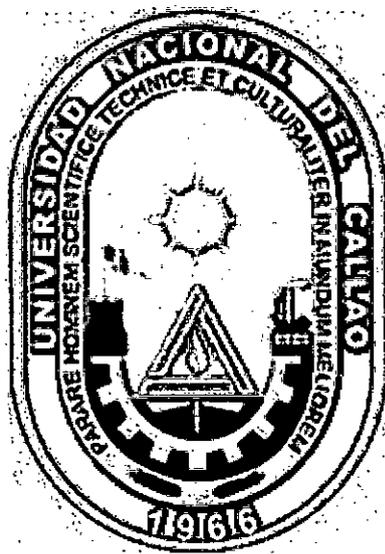


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y DE ENERGIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN ENERGIA



“IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE UN SISTEMA DUAL
ELECTROMECAÁNICO DEL EQUIPO ROBOT LANZADOR 4207 Y
SU INCIDENCIA EN LA CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE
CARBONO EN LA UNIDAD MINERA RAURA- HUÁNUCO.”

INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER EL
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGIA.

JORGE LUIS ANDAMAYO PACHECO

CALLAO, JULIO DEL 2018

PERU

DEDICATORIA:

A mis seres queridos que creyeron en mí en el transcurrir de mi vida, que me dieron fuerza para seguir adelante en los momentos difíciles y que me acompañaron pese a las caídas que tuve, con mucho cariño este trabajo va dedicado a ustedes.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	9
I. OBJETIVOS	12
1.1 Objetivo general	12
1.2 Objetivo específicos	12
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	13
2.1 Reseña histórica	13
2.2 Declaraciones estratégicas	13
2.3 Organigrama	22
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	24
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA...	
26	
4.1 Descripción del tema	26
4.2 Antecedentes	27
4.3 Planteamiento del problema	28
4.4 Justificación	28
• Legal	28
• Teórica	29
• Tecnológica	29
4.5 Marco teórico	29
4.5.1 Antecedentes de estudio	29

4.5.2	Marco conceptual	30
4.5.3	Definiciones de térmicos básicos	63
4.5.4	Marco normativo	70
4.6	Fases del proyecto	71
4.6.1	Fase I. ingeniería preliminar	75
4.6.2	Fase II. Estructurado del sistema eléctrico	98
4.6.3	Fase III. Estructurado del sistema mecánico	114
4.6.4	Fase IV. Puesto en operación del robot lanzador	130
V.	EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICO	142
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	149
6.1	Conclusiones	149
6.2	Recomendaciones	150
VII.	REFERENCIALES	152
VIII.	ANEXOS Y PLANOS	154
8.1	Anexos	154
8.2	Planos.....	159

Lista de Figuras

Figura N°1: Organigrama de la empresa	23
Figura N°2: Transformación de la energía en una instalación hidráulica	31
Figura N°3: Corte transversal de una bomba de engranajes	32
Figura N°4: Bomba de engranaje – Sistema de trabajo.....	33
FiguraN°5: Electroválvula 4/3 con corte transversal	34
Figura N°6: Electroválvula de control de dirección.....	34
Figura N°7: Diagrama de funcionamiento de válvula limitadora	35
Figura N°8: Válvula limitadora de presión 250 bar.....	35
Figura N°9: Simbología de una electroválvula	36
Figura N°10: Tipos de electroválvulas-diagramas	36
Figura N°11: Representación gráfica de una electroválvula	37
Figura N°12: Formas de representar una electroválvula.....	37
Figura N°13: Partes de un sistema oleohidraulico	37
Figura N°14: Componentes de un sistema convencional	38
Figura N°15: Funcionamiento sistema oleohidraulico	38
Figura N°16: Tipos de accionamiento de una válvula hidráulica.....	39
Figura N°17: Mangueras hidráulicas.....	40
Figura N°18: Tanque hidráulico en el equipo.....	41
Figura N°19: Esquema del tanque hidráulico.....	41
Figura N°20: Aceite hidráulico de tanque tellus 68	42
Figura N°21: Filtros hidráulico de tanque 175um.....	42
Figura N°22: Conectores hidráulicos milimétricos.....	43

Figura N°23: Motor eléctrico 37Kw / 440VAC	45
Figura N°24: Interruptor principal EATON.....	46
Figura N°25: Llave termo magnético 65 A-EATON.....	48
Figura N°26: Arrancador solido vista frontal	50
Figura N°27: Arrancador solido vista lateral.....	50
Figura N°28: Protector de voltaje solido vista frontal	52
Figura N°29: Protector de voltaje solido vista lateral.....	52
Figura N°30: Esquema de trabajo PLC.....	53
Figura N°31: Cable americana AWG 2/0	55
Figura N°32: Cable americana AWG 10 – AWG 16.....	56
Figura N°33 Pulsadores tipo hongo	57
Figura N°34: Dimensiones de pulsador tipo hongo.....	57
Figura N°35: Conector unipolar eléctrico de 175 A.....	58
Figura N°36: Sistemas del robot lanzador 4207	59
Figura N°37: Circuito del sistema de aditivo	60
Figura N°38: Lanzado de shotcrete	61
Figura N°39: Alerta por intoxicación de monóxido de carbono	62
Figura N°40: Fases de proyecto	73
Figura N°41: Cronograma de actividades.....	74
Figura N°42: Estado de equipo Robot lanzador inicial 4207 - parte I.....	77
Figura N°43: Estado de equipo Robot lanzador inicial 4207 - parte II.....	77
Figura N°44: Estado de equipo Robot lanzador inicial 4207 - parte III....	77
Figura N°45: Estado de equipo Robot lanzador inicial 4207 - parte IV ...	78

Figura N°46: Estado de equipo Robot lanzador 4207 inicial - parte V ...	78
Figura N°47: Plano hidráulico	81
Figura N°48: Placa de bomba hidráulica.....	84
Figura N°49: Placa de motor eléctrico	85
Figura N°50: Motor eléctrico	85
Figura N°51: Acople de motor eléctrico-bomba hidráulica	86
Figura N°52: Bomba triple Casappa	92
Figura N°53: Electroválvula 4/3	93
Figura N°54: Esquema de electroválvula	94
Figura N°55: Potencia de motores de 2 polos 3000rpm	100
Figura N°56: Tabla de selección de calibre	101
Figura N°57: Calibre de cable de alimentación principal	102
Figura N°58: Tabla de cable del proveedor	102
Figura N°59: Tabla de selección de calibre	103
Figura N°60: Interruptor magnético tensión 440VAC	104
Figura N°61: Comportamiento del arranque	105
Figura N°62: Arrancador solido SMC-3	106
Figura N°63: Interruptor principal EATON	107
Figura N°64: Protección de voltaje	108
Figura N°65: Distribución del colector de escobillas	109
Figura N°66: Vista lateral de distribución del colector	109
Figura N°67: Vista de los discos y eje central	110
Figura N°68: Tambora con discos instalados	110

Figura N°69: Dispositivo electrónico PLC	111
Figura N°70: Esquema de instalación del motor eléctrico	113
Figura N°71: Diagrama del compresor PM-37	115
Figura N°72: Bomba hidráulica visualización del fluido	116
Figura N°73: Tabla de selección de bomba hidráulica triple	117
Figura N°74 Bomba hidráulica triple Casappa	117
Figura N°75: Bomba principal A10V71	118
Figura N°76 Eje de bomba hidráulica	118
Figura N°77: Válvula limitadora de presión 200bar	119
Figura N°78: Válvula check antirretorno	120
Figura N°79: Equipo robot Lanzador en chasis	123
Figura N°80: Armado del chasis, unión de los dos cuerpos	123
Figura N°81: Electroválvulas a utilizar	124
Figura N°82: Tendido de cañería metálicas	124
Figura N°83: Tendido de línea de bomba de agua	125
Figura N°84: Tendido del sistema de actuador	125
Figura N°85: Tendido de línea de sistema de bombeo	126
Figura N°86: Tendido de línea de sistema de aditivo y lanzado	126
Figura N°87: Tendido de toda la línea del motor eléctrico	127
Figura N°88: Recepción de chasis después de arenarlo	127
Figura N°89 Recepción de equipo de pruebas	128
Figura N°90: Factores que afectan la viscosidad	129
Figura N°91: Base usado para el pintado de chasis	129

Figura N°92: Control de tomas de presión hidráulicas	131
Figura N°93: Hoja de pruebas grupo 1	134
Figura N°94: Hoja de pruebas grupo 2	135
Figura N°95: Hoja de pruebas grupo 3	136
Figura N°96: Hoja de pruebas grupo 4	137
Figura N°97: Cartilla de mantenimiento	140

Lista de Cuadros

Cuadro N°1: Ventajas de la energía hidráulica	31
Cuadro N°2: Características del arrancador sólido	49
Cuadro N°3: Características protector de voltaje	51
Cuadro N°4: Características del cable de alimentación	55
Cuadro N°5: Características del equipo Robot Lanzador	80
Cuadro N°6: Dimensionamiento del Robot Lanzador 4207	82
Cuadro N°7: Resumen de cálculos eléctricos	91
Cuadro N°8: Diámetro interno de mangueras	96
Cuadro N°9: Resumen de repuestos eléctricos a implementar	97
Cuadro N°10: Accesorios hidráulicos a implementar	120
Cuadro N°11: Relación de accesorios a implementar	121
Cuadro N°12: Propiedades físicas y químicas del aceite tellus 68	128
Cuadro N°13: Listado de equipos y maquinas	143
Cuadro N°14: Staff de profesionales.....	144
Cuadro N°15: Costos Realizados en la Implementación	145

INTRODUCCIÓN

En los últimos años en el Perú, la actividad minería viene generando desarrollo económico, creando mayores oportunidades laborales y puestos de empleo, teniendo como propósito la extracción de minerales polimetálicos para poder exportar al extranjero y generar mayores divisas para el país. Para poder realizar trabajos en una Unidad Minera como empresa especializada, se tiene que cumplir ciertos requisitos legales emitidos por el Ministerio de Energía y Minas, en nuestra situación laboral CJ NETCOM SAC como empresa especializada en sostenimiento mecanizado con shotcrete, se rige al DS 024-2016 donde nos especifica que la cantidad máxima de monóxido de carbono que debe emitir los equipos en interior mina es de 500 partes por millón (ppm).

La unidad minera Raura – Huánuco en operaciones en socavón en su expansión continúa presenta la problemática de desprendimiento de rocas que atentan con la integridad física de los trabajadores, para ello como medida de contingencia se realiza el sostenimiento de rocas con equipos mecanizados, los cuales originan altas concentraciones de monóxido de carbono muy perjudicial para la salud del ser humano.

Por ello el informe de trabajo de suficiencia profesional, titulado **"IMPLEMENTACIÓN Y OPERACIÓN DE UN SISTEMA DUAL ELECTROMECAÁNICO DEL EQUIPO ROBOT LANZADOR 4207 Y SU INCIDENCIA EN LA CONCENTRACIÓN DE MONÓXIDO DE**

CARBONO EN LA UNIDAD MINERA RAURA” cubre las expectativas de cumplir con las normas legales vigente y reducir la concentración de monóxido a cero en el interior de la mina, generando mayor seguridad en las operaciones, así como garantizar la salud de los trabajadores

La implementación consistió en reemplazar un sistema basado en un motor diésel que accionaba las bombas hidráulicas por un sistema dual electro – mecánico, el mismo que cuenta con: Motor eléctrico, bomba hidráulica, válvulas de seguridad para proteger las bombas, dispositivo electrónico para la protección del motor eléctrico, sistema PLC integrado, válvulas hidráulicas de comando, mangueras hidráulicas y conectores hidráulicos, la ejecución de la implementación y operación del sistema dual se realizó considerando las siguientes fases:

- ✓ FASE I. Ingeniería preliminar: Se realizó el diagnostico de los diferentes sistemas del robot lazador para la implementación del sistema dual electro mecánico.
- ✓ FASE II. Estructurado del sistema eléctrico: en esta etapa se realizó la selección del motor eléctrico así como la selección del cable de alimentación y selección de las electroválvulas, para posteriormente dimensionar el calibre del cable principal.
- ✓ FASE III. Estructurado del sistema mecánico –hidráulico: en esta etapa se seleccionó la bomba hidráulica y accesorios del sistema, efectuándose el conexionado de las cañerías para

posteriormente realizar el ensamble de los componentes del sistema mecánico - hidráulico.

- ✓ FASE IV. Puesta en operación del Robot Lanzador: En esta etapa se detallaron las pruebas del sistema eléctrico, estanqueidad, vacío y carga; para posteriormente hacer la entrega del robot lanzador al área de operaciones mediante el acta de conformidad.

La implementación y operación del sistema dual del equipo Robot Lanzador se ejecutó en las instalaciones de la empresa CJ NETCOM SAC en el distrito de Ate vitarte.

La proyección de operación del robot lanzador aproximadamente con una vida útil de 5 años, origino un ahorro de 144 mil dólares por ahorro de consumo de combustible y con una emisión de gases de monóxido igual a cero.

Dicha implementación la empresa CJ NETCOM, presenta un ahorro considerable en el consumo de combustible Diésel, siendo su operación del equipo robot Lanzador con el motor eléctrico en el lanzado de shotcrete.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Implementar y poner en operación un sistema dual electromecánico del equipo robot lanzador 4207 a fin de cumplir con los estándares de concentración de monóxido de carbono en la unidad minera Raura - Huánuco.

1.2 Objetivos específicos

- ✓ Realizar el diagnóstico de los recursos a utilizar en los diferentes sistemas del robot lanzador para la implementación del sistema dual electromecánico.
- ✓ Seleccionar el motor eléctrico para el accionamiento de las bombas hidráulicas principales y su dimensionamiento de calibre del cable principal, siguiendo la norma técnica peruana NTP 160-000 y 370-301
- ✓ Seleccionar las válvulas hidráulicas con los parámetros establecidos de presión 350 bares y caudal de 15-20 l/min para el accionamiento de los diferentes sistemas independientes del Robot Lanzador 4207.
- ✓ Documentar los protocolos de pruebas y certificación de materiales e instalación, como el acata de conformidad para su puesta en marcha del Robot Lanzador 4207.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

2.1 Reseña histórica

La empresa CJ NETCOM SAC, con RUC 20518224477 fue fundada el 04 de febrero 2017, está ubicado en la calle 9 de setiembre 122-124 Ate Lima; y brinda servicio a nivel nacional en sostenimiento mecanizado con shotcrete en interior mina, taludes y fortificación y revestimiento del macizo rocoso nos constituimos en el sector como una alternativa orgánica, seria y capaz de brindar sus servicios en condiciones altamente competitiva tanto técnicas como económicas a las distintas actividades de la industria minera, construcción, servicios de la comunidad en general.

2.2 Declaraciones estratégicas

Misión:

Somos una empresa dedicada a brindar servicios de fortificación y revestimiento del macizo rocoso, sostenimiento en mina (túnel y talud) Atendiendo como clientes a mineras y constructoras con equipo de última tecnología.

Visión:

Ser una empresa de servicios líder en continuo crecimiento, que se distinga por proporcionar una excelente calidad de servicios a sus clientes, una ampliación de oportunidades de desarrollo profesional a sus trabajadores y una contribución positiva al desarrollo de minería y construcción en el Perú.

Evolución:

El crecimiento de la empresa se basa en una estrategia cuyo objetivo es el fortalecimiento de una posición competitiva y cuyos pilares son:

- **Conocimiento técnico y creativo.**

Estos elementos nos permiten ofrecer una gama de servicios cuyo objetivo es lograr la completa satisfacción del cliente anticipando en lo posible a sus necesidades.

- **Eficiencia:**

Entendido como la forma de lograr resultados óptimos mediante el uso racional de los recursos disponibles, incrementando una política de reducción de costos cuyo objetivo final sea el aumento de la productividad de cada una de nuestras áreas.

Perspectivas:

- **Valores humanos:**

En nuestra empresa conceptuamos que además de la calidad individual de nuestro personal el éxito se basa en el trabajo en equipo y en el entendimiento colectivo para alcanzar un objetivo común. Los puntos de vista individuales nos son útiles para potenciar la creatividad, hacer cada vez mejor nuestro trabajo y adecuarnos a las necesidades de nuestros clientes.

- **Satisfacción de nuestros clientes:**

La completa satisfacción de nuestros clientes es el principal objetivo; propendemos a mantener una relación franca y amistosa que nos

permitan como sus necesidades y tenemos la mejor disposición de colaborar estrechamente para alcanzar sus objetivos.

- **Políticas de la empresa CJ NETCOM SAC**

A continuación detallamos las políticas constituidas por la empresa CJ NETCOM SAC:

• **Uso razonable de teléfono celular en área de trabajo**

CJ NETCOM SAC, es consiente que el uso del teléfono celular en el área de trabajo puede brindar una facilidad en la comunicación de accidentes o eventos no deseados enmarcados en situaciones críticas o de emergencias, no obstante, sabemos que el uso desmesurado e irresponsable puede generar accidentes personales o con las personas del entorno al desarrollar actividades críticas.

Por los conceptos expuestos, se ha implementado la presente política soportada por los siguientes compromisos:

1. **No tolerar** el uso de teléfonos celulares por parte de los conductores y operadores de maquinaria durante el desplazamiento, conducción o tránsito de los mismos.
2. **Restringir** absolutamente el uso del teléfono celular durante la ocurrencia de tormentas eléctricas (aun cuando el personal este en refugios de personas), además cuando el personal este en tránsito peatonal dentro de las áreas de operaciones y/o zonas industriales, durante el ascenso y descenso de equipos pesados

y/o vehículos livianos, al subir o descender las escaleras fijas y/o portátiles, o cuando el personal está recabando sus alimentos en la línea caliente de comedores.

3. **No tolerar** el uso de teléfonos celulares durante la ejecución de actividades críticas o aquellas que generen riesgo extremo tales como; excavaciones, trabajos en caliente, espacios confinados, manipulación de explosivos, trabajos de izamiento de cargas, suministro de combustible trabajos de altura, etc.
4. **Restringir** el uso de teléfonos celulares a efectos de filmar, grabar o fotografiar – sin previo - consentimiento a personas, lugares de operación, zonas o áreas críticas, persona o personas accidentadas, incluso las acciones de emergencia que sean materia de las atenciones.
5. **Desarrollar** de manera activa campañas de sensibilización en el uso adecuado y oportuno del teléfono celular buscando fortalecer las buenas y seguras practicas durante su uso.
6. **No tolerar** comportamientos inseguros que deriven del uso desmesurado del teléfono celular, que genera el alto potencial de accidentes de la o las personas involucradas en las actividades.
7. **Propiciar** la difusión y reconocimiento de la presente política, bajo ninguna excepción se deberá contemplar el incumplimiento del presente, la tolerancia es CERO.

- **Ambiente de trabajo libre de alcohol y drogas**

CJ NETCOM SAC, es consciente que el consumo de alcohol y drogas producen efectos de orden nocivos que alteran la salud y la seguridad de las personas como las de su entorno, en consecuencia ha decidido implementar la presente política orientada a promover un ambiente de trabajo libre de alcohol y drogas sostenido en los siguientes compromisos:

1. No tolerar el consumo de alcohol y drogas en el trabajo, ni permitir el ingreso al centro de labores al personal bajo la influencia de alcohol y drogas. La tolerancia es CERO.
2. Prohibir el consumo de alcohol y drogas dentro de las instalaciones, vehículos o equipos de la organización, así como cuando los trabajadores se encuentren bajo la comisión de trabajo. El ingreso, almacenamiento, transporte y venta de alcohol y drogas está absolutamente prohibido en la Unidad Minera como en la sede central.
3. Desarrollar activamente acciones orientadas a propiciar la difusión y sensibilización de la presente política, haciéndola extensiva al personal de la empresa.
4. Asegurar que todo personal involucrado en accidentes de trabajo como de tránsito dentro o fuera de las instalaciones de la UM y bajo comisión de trabajo, sean partícipes de las evaluaciones de alcohol y drogas.

5. A efectos de garantizar un ambiente libre de alcohol y drogas todo el personal de la empresa como sus sub-contratistas participaran de controles de detección aleatorios e inopinados de consumo.
6. La negación de un trabajador a pasar las pruebas de detección de alcohol y drogas, será considerado como estar bajo la influencia de consumo.
7. Promover una constante cultura de prevención en el consumo de alcohol y drogas, a todo el personal de la organización de los sub-contratistas.

- **Prevención de accidentes laborales por fatiga y somnolencia**

CJ NETCOM SAC, es consiente que el operar equipos y conducir vehículos bajo efectos de fatiga y somnolencia genera un alto potencial de accidentes con subsecuente fatalidad, en consecuencia concordante con nuestra cultura la empresa ha emitido la presente política:

1. Promover el estricto respeto por los horarios de trabajo, la jornada laboral y el sueño reparador de todos los trabajadores.
2. Propiciar de manera dinámica campañas y programas de concientización sobre los riesgos que implica el laborar bajo la influencia de fatiga y somnolencia, atendiendo incluso estos aspectos dentro del programa de capacitación de la organización.

3. Desarrollar acciones contundentes al respeto del sueño reparador entre los trabajadores que compartan instalaciones donde pernecten. En este sentido el desarrollo de eventos sociales o reuniones particulares que alteren el descaño y sueño reparador, es prohibido.
4. Respetar a todo nivel el derecho a decir NO cuando el trabajador sea consciente de que su estado de salud y/o condiciones físicas se vea mermada por causa de fatiga y somnolencia, consecuentemente esta condición debe ser reportada de inmediato a la supervisión.
5. Asegurar que el personal tenga las horas necesarias para de su sueño reparador, garantizando las condiciones e infraestructura para este fin.
6. Ante una posible situación en donde el personal de la empresa necesite extender su horario de trabajo, deberá contar estrictamente con la autorización de la máxima autoridad de la empresa CJ NETCOM SAC.
7. Desarrollar activamente campañas de capacitación, socialización en la calidad del sueño promoviendo un ámbito saludable entre los trabajadores.

- **Sostenibilidad**

Somos CJ NETCOM SAC, empresa peruana líder en la actividad de preparación, transporte y lanzamiento de shotcrete vía húmeda para

operaciones Mineras Subterráneas y superficiales, mediante la presente política reafirmamos nuestro compromiso con la sostenibilidad en cada una de nuestras actividades, fielmente alineadas a nuestra visión, misión y valores.

En **CJ NETCOM SAC** desarrollamos acciones individuales caracterizadas por un firme compromiso y liderazgo con el objetivo de perseverar la seguridad y salud de nuestros colaboradores, cuidar fielmente el medio ambiente y generar valor social en las comunidades de las áreas de influencia donde operamos.

Los compromisos que rigen la siguiente política son:

- Liderar en palabra y acción promoviendo conductas que refuercen en todo momento nuestra política en cada momento.
- Respetar y cumplir encada momento las obligaciones legales vigentes, convenios, políticas, reglamentos internos y propios de nuestros clientes.
- Desarrollar un compromiso sostenible alineado a las normas OHSAS 18001, ISO 14001 e ISO 9001.

Los lineamientos que refuerzan nuestra política son:

✓ Seguridad y Salud Ocupacional

Desarrollar una constante identificación de peligros, evaluación y control de los riesgos de todas nuestras actividades, propiciando comportamientos seguros asegurando lugares de trabajo libres de accidente.

✓ Medio Ambiente

Identificar, evaluar, prevenir, monitorear todos los aspectos ambientales que deriven del desarrollo de nuestras actividades, aportando los recursos necesarios para asegurar impactos adversos al medio ambiente, propiciar de manera continua una cultura constante en el cuidado ambiental hacia todos los miembros de nuestra organización.

✓ Gestión Social

Desarrollar y propiciar relaciones de confianza con los grupos de interés de nuestras áreas de influencia fundamentales en el dialogo y respeto a las personas, tradiciones, costumbres y legados históricos. Propiciar un desarrollo sostenible con las comunidades inmersas en nuestras áreas de influencia.

• **Calidad**

CJ NETCOM SAC, es una empresa que se dedica a brindar servicios de recubrimiento de hormigón o mortero en taludes o túneles para empresas de diversos sectores, empleando para ello el sistema de lanzado shotcrete.

La alta dirección de CJ NETCOM SAC, como política de calidad se compromete a brindar servicio, cumpliendo con todos los requisitos de los clientes, y con los requisitos legales y reglamentarios aplicables, buscando con ello alcanzar la expectativa y la satisfacción de todos sus clientes.

CJ NETCOM SAC, para ello, ha establecido e implementado un sistema de gestión de calidad (sgc), bajo los lineamientos del sistema iso 9001-2015 y sus requisitos específicos; el cual se compromete a mantener y mejorar continuamente.

CJ NETCOM SAC para alcanzar estos propósitos cuenta con:

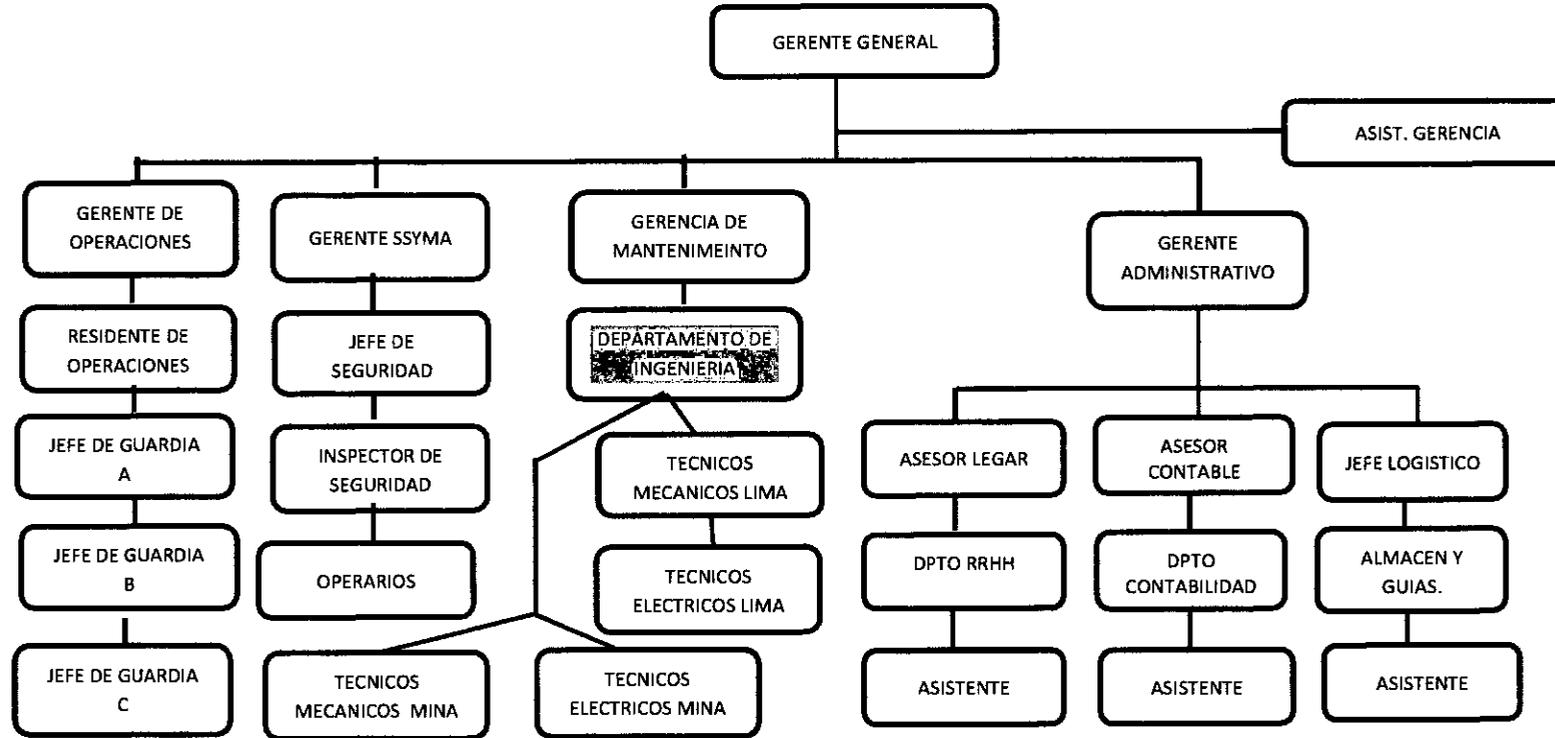
- Personal altamente calificado, capacitado y comprometido con la organización, para brindar el tipo de servicio ofrecido.
- La infraestructura adecuada, y el equipamiento apropiado para brindar un servicio de calidad.
- Un ambiente y condiciones de trabajo apropiadas para el desarrollo óptimo de las actividades de recubrimiento shotcrete y para brindar la seguridad y confort de cada uno de los empleados de la organización.

2.3 Organigrama.

La estructura orgánica de la empresa CJ NETCOM SAC está dado por:

- ✓ Gerente general.
- ✓ Gerente de operaciones.
- ✓ Gerente de seguridad.
- ✓ Departamento de RRHH
- ✓ Departamento de ingeniería.
- ✓ Administrativos.
- ✓ Logística y almacén.

Figura N°1 Organigrama de la Empresa.



Fuente: Empresa CJ NETCOM SAC

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN

Sector Minero

- ✓ Sostenimiento mecanizado de shotcrete U.M RAURA: lanzado de shotcrete mecanizado en labores de preparación, desarrollo y explotación. Contrato 2015-Actualidad, producción 1500m³ mensuales, planta de dosificación de concreto
- ✓ U.M MILPO ANDINA; lanzado de shotcrete mecanizado en labores de preparación, desarrollo y explotación. Contrato 2 años 2014-2016, producción 1000m³ mensuales, planta de dosificación de concreto.
- ✓ U.M ATACOCHA; lanzado de shotcrete mecanizado en labores de preparación, desarrollo y explotación. Contrato 2 años 2015-2017, producción 1200m³ mensuales, planta de dosificación de concreto.
- ✓ MAPSAC Tunel de inspección Ampliación Relavera. Lanzado de shotcrete semi-mecanizado vía húmeda. Concreto 3 meses: 2000m³.
- ✓ RYN-MILPO-UNIDAD CERRO LINDO: Shotcrete vía húmeda de espesor 2" con diseño 380kg/cm².

Sector Civil

- ✓ ALDESA: Estabilización de talud-edificio Multifamiliar Infinium Green. Lanzado de shotcrete Mecanizado vía húmeda, Colocación

de pernos helicoidal L=3.0 m de 22mm, trabajos a 42m de altura.

Contrato 1000m³ y 300pernos.

- ✓ INVERSIONES VERONES: Estabilización de Talud – Edificio Multifamiliar Arthum Golf II. Lanzado de shotcrete mecanizado vía húmeda, colocación de pernos helicoidales L=4.0m de 19mm, trabajos a 38m de altura. Contrato 1500m³ y 156 pernos.
- ✓ ALDESA: Túnel Puruchuco. Lanzado de shotcrete mecanizado vía húmeda. Contrato: 3245m³.
- ✓ OAS – VIA PARQUE RÍMAC: Sostenimiento de talud en proyecto vía parque Rímac, desde el 18 de julio del 2012 hasta la actualidad.
- ✓ EMINEC – MINERA ANTAMINA: Sostenimiento de tunel faja transportadora. Se realizó la fortificación del talud vía húmeda sección de 4.80 por 5, de espesor de 2” con resistencia de 280kg/cm².
- ✓ CONSORCIO C Y J – ECHEVARRIA IZQUIERDO: Sostenimiento de talud en Surco- Cerros Camacho, fortificación de talud vía seca de espesor de 2” con resistencia de 210 kg/cm².
- ✓ PALMA LIMA DE INVERSIONES: Sostenimiento de talud en calle las Orquideas, San Isidro, fortificación de talud vía seca de espesor de 2” con resistencia de 280 kg/cm².

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA.

4.1 Descripción del tema

El equipo Robot Lanzador 4207 SPM que se utiliza en el interior de la mina cuenta con un motor Diésel Deutz TD 2011 que acciona una bomba hidráulica que hace posible el funcionamiento de las electroválvulas para realizar el lanzamiento de shotcrete (Concreto transportado a través de una tubería o manguera, proyectado neumáticamente a gran velocidad sobre una superficie, adhiriéndose perfectamente a ella con una excelente compactación. Sus componentes son áridos, cemento y agua, y se puede complementar con materiales finos, aditivos químicos y fibras de refuerzo).

El inconveniente en la operación del equipo robot lanzador 4207 fueron las altas emisiones de monóxido de carbono como producto de la combustión, llegando a obtenerse valores entre 800 y 900 ppm del mismo, incumpliendo de esta manera la normativa establecida en el Decreto Supremo DS. 024-2016 del ministerio de Energía y Minas que establece un rango máximo permisible de 500ppm. Por tal motivo el equipo queda descartado de toda operación interior en mina. Dicha medición de gases se realiza con un equipo Drager que es calibrado anualmente.

A la fecha se tiene las operaciones en interior mina en avance requiriéndose otro equipo Robot Lanzador, para cubrir las necesidades de la contrata en operaciones se tendría que adquirir un Robot nuevo, el

cual hubiera tardado más de tres meses en llegar al Perú proveniente de España, a un costo aproximado de \$ 500.000 (quinientos mil dólares).

Es por ello la empresa CJ NETCOM SAC con un estudio de ingeniería decidido implementar un Sistema Dual en el Robot Lanzador 4207, adicionándole un motor eléctrico conjuntamente con las bombas hidráulicas para realizar el sostenimiento de shotcrete. Adicionalmente a ello tiene un costo de inversión de \$100.000 (cien mil dólares), terminado la implementación en un plazo máximo de cuatro meses.

De este modo protegemos la salud de los trabajadores en la unión minera Raura ante la exposición de altas concentraciones de monóxido de carbono que causan disfunciones cardíacas, daños en el sistema nervioso, dolor de cabeza, mareos y fatigas, que en ocasiones podrían conllevar a desenlaces fatales.

4.2 Antecedentes

En la actualidad el Ministerio de Energía y Minas a través del decreto supremo 024-2016 con su modificatoria DS.023-2017 Art. 254 anexo 15, es bien estricto en cuanto a la protección de la vida humana, es por eso que la Unidad Minera Raura exige que todos los equipos que trabajen en interior mina su emisión de monóxido de carbono no debe de superar los 500ppm.

Antes de aplicar el Ds 023-2017 E.M en interior mina se tenía alto índice de intoxicación hasta fatales por este tipo de gases. Adicionalmente a ello

no se cumplía con la vida útil del filtro de gases que se entregaba a cada trabajador, teniéndose un costo mayor en equipos de protección personal.

4.3 Planteamiento del problema:

¿Cómo implementar y poner en operación un sistema dual electromecánico del robot lanzador 4207, a fin de cumplir con la normativa de concentración de monóxido de carbono en el interior de la unidad minera Raura.?

4.4 Justificación

- **Legal:**

En el decreto supremo 024-2016 y su modificatoria 023-2017, del Ministerio de Energía y Minas Art. 254 inciso C establece:

En las labores mineras subterráneas donde operan equipos con motores petroleros deberá adoptarse las siguientes medidas de seguridad:

Monitorear y registrar diariamente las concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el escape de los equipos operando en los mismos frentes de trabajo de la mina, las que se deben encontrar por debajo de quinientos (500) partes por millón (ppm) de CO.

Para ello se establece una serie de acciones que permitan reducir los riesgos.

- **Teórico:**

La ingeniería aplicada en este informe contribuye en los lineamientos de selección de sistemas para la disminución de monóxido de carbono. Se implementara el sistema dual mecanico-electrico, teniendo por objetivo disminuir en su totalidad la emisión del monóxido de carbono al remplazar el lanzado de shotcrete con el motor eléctrico accionando en serie una bomba hidráulica para los diferentes sistemas a emplear.

- **Tecnología:**

La ingeniería aplicada para el desarrollo de la memoria de cálculos del sistema dual mecánico – eléctrico (motor, bombas hidráulicas y electroválvulas), utiliza los lineamientos de cálculos dados por el Código Nacional de Electricidad.

Dichas pautas reglamentadas para su uso en las diferentes reglamentos nacionales y normas internacionales.

4.5 Marco teórico

4.5.1 Antecedentes de estudio

Para el desarrollo del informe de trabajo de suficiencia profesional se tomaron como referencias las siguientes tesis:

- VILLEGAS OLIVARA, Miguel Ángel, ***“Factores que incrementan el consumo de combustible en la maquinaria minera de la***

empresa Robocon Servicios Sac. Chungar – Cerro de Pasco”, tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Centro del Perú. Perú 2017.

Esta fuente fue necesaria revisarla porque en ella se tratan los factores que incrementan el consumo de combustible, el cual se busca minimizar, con una emisión de monóxido de carbono que cumpla con los estándares de seguridad.

- MATEO SANTANA, Ricardo Antonio, **“Caracterización Cortante de Hormigón Projectado”**, tesis para obtener el Título Profesional de Maestro en Concreto. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Camins. Barcelona – España. 2014.

La importancia de haber revisado esta fuente se debe a que establece procedimientos para el correcto lanzado del concreto en función de la cantidad del flujo de aire.

4.5.2 Marco Conceptual

Sistema dual

Se denomina sistema dual debido que podemos realizar el lanzado de shotcrete con sistema diésel generado por un motor diésel o sistema eléctrico generado con un motor eléctrico, en ambas partes para la misma función.

Hidráulica

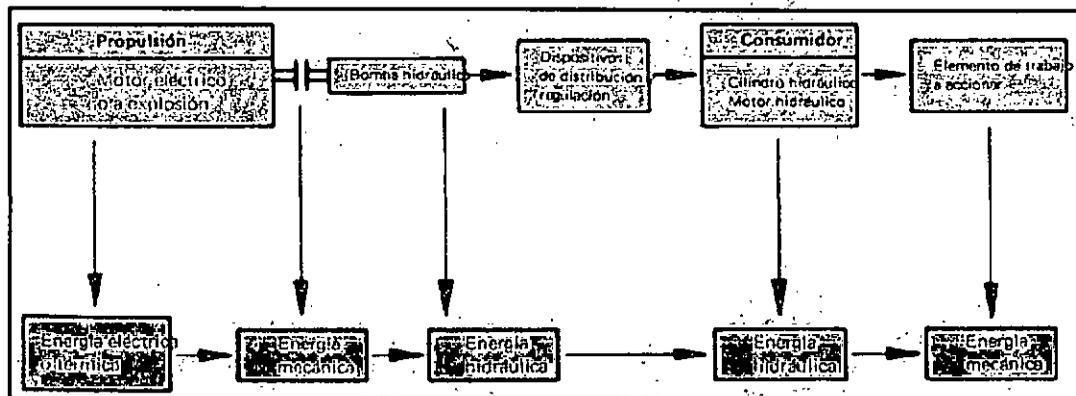
Se entiende por la generación de fuerzas y movimientos mediante fluidos sometidos a presión.

Los fluidos a presión hacen las veces de medio de transmisión de energía, la palabra "Hidráulica" procede del vocablo griego "hydor" que en castellano significa "agua"; trataba todas las leyes en relación con el medio agua.

Hoy, al término "Hidráulica", se le atribuye el significado de transmisión y control de fuerzas y movimientos por medio de líquidos.

Es decir, se utilizan líquidos para la transmisión de energía. En la mayoría de los casos se trata de aceite mineral pero también pueden ser líquidos sintéticos, agua o una emulsión aceite-agua.

Figura N°2: Transformación de la Energía en una Instalación Hidráulica.



Fuente: Manual de mecánica de fluido-metal técnica.

Cuadro N°1: Ventajas de la energía hidráulica.

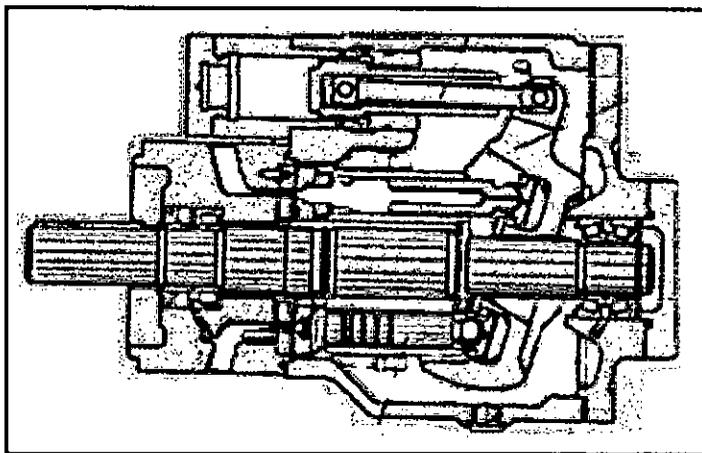
Ventajas de la hidráulica
Transmisión de grandes fuerzas mediante componentes pequeños. Es decir, alto rendimiento relativo.
Posicionamiento preciso.
Avance desde cero con máxima carga.
Funcionamiento suave y conmutación suave.
Buenas cualidades de control y regulación.
Buena capacidad de disipación térmica.
Movimientos homogéneos, independientes de la carga, ya que los líquidos apenas se comprimen.

Fuente: Catalogo manual de diseño metal técnica.

Bomba Hidráulica.

La bomba hidráulica es una maquina generadora que transforma la energía con la que es accionada en energía del fluido incomprensible que mueve .El fluido incomprensible puede ser liquido o una mezcla de líquido y sólido como puede ser el hormigón. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta la presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión a otra de mayor presión.

Figura N°3: Corte Trasversal de una Bomba de Engranaje.



Fuente: Catalogo metal técnica

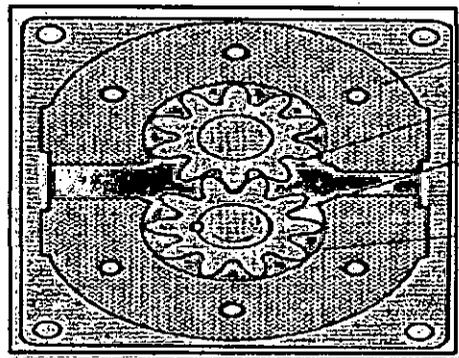
- **Bombas de engranaje**

Las bombas de engranaje son bombas de caudal positivo y fijo. Su diseño simple, de recia construcción, las hacen útiles en una amplia gama de aplicaciones.

Una bomba de engranajes es un tipo de bomba hidráulica que consta de 2 engranajes encerrados en un alojamiento muy ceñido. Transforma la energía cinética en forma de par de motor, generada por un motor, en energía hidráulica a través del caudal de aceite generado por la bomba.

Al accionarse la bomba, el aceite entra por el orificio de entrada (aspiración) de la bomba debido a la depresión creado al separarse los dientes de uno respecto a los de otro engranaje. El aceite es transportado a través de los flancos de los dientes del engranaje hasta llegar al orificio de salida de la bomba, en donde, al juntarse los dientes del eje conductor con los del conducido, el aceite es impulsado hacia el orificio de salida (presión).

Figura N°4: Bomba de Engranaje - Sistema de Trabajo



Fuente: Catalogo de hidráulica metal técnica.

- **Válvula de control direccional**

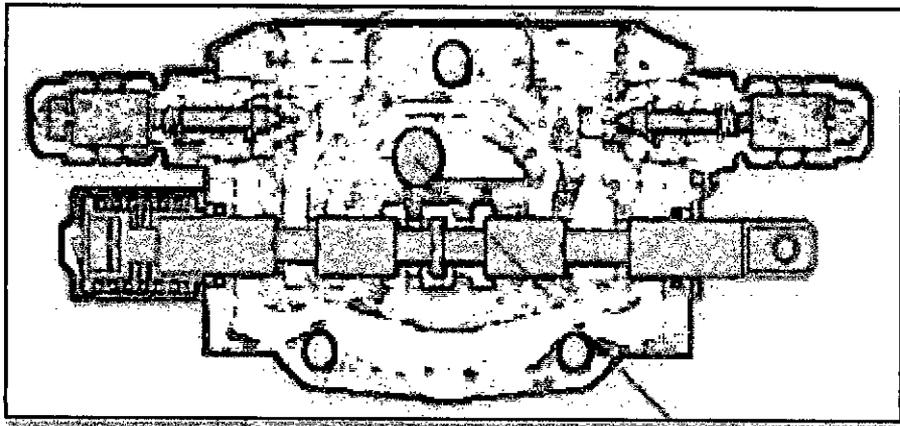
Las válvulas de control direccional son usadas para dirigir aceite a circuitos separados de un sistema hidráulico (hacia un actuador por ejemplo). La máxima capacidad de flujo y la caída de presión a través de una válvula son las primeras consideraciones. Las válvulas de control

direccionales pueden interactuar con controles manuales, hidráulicos y electrónicos.

Esos factores son mayormente determinados por el diseño inicial del sistema.

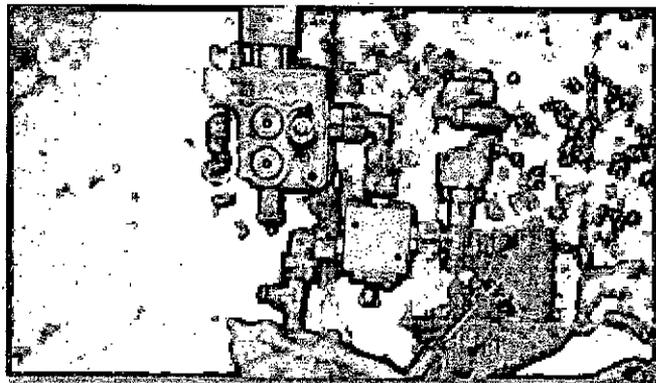
La válvula de control direccional determina el curso que recorre el fluido por el sistema. Este proceso hace que el operador controle la máquina.

Figura N°5: Electroválvula 4/3 con Corte Transversal.



Fuente: Manual de metal técnica.

Figura N°6: Electroválvula de Control de Dirección.

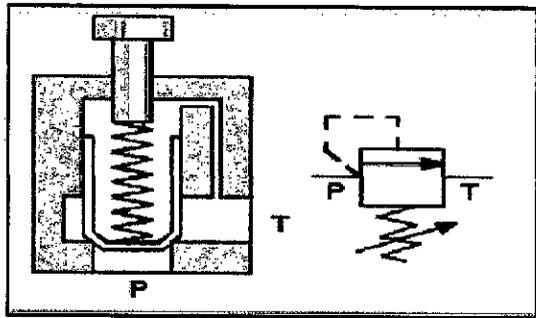


Fuente: Válvulas hidráulicas Rexroth

Válvula limitadora de presión.

La válvula limitadora de presión tiene como función limitar la presión en el sistema a un valor adecuado. De hecho la válvula limitadora de presión tiene la misma construcción que una válvula antirretorno de muelle (resorte). Cuando el sistema se sobrecarga la válvula limitadora de presión se abre y el flujo de la bomba se descarga directamente al depósito de aceite. La presión en el sistema permanece en el valor determinado por el resorte de la válvula limitadora de presión. La válvula se abre si la presión supera un valor preestablecido.

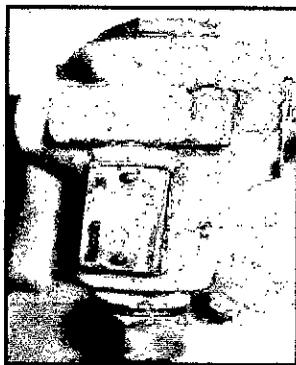
Figura N°7: Diagrama de Funcionamiento de Válvula Limitadora.



Fuente: Catalogo Megatec hidráulica.

Dónde: "P" es presión del fluido y "T" Retorno del fluido.

Figura N°8: Válvula Limitadora de Presión 250bar.



Fuente: Catalogo Megatec – válvula limitadora.

Electroválvulas

La válvula hidráulica es un mecanismo que sirve para regular el flujo de fluidos, en las válvulas proporcionales la presión, caudal, etc es proporcional a la señal de entrada.

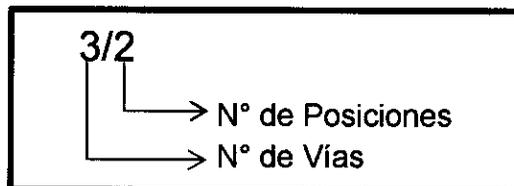
Clasificación de las electroválvulas proporcionales:

- Válvulas direccionales.
- Válvulas de caudal.
- Válvulas de presión.

Simbología de electroválvula:

- El símbolo básico ISO que representa una válvula es un cuadrado. La cantidad de cuadrados representa las posiciones de la válvula.

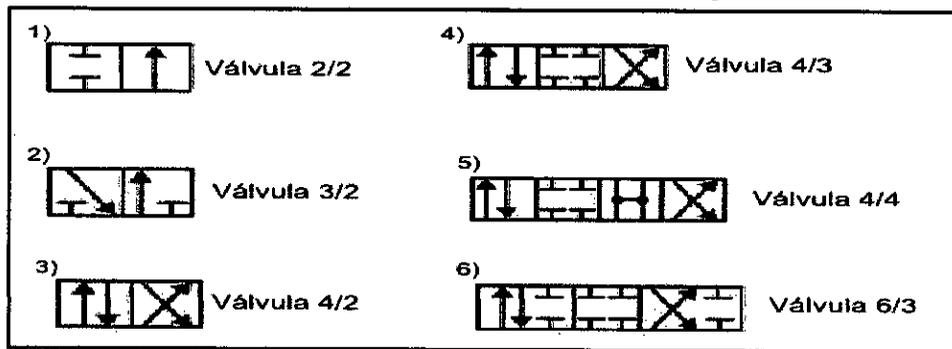
Figura N°9: Simbología de la Electroválvula



Fuente: Elaboración Propia

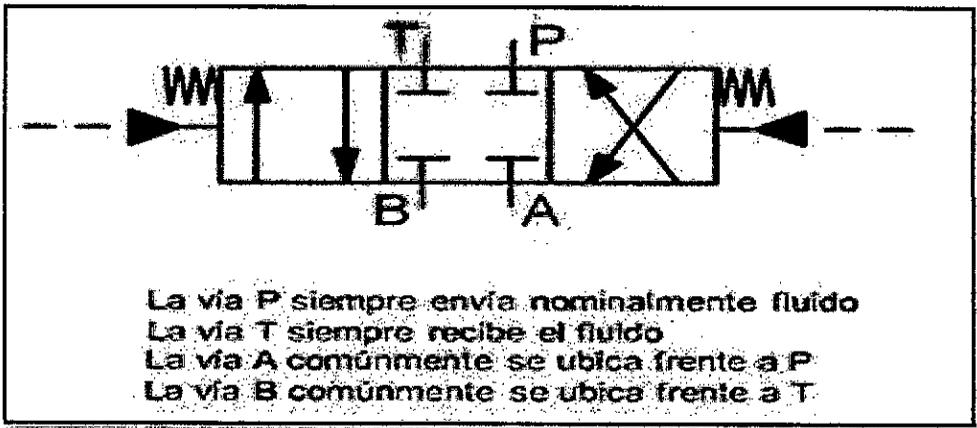
- Los tipos de electroválvula que se tienen son:

Figura N°10: Tipos de Electroválvulas-Diagramas.



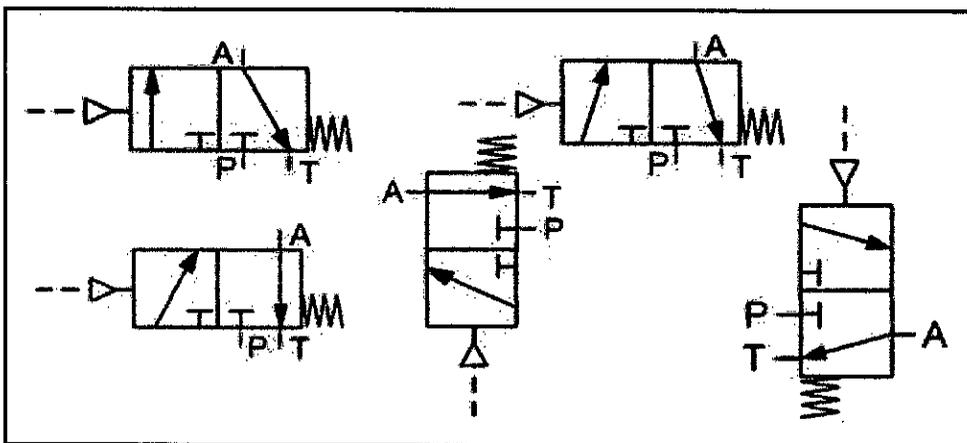
Fuente: Tipos de electroválvulas – Rexroth

Figura N°11: Representación Gráfica de una Electroválvula.



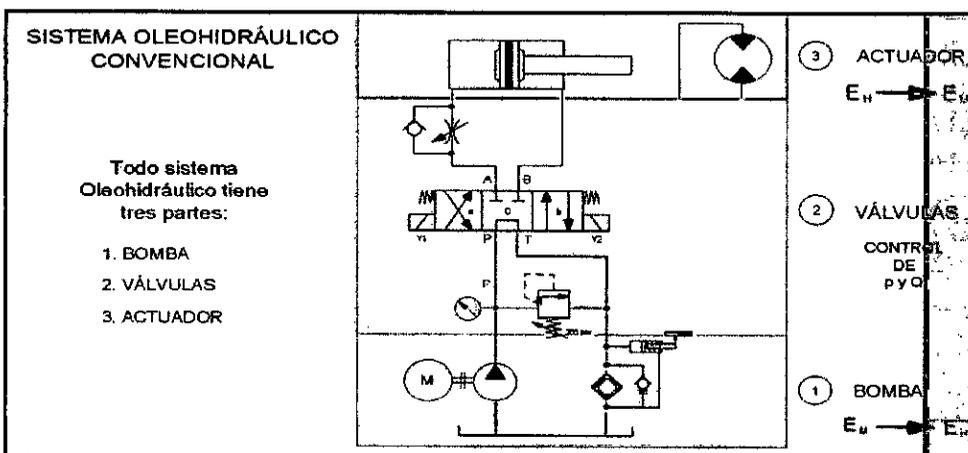
Fuente: Electroválvulas – Rexroth

Figura N°12: Formas de Representar una Electroválvula



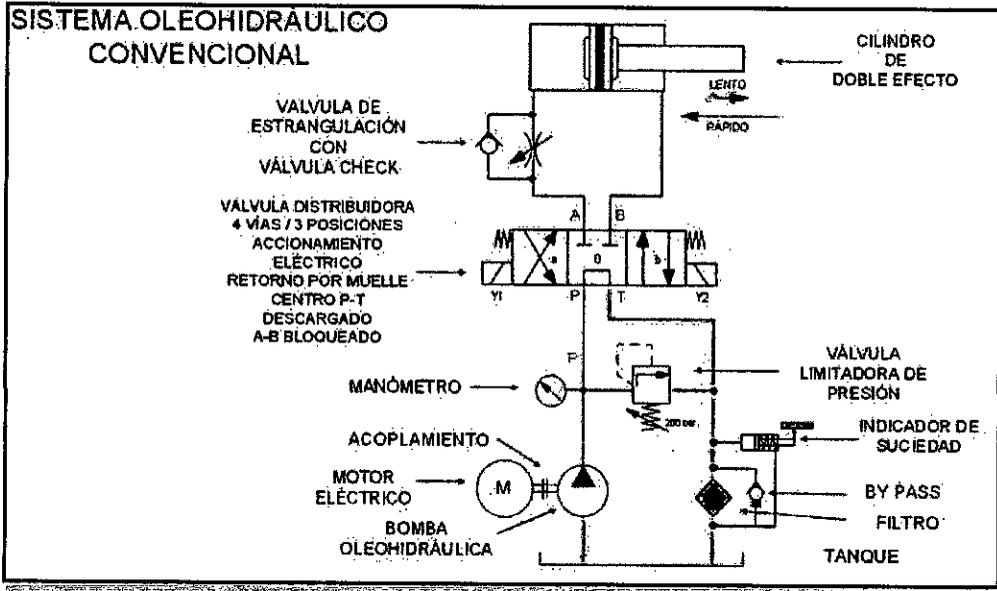
Fuente: Electroválvulas – Rexroth

Figura N°13: Partes de un Sistema Oleohidraulico.



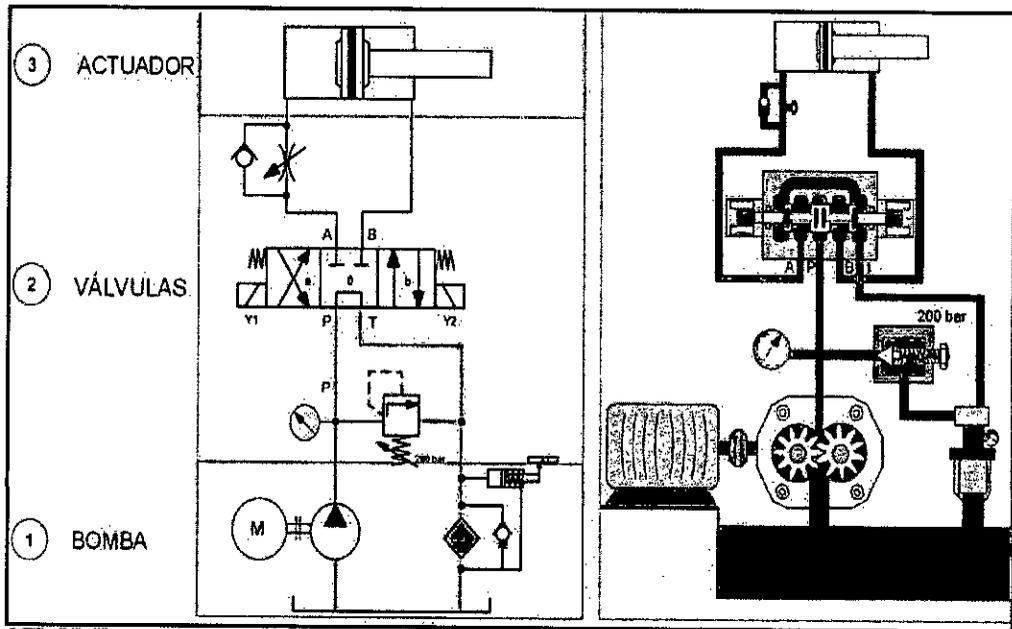
Fuente: Electroválvulas – Rexroth

Figura N°14: Componentes de un sistema convencional



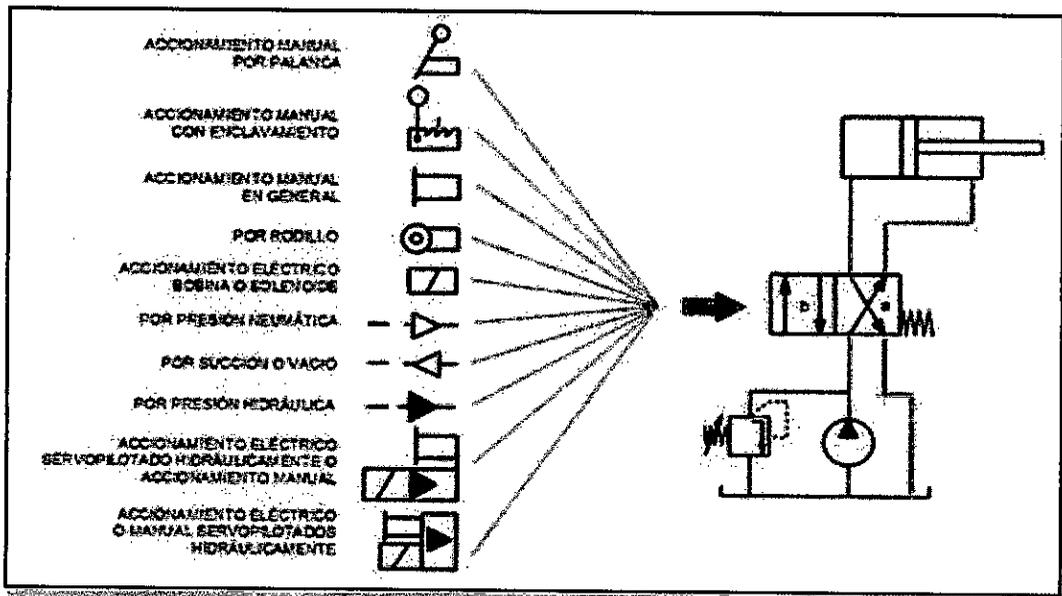
Fuente: Megatec hidráulica.

Figura N°15: Funcionamiento del sistema oleohidraulico.



Fuente: Megatec- hidráulica.

Figura N°16: Tipos de accionamiento de una válvula hidráulica.



Fuente: Megatec - hidráulica

Mangueras hidráulicas:

Una manguera es un tubo hueco diseñado para transportar fluidos de un lugar a otro, esta generalmente son cilíndricas y para poder unir las se utilizan distintos tipos de racores o acoples.

Existen diversos tipos de manguera, las cuales se utilizan para diferentes usos, pero una de las más importantes son las mangueras hidráulicas. Las mangueras hidráulicas están diseñadas y construidas bajo norma de seguridad y cumpliendo ciertos requisitos como son:

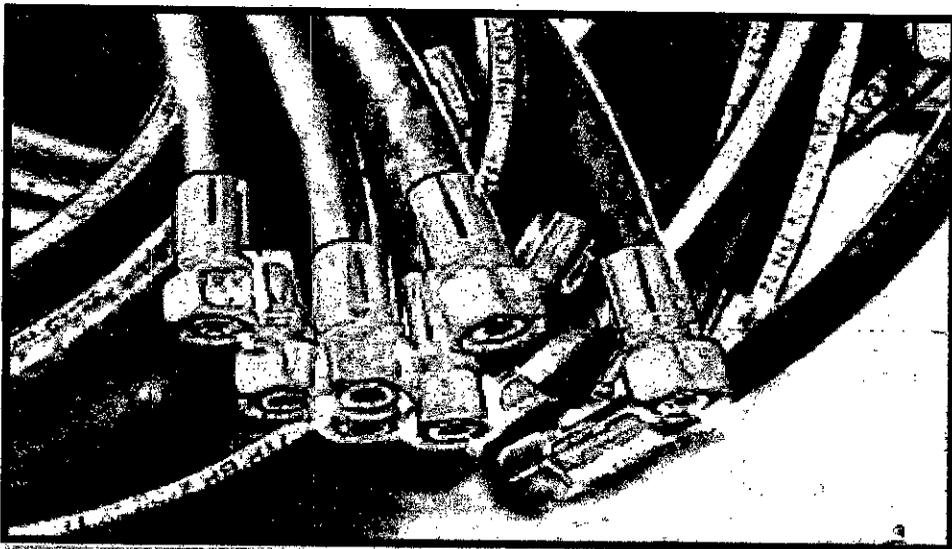
- ☛ Seguridad.
- ☛ Flexibilidad.
- ☛ Desempeño.
- ☛ Resistencia.
- ☛ Durabilidad.

Existen tres generalidades para poder clasificarlas las mangueras hidráulicas, las cuales son:

- ☛ Mangueras hidráulicas de media presión.
- ☛ Mangueras hidráulicas de baja presión.
- ☛ Mangueras hidráulicas de alta presión.
- ☛ Mangueras hidráulicas de extrema presión.

En el equipo utilizamos mangueras en medidas NTP milimétrico.

Figura 17: Mangueras hidráulicas.



Fuente: HPP Mangueras hidráulicas

Tanque de combustible:

El objetivo principal del tanque hidráulico es garantizar que el sistema tenga siempre un amplio suministro de aceite.

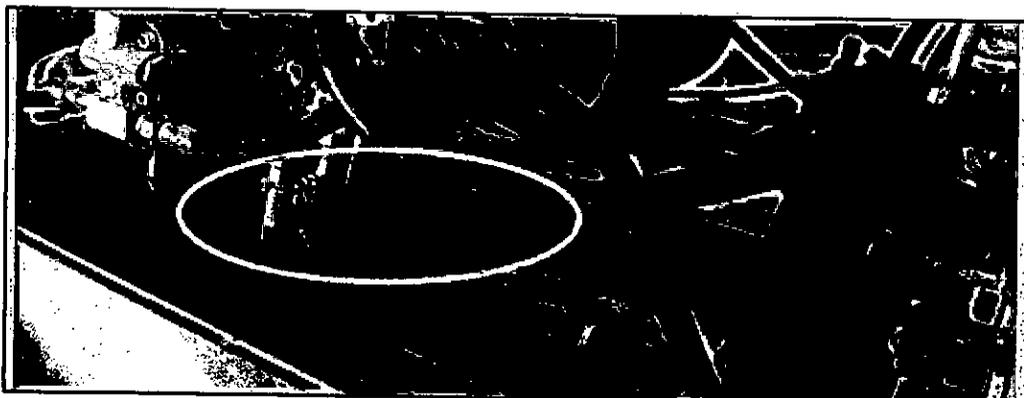
Existen dos tipos de tanque hidráulicos, los ventilados y los presurizados.

El ventilado respira permitiendo la compensación de presión cuando se producen cambios en el nivel de aceite.

Los presurizados están sellados a la atmosfera, evitando que penetre en ellos la suciedad y humedad. La presión interna evita la cavitación de la bomba.

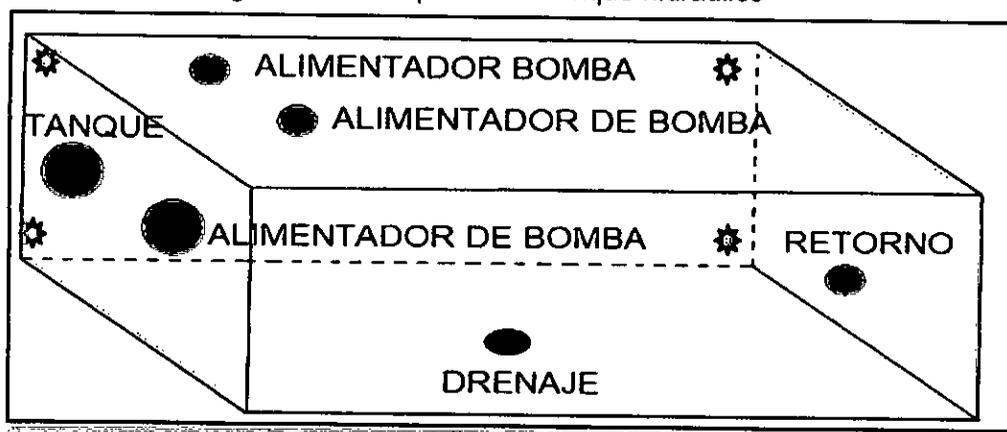
En equipo Robot Lanzador usa tanque presurizado. Tiene medida de 0.2 x 0.2 x 0.7 mts almacenando 28000cm³.

Figura N°18: Tanque hidraulico en el equipo.



Fuente: Robot Lanzador-taller Cj Netcom

Figura N°19: Esquema del tanque hidráulico



Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

- Aceite hidráulico.

En un sistema hidráulico lo que transmite la energía es el aceite hidráulico tellus 68. Esto es posible ya que los líquidos son virtualmente

incomprensibles. A medida que se bombea el fluido por todo el sistema se ejerce la misma presión sobre todas las líneas del circuito hidráulico.

Figura N°20: Aceite hidraulico tellus 68.



Fuente: Laboratorio LUBCOM.

- Filtro hidráulico.

Los filtros hidráulicos tienen la función de retener los contaminantes que hay en la línea. De esta manera se evita que los componentes sufran daños y se asegura el funcionamiento correcto del sistema. La ubicación y los tipos de filtro son variados, de acuerdo al circuito hidráulico, la característica más resaltante del filtro es tener 175 μm .

Figura N°21: Filtro hidraulico de tanque de 175 μm .



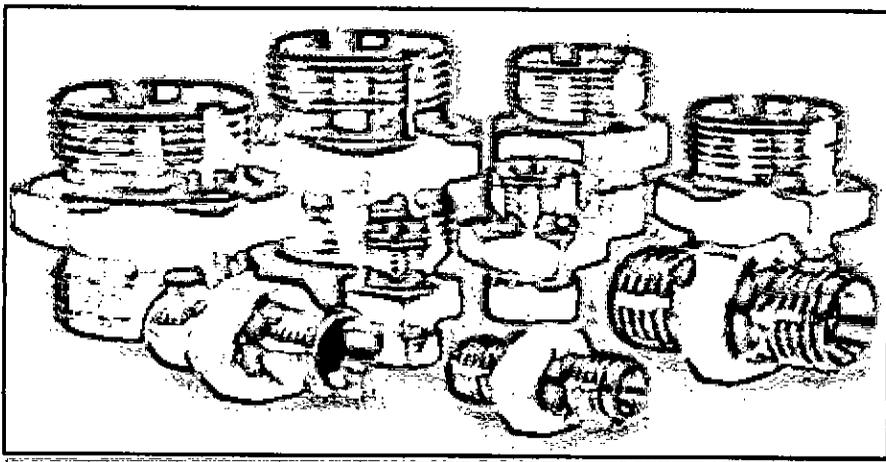
Fuente: Manual de parte metal técnica.

Conectores hidráulicos.

Los conectores hidráulicos empleados en estos circuitos son más robustos, a los empleados en la neumática. Están basados en un anillo cónico metálico que muere el tubo de acero produciendo de esta manera la estanqueidad. Existe una gran variedad de tipos: recto, codos, en forma de T y giratorias.

Los conectores en general están formados por tres piezas. El cuerpo que se rosca a la válvula, bomba etc. El anillo cónico de cierre. La tuerca que al roscarse al cuerpo provoca la compresión radial del anillo templado. Para que se produzca la estanqueidad es necesario que el anillo comprima radialmente al tubo mordeándolo de tal manera que el trozo del tubo y el anillo formen una sola pieza, como un conjunto soldado.

Figura N°22: Conectores hidráulicos milimétricos.



Fuente: Conexiones HPP

Motor eléctrico.

Un motor eléctrico es un dispositivo que funciona con corriente alterna o directa y que se encarga de convertir la energía eléctrica en movimiento a energía mecánica.

Desde su invención, los motores eléctricos han pasado a ser herramientas muy útiles que sirven para realizar múltiples trabajos.

Todo motor se basa en la idea de que el magnetismo produce una fuerza física que mueve los objetos. En dependencia de cómo uno alinee los polos de un imán, así podrá atraer o rechazar otro imán.

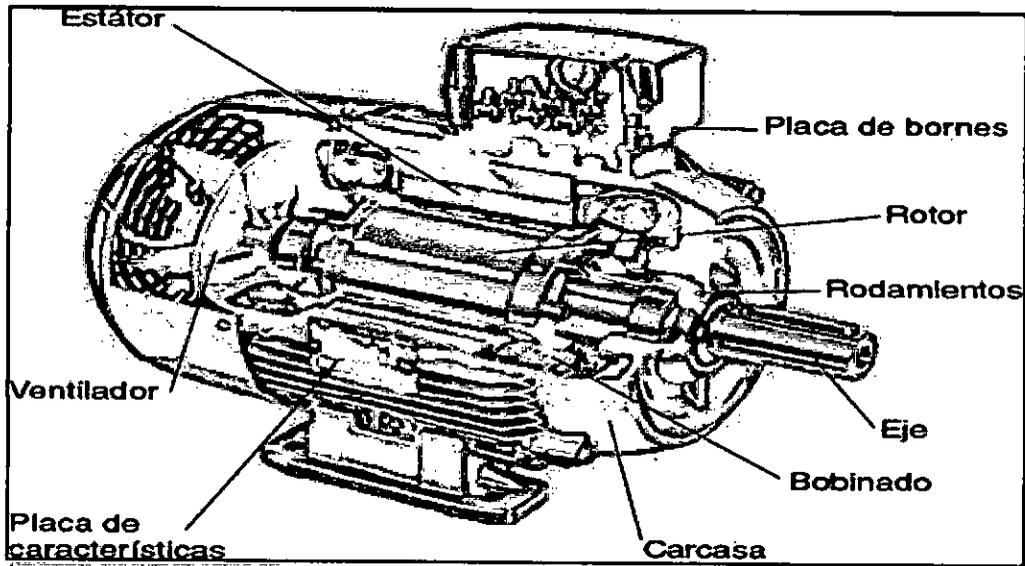
En los motores se utiliza la electricidad para crear campos magnéticos que se opongan entre sí, de tal modo que hagan moverse su parte giratoria, llamado rotor.

En el rotor se encuentra un cableado, llamado bobina, cuyo campo magnético es opuesto al de la parte estática del motor.

El campo magnético de esta parte lo generan imanes permanentes, precisamente la acción repelente a dichos polos opuestos es la que hace que el rotor comience a girar dentro del estator.

Si el mecanismo terminara allí, cuando los polos se alinearan el motor se detendría. Por ello, para que el rotor continúe moviéndose es necesario invertir la polaridad del electroimán.

Figura N°23: Motor eléctrico 37kw / 440VAC



Fuente: Motores eléctricos MEB.

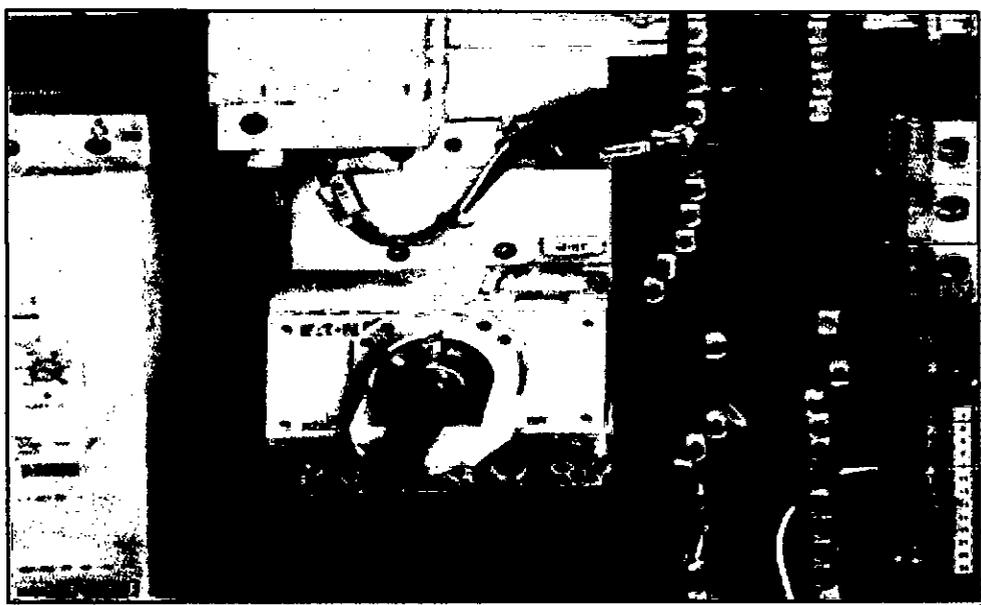
Interruptor principal.

Un interruptor es un dispositivo mecánico que se instala en las instalaciones eléctricas de corriente alterna con el fin de proteger a las personas de los contactos directos e indirectos provocados por el contacto con partes activas de la instalación (contacto directo) o con elementos sometidos a potencial debido, por ejemplo, a una derivación por falta de aislamiento de partes activas de la instalación (contacto indirecto). También protegen contra los incendios que pudieran provocar dichas derivaciones.

Es un dispositivo de protección muy importante en toda instalación, tanto doméstica, como industrial, que actúa conjuntamente con la puesta a tierra de enchufes y masas metálicas de todo aparato eléctrico. De esta

forma, el interruptor desconectará el circuito en cuanto exista una derivación o defecto a tierra mayor que su sensibilidad. Si no existe la conexión a tierra y se produce un contacto de un cable u elemento activo a la carcasa de una máquina, por ejemplo, el interruptor no se percatará hasta que una persona no aislada de tierra toque esta masa, entonces la corriente recorrerá su cuerpo hacia tierra provocando un defecto a tierra y superando ésta la sensibilidad del interruptor, que disparará protegiendo a la persona y evitando así su electrocución

Figura N°24: Interruptor principal EATON



Fuente: EATON Powering Business

- Llave termo magnético.

Un interruptor termo magnético es un dispositivo capaz de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando ésta sobrepasa ciertos valores máximos. Su funcionamiento se basa en dos de los efectos producidos por la circulación de corriente en un circuito: el magnético y el térmico

(efecto Joule). El dispositivo consta, por tanto, de dos partes, un electroimán y una lámina bimetálica, conectadas en serie y por las que circula la corriente que va hacia la carga.

Al circular la corriente por el electroimán, crea una fuerza que, mediante un dispositivo mecánico adecuado, tiende a abrir el contacto, pero sólo podrá abrirlo si la intensidad que circula por la carga sobrepasa el límite de intervención fijado.

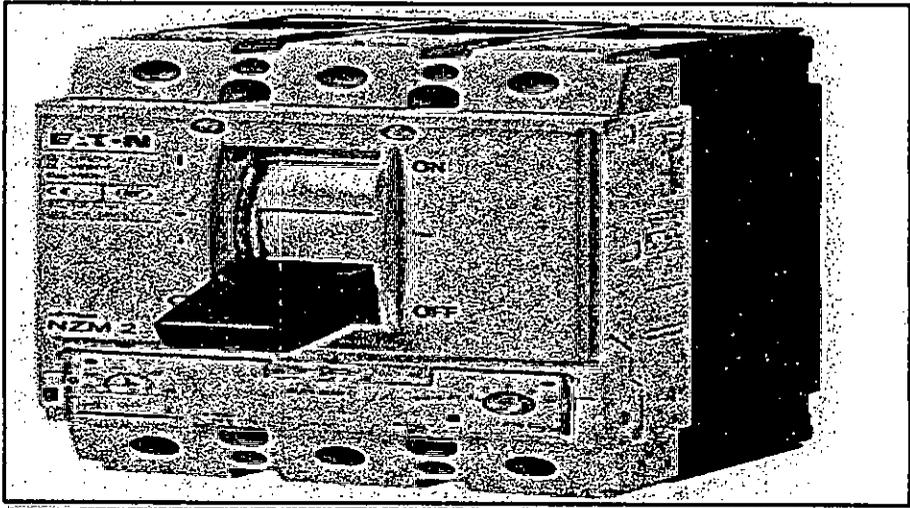
Este nivel de intervención suele estar comprendido entre tres y veinte veces la intensidad nominal (la intensidad de diseño del interruptor magneto térmico) y su actuación es de aproximadamente unas 25 milésimas de segundo, lo cual lo hace muy seguro por su velocidad de reacción.

Esta es la parte destinada a la protección frente a los cortocircuitos, donde se produce un aumento muy rápido y elevado de corriente.

La otra parte está constituida por una lámina bimetálica que, al calentarse por encima de un determinado límite, sufre una deformación y pasa a la posición señalada en línea de trazos lo que, mediante el correspondiente dispositivo mecánico provoca la apertura del contacto.

Ambos dispositivos se complementan en su acción de protección, el magnético para los cortocircuitos y el térmico para las sobrecargas.

Figura N° 25: Llave termo magnético 65 A -EATON



Fuente: EATON Powering Business

Arrancador sólido.

Los arrancadores suaves se desarrollaron para superar los inconvenientes del arranque directo en línea (DOL) y estrella-triángulo de motores de inducción, como altas corrientes de arranque, picos de voltaje y arranque mecánico. Los arrancadores suaves logran estos beneficios controlando la tensión aplicada al motor en el arranque, proporcionando una corriente de arranque y un par de torsión reducido pero controlado para cumplir con los requisitos del motor carga. A partir de este valor de inicio, el voltaje aumenta gradualmente a su valor máximo mediante tiempos de rampa ajustables. La instalación de un arrancador suave proporciona las siguientes ventajas principales:

- ✦ Par de arranque reducido que minimiza la tensión en el motor, cojinetes, correas de transmisión y cadenas.
- ✦ Vida útil prolongada del equipo y mantenimiento reducido

- ⚡ Minimiza los problemas de caída de voltaje que pueden afectar el equipo electrónico sensible en el sitio
- ⚡ Ahorro de energía a través de kVA de pico reducido
- ⚡ Permite un tamaño mínimo de conductor de cable
- ⚡ Eliminación de transitorios de alta corriente: cuando un motor trifásico cambia de estrella a estrella

Tamaño de bastidor: ancho de 72 mm, control de 3 fases que facilita la verdadera capacidad de arranque suave de hasta 30 kW

Dos clasificaciones de voltaje de control: 24Vac / dc y 100V a 240Vac. 50 / 60Hz a más de 0 a 40 ° C

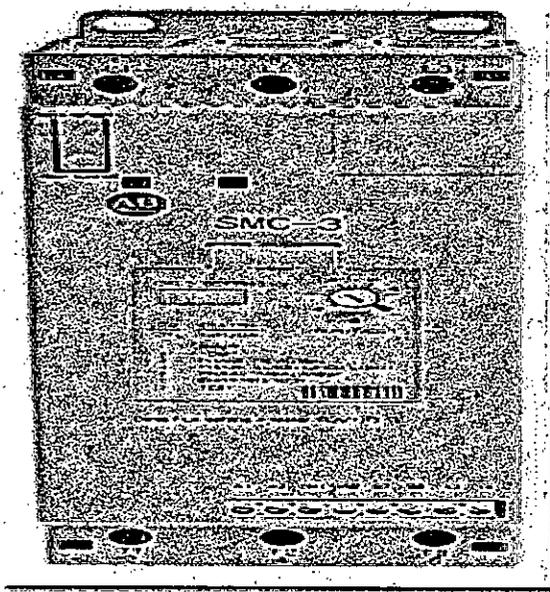
Métodos de arranque seleccionables por interruptor DIP: arranque suave de 2 a 15 segundos, corriente, límite, arranque.

Cuadro N°2: Características del arrancador solido

DESCRIPCION	VALOR
Fase	3
Voltaje de suministro	200– 460 VAC
Valoración actual	60 A
Voltaje	460 VAC
Calificación de control	24 V AC/DC
Potencia nominal	30 KW
Clasificación IP	IP 2X
Longitud total	130mm
Ancho promedio	72mm
Profundidad general.	206mm
Temperatura de funcionamiento mínima	-5°C
Temperatura máximo de funcionamiento	+50°C
Serie	SMC -3

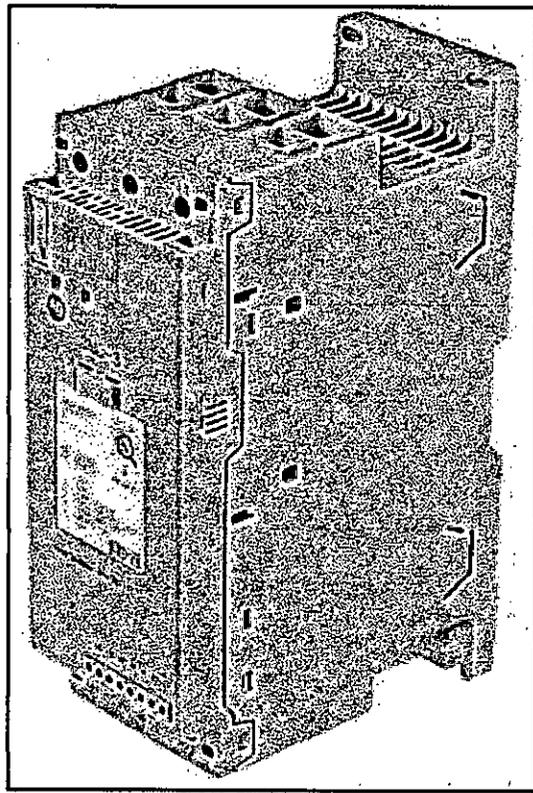
Fuente: Dispositivos electrónicos SMC-3

Figura N°26: Arrancador solido vista frontal



Fuente: Dispositivos electrónicos SMC-3

Figura N°27: Arrancador solido vista lateral.



Fuente: Dispositivos electrónicos SMC-3

Protector de voltaje

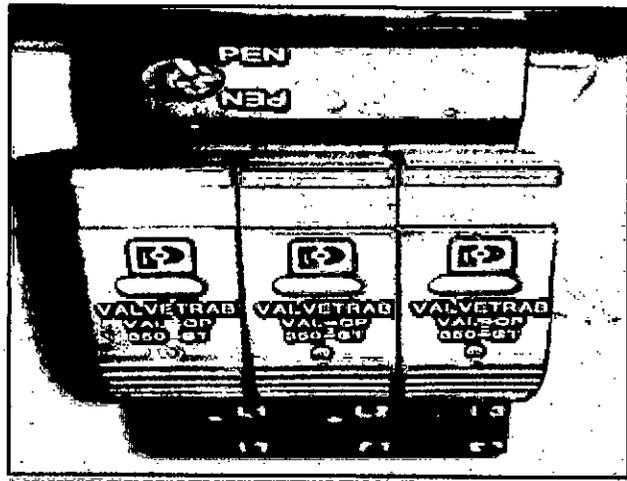
Los protectores de voltaje son dispositivos regulables destinados a proteger motores eléctricos contra cortocircuitos, sobre intensidades y fallo de fase. Limitadores de par. Los limitadores de par como indica su nombre son equipos regulables para limitar el par de los motores eléctricos acoplados a reductores, pueden restringir el par de trabajo dentro de unos márgenes de seguridad para evitar destrozos mecánicos en caso de agarrotamiento. Relés de secuencia de fase. Los relés de secuencia de fase interrumpen la alimentación eléctrica del motor cuando detectan una alteración en el orden de las fases, antes de producirse una inversión del sentido de giro que podría en algunos casos tener consecuencias fatales. Protección falta de tensión.

Cuadro N° 3: Características protector de voltaje

DESCRIPCIÓN	DATOS
MEDIDAS Alt / Ancho/ longitud	98.5 / 49.2 / 70 mm
Voltaje nominal	240/415VAC
Voltaje de trabajo	277/480VAC
Corriente nominal	20kA
Temperatura	-40°C – 80°C
Tensión	420 – 480 VAC

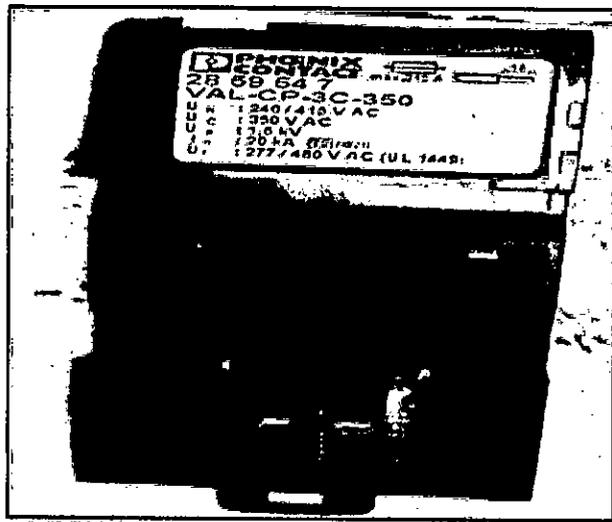
Fuente: Proenix componentes electrónicos

Figura N°28: Protector de voltaje solido vista frontal.



Fuente: Proenix componentes electrónicos

Figura N°29: Protector de voltaje solido vista lateral.



Fuente: Proenix componentes electrónicos

PLC

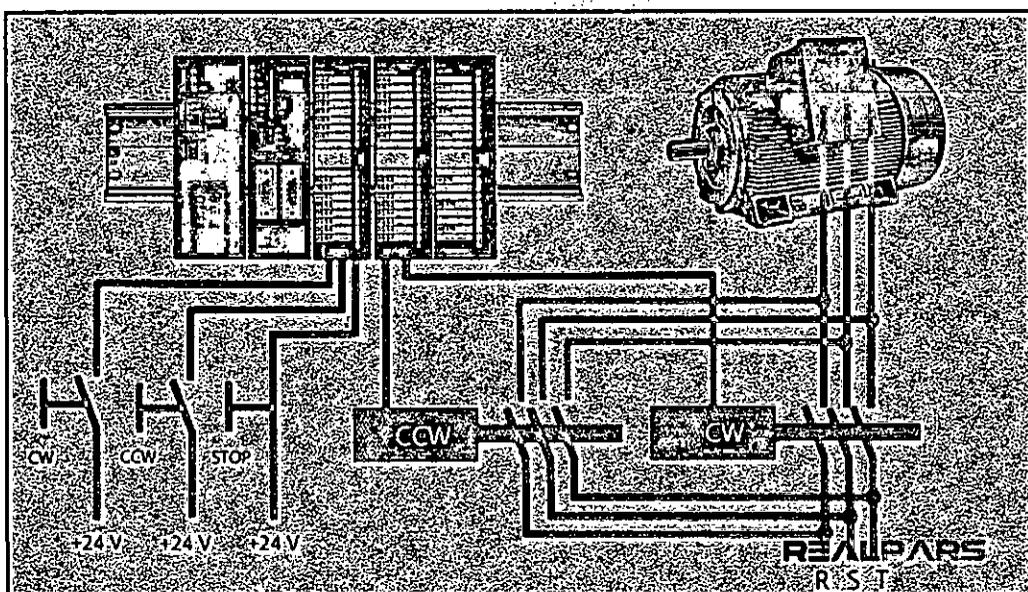
Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómatas programables, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos electromecánicos, tales como el

control de la maquinaria de la fábrica en líneas de montaje o atracciones mecánicas.

Los PLC son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías, copia de seguridad o en memorias no volátiles.

Un PLC es un ejemplo de un sistema de tiempo real «duro», donde los resultados de salida deben ser producidos en respuesta a las condiciones de entrada dentro de un tiempo limitado, de lo contrario no producirá el resultado deseado.

Figura N°30: Esquema de trabajo PLC.



Fuente: Sistemas electrónicos REAL PARTS.

Cable eléctrico.

Los cables que se usan para conducir electricidad se fabrican generalmente de cobre, debido a la excelente conductividad de este material, o de aluminio que aunque posee menor conductividad es más ligero para la misma capacidad y típicamente más económico que el cobre.

Generalmente cuenta con aislamiento en el orden de 500 μm hasta los 5 cm; dicho aislamiento es plástico, su tipo y grosor dependerá del nivel de tensión de trabajo, la corriente nominal, de la temperatura ambiente y de la temperatura de servicio del conductor.

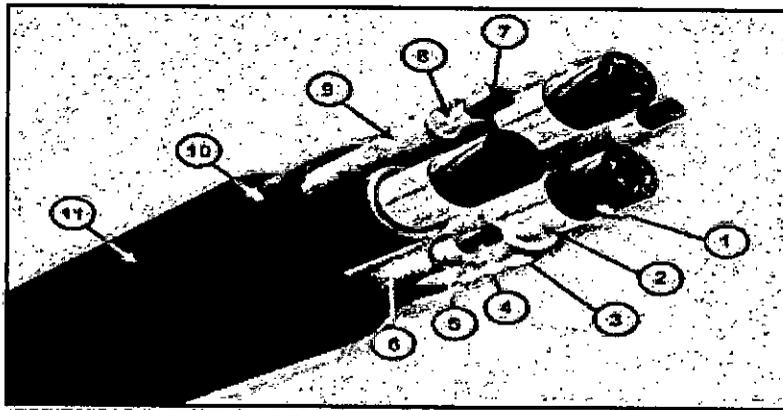
Un cable eléctrico se compone de:

- Conductor: Elemento que conduce la corriente eléctrica y puede ser de diversos materiales metálicos. Puede estar formado por uno o varios hilos.
- Aislamiento: Recubrimiento que envuelve al conductor, para evitar la circulación de corriente eléctrica fuera del mismo.
- Capa de relleno: Material aislante que envuelve a los conductores para mantener la sección circular del conjunto.
- Cubierta: Está hecha de materiales que protejan mecánicamente al cable. Tiene como función proteger el aislamiento de los conductores de la acción de la temperatura, sol, lluvia, etc.

Los cables eléctricos se pueden clasificar según el nivel de tensión en:

- De muy alta tensión por encima de los 770 kV
- De alta tensión hasta 66 kV
- De media tensión hasta 30 kV
- De baja tensión hasta 1000 V
- De muy baja tensión hasta 50 V.

Figura N°31: Cable americana AWG 2/0



Fuente: Tele-Fónika cable américas.

Cuadro N°4: Características del cable de alimentación.

ITEM	DESCRIPCIÓN
1	Conductor flexible de cobre suave.
2	Cinta separadora.
3	Aislamiento de EP (etileno-propileno) en colores para identificar las fases.
4	Conductores de tierra flexible de cobre suave
5	Cinta separadora.
6	Aislamiento de EP (etileno-propileno) en color verde.
7	Un conductor de verificación de tierra de cobre suave.
8	Cinta separadora.
9	Aislamiento de EP (etileno-propileno) en color amarillo.

Fuente: Tele-Fónika cable américas.

Figura N°32: Cable americana AWG 10- AWG 16

Tensión del Servicio
750 voltios.

Temperatura de Operación
80°C.

Calibre
1.5 mm² - 4 mm²,
16AWG - 10AWG.

Cod.	Medida
115244	2 x10
115243	2 x12
115242	2 x14
115241	2 x16
115240	2 x18
115248	3 x10
115247	3 x12
115246	3 x14
115245	3 x16



Fuente: Tele-Fónika cable américas.

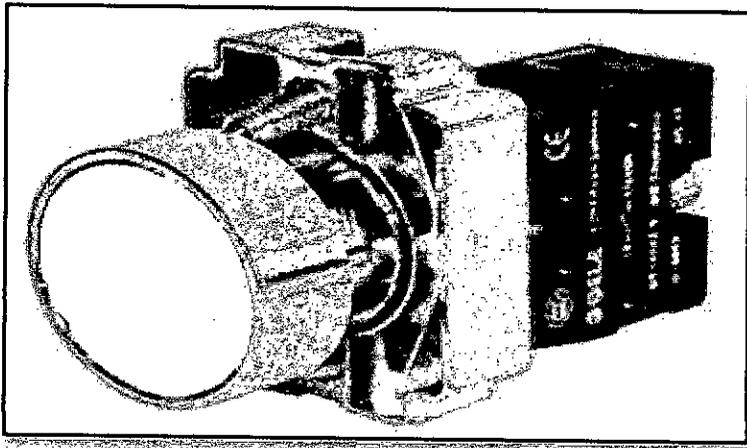
Pulsador eléctrico.

Un pulsador es un dispositivo utilizado para realizar cierta función. Los botones son de diversas formas y tamaños y se encuentran en todo tipo de dispositivos, aunque principalmente en aparatos eléctricos y electrónicos.

Los botones son por lo general activados, al ser pulsados con un dedo. Permiten el flujo de corriente mientras son accionados. Cuando ya no se presiona sobre él vuelve a su posición de reposo.

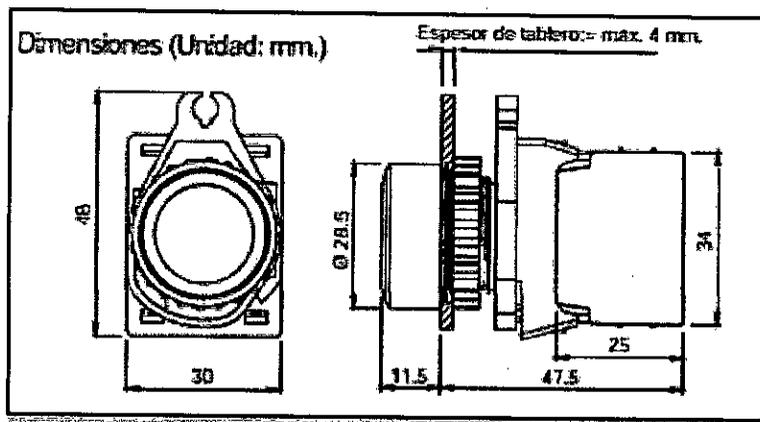
Puede ser un contacto normalmente abierto en reposo NA o NO (Normally Open en Inglés), o con un contacto normalmente cerrado en reposo NC.

Figura N°33: Pulsador tipo hongo.



Fuente: Catalogo Promelsa

Figura N°34: Dimensiones del pulsador tipo hongo.



Fuente: Catalogo Promelsa

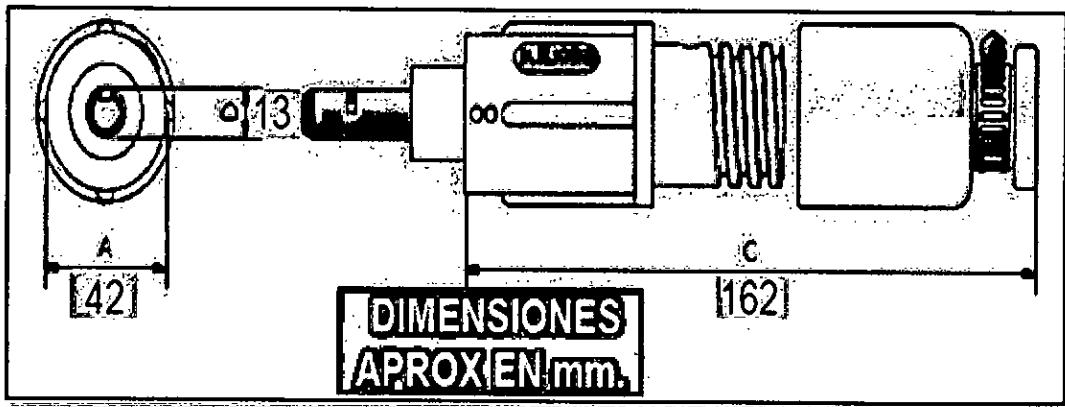
- **Conector unipolar eléctrico principal.**

El conector eléctrico que usamos para realizar el empalme con el tablero principal de la U M. tiene las siguientes características:

- ⚡ Para voltajes de 600-2000VAC.
- ⚡ Rango de 110 – 400 A
- ⚡ Cable de contacto individual de 2 a 4/0.
- ⚡ Hasta 125 voltios / 550 A moldeados al cable.

- ⚡ Hasta 600 voltios / 235 A.
- ⚡ Hasta 5000 voltios / 175 A moldeados al cable.
- ⚡ Temperatura de operación hasta 90°.
- ⚡ Nivel de estanqueidad IP 65.
- ⚡ Mecanizado con precisión de 0.02mm.

Figura N°35: Conector unipolar eléctrico de 175 A.



Fuente: Catalogo MEMCO

Shotcrete:

El shotcrete mecanizado como método de sostenimiento en minas subterráneas acorta los ciclos de trabajo al instalarse más rápido que las mallas de acero. Se puede aplicar en las rampas de acceso, cavernas y demás infraestructura de la mina, en las galerías de desarrollo y de producción.

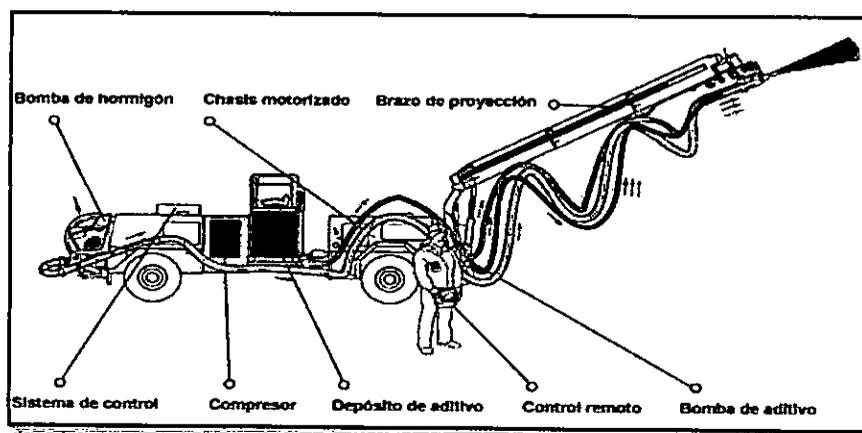
La principal problemática de la logística del shotcrete en minería subterránea consiste en la preparación y el transporte de la mezcla, es decir: ¿cómo llegan los materiales al punto de fabricación, y cómo se transporta la mezcla hasta el frente de trabajo?

En función de las características de la mina (profundidad, extensión, método de explotación, tipo de depósito, condiciones de la roca), hay diferentes opciones: instalar la planta de hormigón en la superficie o bajo tierra, y realizar el transporte a través de rampas de descenso, un pozo, una tubería o una combinación de ellos.

La proyección de hormigón con equipos robotizados por vía húmeda es el método más eficiente en proyectos con altos niveles de producción. Se utiliza sobre todo en obras subterráneas para aumentar la seguridad del operador.

El hormigón se introduce a través de la tolva del equipo y es transportado por la tubería hasta la boquilla del brazo proyector, donde se mezcla con el aire comprimido y el acelerante para proyectarse sobre el sustrato.

Figura N°36: Sistemas del robot lanzador 4207.



Fuente: Putzmeister - Metal Técnica

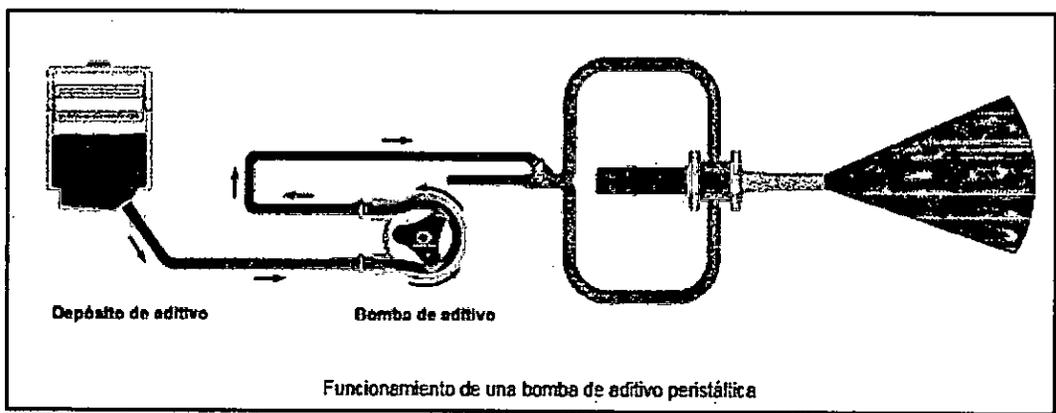
Bomba de aditivo peristáltica.

Las bombas peristálticas trabajan aspirando el aditivo del depósito. Un rotor gira sobre una circunferencia y presiona la manguera por la que

circula el aditivo, de manera que el lado que queda comprimido se cierra forzando al aditivo a moverse hacia el cabezal de proyección.

Estas bombas son robustas y fiables, además de económicas y de fácil mantenimiento. Como inconveniente, son bombas con una pulsación elevada aunque existen amortiguadores de pulsación que la eliminan prácticamente en su totalidad.

Figura N°37: Circuito del sistema de aditivo.



Fuente: Putzmeister - Metal Técnica

Brazo de proyección.

El brazo de proyección del equipo robotizado posiciona el flujo de hormigón en el lugar requerido. Alcanzando unas distancias de proyección de hasta 17 m, no hacen falta andamios o plataformas telescópicas de elevación.

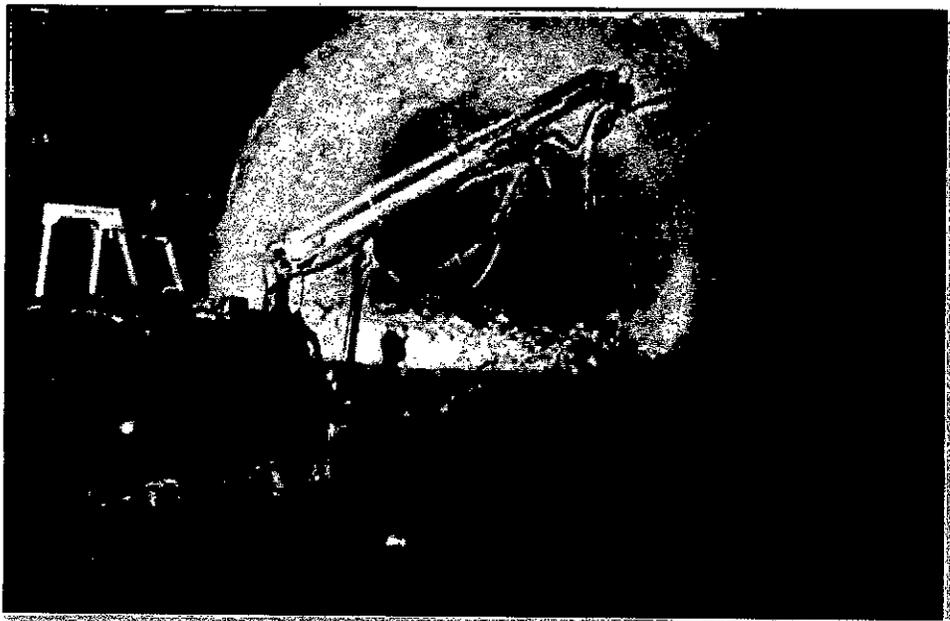
En el cabezal de proyección se mezcla el hormigón con el acelerante y aire para proceder a la aplicación a través de la boquilla. Las dimensiones y el diseño de la boquilla son decisivas para la correcta compactación del hormigón y para minimizar el rebote.

Bomba de hormigón.

La bomba de hormigón es la encargada de conducir la mezcla de hormigón hacia el brazo proyector. Para bombear la mezcla húmeda se utilizan principalmente bombas de hormigón de doble pistón.

Su diseño va encaminado a minimizar las pulsaciones y por lo tanto la discontinuidad del flujo, a fin de garantizar una aplicación homogénea del hormigón proyectado, asegurando la calidad y el grosor requeridos y reduciendo el rebote (hormigón que no se queda en la pared).

Figura N°38: Lanzado de Shotcrete



Fuente: U.M. Raura.

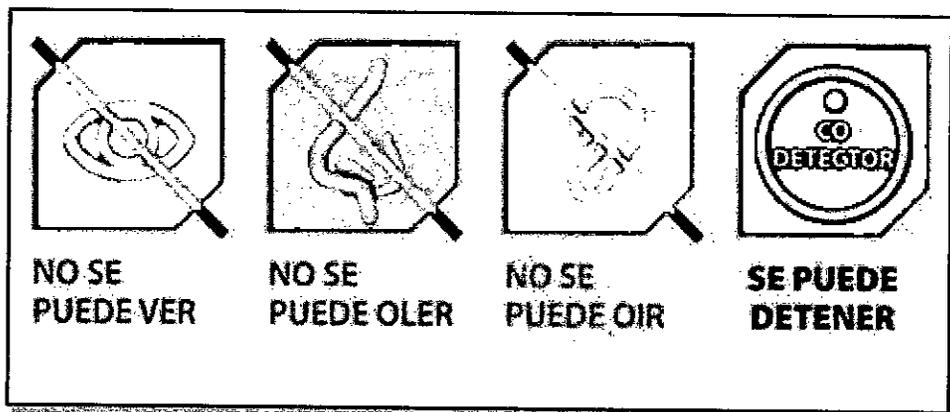
Monóxido de carbono.

El monóxido de carbono, cuya fórmula química es CO, es un gas incoloro y altamente tóxico. Puede causar la muerte cuando se respira en niveles

elevados. Se produce por la combustión deficiente de sustancias como petróleo, gas, gasolina, queroseno, carbón, petróleo, tabaco o madera. Las chimeneas, las calderas, los calentadores de agua o calefactores y los aparatos domésticos que queman combustible, como las estufas u hornillas de la cocina o los calentadores a queroseno, también pueden producirlo si no están funcionando bien. Los vehículos con el motor encendido también lo despiden. También se puede encontrar en las atmósferas de las estrellas de carbono.

Para la mayoría de las personas, las primeras señales de exposición a concentraciones bajas de CO incluyen ligeros dolores de cabeza y falta de aliento cuando se hacen ejercicios moderados. La exposición continua puede producir síntomas de gripe, incluidos dolores de cabeza más fuerte, mareos, cansancio, náuseas, confusión, irritabilidad y pensamiento confuso, falta de memoria y coordinación. Al CO le llaman "el asesino silencioso" porque si uno no presta atención a estas primeras señales, la persona puede perder la conciencia y la capacidad de salir del peligro.

Figura N°39: Intoxicación por monóxido de carbono



Fuente: Google académico

4.5.3 Definición de términos básicos:

Fluido hidráulico

El fluido hidráulico es el componente clave de cualquier sistema hidráulico. Es el medio por el cual se transmite la energía en todo el sistema. Ciertas propiedades del fluido determinan cómo cumple su función. Esta lección trata sobre las propiedades críticas y de aditivos utilizados para mejorarlas.

Viscosidad

La viscosidad es la medida de la resistencia de los líquidos a fluir a una determinada temperatura. Un líquido que fluye fácilmente tiene baja viscosidad, mientras que un líquido que no fluye fácilmente tiene alta viscosidad. Cuando aumenta la temperatura de un líquido, baja su viscosidad. Cuando disminuye la temperatura de un líquido, se incrementa su viscosidad.

Presión

Es la fuerza normal ejercida por un peso sobre una superficie determinada.

Llamamos presión hidrostática a la presión que se ejerce en un punto cualquiera de un líquido debido al propio peso de este. Los sistemas hidráulicos aplican un principio según el cual, la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente, se transmite con la misma intensidad a cualquier otro punto del líquido (Principio de pascal).

Caudal

Es el producto de la sección del tubo de corriente por la velocidad del fluido en la misma. Se mide en metros cúbicos por minutos y/o horas, en litros por segundo, minuto u hora.

Válvulas pilotadas

Son aquellas que poseen una válvula de acción directa, que dirige el aceite piloto a los extremos del carrete de la válvula principal.

Válvula de acción directa

Son aquellas donde el actuador incide directamente sobre el carrete.

Válvulas limitadoras de presión

Las válvulas limitadoras de presión HYDAC DB3E según DIN-ISO 1219, son válvulas para instalaciones hidráulicas para limitar la presión en la entrada abriendo la salida contra la fuerza de retroceso. El dispositivo de amortiguación instalado en el depósito tiene un comportamiento de servicio estable a través de todo el campo de potencia y un desarrollo muy pequeño de ruidos. Gracias a la ayuda de elevación hidrodinámica se consigue una característica de presión compensada extraordinaria.

Electroválvula

Las válvulas del tipo WE son válvulas direccionales de corredera con accionamiento por solenoide. Comandan el arranque, la parada y el sentido de un caudal. Las válvulas direccionales se componen básicamente de una carcasa, uno o dos solenoides, el pistón de mando, así como de uno o dos resortes de retorno.

En estado de reposo el pistón de mando es mantenido en posición media o de salida por los resortes de retorno (excepto la corredera de impulsos). El accionamiento del pistón de mando se efectúa mediante el solenoide en baño de aceite.

Densidad

La densidad o densidad absoluta es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de una sustancia. Su unidad en el Sistema Internacional es kilogramo por metro cúbico (kg/m^3), aunque frecuentemente también es expresada en g/cm^3 .

Prueba de estanqueidad

Prueba que se realiza a un circuito tapando las salidas y elevando a su máxima presión de trabajo para poder observar si tiene fugas internas o desgastes del componente. Este proceso termina cuando se haya tenido cierto circuito a máxima presión por un tiempo determinado según el fabricante.

Circuito hidráulico

Un circuito hidráulico es un sistema que comprende un conjunto interconectado de componentes separados que transporta líquido. Este sistema se usa para controlar el flujo del fluido (como en una red de tuberías de enfriamiento en un sistema termodinámico) o controlar la presión del fluido (como en los amplificadores hidráulicos).

Manómetro

Un manómetro de presión es un indicador analógico utilizado para medir la presión de un gas o líquido, como agua, aceite o aire. A diferencia de los transductores de presión tradicionales, estos son dispositivos analógicos con un dial circular y un puntero accionado mecánicamente que han estado en uso durante décadas.

Circuito hidráulico

Un circuito hidráulico es un sistema que comprende un conjunto interconectado de componentes separados que transporta líquido. Este sistema se usa para controlar el flujo del fluido (como en una red de tuberías de enfriamiento en un sistema termodinámico) o controlar la presión del fluido (como en los amplificadores hidráulicos).

La idea de describir el flujo del fluido en términos de componentes separados está inspirado por el éxito de la teoría de circuitos eléctricos. Al igual que la teoría de circuitos eléctricos funciona cuando son elementos separados y lineales, la teoría de circuitos hidráulicos funciona mejor cuando los elementos (componentes pasivos tales como tuberías o líneas de transmisión o componentes activos como fuentes de alimentación o bombas) son discretos y lineales. Esto usualmente significa que el análisis de circuitos hidráulicos funciona mejor para tubos largos y delgados con bombas separadas, tal como se encuentran en los sistemas de flujo de procesos químicos o dispositivos de micro escala.

Aire en la aspiración:

La presión de aire en la aspiración produce ruido, en el depósito se forma espuma, disminuye el caudal y el funcionamiento se hace irregular. Cuando se comprimen las burbujas de aire, se puede deteriorar el cuerpo interno de bomba (se erosiona). Se produce la entrada de aire cuando la tubería no es estanca. No confundir la cavitación con la entrada del aire. En la cavitación son burbujas de aceite (gaseoso) en el aceite, en la entrada de aire son burbujas de aire.

Tubería:

Los diversos elementos de un sistema hidráulico son conectados entre sí mediante tubos flexibles o rígidos, los diámetros de los tubos inciden sobre la cuantía de la pérdida de presión en los conductos. Ellos determinan fundamentalmente el grado de eficiencia de todo el sistema.

Los tubos flexibles se utilizan para conectar equipos o elementos hidráulicos móviles y si por razones de espacio no pueden utilizarse tubos rígidos (especialmente en hidráulica móvil).

El tubo flexible o manguera, se fabrica en capas de goma y con trenzado de alambre para mayor presión, la parte interior debe ser compatible con el aceite o fluido empleado. Se deben colocar siempre en tramos cortos.

Caída de tensión

Llamamos caída de tensión a la diferencia de potencial que existe entre los extremos de cualquier conductor, semiconductor o aislante. Este valor se mide en voltios y representa el gasto de fuerza que implica el paso de

la corriente por el mismo. Asimismo, la caída de tensión es medida frecuentemente en tanto por ciento de la tensión nominal de la fuente de la que se alimenta. Por lo tanto, si en un circuito alimentado a 400 Voltios de tensión se prescribe una caída máxima de tensión de una instalación del 5%, esto significará que en dicho tramo no podrá haber más de 20 voltios, que sería la tensión perdida con respecto a la tensión nominal.

Cable eléctrico

Se llama cable a un conductor (generalmente de cobre o aluminio) o conjunto de ellos generalmente recubierto de un material aislante o protector, si bien también se usa el nombre de cable para transmisores de luz (cable de fibra óptica) o esfuerzo mecánico (cable mecánico). Son materiales cuya resistencia al paso de la electricidad es muy baja. Los mejores conductores eléctricos son metales, como el cobre, el oro, el hierro y el aluminio, y sus aleaciones, aunque existen otros materiales no metálicos que también poseen la propiedad de conducir la electricidad, como el grafito o las disoluciones y soluciones salinas (por ejemplo, el agua de mar) o cualquier material en estado de plasma. Para el transporte de energía eléctrica, así como para cualquier instalación de uso doméstico o industrial, el mejor conductor es la plata, pero debido a su elevado precio, los materiales empleados habitualmente son el cobre (en forma de cables de uno o varios hilos), o el aluminio; metal que si bien tiene una conductividad eléctrica del orden del 60% de la del cobre, es sin embargo un material tres veces más ligero, por lo que su empleo está

más indicado en líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica en las redes de alta tensión.

Ley de ohm

El flujo de corriente en ampere que circula por un circuito eléctrico cerrado, es directamente proporcional a la tensión o voltaje aplicado, e inversamente proporcional a la resistencia en ohm de la carga que tiene conectada.

El enunciado actual de la Ley de Ohm es: La corriente que fluye a través de un conductor es proporcional a la fuerza electromotriz aplicada entre sus extremos, teniendo en cuenta que la temperatura y demás condiciones se mantengan constantes.

Potencia

La potencia eléctrica es la proporción por unidad de tiempo, o ritmo, con la cual la energía eléctrica es transferida por un circuito eléctrico. Es decir, la cantidad de energía eléctrica entregada o absorbida por un elemento en un momento determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el watts.

Circuito eléctrico

La corriente eléctrica es el flujo de carga eléctrica que recorre un material. Se debe al movimiento de las cargas (normalmente electrones) en el interior del mismo. Al caudal de corriente (cantidad de carga por unidad de tiempo) se lo denomina intensidad de corriente eléctrica. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en C/s (culombios sobre segundo),

unidad que se denomina amperio (A). Una corriente eléctrica, puesto que se trata de un movimiento de cargas, produce un campo magnético, un fenómeno que puede aprovecharse en el electroimán.

4.5.4 Marco normativo

- Decreto Supremo 024-2016 Ministerio de Energía y Minas, art. 254 Monitorear y registrar diariamente las concentraciones de monóxido de carbono (CO) en el escape de los equipos operando en los mismos frentes de trabajo de la mina, las que se deben encontrar por debajo de quinientos (500) partes por millón (ppm) de CO.
- Código Nacional de Electricidad, norma 160-108, establece que la corriente de diseño es igual mayor al 25% de la corriente nominal.
- Código Nacional de Electricidad. Norma 020-134, establece la selección de un interruptor diferencial.
- Código Nacional de Electricidad, Norma 030-002, establece la sección del calibre de los conductores.
- Código Nacional de Electricidad, Norma 370-301, establece como seleccionar el dimensionamiento y tipo de calibre a usar en un dispositivo eléctrico.
- Código Nacional de Electricidad, Norma IEC 030-004, establece la capacidad de corriente en un circuito eléctrico comandada por la potencia.
- Código Nacional de Electricidad, Norma 030-036, establece los colores de los conductores R rojo, S negro, T azul.

- Código Nacional de Electricidad, Norma IEC 61643-1-2005, establece las protecciones de los motores eléctricos en un circuito.
- Código Nacional de Electricidad, Norma 160-108, establece instalación de un motor eléctrico.
- Código Nacional de Electricidad, Norma IEC 60898-1, establece el cálculo para obtener la selección de un interruptor termo magnético.
- Código Nacional de Electricidad, Norma IEC 60947-1, establece el cálculo para la selección de un arrancador sólido.

4.6 Fases del proyecto

La Implementación y Operación del Sistema dual Electro Mecánico del Equipo Robot Lanzador 4207 se realizó en 14 semanas, ejecutados en cuatro fases que se describen a continuación.

FASE I. Ingeniería preliminar: Se realizó el diagnóstico de los diferentes sistemas del robot lanzador para la implementación del sistema dual electro mecánico.

FASE II. Estructurado del sistema eléctrico: en esta etapa se realizó la selección del motor eléctrico así como la selección del cable de alimentación y selección de las electroválvulas, para posteriormente dimensionar el calibre del cable principal.

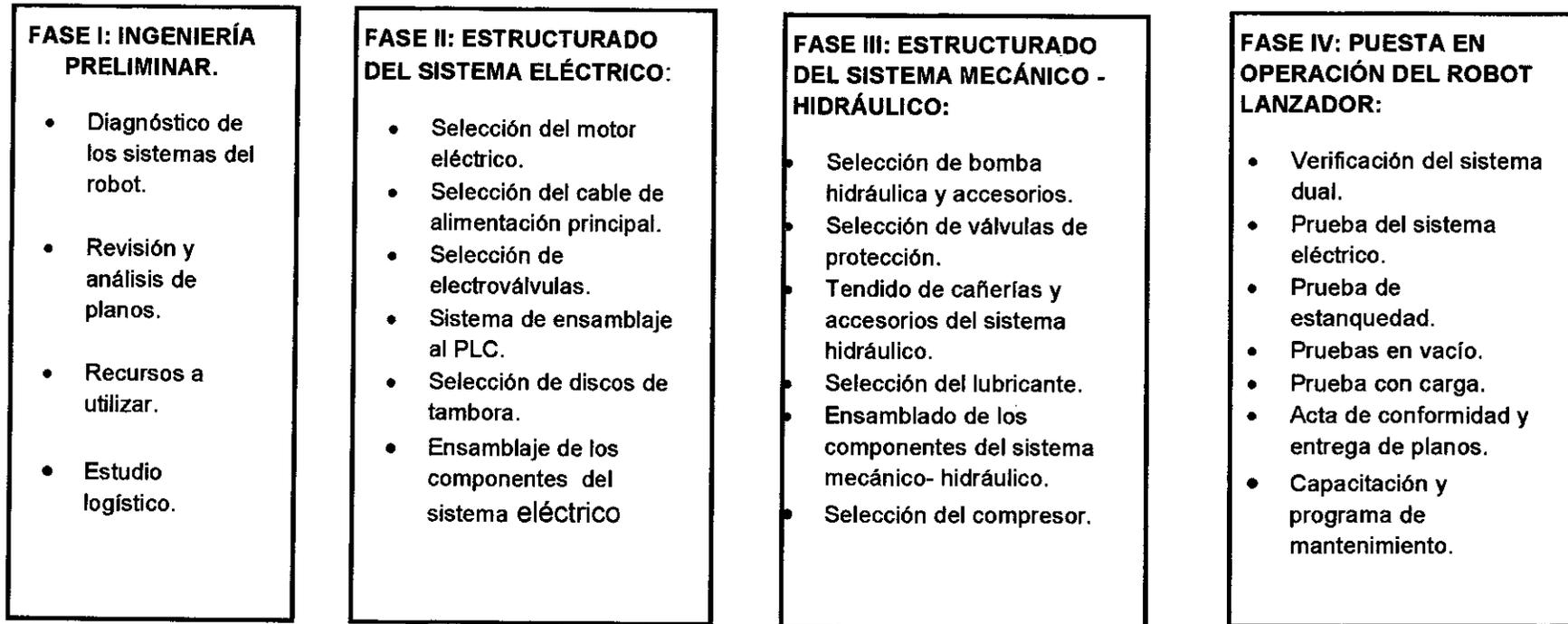
FASE III. Estructurado del sistema mecánico –hidráulico: en esta etapa se seleccionó la bomba hidráulica y accesorios del sistema, efectuándose el conexionado de las cañerías para posteriormente

realizar el ensamble de los componentes del sistema mecánico - hidráulico.

FASE IV. Puesta en operación del Robot Lanzador: En esta etapa se detallaron las pruebas del sistema eléctrico, estanqueidad, vacío y carga; para posteriormente hacer la entrega del robot lanzador al área de operaciones mediante el acta de conformidad.

Las actividades correspondientes a cada una de las fases y el cronograma de actividades se detallan en las figuras N° 40 y N° 41, que se muestran a continuación.

Figura N°40: Fases del Proyecto.



Fuente: Elaboración propia

4.6.1 Fase I: Ingeniería Preliminar

En esta primera fase del proyecto se evaluó el estado en que se encontraba el equipo, con el plano obtenido se pudo identificar los sistemas existentes seguidos de ello poder realizar un estudio de los recursos que se iban a utilizar para la compra de los nuevos componentes para realizar la implementación dual electromecánico del robot lanzador. Finalizando se realizó un estudio de los proveedores para poder cotizar los accesorios nuevos y el tiempo de entrega. Dicha fase se llevó de la siguiente manera:

Diagnóstico de los sistemas del robot.

El equipo robot lanzador 4207 se encuentra en las instalaciones de la empresa CJ NETCOM ubicado en el distrito de Ate Lima.

El equipo robot lanzador 4207 se encuentra en condiciones desfavorables (desarmado en su totalidad) motivo por lo que se realiza un estudio más detallado en su sistema original para determinar componentes que faltan completar al sistema hidráulico en modo diesel.

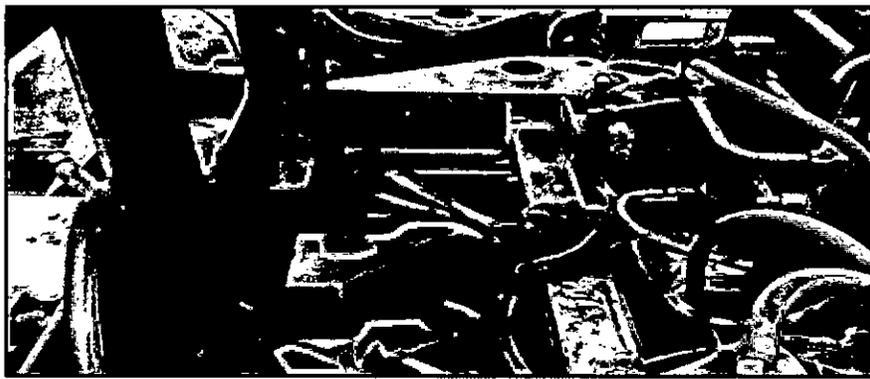
Para poder realizar la implementación del sistema dual del equipo Robot Lanzador 4207, se procede a inspeccionar las condición en la que se encuentra, se realiza el estudio correspondiente sistema por sistema en forma independiente para poder verificar lo que se tiene que cambiar y de forma paralela hacer un estudio para realizar dicha implementación del nuevo sistema dual electromecánico.

- Se realizó el levantamiento de accesorios del sistema de bombeo en modo diésel para determinar los que faltan para poder implementarlo y poder conectar con el sistema eléctrico en paralelo de acuerdo a su plano original, encontrándose que faltaban electroválvulas 3/2, 4/3 y 4/3 limitadoras de 250 bar y mangueras hidráulicas (Ver cuadro 10).
- Se realizó el levantamiento de accesorios del sistema de proyección en el sistema diésel para determinar los componentes que faltan para poder implementarlo y poder interlazar con el sistema eléctrico en paralelo de acuerdo a su plano original. Encontrándose que falta electroválvula 4/3 y mangueras hidráulicas deterioradas.
- Se realizó el levantamiento de accesorios del sistema de aditivo en modo diésel para determinar los componentes que faltan para poder implementarlo y poder interlazar con el sistema eléctrico en paralelo de acuerdo a su plano original. Encontrándose mangueras hidráulicas deterioradas y sensor rpm cruzado.
- Se realizó el levantamiento de accesorios del sistema de agitador en modo diésel para determinar los componentes que faltan para poder implementarlo y poder interlazar con el sistema eléctrico en paralelo de acuerdo a su plano original. Encontrándose que falta cambiar bocinas del agitador con las tapas laterales.

Realizado las inspecciones correspondientes sistema por sistema se hace una relación de componentes que nos falta acondicionar al sistema modo diésel original y componentes que se tienen que

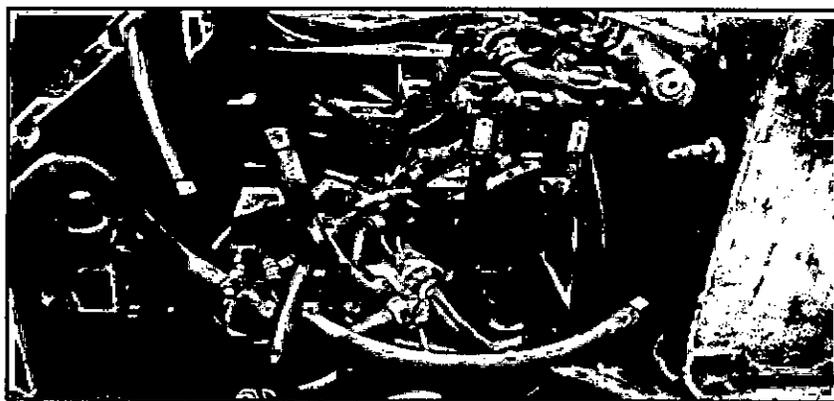
incorporar al nuevo sistema eléctrico, para poder tener un sistema dual.

Figura N°42: Estado del robot lanzador inicial – Parte I



Fuente: Equipo robot lanzador 4207

Figura N°43: Estado del robot lanzador inicial – Parte II



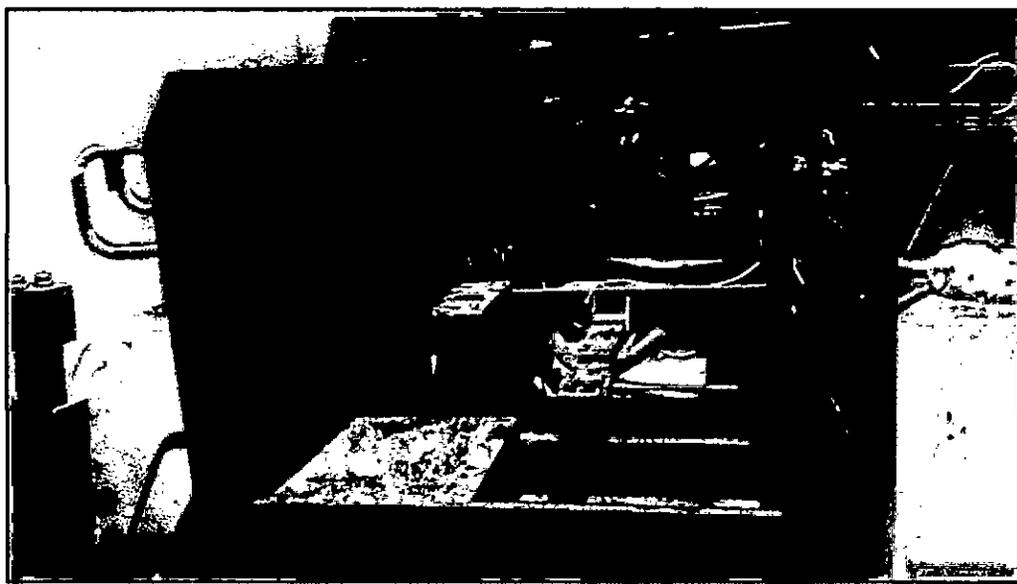
Fuente: Equipo robot lanzador 4207

Figura N°44: Estado del robot lanzador inicial – Parte III



Fuente: Equipo robot lanzador 4207

Figura N°45: Estado del robot lanzador inicial – Parte IV



Fuente: Equipo robot lanzador 4207

Figura N°46: Estado del robot lanzador inicial – parte V



Fuente: Equipo robot lanzador 4207

Las imágenes muestran los sistemas de transmisión, aditivos, proyección, actuador y bomba principal de agua del robot lanzador 4207, en estado desfavorable

Revisión y análisis de planos.

Se solicitó la hoja técnica, el plano hidráulico y características de dimensionamiento del robot lanzador 4207 a la casa representante en el Perú de los equipos de la marca Putzmeister, para poder analizar los diferentes sistemas del equipo a fin de elaborar la implementación del sistema dual electromecánico, basándome en los trazos originales que se tienen y captar puntos de intersección para los nuevos circuitos.

Teniendo el plano original del sistema eléctrico del robot lanzador 4207 en mano se juntan los puntos en común de los diferentes sistemas de accionamiento del equipo, para poder incorporar los nuevos circuitos eléctricos y obtener el sistema dual.

Teniendo el plano original del sistema hidráulico del robot lanzador 4207 en mano se juntan los puntos en común de los diferentes sistemas de accionamiento del equipo, para poder incorporar los nuevos circuitos hidráulicos y obtener el sistema dual.

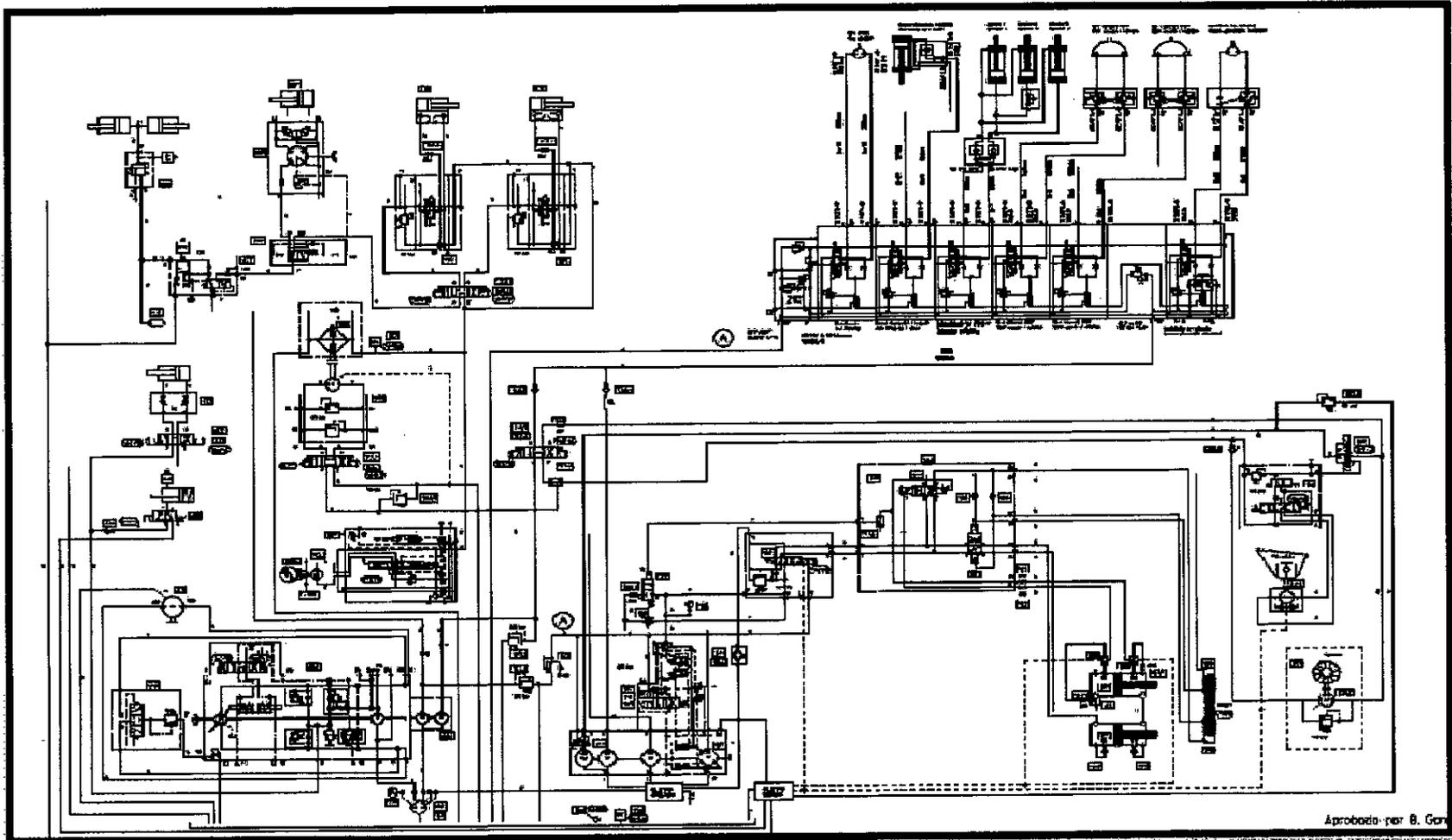
En el siguiente cuadro se muestra los datos técnicos del equipo robot lanzador 4207. Y el plano de fábrica que cedió de parte de la casa de fabricación Metal Técnica a la contrata Cj Netcom.

Cuadro N°5: Características del robot lanzador

ES Español (Spanish / Spanish)	EN English (English)	FR Français (French)	DE Deutsch (German)
Indice	Technical Documentation	Documentation technique	Technische Dokumentation
Índice	Table of contents	Index	Inhaltsverzeichnis
Modelo de máquina	Machine model	Type de machine	Maschinen-VP
Máquina N°	Machine no.	N° de machine	Maschinen-N°
1	Datos técnicos	Technische Daten	Technische Daten
2	Lista de repuestos	Spare parts list	Liste de pièces de rechange
3	Instrucciones de servicio	Operating instructions	Instruccions de service
4	Esquema eléctrico	Electrical diagram	Plan électrique
5	Esquema hidráulico	Hydraulic diagram	Plan hydraulique
6	Carta máquina	Machine card	Carte machine
7	Declaración de conformidad (Compresor)	Declaration of Conformity (Compressor)	Déclaration Cde conformité (Compresseur)
8	Libro de inspección	Check book	Live d'inspection
9	Foja de mediciones	Machine data sheet	Failla de mesures
10	Arxo técnico	Technical Endpaper	Technischer Anhang
11	Lista de despiece (Motor)	Spare parts list (Motor)	Liste de pièces de rechange (Motor)
12	Operación (Motor)	Operating instructions (Motor)	Instruccions de service (Motor)
13	Despiece eje de motor	Port axle spare parts list	Liste de pièces de rechange essiv axle
14	Instrucciones eje de motor	Port axle operating instructions	Instruccions de service essiv axle
15	Despiece eje trasero	Rear axle spare parts list	Liste de pièces de rechange essiv axle
16	Instrucciones eje trasero	Rear axle operating instructions	Instruccions de service essiv axle
17	Instrucciones compresor	Operating instructions (Compressor)	Instruccions de service compresseur
18	Instrucciones de manejo Alva-302.1 PM	Operating instructions Alva-302.1 PM	Instruccions de service Alva-302.1 PM
19	Instrucciones Bomba dosificador	Operating instructions Metering pump	Instruccions de service pompe de dosage
20	Primer servicio post-venta para bomba-pluma	After sales service for concrete pump	SAV pour pompe à béton-plumes
21	Cartificado de entrega y de inspección	Handling over and inspection forms	Forme de réception et de mise en route
22	Datos técnicos	Technical data	Données techniques

Fuente: Equipo robot lanzador 4207

Figura N°47: Plano hidráulico



Fuente: Equipo robot lanzador 4207

Cuadro N°6: Dimensionamiento del robot lanzador 4207.

Spritzmobilhersteller Shotcrete pump manufacturer Fabricante Proyectora de hormigón Constructeur projecteur de béton PUTZMEISTER IBERICA,S.A.		Baujahr Year of manufacture Año Fabricación Année de constr. 2010		Typ Model Modelo Type SPM4207PC		Maschinen-Nr. Machine no. N° Fabricación N° de machine 490700717		
Zulässiger maximaler Betriebsüberdruck im Hydrauliksystem Permissible max. operating gauge pressure in hydraulic system Presión de servicio autorizada en el sistema hidráulico Suppression admise dans le système hydr.				220bar		Max. Förderdruck Max. delivery pressure Presión máx. de transporte Pression de pompage max.		
Hersteller des Spritzarmes Shotcrete placing arm manufacturer Fabricante brazo manipulador Constructeur bras manipulateur SIKA		Baujahr Year of manufacture Año Fabricación Année de constr. 2010		Typ Model Modelo Type AL-302.1		Spritzarm-Nr. Shotcrete placing arm no. N° Fabricación N° du bras 219176		
Max. zulässiger Betriebsüberdruck im Hydrauliksystem Permissible max. operating gauge pressure in hydraulic system Presión de servicio autorizada en el sistema hidráulico Suppression admise dans le système hydr.				190bar		Max. Förderdruck Max. delivery pressure Presión máx. de transporte Pression de pompage max.		
Max. horizontale Reichweite (ab Mittelpunkt der Schwenksäule) Max. horizontal reach (from centre of swiveling head) Alcance máx. horizontal (desde centro cabezal giratorio) Portée max. (horizontalement, à partir du centre de la tourelle)						5,6 m		
Betonförderleitung Shotcrete delivery line Tubería de hormigón Tuyauterie béton		Max. zulässiger Durchmesser Max. permissible diameter Diámetro máx Diamètre max.		Gewicht mit Beton Weight with concrete Peso con hormigón Poids avec béton		Gewicht ohne Beton Weight without concrete Peso sin hormigón Poids sans le béton		
-		mm		-		Kg/m		
Kupplung-Typ Coupling- Model Manguito- Modelo Coquille- Type				ST		Gewicht / Stück Weight / piece Peso / pedazo Poids / morceau		
1,9				kg		-		
Endschlauch End hose Manguera final Flexible d'épandage DN 65		Länge Length Longitud longueur (max.) m		Gewicht mit Beton Weight with concrete Peso con hormigón Poids avec béton 13		Gewicht ohne Beton Weight without concrete Peso sin hormigón Poids sans le béton 5 kg/m		
mm		m		13		5		
Abstützbreite Support width Ancho de apoyo Largeur de stabilisat.			vorne front delantero avant		hinten rear posterior arrière		Max. Eckstützkräfte Max. corner bearing pressure Fuerza máx. de apoyo angular Force d'appui max.	
1,81			m		36		kN	

Fuente: Metal Tecnica

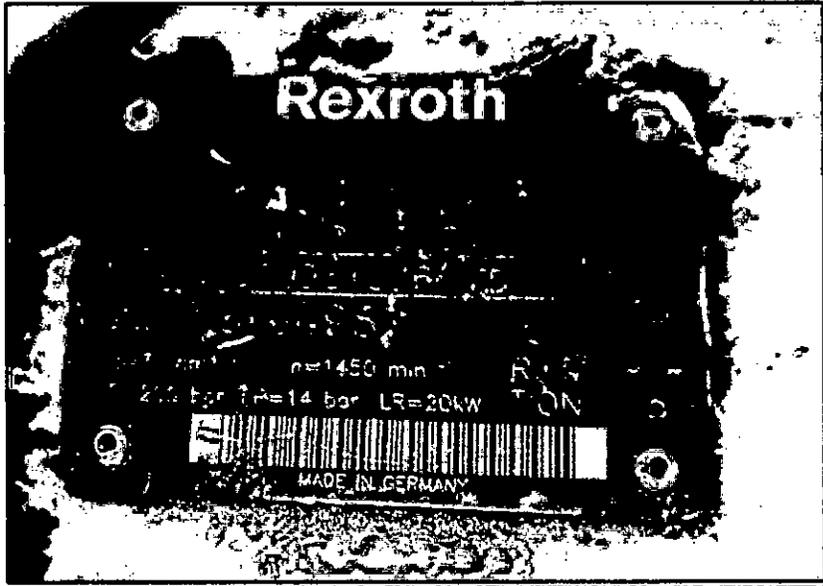
Recursos a utilizar.

Los componentes del sistema dual electro mecánico del robot lanzador, está compuesto, por la bomba hidráulica, electroválvulas, válvulas hidráulicas, mangueras, conectores, motor eléctrico, interruptor principal, llave magnética, relé de secuencia, arrancador sólido y cable principal entre otros.

Para la selección de los componentes se tomó como referencia los manuales de la casa de fabricación Putzmeister.

- ✓ La bomba hidráulica principal se encontró en el almacén central de CJ NETCOM SAC y en su placa de características presento información técnica apropiada para la selección del motor eléctrico.
 - Bomba hidráulica A10V71.
 - Potencia de trabajo: 25 kw.
 - Caudal: 71 cm³ / rev.
 - Régimen de operación: 1450 RPM.
 - Presión máxima de trabajo: 250 Bar.
 - Presión piloto de trabajo: 14Bar.
 - Potencia mínima de trabajo: 20 Kw

Figura N°48: Placa de bomba hidráulica



Fuente: Catalogo Rexroth

El motor eléctrico que acciona la bomba hidráulica deberá tener según la Norma Técnica Peruana NTP 460-000, una potencia nominal evaluada de la siguiente ecuación:

$HP(\text{motor}) = 1.3 \times Hp(\text{bomba})$ para motores trifásico.

$HP(\text{motor}) = 1.5 \times Hp(\text{bomba})$ para motores monofásico.

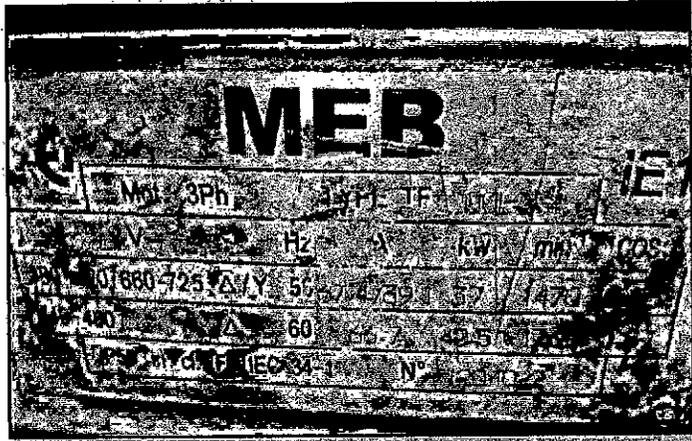
En la unidad Minera Raura se tiene una tensión trifásica, por lo que la potencia del motor eléctrico para su selección, fue:

$$HP(\text{motor}) = 1.3 \times HP(\text{bomba})$$

$$Kw = 1.3 \times 25 = 32.5 Kw$$

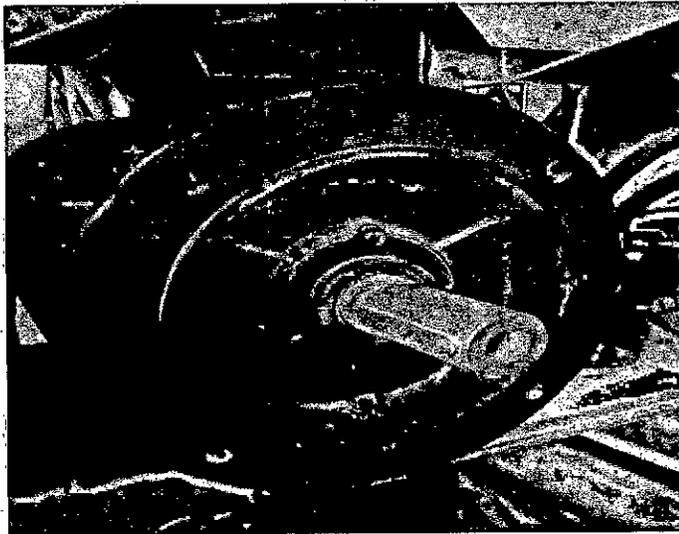
Por lo que la selección posterior del motor eléctrico debe tener una potencia igual o mayor a 32.5 kw.

Figura N°49: Placa del motor eléctrico



Fuente: Motores eléctricos MEB

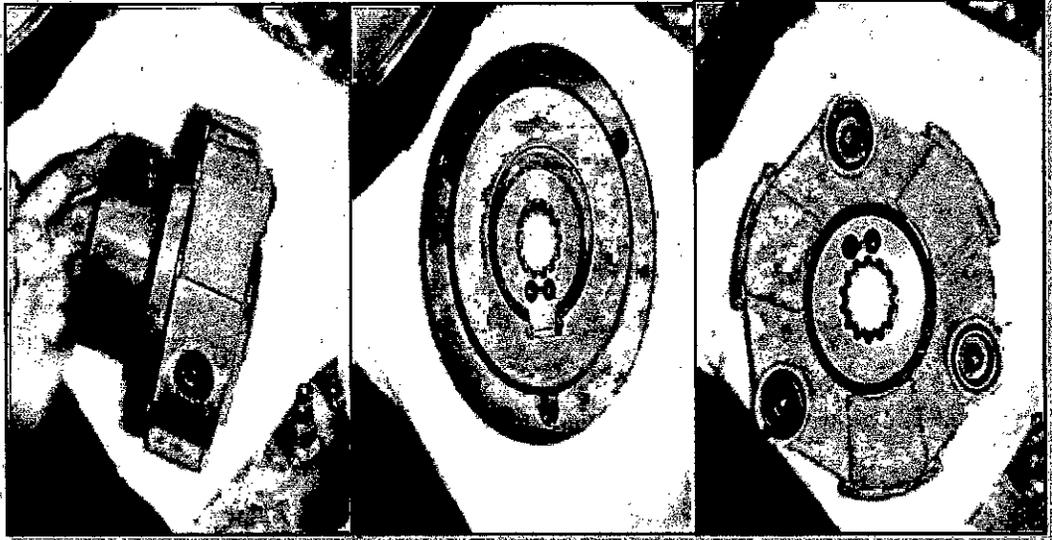
Figura N°50: Motor eléctrico



Fuente: Motores eléctricos MEB

- ✓ Seleccionado el motor eléctrico, con la muestra del eje de la bomba hidráulica principal nos proporcionan el acople de tipo flexible para el eje del motor eléctrico para el accionamiento de la bomba hidráulica principal.

Figura N°51: Acople motor eléctrico- bomba hidráulica



Fuente: Estructuras MEB

- ✓ Para la selección del calibre del cable principal partiremos de la ecuación establecida en el manual técnico de máquinas eléctricas

$$I_n = \frac{P}{V \times K \times \cos\phi \times N}$$

Dónde:

I_n : Corriente nominal.

P : Potencia en W.

K : Constante: trifásico $\sqrt{3}$, monofásico $\sqrt{2}$.

N : Eficiencia.

$\cos\phi$: Factor de potencia.

De la placa del motor eléctrico tenemos:

$$P = 37 \text{ kW (Motor eléctrico)} + 37 \text{ kW (Compresora)} = 74 \text{ kW}$$

Voltaje = 420 a 480

$$\cos\phi = 0.87$$

$$N = 0.87.$$

$$\text{Trifásico} = \sqrt{3}.$$

$$\text{Frecuencia} = 60\text{Hz}.$$

Remplazando los datos de la palca tenemos la corriente nominal.

$$I_n = \frac{74000}{440 \times \sqrt{3} \times 0.87 \times 0.87} = 128.43 \text{ A}$$

- ✓ Realizamos el cálculo de la corriente de diseño según norma del Código Nacional de Electricidad CNE 160-108 mediante la siguiente ecuación:

$$I_d = I_n \times 1.25$$

Sustituyendo datos tenemos

$$I_d = 128.43 \times 1.25 = 160.53 \text{ A}$$

Teniendo la corriente de diseño de las tablas de selección de calibres aproximando a la corriente más cercana y temperatura 75°C, obtenemos:

$$160.53 \text{ A} \sim 175 \text{ A}$$

Intersectando en la columna obtenemos que el calibre a utilizar es de 2/0 AWG.

Cable principal de alimentación del circuito será.

3 x 2/0 AWG + 2 x 4 AWG + 1 x 8 AWG longitud de 60 metros

- ✓ Cálculo de calibre de cable del motor eléctrico para el sistema hidráulico.

De la placa del motor eléctrico tenemos:

- $P = 37 \text{ kW}$
- $V = 420 - 480$
- $\cos\phi = 0.87$
- $N = 0.87$.
- Trifásico = $\sqrt{3}$.
- Frecuencia = 60 Hz.

Reemplazamos los datos obtenemos:

$$I_n = \frac{37000}{440 \times 0.87 \times 0.87 \times \sqrt{3}} = 64.21 \text{ A}$$

Calculamos la corriente de diseño.

$$I_d = 64.21 \times 1.25 = 80.26 \text{ A}$$

Teniendo la corriente de diseño de las tablas aproximando a la corriente más cercana y temperatura 75°C, obtenemos:

$$80.26 \text{ A} \sim 85 \text{ A}$$

Intersectando en la columna obtenemos que el calibre a utilizar sea de 4 AWG.

Cable principal de alimentación del motor eléctrico será.

3 x 4 AWG + 1 x 8 AWG longitud de 10 metros

✓ Cálculo de la caída de tensión:

$$\Delta V = \frac{L \times K \times I_n \times \rho \times \cos\phi}{S_n} < 2.5 \% V_n$$

Dónde:

L: longitud (m).

K: $\sqrt{3}$ trifásico.

I_n: corriente nominal.

V_n: voltaje nominal

P : Resistividad.

$\cos\phi = 0.87$

Remplazando datos tenemos:

$$\Delta V = \frac{60 \times \sqrt{3} \times 128.43 \times 0.0175 \times 0.87}{67.44} = 3.009$$

No hay caída de tensión. $\Delta V < 2.5\%V_n$

✓ Cálculo de la potencia absorbida por un motor trifásico:

Para calcular la potencia absorbida procedemos a la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi$$

Remplazando los datos tenemos:

$$P = \sqrt{3} \times 440 \times 64.21 \times 0.87 = 42.52 \text{ Kw}$$

- ✓ Cálculo de la potencia desarrollada por un motor trifásico:

Para calcular la potencia desarrollada procedemos a la siguiente fórmula:

$$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi \times \eta$$

Remplazando los datos tenemos:

$$P = \sqrt{3} \times 440 \times 64.21 \times 0.87 \times 0.87 = 37 \text{ Kw}$$

- ✓ Cálculo del número de polos.

Para calcular el número de par de polos procedemos a la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}POLOS = \frac{60 \times F}{n}$$

Dónde:

F: Frecuencia.

n: rpm

Remplazando los datos

$$N^{\circ}POLOS = \frac{60 \times 60}{1760} = 2.0$$

Cuadro N°7: Resumen de cálculos eléctricos.

Formula	Aplicación	Resultado
HP (motor) = 1.3 x Hp (bomba)	Requerimiento de motor.	32.5 KW
$I_n = \frac{P}{V \times K \times \cos\phi \times N}$	Calculo de corriente nominal.	128.43A
$I_d = I_n \times 1.25$	Calculo de corriente de diseño.	160.53
$I_n = \frac{37000}{440 \times 0.87 \times 0.87 \times \sqrt{3}}$	Calculo de corriente nominal.	64.21
$I_d = I_n \times 1.25$	Calculo de corriente de diseño.	80.26
$\Delta V = \frac{L \times K \times I_n \times \rho \times \cos\phi}{Sn}$	Caída de tensión.	3.00
$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi$	Potencia absorbida.	42.52kw
$P = \sqrt{3} \times V \times I \times \cos\phi \times n$	Potencia desarrollada	37 KW
$N^{\circ} POLOS = \frac{60 \times F}{n}$	Numero de par polos	2

Fuente: elaboración propia

- ✓ Selección de la segunda bomba hidráulica que esta acoplado en serie a la bomba hidráulica principal para los sistemas de bombeo, sistema de aditivo, accionamiento del agitador y bomba de agua de alta.

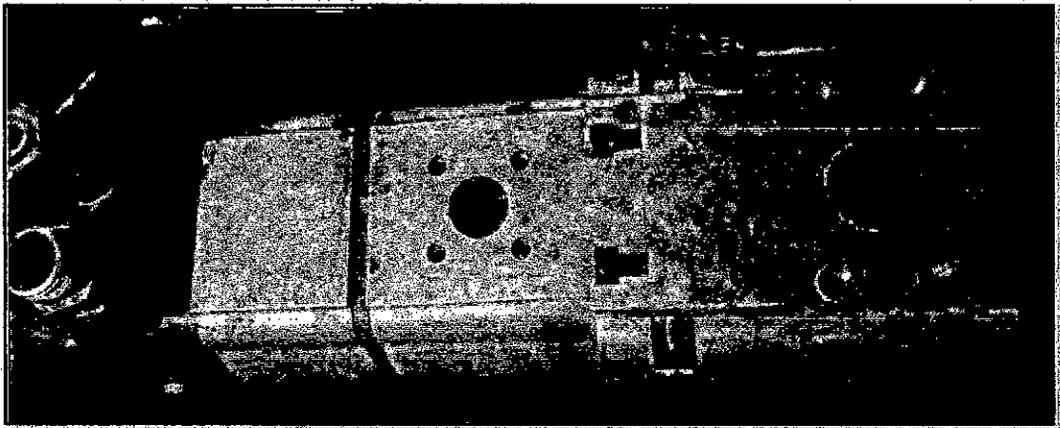
De acuerdo a los datos técnicos que se tienen, se requieren la cantidad de caudal siguiente:

- Bomba de aditivo: 29 L/min.
- Sistema de proyección: 24 L/min.
- Agitador y bomba de alta presión: 12 L/min.

Datos técnicos de la bomba triple:

- Eje de 13 dientes.
- Flange 4 pulgadas.
- Caudal de 22 / 18 /10.5 cm³ / rev a 1500 rpm
- Presiones 250 bar / 270 bar / 270 bar de trabajo

Figura N°52: Bomba triple Casappa.



Fuente: Bombas Casappa.

- ✓ Seleccionaremos las electroválvulas de acuerdo a las presiones de trabajo de cada sistema y al circuito hidráulico que integran de acuerdo al plano comandados por las bombas hidráulicas.
- Para el Sistema de brazo de acuerdo al plano y trabajo que realiza en serie elegimos una electroválvula 4/3, dicha válvula cumple con las funciones del sistema de abrir y cerrar el flujo de aceite con trabajo de 350 bar máximo.

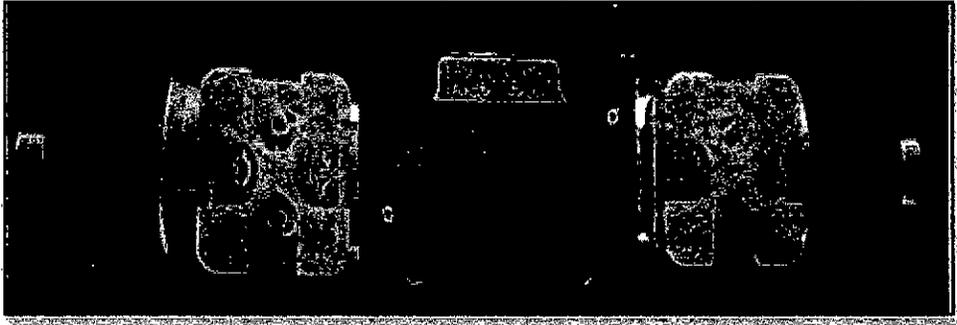
P: Presión.

T: Accionamiento del ventilador.

A: Sistema de lanzado.

B: Accionamiento bomba de alta de agua.

Figura N°53: Electroválvula 4/3



Fuente: Catalogo Rexroth

- Para el Sistema de aditivo de acuerdo al plano y trabajo que realiza en serie elegimos una electroválvula 4/3, dicha válvula cumple con las funciones del sistema de abrir y cerrar el flujo de aceite con trabajo de 350 bar máximo.

P: presión de entrada.

T: Retorno al tanque.

A: Giro de la bomba sentido horario.

B: Giro de la bomba sentido anti horario.

- Para el Sistema de actuador de acuerdo al plano y trabajo que realiza en serie elegimos una electroválvula 4/3, dicha válvula cumple con las funciones del sistema de abrir y cerrar el flujo de aceite con trabajo de 350 bar máximo.

P: Presión de entrada

T: Retorno al tanque

A: Giro del actuador sentido horario.

B: Giro del actuador sentido anti horario.

Figura N°54: Esquema de electroválvula.



Fuente: Catalogo Rexroth

✓ Cálculo de diámetros de las mangueras hidráulicas según norma DIN.

Con el fin de que las pérdidas de presión en las tuberías, en las flexiones, en los codos y en los racores en codo no sean demasiado elevadas, es recomendable diseñar el sistema hidráulico con las siguientes velocidades máximas del flujo.

- Tuberías de impulsión

- hasta 50 bar de presión de trabajo 4m/s
- hasta 100 bar de presión de trabajo..... 4,5m/s
- hasta 150 bar de presión de trabajo 5,0m/s
- hasta 200 bar de presión de trabajo 5,5m/s
- hasta 300 bar de presión de trabajo 6,0m/s

- Tuberías de aspiración: 1,5 m/s

- Tuberías de retorno: 2,0 m/s

El diámetro de la tubería se obtiene despejando de la fórmula del caudal volumétrico

- Cálculo del caudal

$$A = \frac{Q}{V}$$

Dónde:

A: área del ducto de la manguera.(m²)

V: velocidad (m/s).

Q: caudal (L/s)

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4}$$

Despejando el cálculo anterior tenemos que el diámetro interno de la manguera es:

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times V}}$$

Las presiones y caudal de trabajo de cada sistema son:

- Sistema de proyección: 220 bar. y caudal de 29L/min.
- Sistema de bombeo: 220 bar. y caudal de 45L/min
- Sistema de aditivo: 180 bar. y caudal de 24L/min
- Sistema de actuador: 180 bar y caudal de 12L/min.

Remplazamos los datos obtenemos el diámetro del ducto de cada manguera por donde pasa el fluido de aceite hidráulico:

Cuadro N° 8: Diámetros interno de mangueras

	Sist. Bombeo	Sist. Proyección	Sist. Actuador	Sist. Aditivo
Diametro(mm)	0.39	0.29	0.214	0.32
Caudal(m ³ /s)	45	24	12	29
Velocidad (m/s)	6	6	5.5	5.5
ρ	3.1415	3.1415	3.1415	3.1415

Fuente: Elaboración propia.

- ✓ Las mangueras, conectores y nipples hidráulicos de las tomas de salida y entrada de cada electroválvula y bomba hidráulica son NTP M22, NTP M40, NTP M32, NTP M36 en tipo hembra y tipo macho.
 - ✚ Sistema de brazo mangueras M32 hembra y conectores M32 macho para los empalmes.
 - ✚ Sistema de aditivo mangueras M34 hembra y conectores M34 macho para los empalmes.
 - ✚ Sistema de actuador mangueras M22 hembra y conectores M22 macho para los empalmes.
 - ✚ Líneas de pilotaje para el motor del actuador manguera M18 Hembra y conectores M18 macho.
 - ✚ Tomas de salida de la bomba es de garra de 1" con cuatro pernos M14 x 30.
 - ✚ Tomas de entrada de la bomba es de garra de 2" con cuatro pernos M16 x 20.

Estudio logístico.

Realizado los cálculos matemáticos para el dimensionamiento de los componentes hidráulicos y eléctricos, realizamos las respectivas solicitudes de cotizaciones en los principales proveedores de ventas y el tiempo de entrega obteniendo lo siguiente:

Cuadro N°9: Resumen de repuestos eléctricos a implementar

Item	Descripción	Proveedor	Tiempo de entrega
01	Motor eléctrico MEB	MEB SAC	20 Días
02	Llave Térmica EATON	Metal técnica	1 Día
03	Llave magnética EATON	Metal técnica	1 Día
04	Arrancador Solido	Metal técnica	1 Día
05	Protector de voltaje	Metal técnica	1 Día
06	Sistema de PLC	Metal técnica	1 Semana
07	Cable de alimentación principal	Tele - fónica	2 Días
08	Discos para tambora	MEMCO	2 Días
09	Pulsadores y parada de emergencia	Metal técnica	1 Día
10	Bomba Hidráulica triple	Casappa	1 Día
11	Electroválvula 4 / 3	Metal técnica	1 Día
12	Electroválvula 4 / 3	Metal técnica	1 Día
13	Mangueras hidráulicas	HPP	1 Día
14	Conectores hidráulicos	HPP	1 Día
15	Filtros Hidráulicos	Metal técnica	1 Día
16	Aceite hidráulico tellus 68	Lubcom	1 Día
17	Tanque hidráulico	Metal técnica	1 Día

Fuente. Elaboración propia.

Teniendo la relación de tiempo de entrega y costos se procede con la orden de compra de los componentes que demoraran en llegar.

4.6.2 FASE II: Estructurado del sistema eléctrico

En la segunda fase nos enfocamos en el sistema eléctrico seleccionamos el motor eléctrico principal, el calibre del cable principal a utilizar, los accesorios eléctricos de protección para el motor (llave principal, Relé de fase, arrancador sólido, interruptor magnético y PLC). Finalizamos con el armado del circuito eléctrico en el equipo Robot Lanzador 4207. La tercera fase se realizó de la siguiente manera:

- Selección del motor eléctrico.

Para realizar la selección del motor eléctrico principal trifásico, para el accionamiento de las bombas hidráulicas fue realizada en base a la demanda de la potencia requerida por el cuerpo de bombas en base a los cálculos ya antes mencionados, para asegurar la operatividad del sistema dual. Según la tabla N° 1, determinamos que el motor eléctrico a seleccionar es de 37 kW, este motor eléctrico esta normada AENOR IEC -60034 listada y aprobada 03/04/2014. Este motor eléctrico está diseñada para trabajar al 114.8% de la potencia total requerida.

Por lo tanto y según los datos obtenidos para el accionamiento, el motor a seleccionar corresponde a 37kw – 440v.

Las características del motor eléctrico son:

Las características están en base a la cotización solicitada a la empresa MEB.

- ✓ Marca: MEF IE.1
- ✓ Modelo: IEC 34-1 / TF 200L-2-4.
- ✓ Serie: 1204022
- ✓ Potencia: 37 kW.
- ✓ Fase: trifásico + tierra.
- ✓ Voltaje: 440-480.
- ✓ Frecuencia: 50 / 60 Hz.
- ✓ Corriente de placa: 67.4 A.
- ✓ Factor de potencia: 0.86.
- ✓ Revoluciones por minuto: 1470.
- ✓ Peso. 350kg.
- ✓ Carcasa de fundición de hierro.
- ✓ Eje de acero al carbono.

Figura N°55: Potencia de motores de 2 polos (3000 RPM/50Hz, 3600 RPM/60Hz) 440 V

	POTENCIA		RPM	A	Eff %	Cosφ	Par Arr/Par Nom	Corr Arr/Corr Nom	Par Máx/Par Nom	Nivel SonoroLwdB(A)	Peso kg
	KW	CV									
TA561-2	0,09	0,12	2830	0,27	62,0	0,77	2,2	5,2	2,1	58	5,0
TA562-2	0,12	0,16	2830	0,35	64,0	0,78	2,2	5,2	2,1	58	5,2
TA631-2	0,18	0,25	2840	0,5	65,0	0,80	2,3	5,5	2,3	60	5,4
TA632-2	0,25	0,33	2840	0,65	68,0	0,81	2,3	5,5	2,3	60	5,5
TA711-2	0,37	0,50	2840	0,96	69,0	0,81	2,2	6,1	2,3	61	7,8
TA712-2	0,55	0,75	2840	1,3	74,0	0,82	2,3	6,1	2,3	62	8,0
MA801-2	0,75	1,0	2850	1,7	77,4	0,83	2,3	6,8	2,3	62	10,0
MA802-2	1,1	1,5	2870	2,4	79,6	0,83	2,3	7,3	2,3	62	11,0
MA90S-2	1,5	2,0	2880	3,2	81,3	0,84	2,3	7,6	2,3	67	17,5
MA90L-2	2,2	3,0	2880	4,5	83,2	0,85	2,3	7,8	2,3	67	18,5
MA100L1-2	3	4,0	2880	5,9	84,6	0,87	2,3	8,1	2,3	74	28,3
MA112M-2	4	5,5	2900	7,6	85,8	0,88	2,3	8,3	2,3	77	33,0
MA132S1-2	5,5	7,5	2910	10,4	87,0	0,88	2,2	8,0	2,3	79	58,0
MA132S2-2	7,5	10	2910	13,8	88,1	0,89	2,2	7,8	2,3	79	60,2
MG160M1-2	11	15	2940	20,0	89,4	0,89	2,2	7,9	2,3	81	103
MG160M2-2	15	20	2940	26,9	90,3	0,89	2,2	8,0	2,3	81	111
MG160L-2	18,5	25	2940	33,0	90,9	0,89	2,2	8,1	2,3	81	133
MG180M-2	22	30	2950	39,1	91,3	0,89	2,2	8,2	2,3	83	160
MG200L1-2	30	40	2960	52,9	92,0	0,89	2,2	7,5	2,3	84	210
MG200L2-2	37	50	2960	64,9	92,5	0,89	2,2	7,5	2,3	84	225
MG225M-2	45	60	2960	78,6	92,9	0,89	2,2	7,6	2,3	86	269
MG250M-2	55	75	2970	96,0	93,2	0,89	2,2	7,6	2,3	89	353

Fuente: AENOR IEC -60034 tabla N°1 de los motores IE1.

- Selección del cable de alimentación principal.

Para realizar la selección de cable principal del equipo hacia la red de interior mina; teniendo los cálculos previstos anteriormente mediante las tablas procedemos a la selección de acuerdo al calibre.

Corriente nominal = 128.43 A. / Corriente diseño= 160.53 A.

Figura N°56: Tabla selección de calibre.

Calibre del Conductor AWG-MCM	Sección Transversal mm ²	INSTALACION EN TUBO (A)		INSTALACION AL AIRE (LIBRE (A))	
		TEMPERATURA MAXIMA DE OPERACION DEL CONDUCTOR			
		60°C TW	75°C THW	60°C TWT	75°C THW
22	0,324	3		5	
20	0,517	5		8	
18	0,821	7		10	
16	1,310	10		15	
14	2,080	15	15	20	22
12	3,310	20	20	25	28
10	5,260	30	30	40	45
8	8,370	40	45	55	65
6	13,300	55	65	80	90
4	21,150	70	85	105	120
2	33,630	95	115	140	160
1	42,410	110	125	165	195
1/0	53,510	125	150	195	230
2/0	67,440	145	175	225	265
3/0	85,020	165	200	260	310
4/0	107,200	195	230	300	360
250	126,700	215	255	340	400
300	152,000	240	285	375	445
350	177,400	260	310	420	505
400	202,700	280	335	455	545
500	253,400	320	380	515	615
600	304,000	355	420	575	690
750	380,000	400	490	655	780
1000	506,700	490	580	790	950

FUENTE: Tabla capacidad de corriente en conductores AWG DS 013-2016

Seleccionado el calibre del cable se realiza la compra al proveedor.

Figura N°57: Calibre del cable de alimentación principal



Fuente: Tele- fónica cable americana.

Figura N°58: Tabla de cable del proveedor.

Número de Artículo	Calibre del Conductor de Fase	Trenzado del Conductor de Fase	Calibre		Espesor Nominal del Aislamiento	Espesor Nominal de Cubierta Exterior	Diámetro Exterior Aprox.		Peso Aprox.		Capacidad de Conducción de Corriente ⁹⁹ a Temperatura Ambiente de 40°C
			Tierra	Verificador de Tierra			mm	mm	kg/1000 pies	kg/m	
	AWG/MCM		AWG	AWG	mil	mil	mm	mm	kg/1000 pies	kg/m	A
GGC12-3 Mining	12 AWG	65 11+6x9	12	12	0.06	0.094	0.70	17.8	366	544	25
GGC10-3 Mining	10 AWG	49 7x7	12	12	0.06	0.114	0.80	20.3	538	800	30
GGC8-3 Mining	8 AWG	133 7x19	10	10	0.06	0.134	0.97	24.6	632	941	59
GGC6-3 Mining	6 AWG	133 7x19	10	10	0.06	0.146	1.05	26.7	752	1119	79
GGC4-3 Mining	4 AWG	259 7x37	8	10	0.06	0.146	1.19	30.2	1130	1682	104
GGC2-3 Mining	2 AWG	259 7x37	7	10	0.06	0.165	1.34	34.0	1532	2280	138
GGC1-3 Mining	1 AWG	259 7x37	6	8	0.08	0.170	1.51	38.4	1940	2901	161
GGC10-3 Mining	10 AWG	266 19x14	5	8	0.08	0.170	1.65	41.9	2292	3411	186
GGC20-3 Mining	20 AWG	342 19x18	4	8	0.08	0.190	1.75	44.5	2658	3955	215
GGC30-3 Mining	30 AWG	418 19x22	2	8	0.08	0.197	1.89	48.0	3300	4910	249
GGC40-3 Mining	40 AWG	532 19x29	2	8	0.08	0.205	2.04	51.8	4058	6039	287
GGC250-3 Mining	250 MCM	627 19x33	2	8	0.095	0.280	2.39	60.7	4807	7153	320
GGC350-3 Mining	350 MCM	888 37x24	10	8	0.095	0.252	2.68	68.1	6247	9296	394
GGC500-3 Mining	500 MCM	1221 37x33	20	8	0.095	0.315	3.03	77.0	8426	12539	487

Fuente: Catalogo Tele- fónica cable americana.

Características del cable:

- Norma: ICEA S68-516/NEMA WC-8 / ASTM B172 ASTM B33
 - Aislamiento de Goma de Etileno-Propileno (EPR), ICEA S-75-381.
 - Temperatura de trabajo -40 °C – 90 °C.
 - Tensión de ensayo 3500V.
 - Resistencia a la llama y al agua.
- Selección de cable de para la alimentación de los motores eléctricos del compresor y motor de accionamiento de la bomba principal.

Corriente nominal = 64.21 A / Corriente de diseño = 80.27 A

Figura N°59: Tabla se selección de calibre.

Calibre del Conductor AWG-MCM	Sección Transversal mm ²	INSTALACIÓN EN TUBO (A)		INSTALACIÓN AL AIRE LIBRE (A)	
		TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR			
		60°C TW	75°C TW	60°C TW-FWT	75°C TW
22	0,324	3		5	
20	0,517	5		8	
18	0,821	7		10	
16	1,310	10		15	
14	2,080	15	15	20	22
12	3,310	20	20	25	28
10	5,260	30	30	40	45
8	8,370	40	45	55	65
6	13,300	55	65	80	90
4	21,150	70	85	105	120
2	33,630	95	115	140	160
1	42,410	110	125	165	195
1/0	53,510	125	150	185	230
2/0	67,440	145	175	225	265
3/0	85,020	165	200	260	310
4/0	107,200	195	230	300	360
250	126,700	215	255	340	400
300	152,000	240	285	375	445
350	177,400	260	310	420	505
400	202,700	280	335	455	545
500	253,400	320	380	515	615
600	304,000	355	420	575	690
750	380,000	400	490	655	780
1000	506,700	490	580	780	950

Fuente: catalogo Tele-fónica

- **Selección de sistema de protección:**

En interior mina se suele tener picos altos de tensión para proteger nuestro circuito eléctrico y las tarjetas en el tablero se instalara una llave térmica, relé de protección y un arrancador sólido.

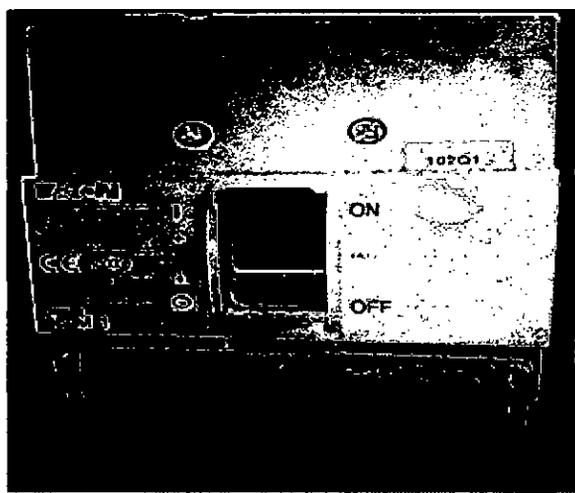
➤ **Interruptor magnético:**

El interruptor termo magnético es uno de los elementos más importantes del circuito tiene la función de interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando este sobre pasa ciertos valores máximos.

Interruptores de protección de dispositivos están disponibles con tres curvas características diferentes. De este modo son adecuados para diferentes requisitos. Con los datos obtenidos procedemos a seleccionar el interruptor termo magnético.

Calibre: AWG 4 / tensión: 440vac / corriente 65 A.

Figura N°60: Interruptor magnético tensión 440VAC



Fuente: catalogo EATON

➤ **Arrancador solido:**

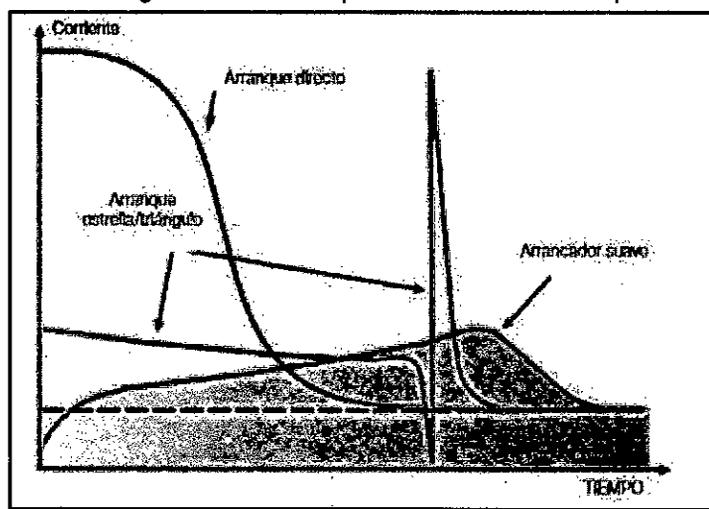
El arrancador solido es un dispositivo electrónico que permite controlar el arranque y parada de motores de inducción, ayudando a proteger el motor y contribuyendo el ahorro de energía.

Los arrancadores solidos limitan la corriente y el par de arranque permitiendo ejercer un control de la tensión 0 hasta la nominal para el arranque y al revés para la parada. Regula el voltaje de modo que el motor recibe primero una oleada de baja tensión, que va ascendiendo hasta que el motor empieza a girar, ahorrando en el desgaste y a menudo colaborando a que los componentes electrónicos duren más tiempo.

Selección del arrancador sólido para el circuito.

- Proporciona un rango de 3 a 480 A.
- Utiliza un voltaje nominal de 200 a 690VAC.
- Tiene los comandos para instalación al PLC.

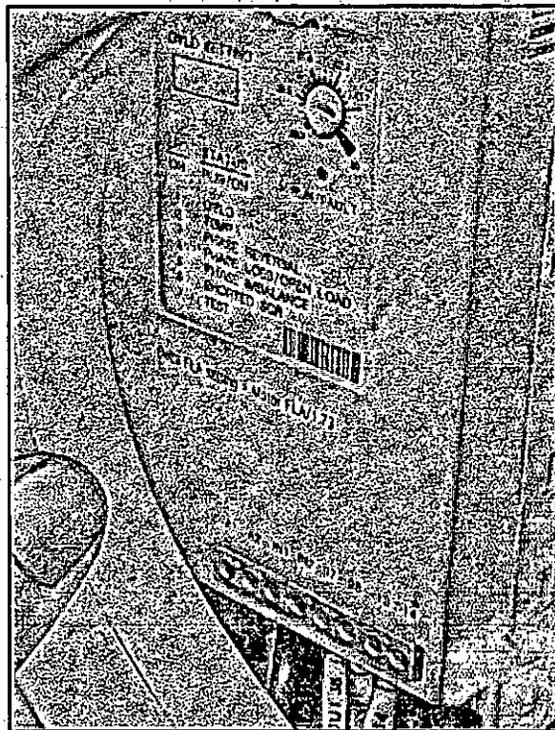
Figura N°61: Comportamiento de arranque.



Fuente: Catalogo SMC-3AB arrancador sólido.

Como se observa en la gráfica con el arrancador solido tenemos un arranque pasivo, sin ocasionamos picos muy elevados de corriente como usualmente se suele tener con otros equipos eléctricos. Esto nos ayuda y protege con la vida útil de los componentes eléctricos que está asociado al equipo robot lanzador.

Figura N°62 Arrancador solido SMC-3



Fuente: Catalogo SMC-3 AB arrancados solido

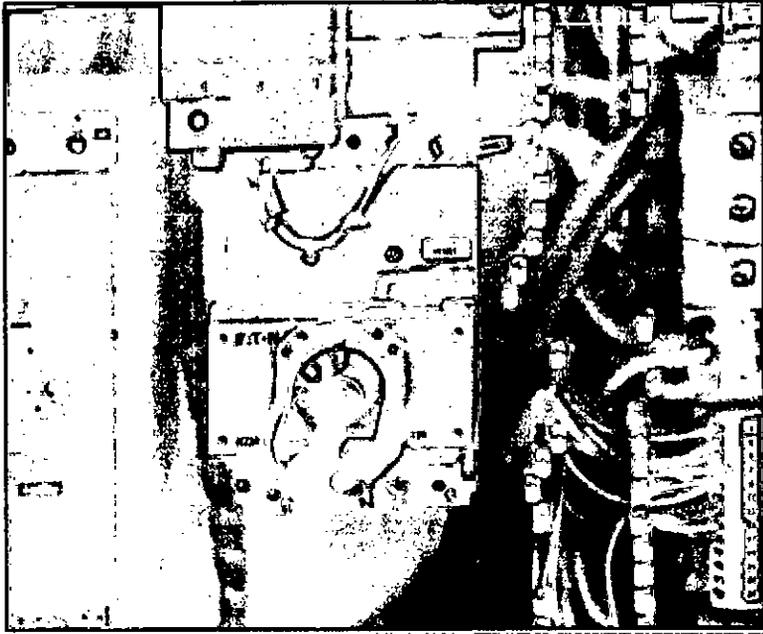
➤ Interruptor principal del circuito

Llave principal del circuito eléctrico corta por completo la tensión suministrada por la red trifásica. Dicho interruptor se diseña de acuerdo con el número de servicios requeridos y especifica de acuerdo con su capacidad de corriente y al número de polos.

Con los datos obtenidos seleccionamos el interruptor correcto.

Tensión: 520 V / N° polos: 4 / I nominal 160.53

Figura N°63: Interruptor principal EATON.



Fuente: Catalogo EATON interruptores

➤ Protección de voltaje

Se debe proteger el circuito eléctrico de los altos picos de tensión producidos en interior mina, para ello colocaremos en forma paralela a la línea principal un protector de voltaje que tiene un rango de trabajo de 277 -480VAC y cumple con la Norma UNE 20460-4-45.

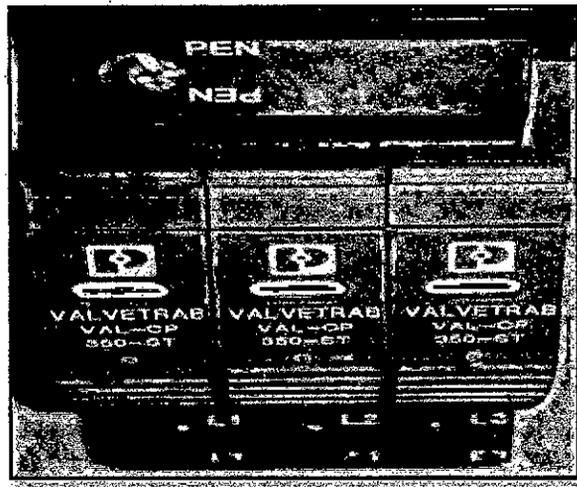
Cuando en la línea de una fase se tiene un voltaje a tierra de 277 v automáticamente el PLC, envía una señal de advertencia de sobre tensión al display.

$$\text{Fase R} = 440 \text{ -----} 480 / \sqrt{3} = 277.45\text{v.}$$

$$\text{Fase S} = 440 \text{ -----} 480 / \sqrt{3} = 277.45\text{v.}$$

$$\text{Fase T} = 440 \text{ -----} 480 / \sqrt{3} = 277.45\text{v.}$$

Figura N°64: Protector de voltaje



Fuente: Catalogo guarda motor Schneider.

Selección de pulsadores y Switch

Para poder activar los motores eléctricos de forma manual y rápida en el tablero se coloca pulsadores NO + NC para su apertura y cierre automático.(como se mencionó en la imagen 33 y 34)

Un pulsador es un operador eléctrico que cuando se oprime, permite el paso de la corriente eléctrica y, cuando se deja de oprimir, lo interrumpe, trabajan a bajas tenciones en un rango de 20 – 28V.

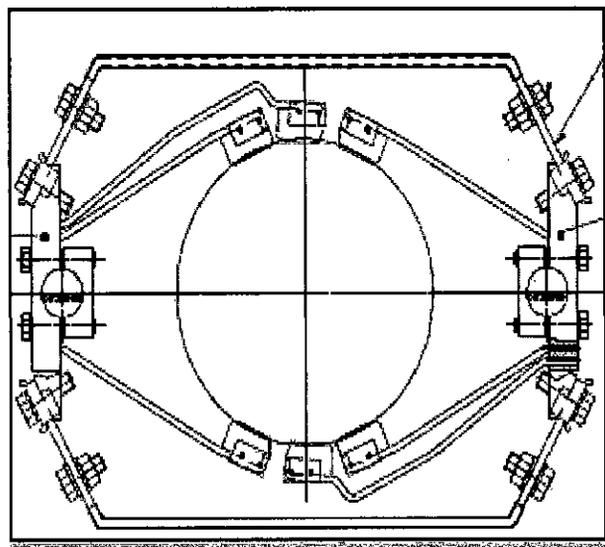
Selección de discos de tambora.

El equipo robot lanzador vienen originalmente con colectores de escobillas metálicas de carbono dentro de la tambora que hace posible la entrada de los cables y al mismo tiempo dicha tambora pueda girar para facilitar el recojo del cable principal. Se tuvo incidentes con estas escobillas cuando se rompía una y se desprendía de su lugar chocando con las otras escobillas produciendo corto circuito hasta el punto de quemarse todo el colector.

Debido a estas circunstancias se decide remplazar las 32 escobillas de carbono y el colector por cuatro discos metálicos con el fin de evitar accidentes por cortocircuito. Los datos técnicos de dichos discos son:

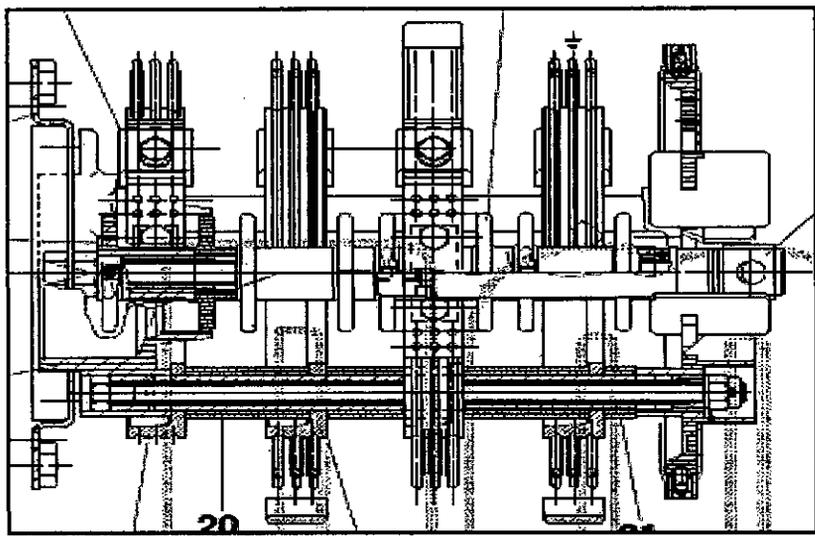
Corriente 250A / Tensión de 2000 VAC

Figura N°65: Distribución del colector de escobillas.



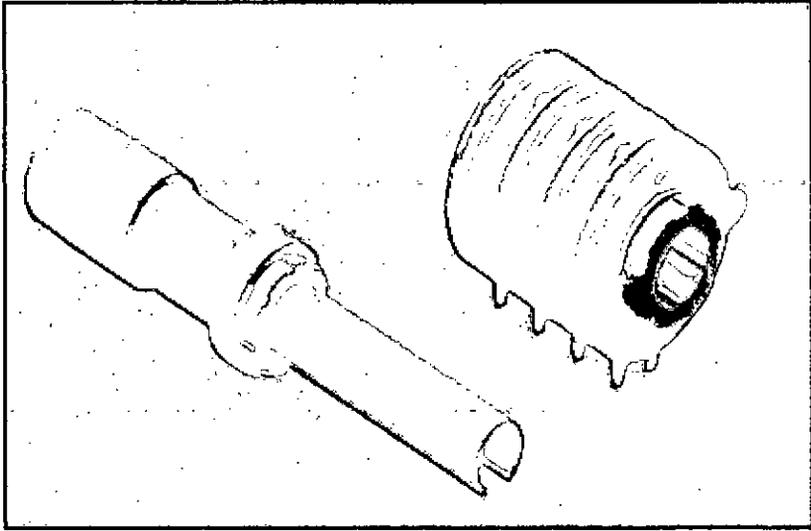
Fuente: Manual de equipo Robot Lanzador

Figura N°66: Vista lateral de distribución del colector.



Fuente: Manual de parte del equipo Robot Lanzador.

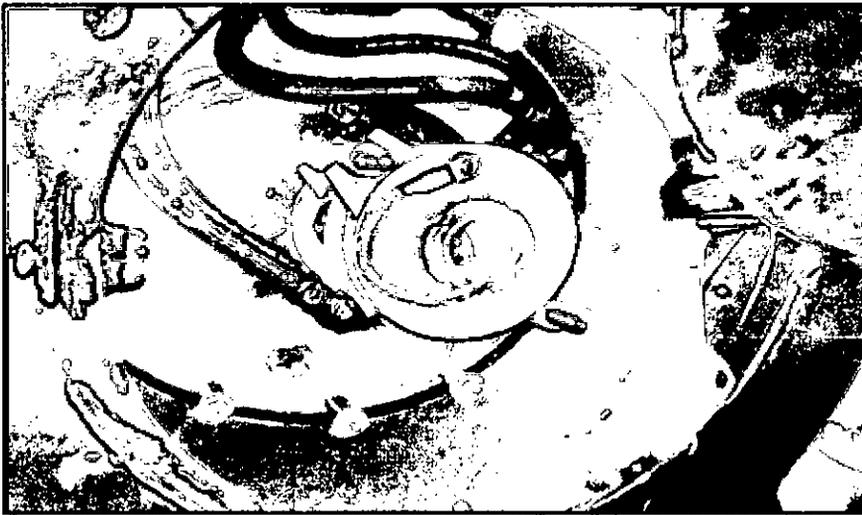
Figura N°67: Vista de los discos y eje central



Fuente: Catalogo MEMCO.

Tres discos de fase de 250 A + un disco de conexión a tierra. 100 A.

Figura N°68: Tambora con discos instalados.



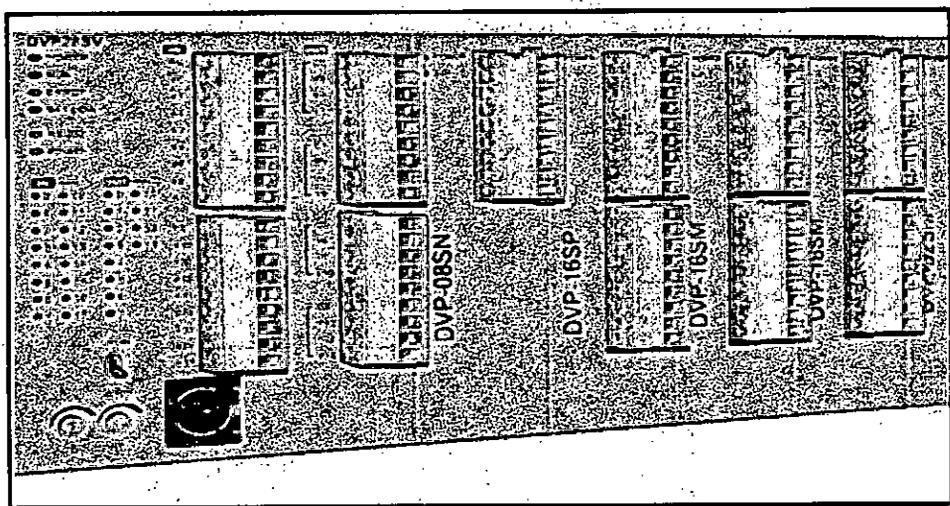
Fuente: Equipo Robot Lanzador.

- Selección de ensamblaje al PLC.

El equipo robot lanzador esta accionado con un sistema de controlador PLC, el cual cumple la función principal de recibir e enviar la señal de trabajo al sistema o componente a ejecutar. Dicho sistema

trabaja como una protección en el equipo, que al superar los parámetros de rangos establecidos en cada circuito automáticamente se bloquea. Por ello enlazaremos un sistema de protección a los motores eléctricos con el sistema PLC.

Figura N°69: Dispositivo electrónico PLC



Fuente. Manual de partes Metal Técnica

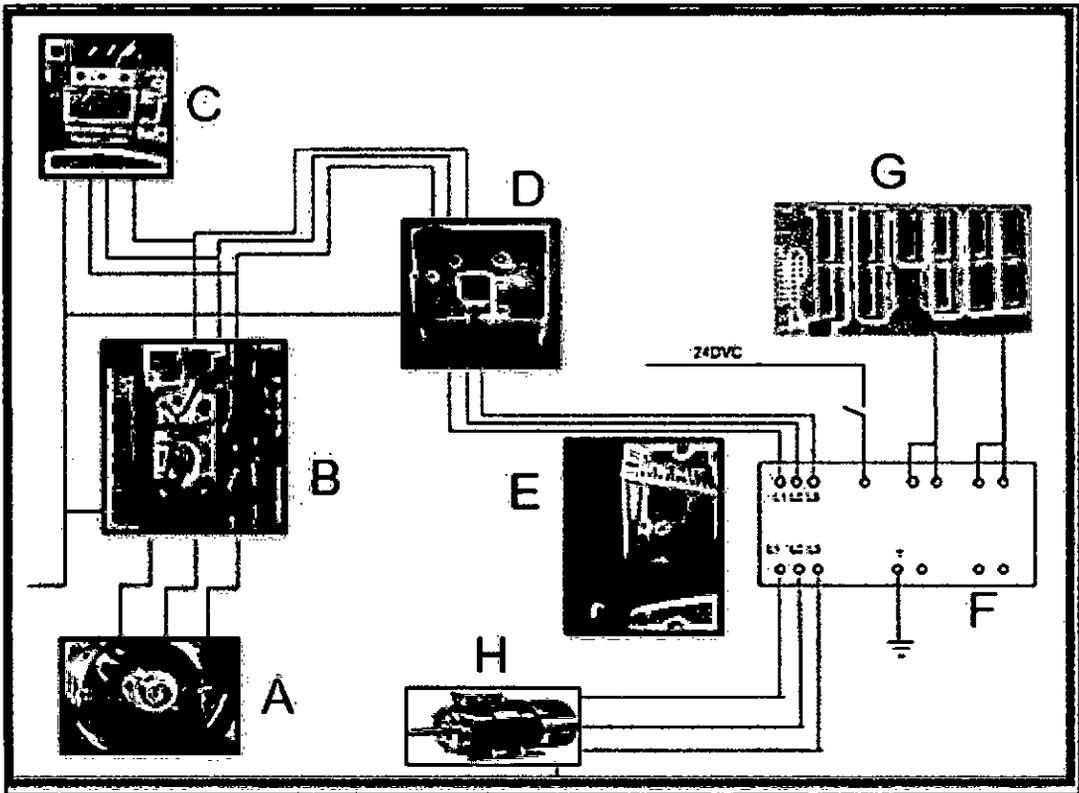
Ensamblado de los componentes del sistema eléctrico.

Seleccionado los componentes eléctricos, se procedió con el ensamble correspondiente del equipo:

- Se procedió al montaje del motor eléctrico en el equipo, colocando la base más sus cuatro pernos M20x 50 con tuerca teflonada, apoyado por un equipo para realizar el respectivo izaje.
- Se realizó del tendido de cable seleccionado del motor hacia el tablero principal del equipo. Cable 3 x 4AWG + 1 x 8AWG por un tramo de 6 metros vulcanizado. Sección 25mm².

- En el tablero principal se instaló el interruptor principal de la línea de externa hacia el equipo. $V=520v$, Polos =4, $I =130A$, $I_r= 125A-160A$. Cable de sección de $25mm^2$.
- Se instaló el interruptor termo magnético. 3 fases, regulado a 70 A. NO + NC. $I_r=63A-80A$.
- Se instaló el arrancador solido al circuito.
- Se instaló el protector de voltaje con línea de $14mm^2$ salidas a tierra.
- Se realizó el empalme de los dispositivos eléctricos mencionados con cable seleccionado de $25mm^2$.
- Se instaló las líneas de salida del arrancador solido hacia el PLC, al motor eléctrico, pulsador de activación del motor y sistema de protección de los dispositivos eléctricos mencionado anteriormente. Como se evidencia en el plano eléctrico.
- Se procedió a colocar los discos a la taborera para seguido de ello el cable principal del equipo hacia la red de calibre seleccionado de $3 \times 2/0 AWG + 1 \times 4AWG$. Por una longitud de 60metros.
- La instalación entre discos e interruptor principal se realizó con el mismo cable de $3 \times 2/0AWG$.
- Adicional a ello se utilizó conector tipo ojal N° 8 x 3 Und, cinta vulcanizante y cinta aislante $3M \times 1700$.

Figura N°70: Esquema de instalación del motor eléctrico.



Fuente: Elaboración propia

Esquema del circuito resumido donde:

- A: Tambora.
- B: Llave principal
- C: Protector de voltaje.
- D: Llave térmico.
- E: Arrancador sólido.
- F: Circuito interno del arrancador sólido.
- G: Sistema de PLC.
- H: Motor eléctrico.

4.6.3 FASE III: Estructurado del sistema mecánico – hidráulico

En esta tercera fase se realizó la selección de la bomba hidráulica triple para el accionamiento de los sistemas de lanzado, sistema de aditivo y sistema de actuador según su presión y caudal de cada una de ellas con sus respectivas válvulas hidráulicas de protección, para luego poder seleccionar las mangueras y conectores a utilizarse. Teniendo todo lo anterior se procedió a realizar el tendido del circuito hidráulico en el equipo. Esta tercera fase se desarrolló de la siguiente manera.

- **Características del compresor.**

Para tener un lanzado de shocrette uniforme y que alcance una resistencia temprana de 280 KPa/cm², se requiere una cierta cantidad de aire en el proceso, por tal motivo para la selección del compresor se tiene en cuenta una presión de flujo comprendido entre 5 a 7 bar y un caudal promedio de 6 a 7 m³/min. El compresor fue adquirido de la misma fabrica Putzmesiter, modelo PM-37, que es un compresor rotativo de tornillo asimétrico con engrase, estacionario que está diseñado para una presión efectiva de trabajo de 7,5 bar y accionado por un motor industrial eléctrico. Así mismo el sistema de refrigeración del compresor es por aire.

El elemento compresor va acoplado al motor mediante una carcasa de acoplamiento cuidadosamente mecanizada, que garantiza una perfecta alineación entre los dos componentes.

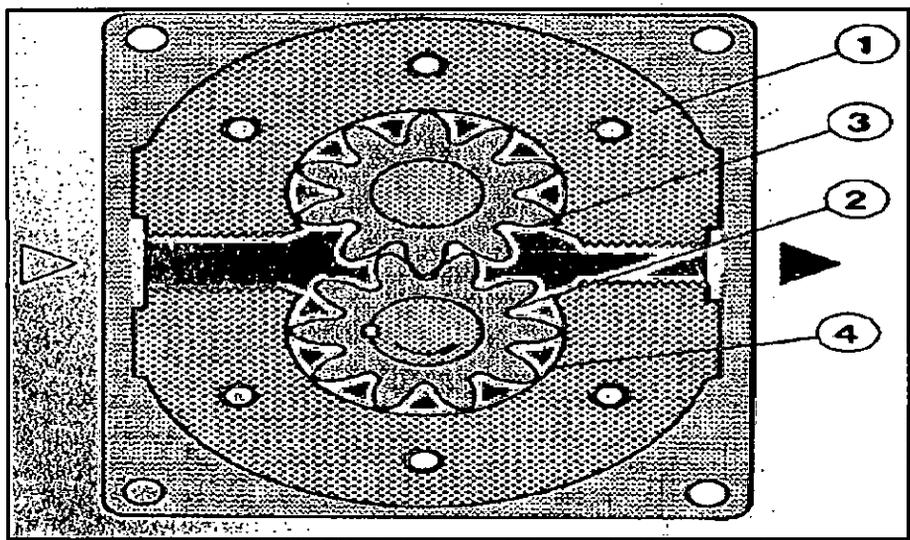
dos engranajes acoplados. Uno de ellos es accionado por el eje de la bomba (motriz), y este hace girar el otro.

La bomba de engranaje funciona por el principio de desplazamiento; un piñón es impulsado y hace girar al otro en sentido contrario. En la bomba, la cámara de admisión, por la separación de los dientes, en la relación se libera los huecos de dientes.

La bomba en el equipo robot lanzador trabaja de la siguiente manera:

- ✓ Aquí giran 2 engranajes con dentado exterior, el engranaje 2 es movido en el sentido de la flecha y arrastra al engranaje 3, en sentido opuesto. El proceso de aspiración es igual al de las bombas con dentado interior.
- ✓ El fluido es transportado por la cámara 4 y en las zonas de presión (rojo) es expulsado por los dientes que engranan.

Figura N°72: Bomba Hidráulica - Visualización del Fluido.



Fuente: Manual de instrucción Metal Técnica.

Dónde: 1 y 2 engranajes, 3 y 4 cámaras de aceite hidráulico.

• **Bombas a utilizar en el equipo:**

- Bomba triple CASAPPA de 25 cm³/ rev , P=230bares

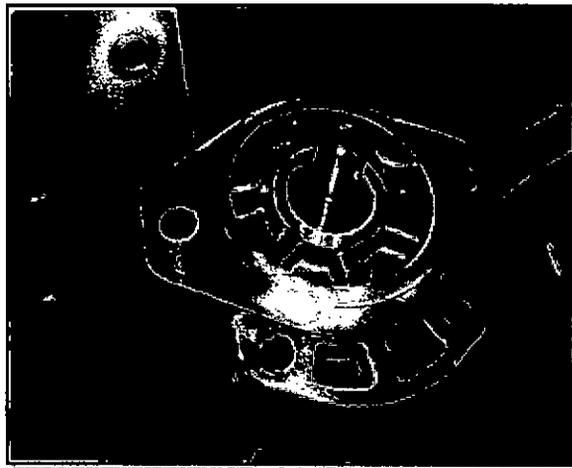
Figura N°73 Tabla de selección de bomba hidráulica triple.

POLARIS pump size	POLARIS motor size	Theoretical displacement		Min. (1) speed rpm	Max. (1) speed rpm	Max. (2) continuous pressure p ₁		Pump flow (3) @ 1800 rpm @ p ₁ US gpm	Motor torque (4) @ 100 psi lbf in	Approx. weight	
		in ³ /rev	cm ³ /rev			psi	bar			kg	lb
PLP 30-22	PLM 30-22	1.33	21.89	350	3000	3625	250	9.83	18.36	11.00	24.26
PLP 30-27	PLM 30-27	1.62	26.58	350	3000	3625	250	11.94	22.30	11.10	24.47
PLP 30-34	PLM 30-34	2.09	34.39	350	3000	3480	240	15.45	28.84	11.20	24.70
PLP 30-38	PLM 30-38	2.35	38.53	350	3000	3480	240	17.31	32.31	11.30	24.92
PLP 30-43	PLM 30-43	2.67	43.77	350	3000	3300	230	19.66	36.71	11.55	25.47
PLP 30-51	PLM 30-51	3.15	51.59	350	2500	3040	210	23.42	43.26	11.80	26.02
PLP 30-61	PLM 30-61	3.72	60.97	350	2500	2755	190	27.97	51.13	12.00	26.46
PLP 30-73	PLM 30-73	4.48	73.47	350	2500	2465	170	33.35	61.61	12.50	27.56
PLP 30-82	PLM 30-82	4.96	81.29	350	2200	2320	160	36.90	68.17	12.70	28.00
PLP 30-90	PLM 30-90	5.53	90.66	350	2200	2175	150	42.02	76.03	13.00	28.66

Fuente: Catálogo de Bombas Casappa.

Dicha bomba es accionada con el eje interior de la bomba principal A10V71; a su vez la bomba acciona el sistema de aditivo, sistema de brazo, el actuador y bomba de agua.

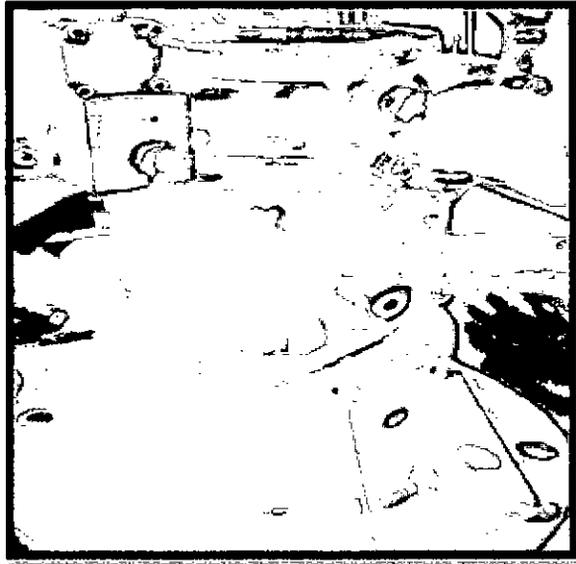
Figura N°74: Bomba hidráulica triple Casappa



Fuente: Casappa bombas hidráulicas.

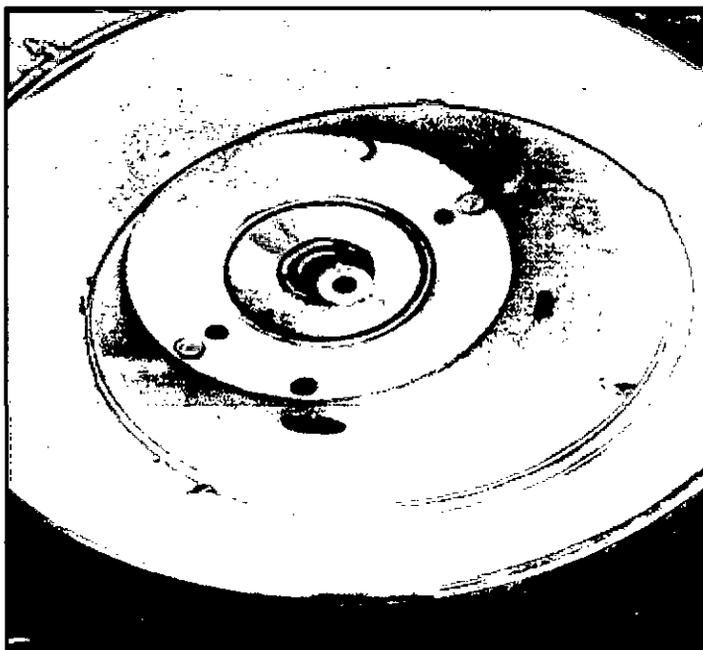
- Bomba hidráulica A10V71, P=30Kw, dicha bomba esta acoplado al eje del motor eléctrico, bomba hidráulica que acciona el sistema de bombeo y accionamiento de la "S"

Figura N°75: Bomba principal A10V71



Fuente: Rexroth bombas hidráulicas

Figura N°76: Eje de bomba hidráulica



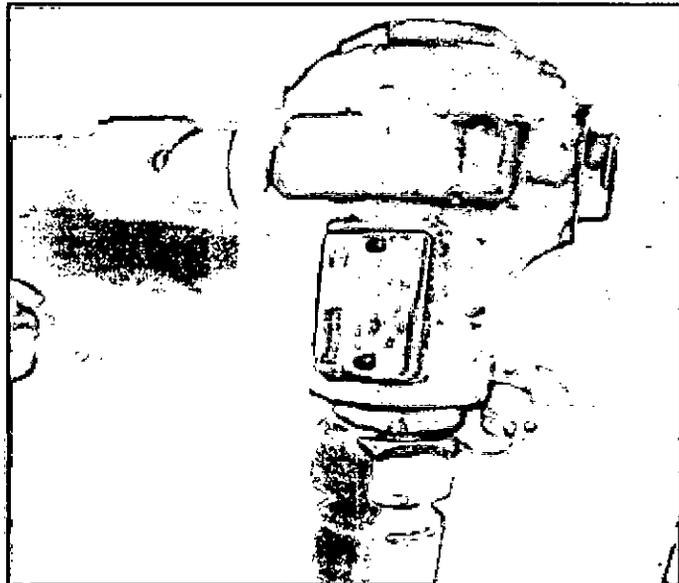
Fuente: Rexroth bombas hidráulicas

- Selección de válvulas de protección.

La válvula limitadora de presión está montada en el lado de la presión de la bomba hidráulica. Su función es limitar la presión en el sistema a un valor adecuado. De hecho la válvula limitadora de presión tiene la misma construcción de una válvula antirretorno de muelle (resorte), y en el equipo lo usamos para poder proteger el circuito hidráulico, las electroválvulas y los ejes internos de accionamiento de las bombas colocándolo de forma paralelo las válvulas limitadoras cumpliendo la función de enviar a tanque la presión excesiva en cada bloque. (De acuerdo al plano). Según norma DIN – ISO 1219.

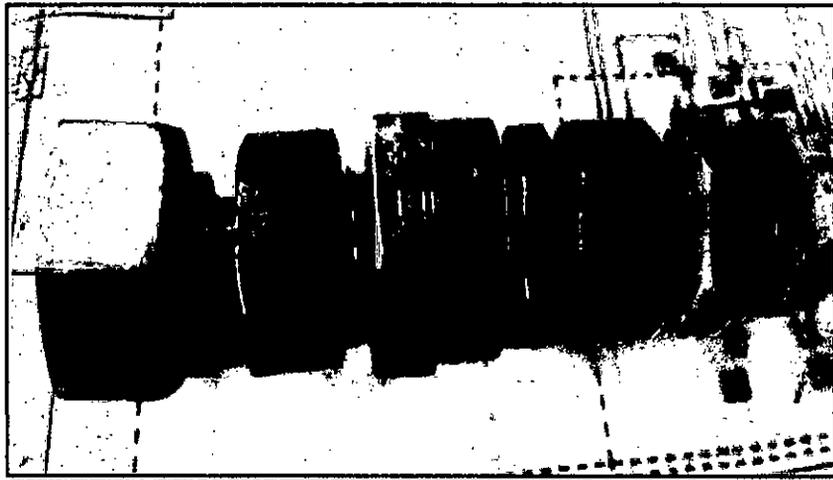
En el circuito hidráulico se utilizó limitadoras de 15 bar, 220 bar, 180 bar y 250 bar.

Figura N°77: Válvula limitadora de presión 200 Bar.



Fuente: Catalogo Rexroth válvulas limitadoras

Figura N°78: Válvula check antirretorno.



Fuente: HPP conexiones hidráulicas

- Tendido de cañerías y accesorios del sistema hidráulico.
- Se une la bomba hidráulica triple Casappa a la bomba hidráulica A10v71 con su respectivo piñón de fábrica.
- Se comparte en el chasis las principales electroválvulas a usar:

Cuadro N°10: Accesorios hidráulicos a implementar

ITEM	SISTEMA	ELECTROVALVULA / VALVULA
01	Sistema de bombeo	Válvula hidráulica 3/2 R1/2.
02	Sistema de bombeo	Estrangulador D6.5
03	Sistema de bombeo	Válvula proporcional 4/2
04	Sistema de bombeo	Válvula hidráulica 4/2. NG10
05	Sistema de bombeo	Válvula limitadora de 250bar
06	Sistema de bombeo	Válvula limitadora de 180bar
07	Sistema de bombeo	Válvula hidráulica 4/2 NG16
08	Sistema de bombeo	Válvula de selección R 1/4
09	Sistema de bombeo	Estrangulador D1.8
10	Sistema de aditivo	Válvula proporcional 24v
11	Sistema de aditivo	Motor hidráulico 50cc
12	Sistema de agitador	Válvula hidráulica 3/2 NG6

13	Sistema de agitador	Válvula limitadora 210 bar
14	Sistema de agitador	Distribuidor del agitador
15	Sistema de agitador	Motor hidráulico.
16	Bomba de agua	Racord hidráulico RS 18L.
17	Bomba de agua	Válvula selección RAD 15L.
18	Bomba de agua	Válvula hidráulica 4/3 DN6
19	Bomba de agua	Válvula limitadora de 70 bar
20	Sistema de proyección	Racord hidráulico RS 18L.
21	Sistema de proyección	Válvula de retención RSV
22	Sistema de proyección	Estrangulador D1.7
23	Sistema de proyección	Válvula hidráulica 3/2 NG10
24	Sistema de proyección	Válvula Limitadora 210 bar
25	Sistema de proyección	Válvula limitadora 15 bar
26	Sistema de proyección	Válvula hidráulica 4/3
27	Sistema general	Filtro de aspiración.
28	Sistema general	Manómetro D16

Fuente: Elaboración propia

- Se procede a realizar el tendido de las tuberías de acuerdo al plano:

Cuadro N°11: Relación de accesorios a implementar.

Ítem	Sistema	Manguera / accesorios
01	Bombeo	Manguera. M40 x 1.5Mts R-R / R4
02	Bombeo	Manguera M22x2.00Mts R-R / R2
03	Bombeo	Manguera M22x1.80Mts R-90° / R2
04	Bombeo	Manguera. M40 x 1.5Mts R-R / R4
05	Bombeo	Manguera. M40 x 1.5Mts R-R / R4
06	Bombeo	Manguera. M40 x 1.2Mts R-R / R4
07	Bombeo	Manguera. M40 x 1.2Mts R-R / R4
08	Bombeo	Manguera M22x1.20Mts R-R / R2
09	Bombeo	Manguera M22x1.20Mts R-90° / R2

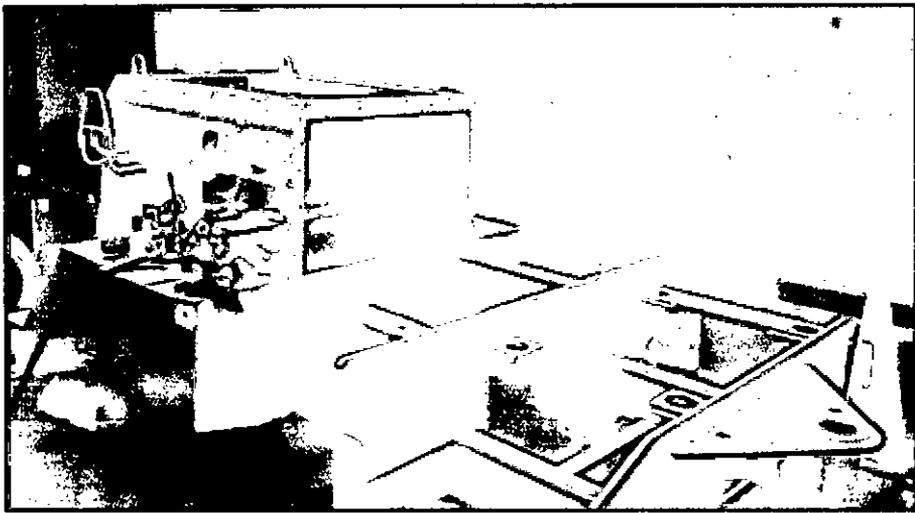
10	Bombeo	Manguera M22x1.00Mts R-R / R2
11	Bombeo	Manguera M22x1.50Mts R-90° / R2
12	Bombeo	Manguera M26x 1.00 Mts R-R / R2
13	Bombeo	Manguera M26x 1.20 Mts R-R / R2
14	Bombeo	Cañería metálico M22x 1.20Mts. R-90°
15	Bombeo	"T" 1 Hembra + 2 Machos.
16	Bombeo	Codo M40 hembra – macho.
17	Bombeo	Codo M22 Hembra - macho
18	Bombeo	Manguera de 2" x 0.80mts R1 + abrazadera
19	Bombeo	Manguera M18 x 1.60Mts R-R / R2
20	Aditivo	Manguera M22 x 4.00Mts R – R / R2
21	Aditivo	Pasamuro M22 Macho - Macho
22	Aditivo	Manguera M22 x 1.00,Mtrs R-R / R2
23	Aditivo	Codo M22 hembra - Macho
24	Aditivo	Manguera de 1" x 0.40mts R1 + abrazadera
25	Aditivo	Cañería metálico M22 x 1.8Mtros R-R
26	Agitador	Cañería metálico M18 x 4.00Mts R-90°
27	Agitador	Manguera M22x0.8Mts R-R / R2
28	Agitador	Codo 90° hembra – macho.
29	Agitador	Manguera M24 x 1.20mts. R-R / R2
30	Agitador	Cañería metálico M22 x 0.60Mts R-90°.
31	Bomba de agua	Cañería M22 x 1.40Mts R-90°
32	Bomba de agua	Cañería M22 x 1.60Mts R-90°
33	Bomba de agua	"T" 2 Hembra + 1 Macho
34	Bomba de agua	Manguera M22 x 3.00Mts R-R / R2
35	Bomba de agua	Pasamuro M22 Macho-Macho
36	Proyección	Manguera M22 x 6.00Mts R-R / R2
37	Proyección	Pasamuro M22 Hembra - Macho
38	Proyección	"T" 2 Hembra + 1 Macho.
39	Proyección	Manguera de 1" x 0.60Mts R1 + abrazadera.

40	Proyección	Pasamuro M22 – Yic
41	Proyección	Codos 90° M22 Hembra - Macho
42	Tanque	Manguera 2" x 4.00Mts R1+abrazadera
43	Tanque	Espiga M36 Hembra.

Fuente: Elaboración propia.

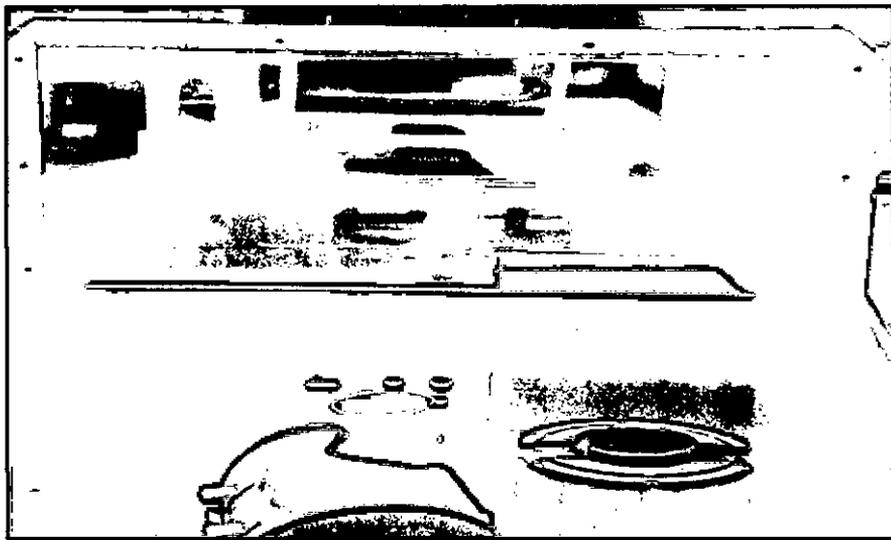
- Se procedió a realizar el tendido del circuito hidráulico.
- Se evidencia los trabajos realizados.

Figura N°79: Equipo Robot Lanzador en chasis



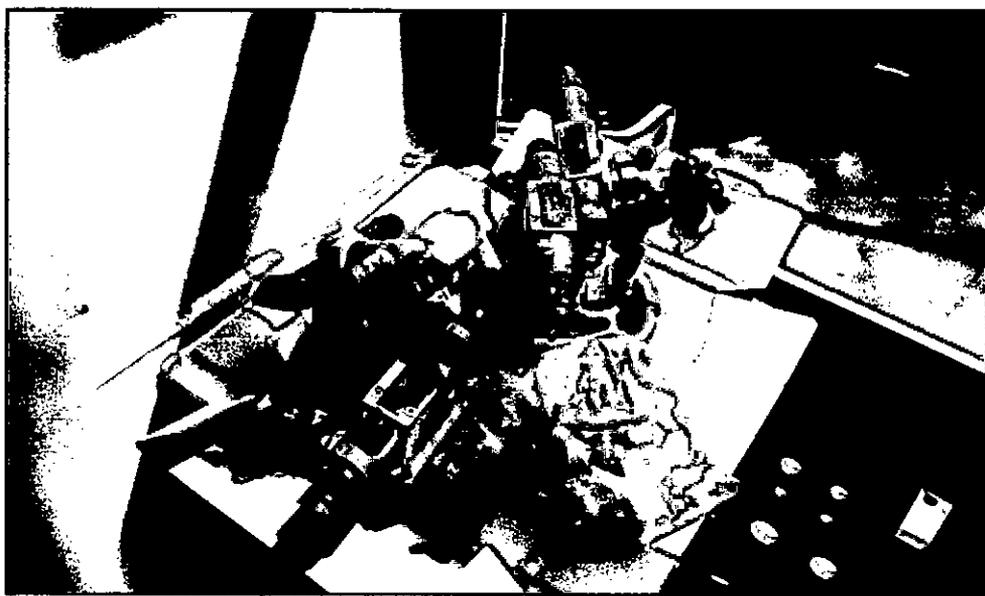
Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

Figura N°80: Armado del chasis, unión de los dos cuerpos.



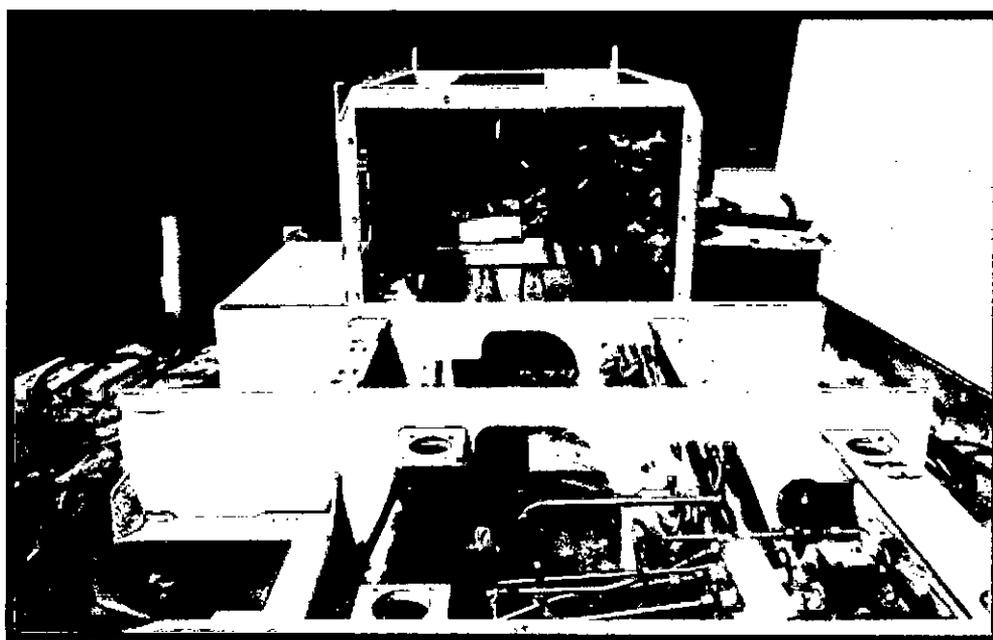
Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

Figura N°81: Electroválvulas a utilizar.



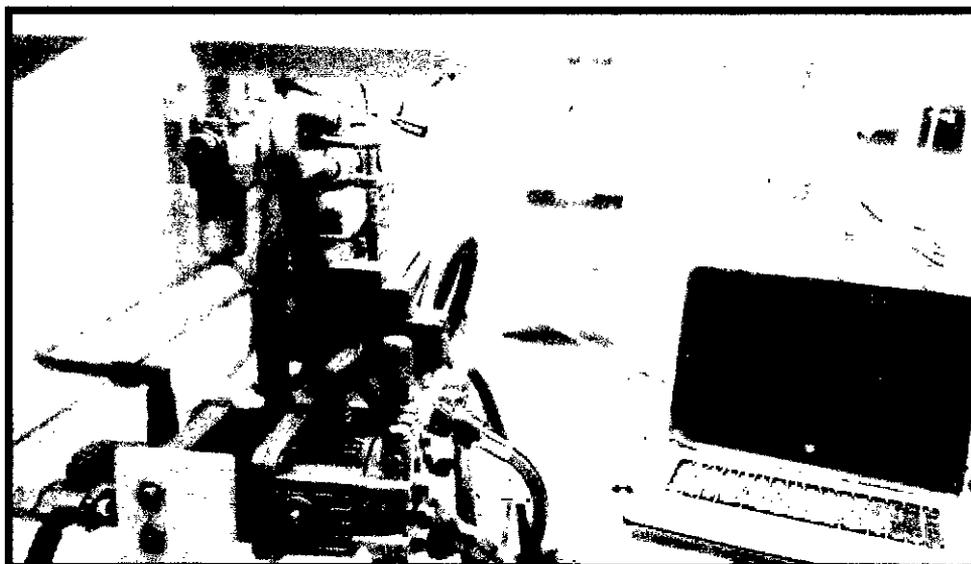
Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

Figura N°82: Tendido de cañerías metálicas.



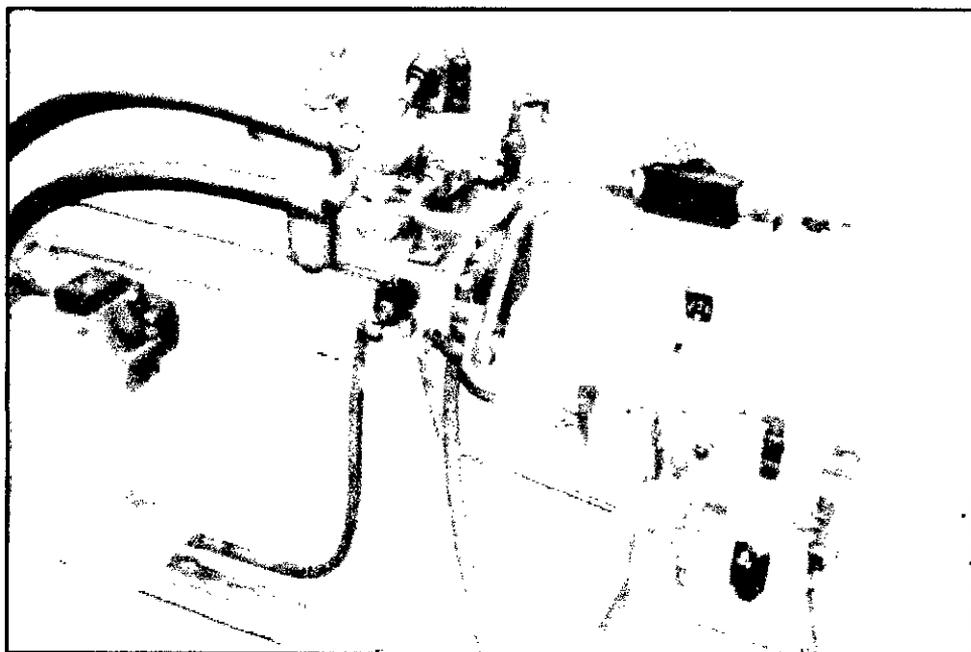
Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

Figura N°83: Tendido de línea de bomba de agua.



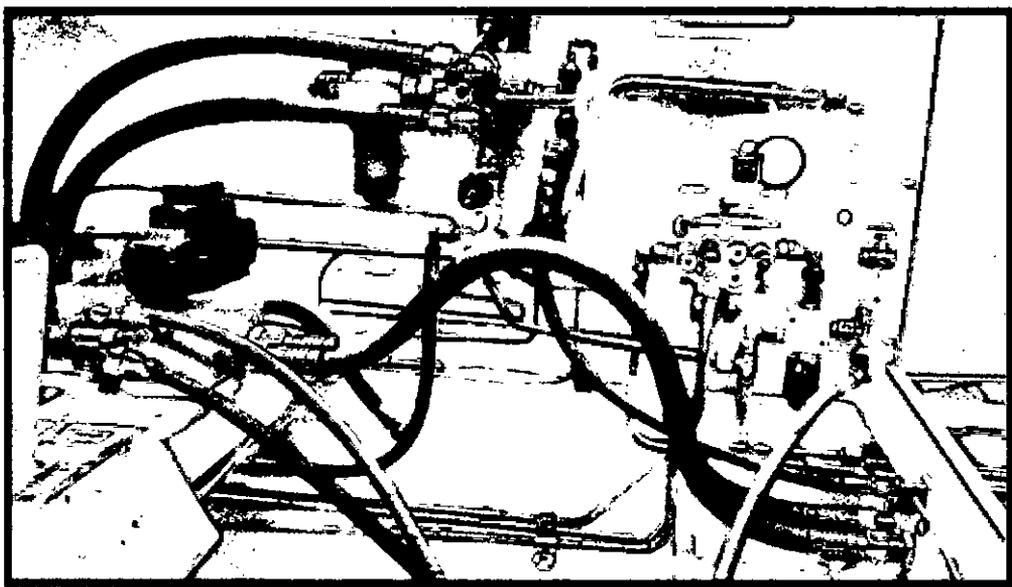
Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

Figura N°84: Tendido del sistema de actuador



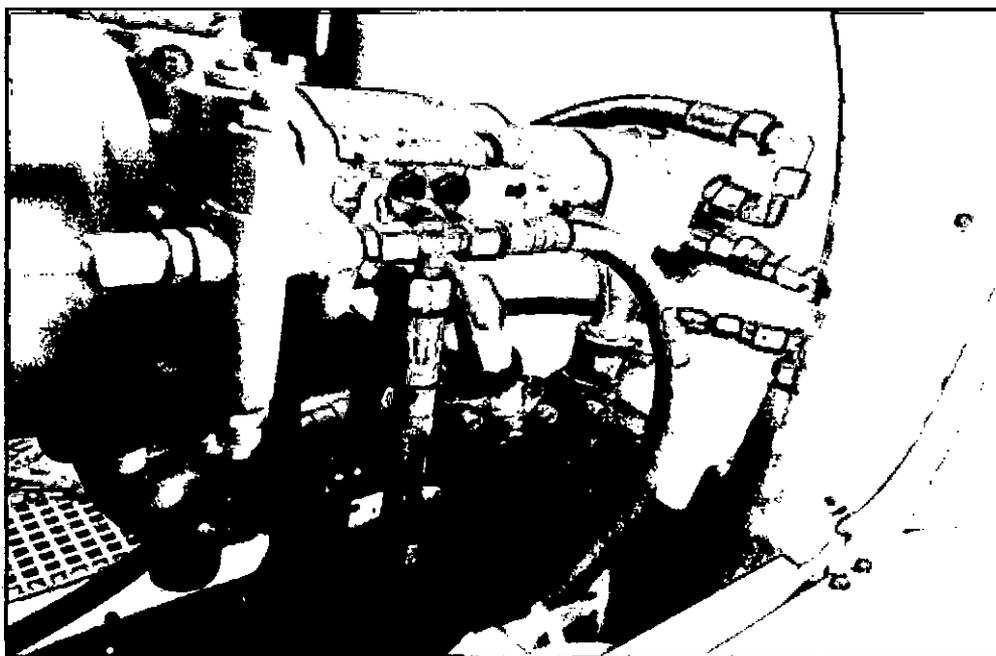
Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

Figura N°85: Tendido de línea del sistema de bombeo.



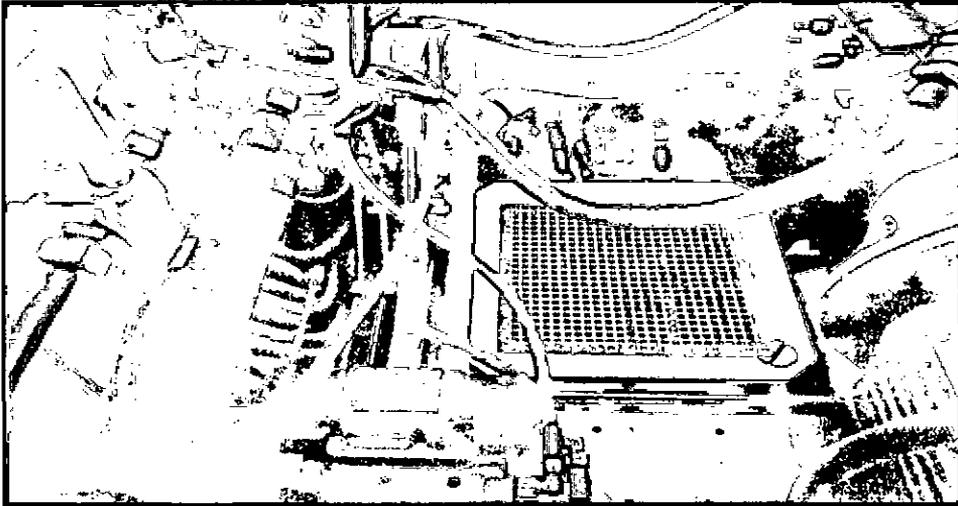
Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

Figura N°86: Tendido del sistema de aditivo y lanzado



Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

Figura N°87: Tendido de la línea del motor eléctrico.



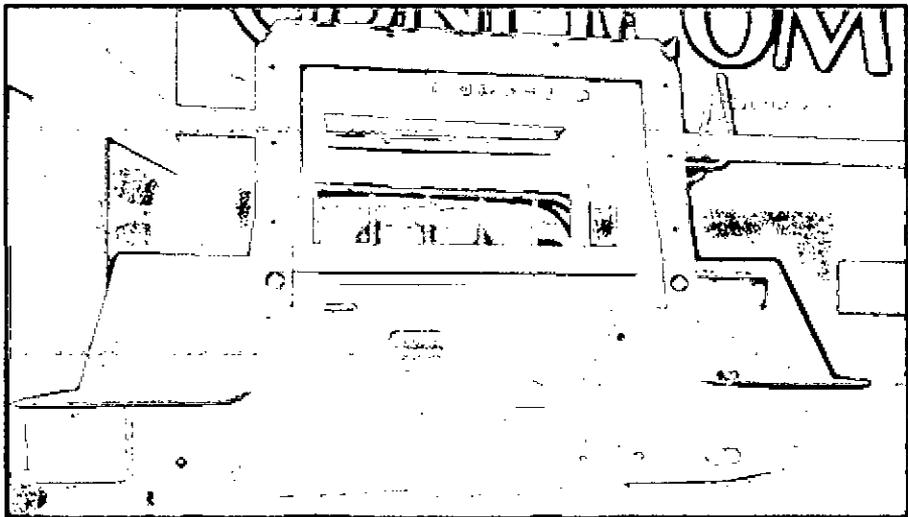
Fuente: Taller CJ NETCOM SAC.

- **Análisis y reforzamiento del chasis.**

El chasis del equipo al estar guardado por dos años se procedió a llevar arenar para poder visualizar los posibles puntos de rajadura.

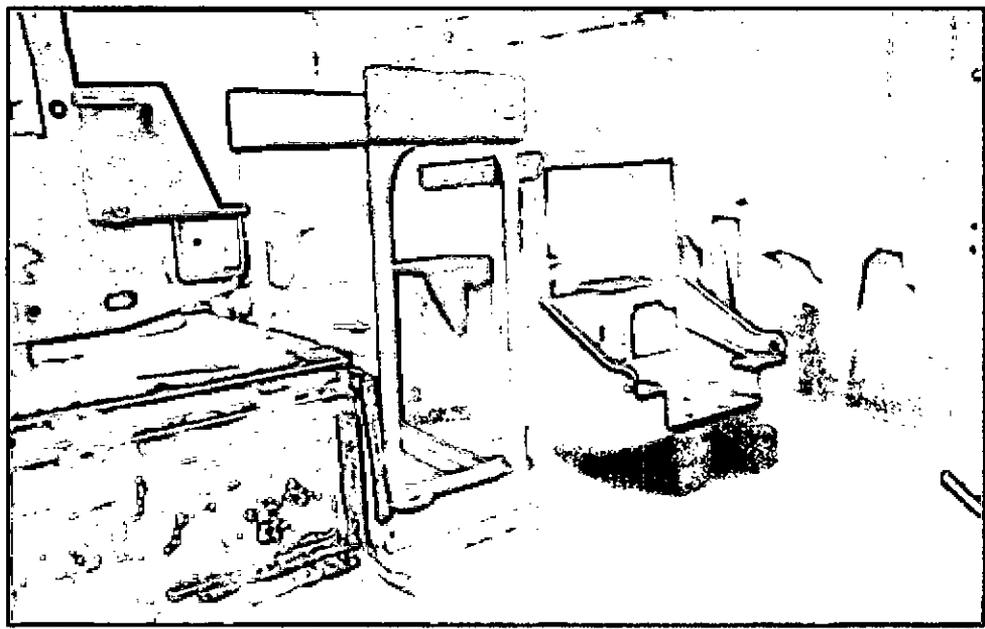
Dicho chasis se reforzó con soldadura en las partes que presentaban cortes, se cambió planchas que se encontraban rajados y pandeados.

Figura N°88: Recepción de chasis después de arenarlo.



Fuente: Técnicas Metálicas Huachipa

Figura N°89: Recepción del equipo después de las pruebas.



Fuente: Técnicas Metálicas Huachipa

- **Lubricante a utilizar**

Para el sistema usaremos aceite hidráulico tellus 68, recomendable para maquinaria pesada que trabajan a más de 3000msnm.

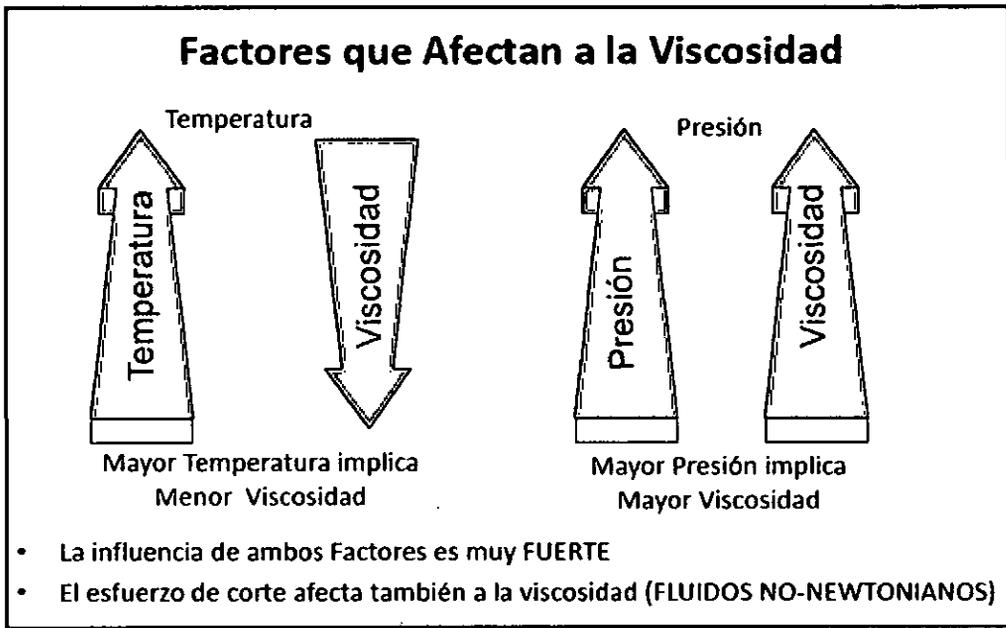
Propiedades físicas y químicas del aceite tellus 68

Cuadro N°12: Propiedades físicas y químicas del aceite tellus 68

Aspecto	Líquido a temperatura ambiente.
Color	Ambar
Olor	Hidrocarburo ligero
Umbral olfativo	Datos no disponibles
Ph	-24 °C metodo :ISO 3016
Temperatura de escurrimiento	>280°C valor estimado
Punto de ebullicion	235°C
Punto de inflamacion	Metodo :ISO 2592

Fuente: Hoja MSDS Lubcom Sac

Figura N°90: Factores que afectan la viscosidad.



Fuente: Manual de lubricantes Lubcom Sac.

✓ **Pintado de estructura**

Para realizar el pintado del equipo se utiliza pintura, base y sellador en la primera capa, seguido de ello se realiza el pintado con pistola neumática color matizado CAT.

Figura N°91: Base usado para el pintado de chasis.



Fuente: Sherwin Williams

4.6.4 FASE IV: Puesta en operación del robot lanzador.

En esta cuarta y última fase se realizó las pruebas del sistema dual, pruebas en vacío y con carga de cada sistema del equipo para luego ponerlo en marcha. Previamente se realizó una limpieza de la red para posteriormente elaborar el plan de mantenimiento preventivo general

Limpieza en la red.

De acuerdo a la norma NFPA 24 sección 10.10.2.1, precisa que las tuberías y las conexiones de entrada del sistema serán lavadas con un chorro de agua antes de que se conecten definitivamente a la tubería del sistema, para quitar los materiales extraños que pudieran haber entrado en la cañería durante el transcurso de la instalación. El caudal de lavado no debe ser menor a los 3 m/s, las operaciones de limpieza serán realizadas por el tiempo suficiente para asegurar que no haya partículas dentro de las tuberías.

Verificación del sistema dual.

Se procederá a realizar las pruebas de los componentes eléctricos-hidráulicos de los diferentes sistemas de accionamiento del equipo robot lanzador, para ello procederemos a alquilar un grupo electrógeno que nos facilita una línea trifásica de 440VCD.

Prueba realizados del sistema eléctrico.

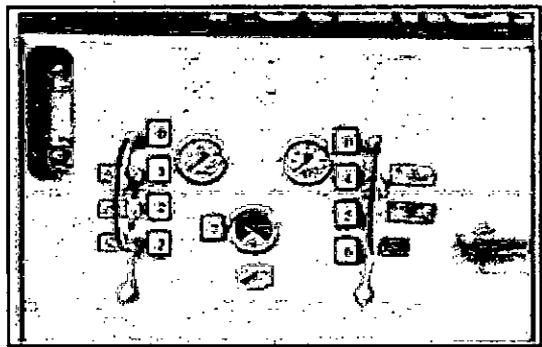
- Se procedio a realizar la toma de datos de tensión de entrada y salida de la línea principal del equipo robot Lanzador.

- Se evaluó de forma externa con el apoyo de un tacómetro las revoluciones del motor eléctrico.
- Se evaluó la tensión de entrada y salida del interruptor principal, llave magnética, arrancador sólido y llegada al PLC.
- Se evaluó la continuidad de los diferentes cables del circuito.
- Se midió la ohmiage de los discos de la tumbora.
- Se evaluó la llegada-salida de señal al sistema de PLC.
- Se evaluó la señal de llegada a las electroválvulas.

Prueba de estanqueidad.

- Con el motor eléctrico puesto en marcha se tomó la presión hidráulica de la bomba principal A10V71.
- Se tomó la presión a máximo esfuerzo de la bomba triple.
- Se tomó la presión hidráulica del sistema de bombeo, aditivo, agitador y bomba de alta colocando un tapón en la salida de cada manguera para simular máxima carga.
- Se realizó pruebas de caudal, con el apoyo de un caudalímetro que se instala en la entrada de cada manguera al sistema.

Figura N°92: Control de toma de presiones hidráulicas.



Fuente: Equipo Robot Lanzador 4207.

Prueba en vacío.

- Se procedió a encender el sistema de bombeo sin restricciones por media hora.
- Se procedió a encender el sistema de aditivo sin restricciones por media hora.
- Se procedió a encender el sistema de agitador sin restricciones por media hora.
- Se procedió a encender el sistema de bomba de agua sin restricciones por media hora.
- Realizo las pruebas se queda con la conformidad que están trabajando sin dificultades ni anomalías.

Prueba con carga.

Se realizaron pruebas con carga del equipo robot lanzador con los formatos de prueba que se adjuntan a continuación:

Se adjuntan formatos de pruebas de los equipos:

Grupo 1: Se realizó las pruebas del sistema hidráulico y componentes con el motor diesel. Dejando dentro del rango establecido por la casa fabricante Putzmeister.

Grupo 2: Se realizó las pruebas con el motor eléctrico los circuitos hidráulicos y los sistemas de protección al motor eléctrico.

Grupo 3: Se realizó las pruebas del sistema de proyección en las dos formas con el motor eléctrico y motor diésel. Dejándose dentro de los parámetros establecidos por la casa Putzmeister.

Grupo 4: Se realizó las pruebas del equipo Robot Lanzador 4207, dejándose dentro del rango de parámetros establecido por la casa Putzmeister.

Grupo 5: Se realizaron las pruebas de la bomba de aditivo, dejándose dentro del rango de parámetros establecido por la casa Putzmeister.

Grupo 6: Se realizaron pruebas con el telemando de ambos sistemas.

Grupo 7: Se realizaron las pruebas de bomba de agua y engrase.

Las pruebas realizadas al equipo robot lanzador implementado con su sistema dual electromecánico, se realizaron tomando en consideración, la lista de chequeos proporcionado por el fabricante Putzmeister, las mismas que se detallan en las figuras siguientes.

Figura N°93: Hoja de pruebas grupo 1.

NETCOM		LISTA DE CHEQUEO				Putzmeister		DOCUMENTO 1/4
		SPM 4207 WETKRET DUAL DRIVE PLUS						
OT:	7088289308						DOSSIER	
N°SERIE	.490700717						1	
GRUPO 1								
AREA		PRUEBAS HIDRAULICAS DIESEL						
REF	CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	VALOR TEORICP	VALOR REAL	OK	CAL	OBSERVACIONES	
1.1	Regular RPM a ralenti	rpm	825-900	846				
1.2	comprobar RPM max. Del motor diesel	rpm	2450-2600	2500				
1.3	comprobar la correcta movilidad general de la maquina							
1.4	comprobar la estanqueidad del circulo hidraulico de la maquina							
1.5	medir baja presión bomba (fe)	bar	31-34	32				
1.6	medir baja presión bomba (G)/freno de parking S.A.H.R	bar	26-30	30				
1.7	medir alta presión bomba (MH)	bar	390-420	400				
1.8	regular caudal de la valvula de barrido	l/m ²	5-7					
1.9	comprobar presión bomba del freno de servicio	bar	200-220	210				
1.10	comprobar presión acumular del freno de servicio	bar	125-135	130				
1.11	comprobar la presión del pedal del freno	bar	58-62	60				
1.12	comprobar la dirección del ventilador del radiador							
1.13	comprobar presión del cilindro de dirección	bar	170-185	180				
1.14	comprobar presión bomba auxiliar (pluma/b. agua)	bar	205-215	210				
1.15	comprobar el nivel de aceite depósito							
1.16	comprobar la estanqueidad del deposito de gasoil							
1.17	comprobar que se han sellado las valvulas limitadoras de presión							
1.18	rellenar el deposito de aceite hidraulico con pluma totalmene plegada, apoyos retraidos y con temperatura del aceite apr. 50° hasta que se complete el visor							
1.19	rellenar el carter de aceite motor hasta el nivel							
observacion :								
V°B° JEFE TALLER					REALIZADO POR			
					FABRICA			
FECHA:					FECHA :			
OBSERVACIONES:								
V°B° CALIDAD					REALIZADO POR:			
					CALIDAD			
FECHA:					FECHA :			

Fuente: Putzmeister- Metal técnica.

Figura N°94: Hoja de pruebas grupo 2

QNETCOM		LISTA DE CHEQUEO				DOCUMENTO 2/A	
		SPM 4207 WETKRET DUAL DRIVE PLUS				PUTZMEISTER	
OT:	7088289308					DOSSIER	
N°SERIE	490700717					2	
GRUPO 2							
AREA		PRUEBAS HIDRAULICAS BOMBA DE HORMIGON					
REF	CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	VALOR TEORCP	VALOR REAL	OK	CAL	OBSERVACIONES
	Preparación de la bomba de hormigón						
2.1	purgar bombas y cilindros						
2.2	engrasar						
2.3	llenar tolva y caja de agua y colocar útil para carga						
2.4	comprobar bomba en vacío						
2.5	poner la máquina en marcha durante 1 hora para alcanzar la temperatura óptima						
2.6	comprobar la temperatura del aceite al comienzo de la prueba	rpm	1450-1500	1460			
2.7	medir la temperatura del aceite al comienzo de la prueba	°c	45-60	45			
2.8	comprobar el funcionamiento del termostato del ventilador a 55°	°c	45-55	60			
2.9	comprobar la estanqueidad de la caja de agua						
2.9b	vaciar la caja de agua al finalizar las pruebas						
2.10	comprobar dispositivo de seguridad en perilla RSA						
2.11	comprobar dispositivo de seguridad contra apertura de tolva						
2.12	comprobar el ajuste del tubo S						
2.13	comprobar que la trampilla de limpieza de la tolva esté estática						
2.14	ajustar la presión standby de la bomba principal eléctrica	bar	22-25	24			
2.15	ajustar el corte de la alta presión en bomba principal	bar	215-225	220			
2.16	limitar válvula de alta presión	bar	245-255	220			
2.17	regular válvula parada de bombeo	bar	14-16	15			
2.18	ajustar la presión del agitador con radiador parado	bar	155-165	160			
2.19	comprobar revoluciones del eje agitador	rpm	42-46	45			
2.22	ajustar la presión de la bomba dosificadora	bar	90-105	100			
2.23	comprobar caudal de aditivo de la bomba a 5.5 bar	l/h	95/105	93			
2.24	comprobar caudal de aditivo de la bomba a 5.5 bar	l/h	440/460	440			
2.25	medir tiempo de embolada en vacío	seg	2.1-2.3	2.2			
2.26	ajustar presión hidráulica en bomba de agua	bar	205-220	210			
2.27	comprobar la dirección del ventilador del radiador eléctricamente						
2.28	ajustar la tarjeta have de rendimiento						
2.29	comprobar desconexión temperatura max. Del aceite	°c	85-95	90			
	medida de rendimiento en vacío						
2.3	ajustar la presión standby de la bomba principal diesel	bar	25-28	90			
2.31b	comprobar RPM max. Del motor diesel en modo bombeo	rpm		2000			
2.32	medir tiempo de embolada en vacío	seg	2.4-2.5	2.6			
	medida del rendimiento ELECTRICO con carga a 100 bar						
2.33	medir tiempo de embolada	bar	2.5-2.8	2.6			
2.34	medir presión de trabajo en la tubería (útil)	bar	20-25	24			
2.35	medir el consumo del motor eléctrico	amp	43-46	45			
2.36	anotar cos phi	cos phi					
	medida del rendimiento DIESEL con carga a 100 bar (PDE)						
2.38	medir tiempo de embolada	seg	2.5-2.8	2.8			
2.39	medir presión de trabajo en la tubería (útil)	bar	20-25	24			
	medida del rendimiento ELECTRICO con carga a 100 bar						
2.4	medir tiempo de embolada	seg	3.7-4.0	3.8			
2.41	medir presión de trabajo en la tubería (útil)	bar	40-50	45			
2.42	medir consumo del motor eléctrico	amp	45-50	50			
2.43	anotar cos phi	cos phi	0.8-0.9	0.8			
	medida del rendimiento DIESEL con carga a 180 bar						
2.45	medir tiempo de embolada	seg	3.7-4.0	4			
2.46	medir presión de trabajo en la tubería (útil)	bar	40-50	45			
2.47	sellar las válvulas limitadoras de presión y electroválvulas de funcionamiento						
2.48	comprobar la estanqueidad del circuito de la bomba de hormigón						
OBSERVACIONES:							
V°B° JEFE DEL TALLER		CAUDAL		REALIZADO POR:			
FECHA:		FECHA:					

Fuente: Putzmeister- Metal técnica.

Figura N°95: Hoja de pruebas grupo 3

ONETCOM		LISTA DE CHEQUEO				Putzmeister		DOCUMENTO 3/4
		SPM 4207 WETKRET DUAL DRIVE PLUS						
OT:	7088289308						DOSSIER	
N°SERIE	490700717						3	
GRUPO 3								
AREA			PRUEBAS HIDRAULICAS DE LA PLUMA					
REF	CONCEPTO	UNIDAD MEDIDA	VALOR TEORICO	VALOR REAL	OK	CAL	OBSERVACIONES	
	sistema mecánico de la pluma							
3.01	sellar ajuste corredera de la pluma							
	sistema hidráulica de la pluma							
3.1	engrasar las articulaciones de la pluma							
3.2	comprobar el funcionamiento del sistema hidráulico con el motor diesel							
3.3	comprobar que los cilindros y vástagos de los cilindros hidráulicos de la pluma NO tienen daño							
3.4	comprobar que el giro de la pluma es libre							
3.5	medición velocidad de la pluma							
3.6	purgar motores del cabezal proyector							
3.7	medir la temperatura del aceite al inicio de la prueba	°c	45-55	55				
3.8	ajustar la presión hidráulica nominal máxima de la pluma	bar	205-215	210				
3.9	ajustar la presión hidráulica máxima de los apoyos	bar	175-185	185				
3.10	medir la velocidad del giro total del brazo de la pluma con la cureña completamente recogida y horizontal	seg	35-40	39				
3.11	medir la velocidad de subida del brazo de la pluma con cureña completamente recogida y pluma horizontal	seg	17-19	18				
3.12	medir la velocidad de bajada del brazo de la pluma con la cureña completamente recogida	seg	17-19	18				
3.13	medir la velocidad de extensión de la cureña de la pluma cuando está en horizontal	seg	24-28	25				
3.14	medir la velocidad de recogida de la cureña de la pluma cuando está en horizontal	seg	14-18	16				
3.15	medir la velocidad de giro del proyector de la cureña de la pluma 360° cuando esta en horizontal	seg	8-12	10				
3.16	medir la velocidad de giro del proyector de la cureña de la pluma 240° cuando esta en horizontal	seg	8-12	8				
3.17	medir la velocidad de movimiento del proyector cuando la tobera está en horizontal	rpm	58-62	61				
3.18	comprobar la estanqueidad del circuito hidráulico de la pluma							
3.19	sellar la válvula de seguridad limitadora de presión del bloque principal de la pluma							
observación								
V°B° JEFE TALLER		REALIZADO POR						
FECHA:		FECHA :						
OBSERVACIONES:								
V°B° CALIDAD		REALIZADO POR:						
FECHA:		FABRICA						
		FECHA :						

Fuente: Putzmeister- Metal técnica

Figura N°96: Hoja de pruebas grupo 4

ONETCOM		LISTA DE CHEQUEO MAQUINA SPM 4207						DOCUMENTO	
OT:		7088289308				DOSSIER CQ:		4	
N°SERIE:		490700717						4	
GRUPO 4									
AREA:		PRUEBAS VEHÍCULO							
REF	CONCEPTOS	UNIDAD MEDIDA	VALOR TEORICO	VALOR REAL	OK	OBSERVACIONES			
4.1	Comprobar cinturón de seguridad.								
4.2	Comprobar el funcionamiento de los indicadores del panel de mando o control.								
4.3	Comprobar el funcionamiento de los interruptores del vehículo (bocina, acelerador de mano, freno de mano).								
4.4	Comprobar el nivel de depósito diesel y si es necesario rellenar hasta el 25% como máximo.								
4.5	Comprobar el nivel de aceite del motor del vehículo.								
4.6	Comprobar la iluminación general y las luces del vehículo.								
GRUPO 5									
AREA:		PRUEBAS BOMBA ADITIVO							
REF	CONCEPTOS	UNIDAD MEDIDA	VALOR TEORICO	VALOR REAL	OK	OBSERVACIONES			
5.1	Precaentar aceite motor	°C	50°	55					
5.2	Verificar nivel de la bomba de aditivo.								
5.3	Cubica caudal de bomba de aditivos.								
5.4	Comprobar la estanquidad de la Bomba de Aditivo.								
5.5	Sellar la tarjeta y el presostato.								
5.6	Regular la presión MAX de la bomba de Aditivo a 10,5 bar.	bar	10,5	10,5					
GRUPO 6									
AREA:		PRUEBAS TELEMANDO							
REF	CONCEPTOS	UNIDAD MEDIDA	VALOR TEORICO	VALOR REAL	OK	OBSERVACIONES			
6.1	Comprobar el funcionamiento general de la máquina desde el telemando.								
6.2	Comprobar el funcionamiento de todos los movimientos y funciones de la máquina (movilidad SPRAYNG) desde el telemando.								
GRUPO 7									
AREA:		PRUEBAS BOMBA DE ENGRASE							
REF	CONCEPTOS	UNIDAD MEDIDA	VALOR TEORICO	VALOR REAL	OK	OBSERVACIONES			
7.1	Comprobar correcta instalación de la bomba de engrase.								
7.2	Comprobar estanquidad y correcto funcionamiento.								
7.3	Comprobar programación.								
7.4	Verificar nivel (lleno) del depósito de grasa.								

GRUPO 8						
AREA:		PRUEBAS BOMBA DE AGUA				
REF	CONCEPTOS	UNIDAD MEDIDA	VALOR TEORICO	VALOR REAL	OK	OBSERVACIONES
8.1	Comprobar correcta instalación de la bomba de agua.					
8.2	Comprobar estanqueidad y correcto funcionamiento.					
8.3	Ajustar presión a 140 bar					
8.4	Comprobar correcto funcionamiento con el motor diesel y con el eléctrico.					
8.5	Verificar nivel de aceite bomba.					
GRUPO 9						
AREA:		PRUEBAS COMPRESOR				
REF	CONCEPTOS	UNIDAD MEDIDA	VALOR TEORICO	VALOR REAL	OK	OBSERVACIONES
9.1	Engrase					
9.2	Rellenar el carter de aceite motor hasta el nivel.					
9.3	Comprobar estanqueidad en colector de aire.					
	Pruebas motor eléctrico del compresor					
9.4	Verificar y anotar los datos de placa a 50HZ	V	A	KW		
9.4.1	Anotar voltaje, amperaje y potencia a 50HZ	380	64,9	37		
9.4.2	Verificar y anotar el consumo en vacío.	Amp	30-35	30		
9.4.3	Verificar y anotar el consumo en carga a 4,5 bar	Amp	68-70	69		
9.4.4	Verificar y anotar el consumo en carga a 5,5 bar	Amp	70-75	73		
9.5	Verificar y anotar los datos de placa a 60HZ	V	A	KW		
9.5.1	Anotar voltaje, amperaje y potencia a 60HZ					
9.5.2	Verificar y anotar el consumo en vacío.	Amp	30-34			
9.5.3	Verificar y anotar el consumo en carga a 4,5 bar	Amp	67-70			
9.5.4	Verificar y anotar el consumo en carga a 5,5 bar	Amp	70-72			
Observaciones:						
V"B" JEFE TALLER			REALIZADO POR:			
			FABRICA			
FECHA:						

Fuente: Putzmeister- Metal técnica

El resultado de dichas pruebas se muestra en el anexo correspondiente

Acta de conformidad y entrega de planos.

Se realizó la entrega al área de mantenimiento de la empresa CJ NETCOM SAC, los nuevos planos: hidráulico y eléctrico del equipo robot lanzador 4207.

Así mismo se hizo la entrega de los registros de inspección de las 9 pruebas realizadas al equipo.

Capacitación y programa de mantenimiento.

- Se capacito a los operadores que estarán en la U.M RAURA a cargo del equipo.
- Se capacito al personal técnico (mecánicos – electricistas) que estará en la U.M RAURA a cargo del equipo.
- Se efectuó un plan de mantenimiento preventivo que se debe ejecutar en forma progresiva según las horas de trabajo del equipo.

Mantenimiento programado de 125Hr, 250Hr, 500Hr y 1000Hr.

Mantenimiento basado en realizar la programación de cambio de aceite y filtros al motor, adicionalmente a ello se tiene patrones para seguir con el mantenimiento que le toca según el avance del horometro.

Figura N°97: Cartilla de mantenimiento

CONFTCOM ORDEN DE TRABAJO DE MANTTO. PREVENTIVO - EQUIPO ROBOT LANZADOR							
EQUIPO:		ROBOT		HOROMETRO:		OT N°:	
TIPO DE MANTENIMIENTO:		PROGRAMADO		FECHA:			
ITEM	ACTIVIDAD	OK	MP1	MP2	MP3	MP4	OBSERVACION
MOTOR DIESEL							
1	Cambiar aceite 15W-40		125	250	500	1000	
2	Tomar muestra de aceite				500	1000	
3	Cambiar filtro de aire primario		125	250	500	1000	
4	Cambiar filtro de aire secundario		125	250	500	1000	
5	Cambiar filtro aceite		125	250	500	1000	
6	Cambiar filtro de combustible		125	250	500	1000	
7	Reajustar abrazaderas del multiple de admision de aire		125	250	500	1000	
8	Reajustar abrazaderas del multiple de escape		125	250	500	1000	
9	Reajustar de pernos soportes de motor				500	1000	
10	Revisar estado de ventilador de motor		125	250	500	1000	
11	Revisar estado de aletas de cilindros de refrigeracion		125	250	500	1000	
12	Revisar hermeticidad de tapas para refrigeracion		125	250	500	1000	
13	Revisar estado de fajas de alternador y ventilador		125	250	500	1000	
14	Revisar estado de templador de faja		125	250	500	1000	
15	Revisar estado de bomba de transferencia		125	250	500	1000	
16	Revisar estado de bomba de inyeccion		125	250	500	1000	
17	Calibracion de Inyectores					1000	
18	Calibracion de valvulas de admision y escape(Usar ficha tecnica)				500	1000	
19	Medir compresion de cilindros de motor(Usar ficha tecnica)					1000	
20	Lavar catalizador		125	250	500	1000	
21	Lavar motor en general		125	250	500	1000	
22	Lavar tanque de combustible				500	1000	
23	Prueba de equipo full stall		125	250	500	1000	
24	Verificar estado de acople flexible motor-bombas				500	1000	
SISTEMA HIDRAULICO DE TRANSMISION Y SERVICIO							
25	Reajustar pernos de soporte de bomba hidrostatica		125	250	500	1000	
26	Reajustar pernos de soporte de bomba de carga		125	250	500	1000	
27	Reajustar pernos de soporte de bomba de servicio		125	250	500	1000	
28	Reajustar pernos de soporte de motor hidrostatico		125	250	500	1000	
29	Revisar estado de caja reductora		125	250	500	1000	
30	Revisar estado de diferenciales delantero y posterior		125	250	500	1000	
31	Probar freno de servicio		125	250	500	1000	
32	Probar freno de parqueo		125	250	500	1000	
33	Verificar estado de mangueras hidraulicas		125	250	500	1000	
34	Verificar estado de valvulas hidraulicas			250	500	1000	
35	Verificar estado de cilindro de direccion y cilindro de gatas			250	500	1000	
36	Comprobar presiones del sistema transmision(Usar ficha pruebas)				500	1000	
37	Comprobar presiones de sistema de direccion(Usar ficha pruebas)				500	1000	
38	Comprobar presiones de sistema de freno(Usar ficha pruebas)				500	1000	
39	Cambiar filtros de retorno de tanque hidraulico				500	1000	
40	Tomar muestra aceites hidraulico,cajas reductoras, diferenciales				500	1000	
41	Cambiar aceite caja reductora SHELL SPIRAX A 85W/140					1000	
42	Cambiar aceite de diferenciales SHELL SPIRAX A 85W/140					1000	
43	Cambiar aceite de tanque hidraulico SHELL TELLUS 68					1000	
SISTEMA HIDRAULICO DE BRAZO							
44	Reajustar pernos de soporte de bomba de brazo		125	250	500	1000	
45	Revisar alineamiento de acoplamiento flexible motor electrico-bomba		125	250	500	1000	
46	Revisar estado de valvula check linea de presion			250	500	1000	
47	Limpiar de filtro hidraulico de presion			250	500	1000	
48	Cambiar de filtro hidraulico de presion				500	1000	
49	Limpiar bloque de valvulas de brazo		125	250	500	1000	
50	Reajustar pernos de sujecion de cilindros de extension de brazo		125	250	500	1000	
51	Reajustar pernos de sujecion de cilindro de levante		125	250	500	1000	
52	Reajustar pernos de soportes de unidades de giro		125	250	500	1000	
53	Reajustar pernos de soportes de base y motor de giro de puntera		125	250	500	1000	
54	Verificar estado de orbitrol, bocina excéntrica, chumacera y crucetas		125	250	500	1000	
55	Verificar estado cilindros del brazo, unidades de giro		125	250	500	1000	
56	Cambiar mangueras hidraulicas dañadas			250	500	1000	
57	Regular elementos de desgaste de tubo de brazo			250	500	1000	
58	Comprobar presiones de sistema de brazo(Usar ficha pruebas)				500	1000	
59	Cambiar aceite tomameza de giro de brazo SHELL SPIRAX A 85W/140					1000	

SISTEMA ELECTRICO						
60	Limpiar y mantenimiento de baterias	125	250	500	1000	
61	Limpieza y mantenimiento de alternador	125	250	500	1000	
62	Limpieza y mantenimiento de arrancador	125	250	500	1000	
63	Limpiar y verificar funcionamiento instrumentos de tablero de cabina operador	125	250	500	1000	
64	Verificar funcionamiento de Indicador de T° y presion de motor	125	250	500	1000	
65	Limpiar y verificar funcionamiento tablero de control de brazo	125	250	500	1000	
66	Limpiar y verificar tablero de control de shot:retera	125	250	500	1000	
67	Limpiar y revisar funcionamiento componentes de tablero electrico principal	125	250	500	1000	
68	Revisar estado de cable del tablero de control		250	500	1000	
69	Limpiar y revisar ames cables de sensores, instrumentos y solenoides		250	500	1000	
70	Limpiar y revisar solenoides de valvulas hidraulicas de brazo		250	500	1000	
71	Revisar luces, clrculina, alarma de retroceso y claxon	125	250	500	1000	
72	Comprobar funcionamiento de master switch	125	250	500	1000	
73	Verificar aislamiento de cable 440v de tambora y chupones	125	250	500	1000	
74	Verificar aislamiento de cable 440v de extension y chupones	125	250	500	1000	
75	Verificar aislamiento de cables 440-220 v de alimentacion motores electricos	125	250	500	1000	
76	Megar motor electrico 30 hp de brazo				1000	
ESTRUCTURA						
77	Reajustar tuercas de los neumaticos 400 N.m	125	250	500	1000	
78	Medir presion de aire neumaticos 35-40 psi	125	250	500	1000	
79	Rellenar / cambiar topes de direccion		250	500	1000	
80	Rellenar / cambiar topes de oscilante central			500	1000	
81	Evaluar desgaste pines y bocinas articulacin central(Usar gage)			500	1000	
82	Reajustar pernos de brida oscilante			500	1000	
83	Engrase general de equipo	125	250	500	1000	
TRABAJOS CORRECTIVOS						
OBSERVACIONES / TRABAJOS PENDIENTES						
PERSONAL						
Cod	Nombres y Apellidos					Cargo

Fuente: Elaboración propia

V. EVALUACIÓN TÉCNICO - ECONÓMICO

Para poder haber realizado la implementación y operación del robot lanzador, se realizó la evaluación del costo beneficio en el equipo.

La adquisición de un equipo robot lanzador de shocrett dual nuevo para operaciones en la mina tiene un costo de medio millón de dólares con un tiempo de entrega de 3 meses, una vez otorgada la orden de compra. Teniendo esta dificultad del tiempo y costo se decidió conjuntamente con el área de operaciones realizar la implementación del sistema dual electromecánico al robot lanzador 4207, que nos llevaría a un costo real de 100 mil dólares en un tiempo de entrega de 14 semanas. Teniéndose un ahorro considerable de casi 400 mil dólares en la empresa CJ NETCOM SAC.

La evaluación económica financiera se elaboró teniendo en cuenta los precios cotizados del mercado, considerando repuestos originales comprados de la misma casa representante en Perú, de la marca Putzmeister dándonos una mejor garantía de producto.

Adicionalmente a ello se considera los gastos externos realizados en alquiler de equipos y herramientas manuales eléctricas etc.

Solides de la empresa.

- Experiencia de la empresa realizando overhaull de los equipos Robot Lanzador y Mixkret4.

- Listado de equipos armados y modificados en el taller para shotcrete convencional.
- Contar con los profesionales calificados y personal técnico.
- Contar con equipos, herramientas que garanticen la correcta instalación.
- Lista de equipos que se requiere para realizar la implementación se muestra en la siguiente tabla.

Cuadro N°13: Lista de equipos y maquinas.

Ítem	Descripción	Cantidad
1	Equipo Manlif	1 Und
2	Máquina de soldar.	1 Und
3	Equipo para pintado	1 Und
4	Amoladora de 4" y 7"	3 Und
5	Martillo percutor	1 Und
6	Equipo de corte Oxi - Acetileno	1 Und
7	Taladro Hiltin	2 Und
8	Enerpac de 700 bares	2 Und
9	Manómetro de baja y alta presión	2 Und.
10	Pinza amperimetrica digital	2 Und

Fuente. Elaboración propia.

Staff de profesionales.

El Staff de profesionales y técnicos para la ejecución de la implementación del sistema dual electromecánico se puede observar en la siguiente tabla.

Cuadro N°14: Staff de profesionales.

Ítem	Especialidad	Cantidad
1	Ing. Jefe de mantenimiento.	1
2	Ing. De seguridad y salud ocupacional	1
3	Técnico mecánicos titulados	3
4	Técnicos electricistas titulados	2
5	Técnicos soldadores homologado	1
6	Técnicos instrumentista	1
7	Ayudantes	3
8	Pintor homologado	2
9	Logístico almacenero.	2

Fuente: Elaboración Propia.

Cuadro N° 15: Costos Realizados en la Implementación

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (\$)	PRECIO TOTAL (\$)
1	Equipo motor eléctrico de 37kw , 420-480 Voltios	1	37000	37000
1.1	Acople fierro galvanizado + baquelita de 1" x 3/4" de motor eléctrico a bomba hidráulica d71 a10v71	1	550	550
1.2	Pernos tipo socket m20 x 50	4	2.5	10
2	Bomba de engranajes brida sae 27,0 cc/rev 250 bar n gf/gf 25,4	1	2156.50	2156.5
2.1	Kit de ensamble kit 83 n6 plp30/plp20	1	450.00	450
2.2	Perno m12 x 30 de grado 9.9	2	0.8	1.6
2.2	Acople para cañería de 1" con 4 pernos m12 x 20	2	3.5	7
3	Sistema de bombeo			5287.064
3.1	Electroválvula hidráulica 3/2 r 1/2	1	623	623
3.2	Estrangulador d6.5	1	300	300
3.3	Válvula proporcional 4/2	1	623.38	623.38
3.4	Válvula hidráulica 4/2 ng10	1	568	568
3.5	Válvula limitadora de 250 bar	1	780	780
3.6	Válvula proporcional 4/2 ng 10	1	568	568
3.7	Válvula proporcional 4/2 ng 16	1	700	700
3.8	Válvula de selección r 1/4	1	350	350
3.9	Estrangulador d1.8	1	300	300
3.10	Manguera m 40 x 1.5 mts r-r / r4	3	35.52	106.56
3.11	Manguera m22 x 2.00 mts r-r / r2	1	25.925	25.925
3.12	Manguera m22 x 1.80 mts r-r / r2	1	23.332	23.332
3.13	Manguera m40 x 1.2 mts r-r / r4	2	28.416	56.832
3.14	Manguera m22 x 1.20 mts r-r / r4	1	25.55	25.55
3.15	Manguera m22 x 1.20 mts r-90°/ r4	1	28.55	28.55
3.16	Manguera m22 x 1.20 mts r-r / r2	1	15.55	15.55
3.17	Manguera m22 x 1.20 mts r-90°/ r2	1	18.55	18.55
3.18	Manguera m22 x 1.00 mts r-r°/ r2	1	12.962	12.962
3.19	Manguera m22 x 1.50 mts r-90°/ r2	1	19.44	19.44
3.20	Manguera m26 x 1.00 mts r-r/ r2	1	23.50	23.5
3.21	Manguera m26 x 1.20 mts r-r/ r2	1	28.2	28.2
3.22	Cañería metálica m22 x 1.20mts r-90°	1	25	25

3.23	"T" 1 hembra - 2 machos / m22	1	13.5	13.5
3.24	Codo m40 hembra - macho	1	18	18
3.25	Codo 90° m22 hembra - macho	1	11	11
3.26	Manguera de 2"x 0.80 mts r1 + abrazadera	1	8.58	8.58
3.27	Manguera m18 x 1.60 mts r-r°/ r2	1	13.653	13.653
4	Sistema de aditivo			<u>840.132</u>
4.1	Válvula proporcional 24v	1	600	600
4.2	Estrangulador d1.8	1	115	115
4.3	Manguera m22 x 4.00 mts r-r/ r2	1	51.85	51.85
4.4	Pasamuro m22 macho-macho	1	7.5	7.5
4.5	Manguera m22 x 1.00 mts r-r/ r2	1	12.962	12.962
4.6	Codo 90° m22 hembra - macho	1	11	11
4.7	Manguera de 1"x 0.40 mts r1 + abrazadera	2	2.16	4.32
4.8	Cañería metálica m22 x 1.80mts r-r	1	37.5	37.5
5	Sistema de agitador			<u>3331.545</u>
5.1	Válvula hidráulica 3 /2 ng 6	1	568	568
5.2	Válvula limitadora de 210 bar	1	780	780
5.3	Distribuidor del agitador	1	650.0	650
5.4	Motor hidráulico	1	1200	1200
5.5	Cañería metálica m18 x 4.00mts r-90°	1	76.8	76.8
5.6	Manguera m22 x 0.80 mts r-r/ r2	1	10.37	10.37
5.7	Codo 90° m22 hembra - macho	1	11	11
5.8	Manguera m24 x 1.20 mts r-r/ r2	1	21.175	21.175
5.9	Cañería metálica m22 x 0.60mts r-90°	1	14.2	14.2
6	Bomba de alta de agua			<u>1815.37</u>
6.1	Racord hidráulico rs 18l	1	420	420
6.2	Valvula de selección rad 15l	1	280	280
6.3	Valvula proporcional 4/3 dn6	1	568	568
6.4	Valvula limitadora de 70 bar	1	425	425
6.5	Cañería metálica m22 x 1.40mts r-90°	1	29.16	29.16
6.6	Cañería metálica m22 x 1.60mts r-90°	1	33.33	33.33
6.7	"T" 1 hembra - 2 machos / m22	1	13.5	13.5
6.8	Manguera m22 x 3.00 mts r-r/ r2	1	38.88	38.88
6.9	Pasamuro m22 macho-macho	1	7.5	7.5
7	Sistema de lanzado			<u>3334.05</u>
7.1	Racord hidráulico rs 18l	1	420	420
7.2	Valvula de retención rsv	1	265	265

7.3	Estrangulador d1.7	1	300	300
7.4	Valvula hidraulica 3/2 ng10	1	568	568
7.5	Valvula limitadora de 210 bar	1	780	780
7.6	Valvula limitadora de 15 bar	1	320	320
7.7	Valvula hidraulica proporcional 4/3	1	568	568
7.8	Manguera m22 x 6.00 mts r-r/ r2	1	77.77	77.77
7.9	"T" 1 hembra - 2 machos / m 22	1	13.5	13.5
7.1	Pasamuro m22 macho-macho	1	7.5	7.5
7.11	Manguera de 1" x 0.60mts r1 + abrazadera	1	3.28	3.28
7.12	Codo de 90° macho - hembra	1	11	11
8	Tanque hidráulico			<u>1261.98</u>
8.1	Manguera de 2" x 4.00 mts r1 + abrazadera	1	42.9	42.9
8.2	Espiga m36 hembra	1	9	9
8.3	Filtro de aspiración	1	107.52	107.52
8.4	Filtro hidráulico de tanque	1	257.56	257.56
8.5	Aceite hidráulico tellus 68	1	750	750
8.6	Manómetro de baja - alta presión 0 - 600bar	1	95	95
	Dispositivos eléctricos			<u>17830.3</u>
9	Interruptor	1	915.68	915.68
9.1	Llave magnética Eaton	1	1048.4	1048.4
9.2	Arrancador solido	1	1991.84	1991.84
9.3	Protector de voltaje 230vac	1	450.48	450.48
9.4	PLC (sistema integrado)	1	7000	7000
9.5	Discos para tambora	1	1200	1200
9.6	Cable eléctrico 2/0 awg x 60 mts	1	3204	3204
9.7	Cable eléctrico n°4 awg	100	12.37	1237
9.8	Pulsadores de emergencia	15	41.46	621.9
9.9	Switch led	10	7.5	75
9.10	Sensor de nivel de aceite	1	86	86
	Consumibles y accesorios			<u>4519.2</u>
10	Disco de corte de 4"	20	1.5	30
10.1	Disco de desgaste	10	2.5	25
10.2	Soldadura supecito	10	11.15	111.5
10.3	Soldadura cellocord	10	12.32	123.2
10.4	Cinta aislante 1700 3m	20	1.4	28
10.4	Cinta vulcanizante 3m	10	7	70
10.5	Pintura color Cat	20	25	500
10.6	Thiner apolo	10	10	100

10.7	Thiner acrílico	10	12	120
10.8	Base con esmalte	20	8.9	178
10.9	Petróleo / gasolina	10	3.35	33.5
10.10	Arenado de chasis	1	1200	1200
10.11	Pruebas de chasis y Soldadura	1	2000	2000

Sub total	\$ 78,394.74
IGV	\$ 14,111.05
Total	\$ 92,505.79

Fuente: Elaboración propia.

- La implementación del sistema dual electromecánico tiene una inversión de noventa y dos mil quinientos seis dólares americanos.
- Con la implementación del sistema dual, se ahorrara el consumo de combustible en el lanzado de shotcrete que inicialmente consumía un promedio de 10 galones diarios de Diésel 2. Con el cambio del motor de combustión interna de encendido por compresión por un motor eléctrico, se ahorró el consumo de combustible con una emisión de monóxido de carbono a cero.
- La proyección de la vida útil del robot lanzador para el trabajo a realizar en la mina es no menor a 5 años, el cual permitirá ahorrar en ese tiempo un promedio de 144,000.00 dólares americanos.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- ✓ Con la implementación del sistema dual electromecánico en el robot lanzador se pudo realizar el lanzamiento de shotcrete con el motor eléctrico que accionara las bombas hidráulicas, evitando la contaminación de monóxido de carbono y estar dentro de los estándares.
- ✓ Se diagnosticó los sistemas del robot lanzador conjuntamente con sus planos para obtener los recursos que se van a utilizar para la implementación del sistema dual y realizar su estudio lógico en el mercado nacional e internacional.
- ✓ El motor eléctrico principal de 37Kw 440/480V fue seleccionado de acuerdo a la norma NTP 460-00, donde se indica que la potencia del motor eléctrico es igual a 1.3 veces la potencia de la bomba hidráulica para motores trifásicos. Del mismo modo el calibre principal del cable estuvo referida a la Norma Técnica Peruana 370-031
- ✓ La bomba hidráulica triple fue seleccionada basándome en la presión y caudal de trabajo en los circuitos de cada sistema de forma independiente. Del mismo modo el tendido de las cañerías y accesorios hidráulicos.

- ✓ Los protocolos de pruebas y certificación de los repuestos y materiales utilizados e instalados en el sistema dual electromecánico garantiza la conformidad para proceder a la firma del acta de conformidad. Realizando cada prueba con los formatos obtenidos.

6.2 Recomendaciones:

- ✓ El operador del robot lanzador debe ser una persona debidamente capacitado y acreditado.
- ✓ El técnico mecánico seleccionado debe cumplir la cartilla de mantenimiento general preventivo propuesto.
- ✓ La selección de los componentes eléctricos se debe realizar bajo las Normas Técnicas Peruanas 460-000 / 460-000 / 370-031 / 020-134.
- ✓ El motor eléctrico y la bomba hidráulica deben estar bien seleccionados y acopladas entre si para que no haya algún desempalme y así evitar accidentes hacia los trabajadores y/o equipo.
- ✓ El cable principal de alimentación y los chupones deben de estar aislados para evitar que pase inducción hacia el trabajador.

- ✓ Realizar los mantenimientos periódicos del equipo de acuerdo a los formatos establecidos por la casa de fabricación Putzmeister y el área de mantenimiento de CJ NETCOM.
- ✓ Capacitar al personal técnico y operadores para la manipulación y uso correcto del sistema dual electromecánico.
- ✓ Llevar el control mediante horometro de los componentes eléctricos e hidráulicas para poder remplazarlos antes de cumplir su vida Útil.
- ✓ La ventaja de tener un sistema dual electromecánico es proteger a los pistones de bombeo para que no se concrete, realizando el bombeo en modo diesel o modo eléctrico, alargando la vida útil del componente. Adicionalmente de evitar la contaminación del monóxido de carbono protegemos el equipo.

VII. REFERENCIAS

- VILLEGAS OLIVARA, Miguel Ángel, ***“Factores que incrementan el consumo de combustible en la maquinaria minera de la empresa Robocon Servicios Sac. Chungar – Cerro de Pasco”***, tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Mecánico. Universidad Nacional del Centro del Perú. Perú 2017.
- MATEO SANTANA, Ricardo Antonio, ***“Caracterización Cortante de Hormigón Proyectado”***, tesis para obtener el Título Profesional de Maestro en Concreto. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Camins. Barcelona – España. 2014.
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma 160-108, Corriente de diseño. Perú. 2014.
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma 020-134, Interruptor diferencial. Perú. 2014.
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma 030-002, Calibre de los conductores. Perú. 2014.
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma 370-301, Dimensionamiento y tipo de calibre. Perú. 2014.
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma IEC 030-004, Capacidad de corriente en un circuito eléctrico. Perú. 2014.
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma 030-036, Colores de los conductores. Perú. 2014.

- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma IEC 61643-1-2005, Protecciones de los motores eléctricos. Perú. 2014.
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma 160-108, Instalación de un motor eléctrico. Perú. 2014.
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma IEC 60898-1, Selección de un interruptor termo magnético. Perú. 2014.
- CÓDIGO NACIONAL DE ELECTRICIDAD. Norma IEC 60947-1, Selección de un arrancador sólido. Perú. 2014.
- Megatec training <http://www.megatectraining.com/>
- Tele-Fónika cable www.tfkable.com/en_pl/news/informations,800.htm.
- Central de mangueras SA www.centraledemangueras.com
- Casappa S.P.A <https://www.casappa.com>
- Condumex cable www.condumex.com.mx
- Autonics sensores y controladores <http://es.autonics.com/>
- Rexroth Bosch group <https://www.boschrexroth.com>
- Eaton Powering Business www.eaton.com/us/en-us.htm
- Válvulas reductoras de presión VDM
- Maquinaria Eléctrica Bilbao www.mebsa.com
- Memco <https://webcenter.tempworks.com/memco/account/login>.
- Metal técnica.
- Grupo Putzmeister.
- https://es.wikipedia.org/wiki/Mecánica_de_fluidos

VIII. PLANOS Y ANEXOS

8.1 Anexos:

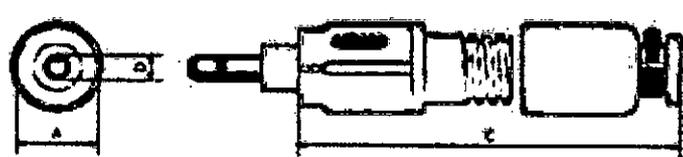
Anexo N°1: Clasificación de los conectores según dimensiones



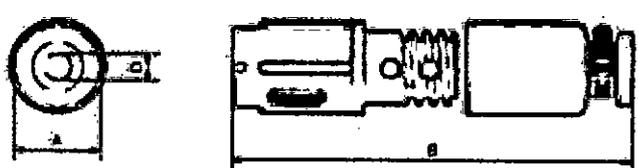
CLASIFICACIÓN DE LOS CONECTORES SEGÚN DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES.

TWIST LOCK - AEREO /CABLE A CABLE

MACHO



HEMERA



ESPECIFICACIONES ELECTRICAS		CODIGO DE CATALOGO		DIMENSIONES APROX EN mm.			
AWG	AMP	MACHO	HEMERA	A	B	C	D
2	110	P9169-3	P9169-4	30	120	124	10
2	110	P9169-3 HD	P9169-4 HD	35	148	152	10
2/0	175	P9170-3	P9170-4	42	158	162	13
4/0	235	P9171-3	P9171-4	48	176	187	16

Anexo N°3: Normas aplicables para motores eléctricos.

1.1 NORMATIVA APLICABLE

Todos los motores reúnen los requisitos exigidos en las normas y prescripciones siguientes

IEC 60 034-1	Maquinas Eléctricas Rotativas-Parte1: Valores nominales y resultados
IEC 64 034-2-1:2007	Metodos para la determinación de pérdidas y eficiencias en MER
IEC 60 034-5	Grados de protección por diseño - Código IP
IEC 60 034-6	Sistemas de refrigeración - Código IC
IEC 60 034-7	Clasificación de los tipos constructivos, formas de montaje - Código IM
IEC 60 034-8	Marcado de terminales y sentido de giro
IEC 60 034-9	Límites sonoros
IEC 60 034-11	Protección térmica
IEC 60 034-12	Características del arranque de motores monofásicos y trifásicos
IEC 60 034-14	Límites de vibraciones
IEC 60 034-30	Grados de eficiencia energética - Código IE
IEC 60 038	Tensiones normalizadas
IEC 60 072	Tamaños y datos nominales.

1.2 CONDICIONES AMBIENTALES DE LA INSTALACIÓN

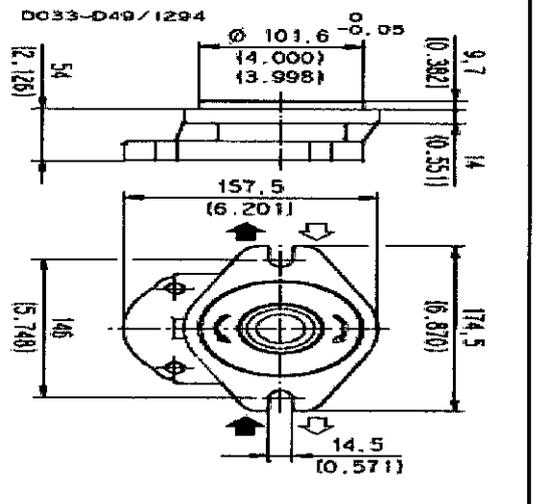
La potencia de salida es la indicada para servicio S1 según IEC 64 034-1, alimentado el motor a su tensión nominal y a la frecuencia de 50 Hz; temperatura ambiente de +40°C y altitud de instalación de 1000 metros sobre el nivel del mar.

En caso de desviación de las condiciones especificadas, la potencia de salida deberá ser modificada de acuerdo con la tabla 1.

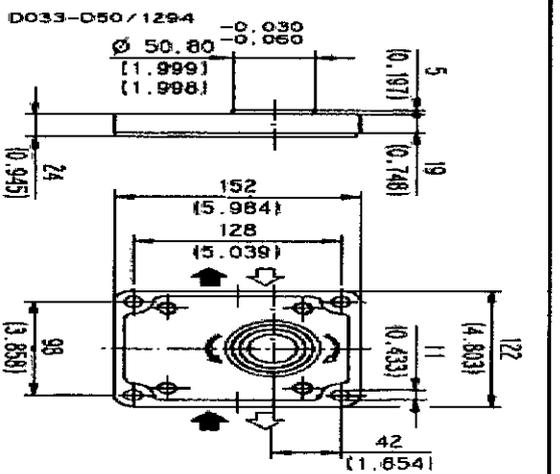
TABLA 1

Temperatura	°C	30	35	40	45	50	55	60
Pot. Salida	%	107	104	100	95	90	83	76

Anexo N°4: Dimensionamiento de la bomba triple Casappa.

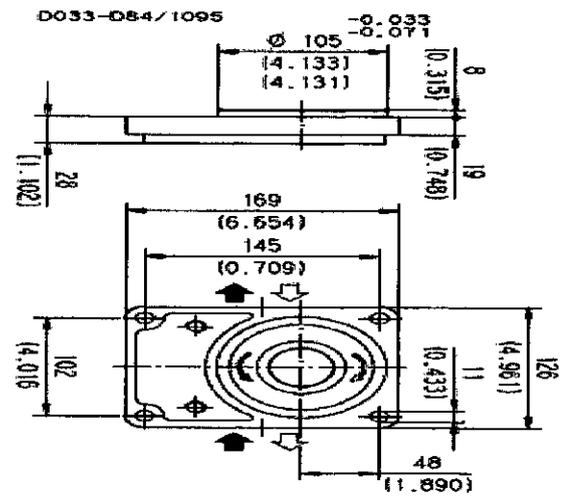
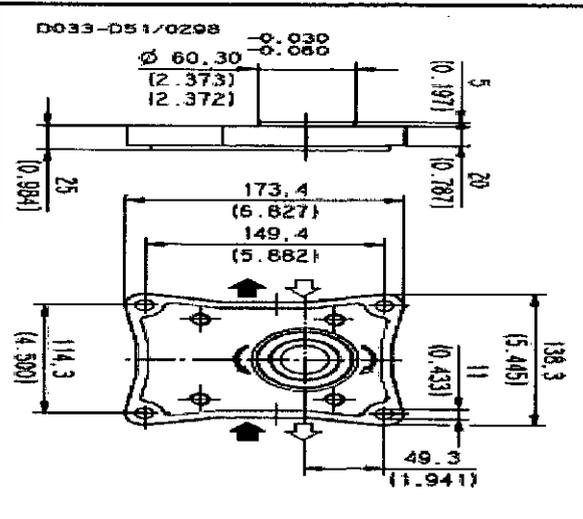


EUROPEAN RECTANGULAR **E4**



GERMAN RECTANGULAR **E3**

Replaces: D033-001/10.95



Anexo N°5: Reconocimiento de una electroválvula.

	WE	6	6X	E	G24	N9			SO407																											
3 conex. principales = 3									Consumo eléctrico reducido sin desig. = sin orificio de fijación /60 ⁴⁾ = con orificio de fijación /62 = con orificio de fijación y perno de fijación ISO 8752-3x8-St Material de juntas sin desig. = juntas NBR V = juntas FKM (otras juntas a pedido) ¡Atención! ¡Verificar la compatibilidad de las juntas con el fluido hidráulico utilizado! sin desig. = sin estrangul. insertable con estrangulador insertable, ver tabla:																											
4 conex. principales = 4																																				
Tamaño nominal 6 = 6									<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Conexión</th> <th colspan="3">Ø estrangul. en mm [inch]</th> </tr> <tr> <th>0,8 [0.031]</th> <th>1,0 [0.039]</th> <th>1,2 [0.047]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>P</td> <td>= B08</td> <td>= B10</td> <td>= B12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>= H08</td> <td>= H10</td> <td>= H12</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>= R08</td> <td>= R10</td> <td>= R12</td> </tr> <tr> <td>A y B</td> <td>= N08</td> <td>= N10</td> <td>= N12</td> </tr> <tr> <td>T</td> <td>= X08</td> <td>= X10</td> <td>= X12</td> </tr> </tbody> </table>	Conexión	Ø estrangul. en mm [inch]			0,8 [0.031]	1,0 [0.039]	1,2 [0.047]	P	= B08	= B10	= B12	A	= H08	= H10	= H12	B	= R08	= R10	= R12	A y B	= N08	= N10	= N12	T	= X08	= X10	= X12
Conexión	Ø estrangul. en mm [inch]																																			
	0,8 [0.031]	1,0 [0.039]	1,2 [0.047]																																	
P	= B08	= B10	= B12																																	
A	= H08	= H10	= H12																																	
B	= R08	= R10	= R12																																	
A y B	= N08	= N10	= N12																																	
T	= X08	= X10	= X12																																	
Símbolos de pistón p.ej. C, E, EA, EB etc.; versión posible ver página 3																																				
Serie 60 hasta 69 = 6X (60 hasta 69: medidas invariadas de montaje y conexión)																																				
Retorno por resorte = sin desig. sin retorno por resorte = 0 sin retorno por resorte con fiador = OF																																				
Solenoide de alta potencia húmedo (conmutación en aceite) con bobina extraíble = E																																				
Tensión continua 24 V = G24																																				
Con accionamiento de emergencia protegido = N9																																				
Conexión eléctrica ¹⁾																																				
Conexión individual																																				
Sin conector con enchufe DIN EN 175301-803 = K4 ²⁾																																				
Conexión central																																				
Entrada de cable en la tapa, con indicador luminoso = DL																																				
Enchufe central en la tapa, con indicador luminoso (sin conector) = DKL ³⁾																																				
Otras conexiones eléctricas ver RS 08010																																				
Control de posición de conmutación																																				
Sin conmutador de posición = sin desig.																																				
Posición de conmutación controlada "a" = QMAG24																																				
Posición de conmutación controlada "b" = QMBG24																																				
Otros datos ver RS 24830																																				
Aplicación para caudal mayor límite de potencia de la válvula (ver página 6).																																				