112	137	161	185	171	143	122	106	92.9	82.4	73.8	66.5	42.4	0	0	0	0	0
32	4.34	9.90	18.5	34.5	49.6	64.3	92.6	120	147	173	199	188	158	135	117	102	90.8	81.3	73.3	0	0	0	0	0	0
35	4.78	10.9	20.3	38.0	54.7	70.9	102	132	162	190	219	215	180	154	133	117	104	92.9	47.7	0	0	0	0	0	0
40	5.52	12.6	23.5	43.9	63.2	81.8	118	153	187	220	253	263	220	188	163	143	127	59.5	0	0	0	0	0	0	0
45	6.27	14.3	26.7	49.8	71.7	92.9	134	173	212	250	287	314	263	224	195	171	80.0	0	0	0	0	0	0	0	0

INTERMEC®. Catalogo de Transmisión de potencia por cadena por rodillos Tercera edición