

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“SUPERVISIÓN DEL MONTAJE
ELECTROMECAÁNICO Y PUESTA EN MARCHA
DEL PROYECTO DE PRE CLASIFICACIÓN,
ZARANDAS DE ALTA FRECUENCIA E
HIDROCICLONES PARA LA MINA DE
FOSFATOS EN BAYOVAR”**

**INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL
PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO**

BACH. LUIS ALBERTO CARRILLO FIESTAS.

**Callao, Febrero, 2018
PERU**

DEDICATORIA

A mis padres por sus consejos, darme aliento constante y apoyo incondicional para ser una persona de bien.

Agradezco a mi familia por su confianza en mis proyectos y ayudarme a realizarlos y muy especialmente a mis hijos Anibal y Luis Alejandro y mi Sra. esposa que son mi fortaleza y soporte emocional en todo momento.

AGRADECIMIENTO

Debo agradecer de manera especial y sincera a todos mis profesores por el apoyo en el desarrollo y culminación del presente informe.

También me gustaría agradecer las enseñanzas y consejos recibidos a lo largo de mis estudios de pre grado por los profesores de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, que han aportado sus conocimientos a mi formación profesional y el agradecimiento oportuno a Angelito que en los momentos difíciles esta presente.

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE	1
INTRODUCCIÓN	9
I. OBJETIVOS	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos	11
II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN	12
2.1 Reseña Histórica	12
2.2 Declaraciones Estratégicas	13
2.3 Organigrama	20
III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.	21
IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA	22
4.1 Descripción del Tema	22
4.2 Antecedentes	26
4.3 Planteamiento del Problema	26
4.4 Justificación	27
• Legal	27
• Teórica.	29
• Tecnológica	31
4.5 Marco Teórico	35
4.5.1 Antecedentes del estudio	35
4.5.2 Marco Conceptual	37
4.5.3 Definiciones de términos básicos	56
4.5.4 Marco Normativo	65
4.6 Fases del Proyecto	68
4.6.1 FASE I.- ACTIVIDADES PREVIAS DE OBRA	68
4.6.2 Fase II.- DESMONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES ELECTRICAS ..	118
4.6.3 Fase III.- MONTAJE ELECTROMECHANICO	126
4.6.4 Fase IV.- PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA	157
V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO	163
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	169
6.1.- Conclusiones	169
6.2.- Recomendaciones	170
VII. REFERENCIAS	171

VIII. ANEXOS Y PLANOS	172
8.1. Anexos.....	172
8.2. Planos	178

INDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Denominación	Página
FIGURA N° 1.	CERTIFICADO ISO 14001:2004	15
Figura N° 2.	CERTIFICADO ISO 9001:2008	16
Figura N° 3	CERTIFICADO OHSAS 18001:2007	17
Figura N° 4	FAJA TRANSPORTADORA SOBRE TERRENO.	41
Figura N° 5	PUERTO	42
Figura N° 6	FAJA TRANSPORTADORA	51
Figura N° 7	HIDROCICLON	54
Figura N° 8	ZARANDA DE ALTA FRECUENCIA	55
Figura N° 9	UBICACIÓN DE PERNOS DE ANCLAJE EN EJES DE ESTRUCTURA METALICA.	78
Figura N° 10	COLOCACION DE ARMADURA DE FIERRO.	104
Figura N° 11	ENCOFRADO DE PEDESTALES EN TORRE 01.	105
Figura N° 12	VACIADOS DE CONCRETO.	106
Figura N° 13	CABLES ELECTRICOS Y BANDEJAS	120

FIGURAS	Denominación	Página
	EN ESTRUCTURA.	
Figura N° 14	DESMONTAJE DE FAJA TRANSPORTADORA.	122
Figura N° 15	MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA EN CABLE RACK.	127
Figura N° 16	PRE ARMADO DE TORRE DE TRANSFERENCIA.	129
Figura N° 17	POLINES ARMADOS	132
Figura N° 18	POLINES	133
Figura N° 19	CARACTERISTICAS EN LAS CEPAS	133
Figura N° 20	MONTAJE DE ESTRUCTURA DE FAJA TRANSPORTADORA.	135
Figura N° 21	DISTRIBUCION DE ZARANDAS NUEVAS.	143
Figura N° 22	ZARANDA DE ALTA FRECUENCIA INSTALADA.	144
Figura N° 23	MONTAJE DE TUBERIAS	154

INDICE DE CUADROS

CUADROS	Denominación	Página
Cuadro N° 1.	ALGUNOS TRABAJOS SIMILARES	18
Cuadro N° 2	ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA	20
Cuadro N° 3	CARACTERISTICAS DE ALIMENTACION	33
Cuadro N° 4	REGIMEN OPERACIONAL	34
Cuadro N° 5	PRINCIPALES EQUIPOS MOVILIZADOS	92
Cuadro N° 6	PESO ESPECÍFICO DE MATERIALES	107
Cuadro N° 7	PARAMETROS DE CARGAS VIVAS	108
Cuadro N° 8	CALIDAD DEL CONCRETO	109
Cuadro N° 9	LISTA DE FAJAS TRANSPORTADORAS	111
Cuadro N° 10	LISTA DE ZARANDAS Y TECLES	112
Cuadro N° 11	LISTA DE ZARANDAS DE ALTA FRECUENCIA.	113
Cuadro N° 12	LISTA DE BOMBAS	114
Cuadro N° 13	LISTA DE MATERIAL ELECTRICO	115
Cuadro N° 14	VALORES DE TENSION	139

CUADROS	Denominación	Página
Cuadro N° 15	INFORMACION TECNICA DE CORREAS TRANSPORTADORAS.	141
Cuadro N° 16	COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA	164
Cuadro N° 17	COSTO DE EQUIPOS Y MAQUINAS	164
Cuadro N° 18	COSTOS DE SUBCONTRATOS	165
Cuadro N° 19	COSTOS DE SUMINISTROS DE MATERIALES POR CONTRATISTA	165
Cuadro N° 20	RESUMEN DEL COSTO DIRECTO	166
Cuadro N° 21	COSTO DE MANO DE OBRA INDIRECTA	167
Cuadro N° 22	RESUMEN DE GASTOS GENERALES	167
Cuadro N° 23	RESUMEN COSTOS TOTALES DEL PROYECTO.	168

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO	Denominación	Página
Gráfico N° 1	DISPOSICION GENERAL	25
Gráfico N° 2	DIAGRAMA DE PROCESO DE ROCA FOSFORICA.	31
Gráfico N° 3	PROCESAMIENTO DE ROCA FOSFORICA.	47
Gráfico N° 4	PLAN DE SUPERVISION	68
Gráfico N° 5	ORGANIGRAMA DEL PROYECTO	71
Gráfico N° 6	DISTRIBUCION DE ZAPATAS	78
Gráfico N° 7	CRONOGRAMA DE OBRA	81
Gráfico N° 8	CAMPAMENTO DE OFICINAS EN OBRA	91
Gráfico N° 9	GRAFICOS ESTRUCTURA METALICA	97
Gráfico N° 10	UBICACIÓN DE CIMENTACIONES	100
Gráfico N° 11	ETAPAS 1 Y 2 SOBRE FAJA TRANSPORTADORA	101

GRAFICO	Denominación	Página
Gráfico N° 12	DETALLES DE MALLA DE FIERRO	103
Gráfico N° 13	SISTEMA DE TRANSMISION DE FAJA TRANSPORTADORA.	131
Gráfico N° 14	DIAGRAMA DE CARGA DE GRUA 50 TON.	136
Gráfico N° 15	TRANSPORTE DE BANDA	138
Gráfico N° 16	DISTRIBUCION EN NIDO	145
Gráfico N° 17	CARACTERISTICAS DE LOS HIDROCICLONES.	146
Gráfico N° 18	DISTRIBUCION DE NIDO DE 6 HIDROCICLONES.	147

INTRODUCCIÓN

La extracción del mineral esperó más de 50 años para ser una realidad hasta que llegó la fecha en que se puso en marcha la construcción de la planta de fosfatos ubicada en Bayóvar.

El año 2,009 se inició la construcción proyectada a una capacidad de 4 millones de toneladas anuales de fosfatos demandando una inversión de 566 millones de dólares a través de la compañía minera VALE DO RIO DOCE y la Supervisión de MISKI MAYO, culminándose con éxito el año siguiente y hasta la actualidad se exporta el mineral casi en su totalidad.

La Empresa VALE en el año 2014 desarrolló un proyecto cuyo objetivo era incrementar la capacidad de producción de la planta para lo cual se realizó la Supervisión del Montaje Electromecánico y puesta en marcha del Proyecto de Pre clasificación, Zarandas de alta frecuencia e Hidrociclones para la mina de fosfatos en Bayóvar el mismo que ha sido plasmado en este proyecto de informe de trabajo de suficiencia profesional que consistió en aumentar altura en la descarga de la faja transportadora de la preclasificación aprovechando los tambores lavadores con el uso del material grueso y el material fino sea derivado a una caja de bombeo colocado previamente en las zarandas de preclasificación.

Este informe detalla las fases seguidas partiendo con las actividades previas de inicio de obra para definir estrategias desde la movilización,

pasando por el desmontaje de las instalaciones involucradas, luego el Montaje electromecánico y la fase de entrega y puesta en marcha del proyecto configuradas dentro del plan de mejoras que tiene la minera para el Proyecto Bayóvar.

El proyecto comprendió varias disciplinas que interactuaron para entregar el producto final que obtendría el cumplimiento de lo programado dentro del plazo y las consideraciones económicas señaladas.

En resumen, el proyecto pudo desarrollarse de acuerdo al plan inicial, generó mayores puestos de trabajo a personas de la localidad, la Empresa VALE se benefició con el incremento de producción de fosfatos en la planta y se incrementaron los ingresos económicos en la duración de las actividades.

I. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Supervisar el Montaje Electromecánico del Proyecto de Pre-clasificación, Zarandas de Alta Frecuencia e Hidrociclones para la mina de Bayóvar que tiende a mejorar e incrementar la capacidad de la planta en la producción de fosfatos.

1.2 Objetivos específicos

- Definir la organización del Contratista para la administración del presente contrato y desarrollar los trabajos previos de inicio de obra.
- Coordinar los procedimientos y secuencia de desmontaje de los equipos que fueron reemplazados.
- Desarrollar los trabajos electromecánicos de montaje mecánico e instalaciones eléctricas y de instrumentación en los equipos instalados.
- Verificar mediante las pruebas necesarias el desarrollo correcto en el montaje y la entrega del dossier de calidad al cliente.

II. ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.

2.1 Reseña Histórica

La Empresa Mota Engil. Mota Engil 2017, forma parte principal del grupo de Ingeniería y Construcción de Portugal, con reconocimiento a nivel mundial. La corporación, fundada en 1946, opera actualmente en 20 países de Europa, África y Latinoamérica

La Empresa inició actividades en 1986, con el nombre de Translei, dedicándose desde el principio a la ejecución de proyectos de infraestructura minera y vial, lo que le permitió acumular una gran experiencia en estos rubros y adquirir un mayor conocimiento del mercado peruano. Paralelamente, se ha establecido una cercana comunicación con las comunidades y sus pobladores, lo que forma parte de una tarea fundamental para la buena marcha de la empresa y el desarrollo de nuestra zona de influencia en cada uno de los proyectos.

La Empresa lleva trabajando más de 31 años a lo largo de todo el territorio nacional en especial en la actividad minera y opera con capital accionista de la mayor constructora portuguesa desde hace 17 años.

Es así que, en el 2010, se toma la decisión de relanzar la empresa con un renovado impulso y un nuevo nombre: Mota-Engil Perú S.A.

2.2 Declaraciones Estratégicas

La Empresa Mota Engil Peru S.A, tiene el compromiso de trabajar siempre con los mejores profesionales del medio y con tecnología de punta, que garantizan la calidad y seguridad de todas sus obras. Durante los próximos años, se continuará con la estrategia de diversificación, afianzando su presencia en los nuevos sectores y consolidando la posición en el medio.

Misión

Es una empresa de Ingeniería y Construcción, que fusiona experiencia internacional con talento peruano para lograr satisfacer a los clientes e inversionistas; priorizando la calidad, el bienestar de los colaboradores y el desarrollo sostenible, con especial énfasis en el respeto al medio ambiente, responsabilidad con las comunidades, seguridad y salud laboral.

Visión

Ser una empresa de referencia en el mercado peruano, marcada por una cultura de emprendimiento e innovación y un comportamiento socialmente responsable, que genere fuertes y duraderas relaciones de confiabilidad; a través de servicios reconocidos por su alta competencia técnica, enfocada en resolver los retos de todos sus clientes.

Compromiso con la excelencia

El grupo Mota-Engil compite en los mercados más exigentes, a través de sus tres áreas de negocio: Ingeniería y Construcción, Medio Ambiente y Servicios, Concesiones de Transporte y Energía. Ha ejecutado proyectos de considerable importancia en infraestructura tanto en el sector público como privado.

Posee los siguientes certificados internacionales, como se observan a continuación:

FIGURA N° 1

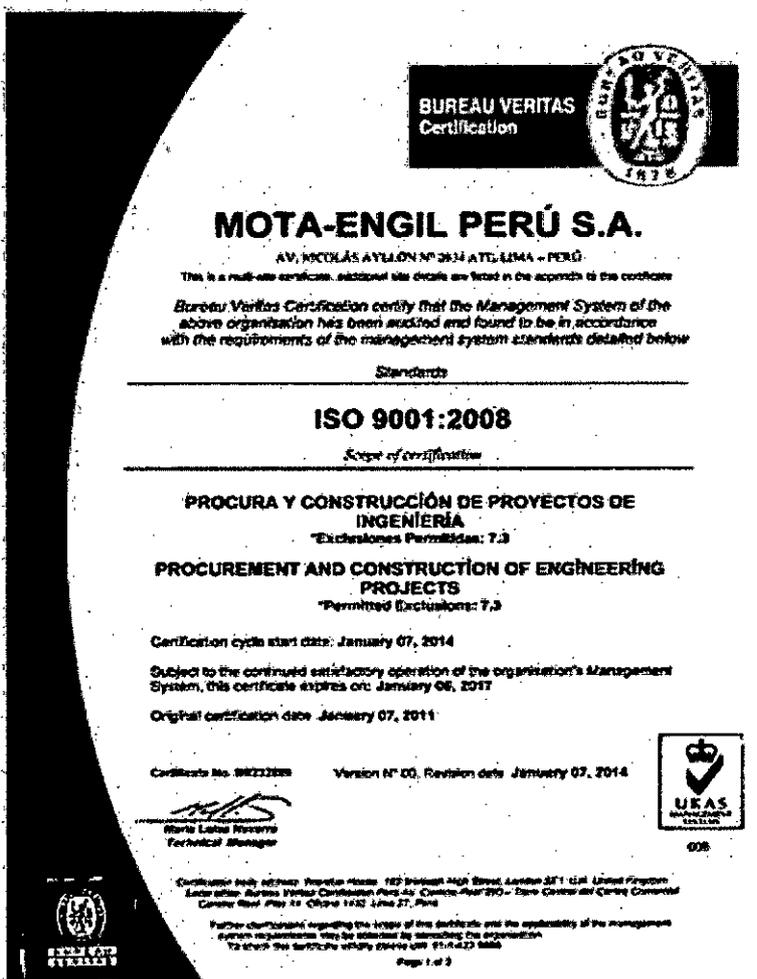
CERTIFICADO ISO 14001:2004



Fuente: Empresa Mota Engil

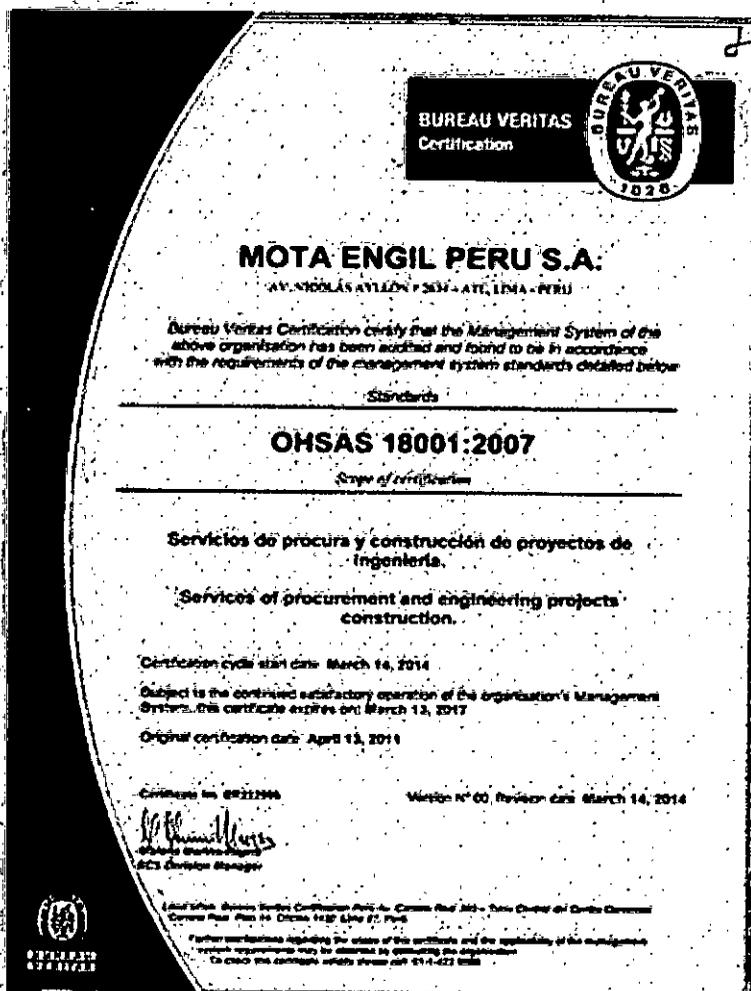
FIGURA N° 2

CERTIFICADO ISO 9001:2008



Fuente Empresa Mota Engil

FIGURA N° 3
CERTIFICADO DE OHSAS 18001:2007



Fuente: Empresa Mota Engil

Algunos indicadores

- Portafolio de negocios y ventas totales mayores a US\$ 5 billones, en el 2013.
- Representada por más de 200 empresas, ubicadas en diferentes continentes.

- Con operaciones en Europa, África y América Latina y presente en 21 países.
- Más de 28,000 personas trabajando, en el 2013.

Trabajos realizados

CUADRO N° 1

ALGUNOS TRABAJOS REALIZADOS

Cliente	Nombre del Proyecto	Ubicación	Descripción del Servicio	Valorado contratado final (USD)	Inicio	Termino
VOTORUM METALS	Pozos 6 Otras Cintas, Mecánicas y Eléctricas	Portugal	Trabajos Complementarios Pozos 6 Otras Cintas, Mecánicas y Eléctricas	677.220,39	Julio 13	octubre 14
Sociedad Mérica Cerro Verde / Fluor	K141 - Tendido de Red de Tuberías Permanentes y Temporales	Perú	Instalación de tuberías, soporte concreto armado, cámara de inspección, soporte metálico e instalación de tuberías de acero al carbono de 30" y de 48" de Ø	32.743.125,00	Junio 13	abril 14
PETROGAL PETRÓLEOS DE PORTUGAL, S.A.	Ampliación de la Refinería de Petróleo en Sines	Sines Portugal	Construcción de nuevas instalaciones, redes subterráneas de alimentación de agua, almacenamiento industrial y sistema portabarridos	8.286.356,22	septiembre 02	Noviembre 04
AZORES PARQUE - SOC. SERVIÇO E GESTÃO PARQUES ENFERMARIAS, S.A	Construcción de las instalaciones para un Parque de Máquinas	Portugal	Edificio de 2 pisos, oficinas, oficinas, talleres, estacionamiento en un área de implantación de 3.171,50m ² y un área de construcción de 4.250,00m ²	2.861.022,26	noviembre 06	agosto 07
NISSAN BATTERY MANUFACTURING PORTUGAL SA	Construcción de Fábrica de Baterías de Nissan	Portugal	Montaje de terra, obras de concreto armado, estructura metálica, construcción civil en general, acabados y rasgos exteriores	40.574.543,31	Noviembre 11	Julio 12
SOCORPOR - SOCIEDADE DE CARRAS PORTUARIAS (AVEIRO), S.A.	Ingeniería y Construcción del Terminal de Cereales del Puerto de Aveiro	Aveiro Portugal	Diseño, Ingeniería y construcción de terminal de cereales, incluye movimiento de tierra, estructura básica, instalación de alas móviles y fajas de equipamiento: tapes, amoladores, grúa, instalaciones eléctricas	24.225.790,00	abril 07	Julio 08
Cableca Ouf Oil Limited (Dona de Ova)	Terminal de Esparadote de Petróleo - Alborgo	Cableca Angola	Construcción y montaje en zonas de plataforma, vías de acceso, obras de concreto armado, fundaciones, red de medio tensión, equipamiento de bombeo, medición y control	5.300.000,00	abril 08	diciembre 09
MULTI DEVELOPMENT PORTUGAL	Contrato de Escavación, Construcción Periférica, Fundaciones, Estructura y Acabados del Fero Barrato y Acabados del Fero Barrato y Mercado Municipal	Portugal	Escavación, Construcción Periférica, Fundaciones, Estructura y Acabados del Fero Barrato y Construcción Periférica, Escavación, Estructura y Acabados del Mercado Municipal	30.429.854,72	marzo 07	noviembre 09
REN - Rede Eléctrica Nacional, S.A.	Contrato de Instalación General Eléctrica de Alta y Baja tensión de la Subestación Parafino, obras 76,00, 76,01 e 76,02	Portugal	Construcción de una subestación eléctrica para voltajes de 110 kV y 20 kV, ampliación de la subestación, incluyendo: La construcción de dos módulos y dos buses de 400 kV, un transformador de 400/60 (TDMVA), dos buses de 40 kV y 5 parafinos de 60 kV.	4.350.672,32	noviembre 05	Julio 07
UATERVALES DEL ATLANTICO, SA	Construcción de SSe de 3000 Ton - Naran	España	Construcción civil - obra compuesta por estacas, anillo de fundación y estructura metálica acústica	1.225.257,04	Junio 07	febrero 08

Fuente: Empresa Mota Engil

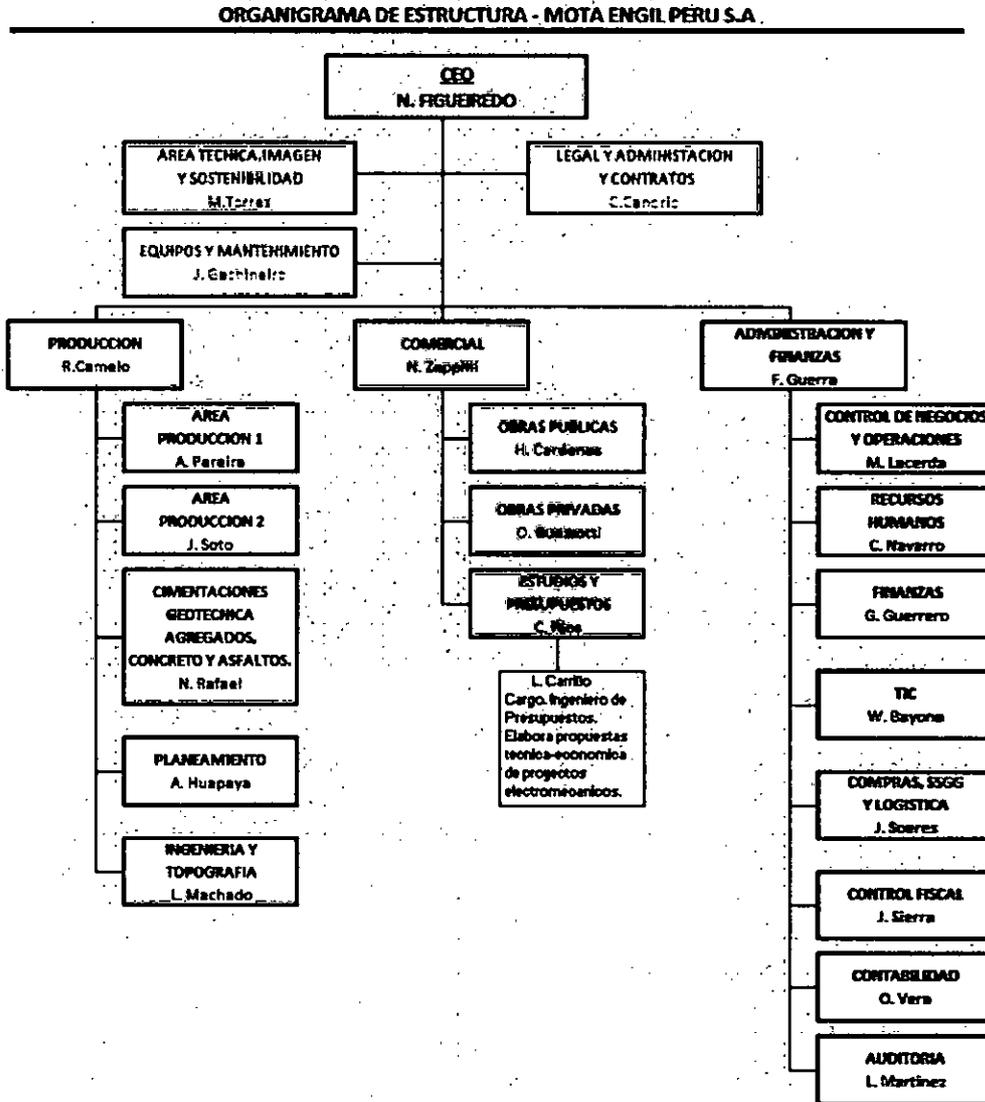
- **Principales Clientes**

1. Anglo American Quellaveco S.A
2. Compañía Minera Antamina S.A
3. Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A
4. Minera Southern Cooper Corporation S.A
5. Votorantim Metais-Cajamarquilla
6. Minera VALE S.A
7. Compañía Minera Miski Mayo S.R.L
8. Mina Las Bambas
9. Minera Chinalco Peru S.A
10. Minera Yanacocha S.R.L
11. Shougang Hierro Peru S.A
12. Marcobre
13. Petroperú S.A – Refinería de Talara
14. Peru Rail S.A
15. Terminales Portuarios Euroandinos
16. Minera Barrick Misquichilca

2.3 Organigrama

CUADRO N° 2

ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA



Fuente : Empresa Mota Engil

III. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR LA EMPRESA O INSTITUCIÓN.

La Empresa Mota Engil Perú S.A, ofrece servicios en sectores que abarcan no solo el vasto campo de la Ingeniería y Construcción, sino también rubros como el inmobiliario y producción de agregados y concesiones.

La Empresa Mota Engil Perú S.A, genera desarrollo construyendo carreteras, hospitales, instalando tuberías metálicas o en HDPE para agua o derivados del petróleo, desarrolla el montaje de centrales hidroeléctricas, desarrolla y ejecuta proyectos de irrigación, construye túneles, de igual forma instala líneas eléctricas de transmisión, construye fábricas o plantas mineras y viviendas edificadas.

IV. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROYECTO DE INGENIERÍA

4.1 Descripción del Tema

El proyecto describe el plan de Supervisión del Montaje Electromecánico y puesta en marcha del Proyecto de Pre clasificación, Zarandas de alta frecuencia e Hidrociclones para la mina de fosfatos en Bayóvar perteneciente a la Empresa VALE ,administrada por la Empresa MISKI MAYO S.R.L y desarrollado por MOTA ENGIL PERU S.A para los trabajos de implementación de la etapa de pre clasificación, tambores lavadores y compuesto por zarandas vibratorias horizontales, que favoreció la disminución de la masa que alimenta estos equipos , a través del desvío de la fracción de finos directamente para la etapa de clasificación primaria.De esa forma, se optimiza las operaciones de la planta de procesamiento y aumenta la capacidad de producción.

El proyecto de PRE CLASIFICACION (VALE S.A.2013) está formado por dos sistemas; uno denominado el Sistema Principal que a su vez esta compuesto por cuatro nuevos equipos Fajas Transportadoras (TR-2020-01/02) y Zarandas (PN-2020-03/04) y estos equipos reemplazaron a las Fajas Transportadoras existentes.Por lo tanto el proyecto de pre clasificación resultó básicamente de la instalación,

para las dos líneas de procesamiento, de un nuevo sistema de alimentación para los tambores lavadores existentes.

El otro sistema denominado, Sistemas Complementarios o sistemas de agua de salmuera y sistema de recirculación de agua, brindan soporte al sistema principal para optimizar la selección y lavado de mineral. Los trabajos implican el desmontaje de la línea de salmuera para el lavado del mineral incluyendo las bombas respectivas (BA-3010-10/ BA-3010-11/ BA-3010-12) para el reemplazo de nuevas bombas de mayor potencia y tubería de mayor diámetro. También se repotenciaron las bombas de pulpa (BP-2040-11/BP-2040-12, las cuales a través de sus respectivas cajas de bombeo reciben el flujo extra que viene de las Zarandas del proyecto de pre clasificación.

Las ZARANDAS DE ALTA FRECUENCIA (ZAFs) se consideran como una unidad completa, la instalación de cuatro Zarandas de Alta Frecuencia (PN-2020-17@PN-2020-20), dos Zarandas para cada línea de procesamiento. Estas se instalaron después de las celdas de atrición, en la línea de zarandeo primario que actualmente consta de tres Zarandas y se proyectan para cinco unidades. El montaje de las Zarandas implica trabajos de adecuación en las celdas y en el sistema de alimentación del mineral desde las celdas de atrición hasta las Zarandas.

Respecto a los HIDROCICLONES, se consideran como una unidad completa, la instalación de dos nidos de Hidrociclones, cada nido compuesto por 6 Hidrociclones.

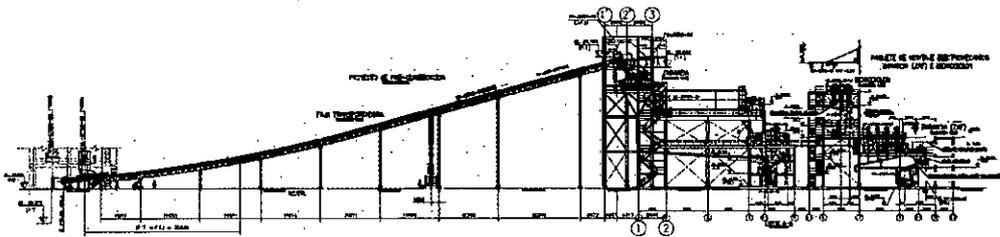
Los nidos operativos constaban de cuatro Hidrociclones y fueron reemplazados y modificados para 6 Hidrociclones en cada línea.

El alcance corresponde a la ejecución de cimentaciones para la estructura soporte de las zarandas de preclasificación, desmontaje de las fajas transportadoras 1 y 2 existentes y su estructura metálica conocida como torre de transferencia para las líneas 1 y 2 ; modificación en los Hidrociclones , desmontaje de bombas y tuberías en acero al carbono y HDPE y luego el montaje de nuevas fajas transportadoras junto con sus estructuras para las líneas 1 y 2 de chancado , montaje de nuevas zarandas de preclasificación y Zarandas de Alta Frecuencia, montaje de nuevos Hidrociclones, montaje de bombas de pulpa y salmuera, tendido e instalación de tuberías en Acero al Carbono y de HDPE, instalaciones eléctricas de equipos y cables además de la instalación de equipos y cables de instrumentación, pruebas y comisionado para la puesta en servicio.

El gráfico siguiente muestra en corte, los cambios realizados en color azul en la planta para las líneas de producción 1 y 2. (VALE S.A, 2013).

GRAFICO N° 1

DISPOSICION GENERAL



Fuente : Empresa VALE S.A

4.2 Antecedentes

El producto mineral se extrae en forma bruta del suelo y es cargado y llevado mediante camiones y fajas a la planta concentradora donde es sometido en forma sucesiva a lavados con agua desmineralizada obtenida del mar mediante osmosis inversa para retirarle la mayor cantidad de sales obteniéndose así concentrados de fosfatos con una humedad promedio del 15%.

Debido a que el material fino y el material grueso se recepcionaban en el tambor lavador, era necesario separar estos dos productos ya que el material fino al formarse dentro del tambor lavador como una cama que amortiguaba el rompimiento de la roca como material grueso es que se coloca una zaranda antes del tambor lavador al final de la faja transportadora elevándola de posición para que pueda separarse el material fino del grueso.

De esa forma logra aumentarse la capacidad de producción de fosfatos en la planta.

4.3 Planteamiento del Problema

¿Cómo Supervisar el Montaje Electromecánico del Proyecto de Preclasificación, Zarandas de Alta Frecuencia e Hidrociclones para

la mina de Bayóvar con el fin de incrementar la capacidad de producción de fosfatos de su planta?

4.4 Justificación

- **Legal.**

El marco general de política para la actividad privada y la conservación del ambiente está expresado por el Artículo 49° de la Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada , aprobada mediante Decreto Legislativo N° 757, de fecha 13 de noviembre de 1991 (Estado Peruano). Dicho artículo señala que el Estado estimula el equilibrio racional entre el desarrollo socioeconómico, la conservación del ambiente y el uso sostenido de los recursos naturales, garantizando la debida seguridad jurídica a los inversionistas mediante el establecimiento de normas claras de protección del medio ambiente.

Por su parte la Ley General del Ambiente Ley No 28611 señala que todo titular de operaciones entendido como persona natural o jurídica, es responsable por las emisiones, efluentes, descargas y demás impactos negativos que se generen sobre el ambiente, la salud y los recursos naturales, como consecuencia de sus actividades (Artículo 74). Añadiendo también que dicho titular de operaciones debe adoptar prioritariamente medidas de prevención del riesgo y daño ambiental en la fuente generadora en cada una

de las etapas de sus operaciones Artículo 75.1), y que los estudios de pre-factibilidad, factibilidad y definitivo cuya ejecución pueda tener impacto en el ambiente deben considerar los costos necesarios para preservar el ambiente de la localidad donde se ejecutará el proyecto y de aquellas que pudieran ser afectadas por éste (Artículo 75.2).

Finalmente, esta Ley introduce el concepto de responsabilidad social de la empresa indicando que el Estado promueve, difunde y facilita la adopción voluntaria de políticas, prácticas y mecanismos de responsabilidad social de la empresa, entendiendo que ésta constituye un conjunto de acciones orientadas al establecimiento de un adecuado ambiente de trabajo, así como de relaciones de cooperación y buena vecindad impulsadas por el propio titular de operaciones. (Artículo 78).

El desarrollo del proyecto se sustenta en los términos jurídicos mencionados además de los documentos siguientes propios de las instalaciones;

- Requisición Técnica RT-2020BY-G-00500.
- Contrato de servicios
- Decreto Supremo 055–2010-EM: Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería

- Ley General de Seguridad y Salud en el Trabajo - 29783 y su reglamento DS 005-2012, Ministerio de Trabajo
- Resolución Ministerial 312-2011 del MINSA Protocolo de Exámenes Médicos
- Ley de SCTR DS-003-1998 del MINSA
- Ley General de Salud.
- RM 375-2008 MINTRA Norma básica de Ergonomía y Procedimientos de Evaluación de Riesgo Disergonómico
- INS-0021 Instrucción para Requisitos de Actividades Críticas - Bayóvar.
- CEMA : Conveyor Equipment Manufacturers Association
- **Teórica.**

El proyecto nace a partir de la oportunidad de incrementar la capacidad de la planta modificando y dirigiendo el material grueso hacia el tambor lavador para romper las moléculas y obtener finos que se desviarán hacia las zarandas.

Los fosfatos de Bayóvar, calificados como el mejor y más eficaz fertilizante del mundo, fueron descubiertos en el siglo pasado, pero a partir de 1995 que se empiezan a explotar con fines industriales y representa uno de los yacimientos más grandes del mundo. Los análisis y pruebas químicas en estos últimos 35 años han demostrado que las características generales de los concentrados

de roca fosfórica de Bayóvar son muy adecuados para producir fertilizantes de valor agregado como el superfosfato triple y fosfato de diamonio. (Cabezas & Cabezas Oruna, 2015)

Los yacimientos de Bayóvar valorizados en más de US\$ 20,000 millones, están estratégicamente enclavados en la cuenca del Pacífico, específicamente en la costa norte del Perú en el Desierto de Sechura, con reservas potenciales de 10,000 millones de TM de roca fosfórica y con reservas probadas de más de 400 millones de TM, calculadas como concentrado de 30.5% de P₂O₅. Por su cercanía al mar, estos yacimientos tienen un fácil acceso a los países de la cuenca del Pacífico donde actualmente la importancia de roca fosfórica supera los 23 millones de TM anuales.

La roca fosfórica es una arena de grano fino redondeado que contiene pentóxido fosfórico (P₂O₅), que es un mineral semiduro, brillante, abrasivo agrupando además a otros de su género como: calcio, flúor, hierro, aluminio, magnesio, potasio, cloro, sodio y uranio en mínimas cantidades. Según las investigaciones probadas a nivel internacional, tanto en laboratorio, como en el campo, el efecto en la agricultura es notable, la papa rinde 400% más, que en una misma área donde no sea aplicada la roca fosfórica; trigo 300% más, maíz 200% más, en pastos en zonas selváticas 800% más.

El mineral depositado en el silo SI-2020-01 (existente), con capacidad de 600m³, será retomado por los Alimentadores de Faja denominados como AL-2020-01/02 (existentes), que alimentarán las Fajas Transportadoras con denominación TR-2020-01/02 (nuevas) y transportado hasta los Cajones de Humidificación CX-2020-03/04 (nuevos) donde el agua de recirculación será adicionada y la pulpa alimentará las nuevas Zarandas de Pre-clasificación PN-2020-03/04, horizontales y doble deck (25 y 6.3mm) , con dimensiones de 10 pies x 20 pies (3,000mm x 6,000mm), donde la salmuera será adicionalda para el lavado respectivo y la clasificación del mineral.

La fracción fina, undersize menor que 6mm, seguirá por gravedad hasta las Cajas de Pulpa CX-2020-01/02 (existentes). Donde se juntarán al material que pasa por las zarandas de clasificación primaria PN-2020-01/02 existentes.

La fracción gruesa, juntamente con los finos adheridos en la superficie, será alimentada en los Tambores Lavadores MI-2020-01/02 (existentes) donde el agua será adicionada para obtención de un porcentaje de sólidos de alrededor del 50% (DSF), controlado por el sistema de pesado con microceldas de carga.

La descarga de los Tambores Lavadores será clasificada en las Zarandas PN-2020-01/02, donde la salmuera será adicionada para lavado y clasificación del mineral. La fracción gruesa, compuesta por las partículas arriba de 6.3mm denominada relave grueso, será llevada por las Fajas

Transportadoras TR-2020-03 a 06 (existentes) hasta el depósito de relaves.

La fracción fina, menor a 6mm, alimentará las cajas de pulpa CX-2020-01/02 (existentes), donde se juntará con el undersize de las Zarandas de Pre-clasificación y será enviada por las bombas de pulpa BP-2020-01 a 08 existentes, siguiendo el underflow en el proceso del mineral y el overflow depositado como relave fino.

A continuación se muestran los valores característicos del proceso para cada línea.

CUADRO N°3

CARÁCTERÍSTICAS DE ALIMENTACION	
P2O5 (%)	17.5
Malla (mm)	Pasante Acumulado %
50	96.1
25	88.5
6.3	74.5
1	68.5
0.15	44.2
0.075	27,5

Fuente Empresa VALE S.A

El cuadro siguiente muestra el régimen de operación de los equipos en la planta durante el año.

CUADRO N°4

REGIMEN OPERACIONAL

Area / Item	Planta
Dias programados para produccion/año	365
Horas programadas / dia	24
Dias programados para produccion/ semana	7
Horas programadas / año	8,760
Rendimiento Operacional (% de las horas programadas)	87.0%
Horas efectivas/año	7,621

Fuente : Empresa VALE S.A

4.5 Marco Teórico

4.5.1 Antecedentes del estudio.

De los trabajos similares al informe se tomaron en cuenta los siguientes:

INTERNACIONALES

- **Manual de Instrucciones para los Empalmes Vulcanizados en las Correas Transportadoras (Conveyor Belt Splicing Manual) GOODYEAR.** (Goodyear, 1993) Copyright 1993 por GOODYEAR TIRE & RUBBER COMPANY. El presente trabajo brinda facilidades respecto al procedimiento del empalme o unión de las fajas o correas transportadoras de banda de caucho.
- **Elmer David Gonzales Orozco. Diseño y Montaje de una cinta transportadora de sal en la planta de la Empresa Quimoalcali S.A ubicada en el parcelamiento San Isabel Puerto San José, de la Universidad de San Carlos de GUATEMALA.** Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el mes de Julio del año 2007. El presente trabajo brinda conocimientos respecto al funcionamiento, selección y funcionamiento de las fajas transportadoras.
- **Ana Carolina Gavidia Gonzales/Ana Maricela Subia Sanchez. Elaboración de los procedimientos de Fabricación y Montaje de una estructura de acero para un edificio tipo, de la Escuela**

Politécnica Nacional de Quito. Tesis Proyecto previo para la obtención del título de Ingeniero Mecánico en la ciudad de Quito Ecuador del mes de Abril del 2015. De donde podemos considerar los procedimientos para la fabricación y los procedimientos para el montaje de la estructura metálica en edificios tipo.

NACIONALES

- **Saúl Adrián Diego Paucar. Optimización de la Faja Transportadora 9B para incrementar el tonelaje de transporte de mineral de la UMCL-MILPO. CHINCHA-PERU.** Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional del Centro del Perú el año 2017. De donde podemos considerar la importancia de los procedimientos sobre el montaje de las fajas transportadoras del mineral chancado.

4.5.2 Marco Conceptual

- **MINA DE FOSFATOS BAYÓVAR.-**

La mina de fosfatos Bayóvar se encuentra ubicada en el desierto de Sechura, en la Provincia de Sechura, (www.vale.com.pe) Departamento de Piura, a unos 1,100 kms al norte de la ciudad de Lima.

El yacimiento de fosfatos Bayóvar es de origen orgánico y fue descubierto en 1955, durante un programa de prospección petrolífera. Desde entonces se hicieron programas de exploración con el objetivo de definir las características y magnitud del depósito.

Los resultados de estos trabajos permitieron la selección de la denominada Área II, denominada Bayóvar II, como la de la mejor potencial económico-área donde VALE invirtió en la búsqueda del mineral.

La mina de fosfatos de Bayóvar presenta algunas características geológicas que lo vuelven singular, como la composición química del mineral (flúor-hidroxi-carbonato apatito) y la asociación de capas casi horizontales de fosforitos y diatomitas como rocas que contienen el mineral.

- **PROYECTO DE FOSFATOS BAYOVAR.-**

El Proyecto de Fosfatos Bayóvar, es un proyecto minero no metálico que contempla la explotación del yacimiento de fosfatos de Bayóvar y el procesamiento de estos para producir concentrados de fosfatos, incluyendo el embarque y exportación de dichos concentrados.

El Proyecto se ubica en el distrito y provincia de Sechura, departamento de Piura.

A inicios del 2008, la Empresa VALE realizó las audiencias públicas sobre el Estudio de Impacto Ambiental, involucrando activamente la participación de más de mil trescientas personas de la ciudad de Piura y Sechura, Provincia donde VALE actúa desde el año 2,005, fecha en que ganó la licitación del Proyecto Bayóvar.

El dar este importante paso fue decisivo para que el pasado 17 de abril, el Ministerio de Energía y Minas emitiera la Resolución Directoral N°084-2008-MEM/AAM, otorgando la Licencia Ambiental al Proyecto Bayóvar. Con la obtención de la Licencia Ambiental, VALE inició en Setiembre del mismo año, las obras de infraestructura operativa como: Carreteras de acceso a la mina, Planta, Puerto, Tendido de líneas de alta tensión de 41 kilómetros, Construcción de la planta desalinizadora y Construcción del campamento.

El proyecto contempla la construcción de la infraestructura necesaria para sus nueve componentes descritos a continuación:

1° MINA.-

El yacimiento es de origen orgánico, contempla la explotación de las primeras cinco capas del terreno, con unas reservas explotables que ascienden a 238 millones de toneladas.

Las características físicas del depósito permiten una explotación sin el requerimiento de perforación y voladura, es decir que el mineral se encuentra sobre la superficie para efectuar el carguío directamente sobre los camiones en la etapa de preparación.

2° Planta concentradora.-

Las instalaciones han sido diseñadas para producir anualmente 3,9 millones de toneladas de concentrado de fosfato.

El mineral se recibirá en un silo que permitirá una alimentación constante. La concentración consistirá en etapas de lavado y separaciones gravimétricas sucesivas con agua de mar.

Para la etapa final del proceso, el concentrado será lavado con agua desalinizada, con la finalidad de retirar la mayor cantidad de sales presentes en el concentrado para la lo cual se instalará una planta desalinizadora que utilizará el método de "Osmosis Inversa".

3° Carretera Industrial.-

El concentrado es transportado en camiones bitrain desde la Planta concentradora hasta la Zona de Descarga de Camiones, por una exclusiva carretera de tipo industrial de 32 km de largo x 11 metros de ancho por donde transitarán los camiones "Bi-train" con capacidad de 70 toneladas.

4° Zona de descarga de camiones

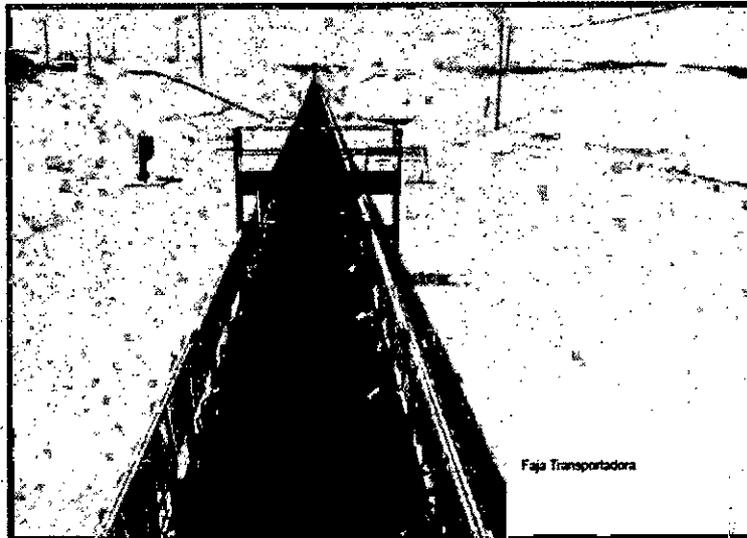
Los camiones descargarán el concentrado mediante el volteo lateral de cada una de las tolvas en un silo de recepción de 200 toneladas.

5° Faja transportadora sobre terreno.-

El concentrado de la Zona de Descarga de Camiones es transportado a la Zona de Secado y Almacenamiento por medio de un sistema de cuatro fajas transportadoras del tipo overland o sobre terreno que en su totalidad cubre una distancia aproximada de 5,3 kilómetros.

FIGURA N° 4

FAJA TRANSPORTADORA SOBRE TERRENO



Fuente: Empresa VALE S.A

6° Zona de secado y almacenamiento.-

Comprende la planta de secado, dos silos de almacenamiento de 40,000 toneladas cada uno, sistema de fajas transportadoras y las instalaciones auxiliares. El concentrado es secado en los hornos rotatorios y luego almacenado en los dos silos para su posterior envío a través de una faja tubular a la zona del Puerto.

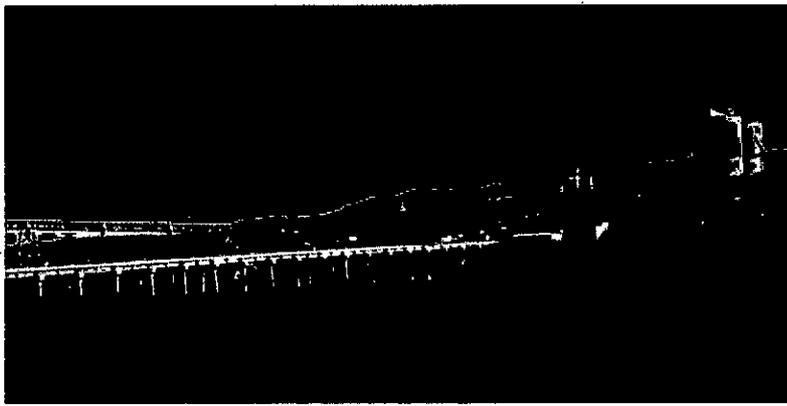
7° Puerto.-

El Puerto se ubicará en el sector sur de la Bahía de Sechura entre las zonas denominadas Punta Lagunas y Punta Aguja.

Las instalaciones del puerto permitirán cargar a una tasa de 3,500 Toneladas por hora y el equipamiento debe permitir cargar la totalidad de las bodegas del barco sin necesidad de desplazarlo.

FIGURA N° 5

PUERTO



Fuente: Empresa VALE S.A

Las características de diseño de las instalaciones consideran el carguío de buques de hasta 100 000 toneladas de desplazamiento con un calado máximo de 14,5 m.

8° Línea de impulsión de agua de mar.-

Es un sistema de captación de impulsión de agua de mar diseñado para suministrar un caudal de bombeo superior a los 2 300 m³/h. La línea de impulsión descarga en una poza de sedimentación y por rebose el agua pasa a una poza de almacenamiento ubicada

en la Planta Concentradora. El sistema de captación consta de bombas verticales ubicadas en la plataforma del Puerto y una tubería de impulsión con una longitud de 40 kilómetros que conducirá el agua de mar hasta la planta concentradora.

9° Líneas de transmisión eléctrica.-

La energía eléctrica es suministrada desde la Red del Sistema Interconectado Nacional, mediante un patio de llaves denominado "Subestación Laguna La Niña" que provee los 21.7 MW requeridos para el proyecto, un poco más que el doble de energía requerida por la ciudad de Sechura del Departamento de Piura.

Instalaciones auxiliares.-

Se tienen instalaciones auxiliares como oficinas administrativas, talleres de mantenimiento, estaciones de servicios de combustibles, planta desalinizadora y otros integrados estratégicamente al proyecto.

¿QUE SON LOS FOSFATOS?

Es un compuesto que tiene como elemento básico el fósforo. Los fosfatos permiten a los seres vivos los procesos de transferencia de energía, facilitan el metabolismo, la fotosíntesis, la función nerviosa y la acción muscular. Los ácidos nucleicos, que forman el material

hereditario (los cromosomas), son fosfatos. Los esqueletos de los animales están formados por fosfatos de calcio.

Los fosfatos de Bayóvar son de origen sedimentario marino. Se trata de depósitos de sedimentos de origen animal y vegetal; peces y algas acumuladas hace millones de años. El depósito de Sechura presenta capas sedimentarias, casi horizontales y próximas a la superficie, lo que facilita la extracción de la roca fosfórica.

Los fosfatos están presentes en alimentos y bebidas. Por ejemplo en quesos; quesos, pasteles, galletas, panes, galletas de agua, alimentos en polvo, embutidos, pescado seco y salado, cereales para desayuno, papas deshidratadas, mantequillas, chocolates y bebidas gaseosas.

Aplicación industrial de los fosfatos.-

Cerca de las $\frac{3}{4}$ partes del fósforo total (en todas sus formas químicas) se emplean como fertilizantes.

También se les utiliza en la elaboración de detergentes, en alimentos para animales, ablandadores de agua, aditivos para alimentos y fármacos, en el tratamiento de superficies metálicas, aditivos en metalurgia, plastificantes, insecticidas y aditivos de productos petroleros.

El desierto de Sechura es rico en fosfatos solubles que se aplican directamente sobre los suelos ácidos. El fosfato fomenta el

enriquecimiento del suelo, facilita la formación de las raíces, estimula la floración y la formación de las semillas.

¿QUE ES EL FOSFORO?

Es el elemento esencial para todo ser vivo y representa el undécimo elemento más abundante en la corteza terrestre (zona más superficial compuesta por rocas, sedimentos y suelos).

El fosforo se encuentra en todos los tipos de materiales geológicos, normalmente en concentraciones menores que 0.01%, sin embargo existen tipos de rocas que presentan concentraciones significativamente mayores, como por ejemplo en algunas rocas ígneas especiales y en rocas sedimentarias marinas.

La mayor parte de la producción mundial de roca fosfática es destinada a la industria de fertilizantes, principalmente a la de ácido fosfórico. Lo restante es aprovechado para industrias diversas, como por ejemplo, la de suplementos alimenticios para animales y la industria de detergentes.

También encontramos elevados índices de fosforo en las acumulaciones naturales de guano (excremento de aves marinas, de murciélagos y otros mamíferos habitantes de apertura subterránea).

El fosforo está presente en el ambiente como fosfato. Los fosfatos son sustancias importantes en el cuerpo de los humanos porque

ellas son parte del ADN y son fuente de energía. Los fosfatos pueden ser encontrados comúnmente en plantas.

Otra forma de presentación de los fosfatos se da en el incremento de la concentración de fósforo en las aguas superficiales que aumenta el crecimiento de organismos dependientes del fósforo, como son las algas. Estos organismos usan grandes cantidades de oxígeno y evitan que los rayos del sol entren en el agua. Esto hace que el agua sea poco adecuada para la vida de otros organismos. El fenómeno es comúnmente conocido como eutrofización y se presenta en el río Chira a consecuencia del embalse de sus aguas.

El fósforo es importante en nuestro organismo al ser un ingrediente esencial del hueso, segundo en importancia después del calcio. El 80% del fósforo en el cuerpo se localiza en los huesos.

El fósforo es importante en la producción de alimentos porque es un nutriente esencial para las plantas y en el pasado, la producción de alimentos solía estar restringida por su reducida disponibilidad. Gracias a los avances científicos y tecnológicos, durante unos 150 años, los agricultores y ganaderos han podido disponer de fósforo a través de los fertilizantes minerales fáciles de aplicar como suplemento al fósforo presente en el suelo, así como de fósforo reciclado a través de abonos orgánicos. El aumento de la

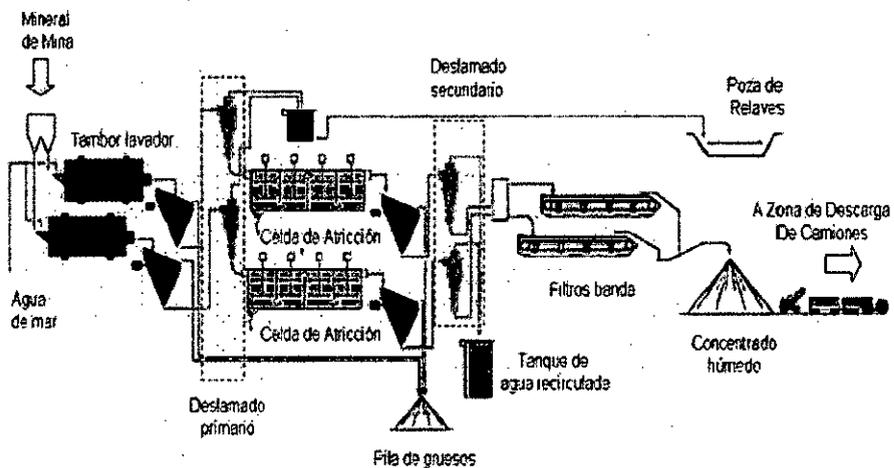
utilización de fertilizantes, incluidos los fertilizantes fosfatados, ha sido uno de los factores que ha contribuido a garantizar la seguridad de los alimentos en Europa.

Diagrama de Procesos.

En el diagrama de procesos de la extracción y procesamiento de la roca fosfórica o fosfatos se puede visualizar lo siguiente:

GRAFICO N° 3

Procesamiento de Roca Fosfórica



Fuente: Empresa VALE S.A

- **Roca Fosfórica.**

Es una arena de grano fino, redondeado que contiene pentóxido fosfórico (P₂O₅), que es un mineral semiduro, brillosos, abrasivo agrupando además a otros de su género como: calcio, flúor, hierro, aluminio, magnesio, potasio, cloro, sodio y uranio en mínimas cantidades.

Según las investigaciones probadas a nivel internacional, tanto en laboratorio como en campo, el efecto en la agricultura es notable, la papa rinde 400% más que en una misma área donde no sea aplicada la roca fosfórica, el trigo 300% más, el maíz 200% más , en pastos en zonas selváticas 800% más.

Es de suma importancia remarcar, que la roca fosfórica de Bayóvar es conocida por ser excepcionalmente soluble, lo que la hace muy aceptable para la aplicación directa, como lo hace Nueva Zelanda con nuestra roca (42.00 US\$) o también como roca humedecida con ácido sulfúrico (fertilizantes fosfatados) como es el Superfosfato triple (SFT) y el Superfosfato Diamónico (FDA).

- **Faja transportadora**

Una faja o banda transportadora o transportadora de banda es un sistema de transporte continuo formado por una banda continua que se mueve entre dos tambores. Por lo general, la banda es

arrastrada por la fricción de sus tambores, que a la vez es accionado por su motor.

Esta fricción es la resultante de la aplicación de una tensión a la banda transportadora, habitualmente mediante un mecanismo tensor por husillo o tornillo tensor. El otro tambor suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos tambores. Denominados rodillos de soporte. Debido al movimiento de la banda el material depositado sobre la banda es transportado hacia el tambor de accionamiento donde la banda gira y da la vuelta en sentido contrario. En esta zona el material depositado sobre la banda es vertido fuera de la misma debido a la acción de la gravedad y/o de la inercia. Las cintas transportadoras se usan principalmente para transportar materiales granulados, agrícolas e industriales, tales como cereales, carbón, minerales, aunque también se pueden usar para transportar personas en recintos cerrados. A menudo para cargar o descargar buques cargueros o camiones.

Tal como el nombre lo indica, las fajas transportadoras son mecanismos que permiten transportar artículos de un punto a otro, siendo una de sus principales ventajas el hecho de que puedan adecuarse a diferentes superficies. Existen dos tipos: para uso ligero y uso pesado.

Ambas facilitan el trabajo de las distintas industrias, debido a que reducen el tiempo de transporte de carga entre grandes distancias.

Una de las aplicaciones que se les da es en la actividad minera, ya que representan beneficios en cuanto a la reducción de costos y efectividad de trabajo.

En la minería, el transporte de materiales se produce a través de camiones, trenes o fajas transportadoras. Los primeros corresponden a un transporte discontinuo y necesitan condiciones especiales para poder ser utilizados, por ejemplo, rampas que permitan a los camiones o trenes acceder a la zona de recojo del material.

Las fajas transportadoras pertenecen al transporte continuo y como ya se había mencionado, pueden adaptarse a cualquier zona de trabajo y de acuerdo a lo que requiera cada ejecución de obra, incluso en pendientes. Otro punto importante es que el material que se coloca en estas puede ser descargado en cualquier parte del trayecto. Además, están hechas para cubrir áreas mayores, por lo que el costo de producción se vería disminuido.

Por eso, supone una alternativa inteligente al transporte convencional utilizado en la industria minera y cada vez hay más empresas en el país que optan por ellas. Si se les realiza el

mantenimiento adecuado, la vida útil de las fajas puede alcanzar varios años.

FIGURA N° 6

FAJA TRANSPORTADORA



Fuente: Empresa VALE S.A

- **Hidrociclones**

Los Hidrociclones son equipos destinados principalmente a la separación de suspensiones sólido – líquido, y son usados industrialmente en casi todos los sectores.

Se fabrican en dos tipos de ejecución: poliuretano o polímeros (diseño integral) o construcción en acero-elastómero con carcasa metálica y revestimiento interior en diferentes tipos de elastómeros

según la aplicación. También se suministran Hidrociclones en materiales especiales resistentes a la corrosión y a altas temperaturas para procesos muy específicos.

Su sistema de construcción modular, en geometría cónica o cilíndrica, permite el intercambio de piezas entre Hidrociclones de diversos tipos y materiales constructivos, y así seleccionar el modelo de hidrociclón adecuado para una aplicación específica.

APLICACIONES

Los Hidrociclones se emplean en las aplicaciones más diversas, como en el Lavado de arenas, eliminando partículas nocivas inferiores a 50-150 micras; la Recuperación de arenas finas, perdidas en el rebose de equipos de lavado ineficientes u obsoletos; la Producción de dos-arenas y Arenas ultra-finas; la Clasificación de sólidos, en el rango de 10-300 micras, como en circuitos de molienda y pre-concentración de minerales; el Espesado de pulpas, previo a etapas de concentración; la Clarificación parcial de efluentes; los Circuitos de lavado a contracorriente; y en la Desulfuración de los gases de combustión (FGD) de centrales térmicas.

FUNCIONAMIENTO

La función principal del Hidrociclón es separar los sólidos suspendidos en un determinado flujo de la pulpa de "alimentación",

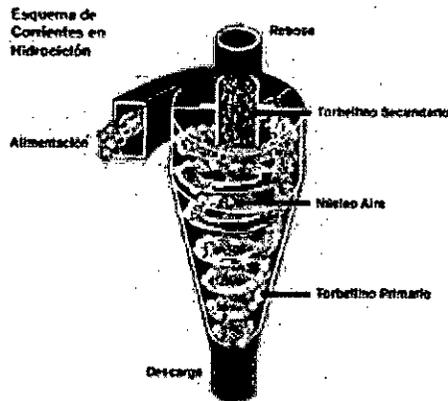
en dos fracciones, una que acompaña al flujo llamado “descarga” que lleva en suspensión los sólidos más gruesos que un determinado tamaño de corte y otra fracción que acompaña al flujo denominado “rebose” que lleva en suspensión los sólidos más finos que el citado tamaño.

La pulpa de alimentación entra tangencialmente en la parte cilíndrica a una cierta presión, lo que genera su rotación alrededor del eje longitudinal del hidrociclón, formándose un “torbellino primario” descendente hacia el vértice inferior del hidrociclón.

Las partículas más gruesas giran cercanas a la pared por efecto de la aceleración centrífuga, siendo evacuadas a través de la boquilla en forma de pulpa espesa. Debido a las reducidas dimensiones de dicha boquilla, solamente se descarga una parte de la suspensión, creándose en el vértice inferior un “torbellino secundario” de trayectoria ascendente, que es donde se produce la separación al generarse en este punto las mayores aceleraciones tangenciales. Esta corriente arrastra hacia el rebose las partículas finas junto con la mayor parte del líquido, que se descarga a través de un tubo central situado en el cuerpo cilíndrico superior del hidrociclón. Para ajustar el tamaño de separación de las partículas sólidas entre 10 y 500 micras, se regula la aceleración del torbellino y se modifica la geometría y/o toberas del hidrociclón.

FIGURA N° 7

HIDROCICLON



Fuente: Empresa VALE S.A

- **Zaranda de alta frecuencia.**

Las Zarandas de Alta Frecuencia son equipos desarrollados para la separación de materiales que su tamaño se encuentre en el rango de 1/2" hasta la malla # 20.

El principio de funcionamiento es diferente al de las Zarandas tradicionales como se explica a continuación:

- La vibración es aplicada directamente a las mallas por medio de moto-vibradores eléctricos o hidráulicos que trabajan a velocidades 3-4 veces mayores que en Zarandas convencionales con el fin de transmitir la mayor cantidad de energía al material a clasificar.

- La amplitud de onda que se ejerce sobre el material, es menor (1.6mm aprox.) que en zarandas tradicionales (9.5mm aprox.), para lograr una mayor eficiencia.

Mientras en las Zarandas tradicionales inclinadas el ángulo máximo de inclinación es de 18°/20°, en las Zarandas de Alta Frecuencia llegan a trabajar con ángulos entre los 35° y los 45° que permiten un desplazamiento del material generado únicamente por la gravedad, lo cual a su vez forma una cama de material más delgada que permite un área de exposición mayor entre el material y las mallas vibratorias.

FIGURA N° 8

ZARANDA DE ALTA FRECUENCIA



Fuente: Empresa VALE S.A

4.5.3 Definiciones de términos básicos

Actividad Minera

Es el ejercicio de las actividades contempladas en el literal a) del artículo 2 del presente reglamento denominado como el Decreto Supremo 024-2016-EM, en concordancia con la normatividad vigente.

Almacén

Local donde se tiene mercancía para su custodia o venta.

Cable

Alambre o conjunto de alambres protegidos con envoltura aislante que sirve para el transporte de electricidad, así como para la telegrafía y la telefonía subterráneas. También se define como cable a los utilizados en winches de rastrillaje, izaje en los piques o pozas y otros servicios auxiliares.

Certificado de Calidad

Es el documento emitido por una compañía especializada en análisis y control de calidad que garantiza el cumplimiento del suministro de una serie de requisitos técnicos. Los certificados de calidad de los materiales deben contener datos como la norma

técnica de fabricación, pruebas aplicables, lote, orden de compra.

El certificado debe mostrar tolerancias y valores de prueba.

Código de Señales y Colores

Es un sistema que establece los requisitos para el diseño, colores, símbolos, formas y dimensiones de las señales de seguridad.

Comité de Seguridad y Salud Ocupacional

Es un órgano bipartito y paritario constituido por representantes del empleador y de los trabajadores, con las facultades y obligaciones previstas por la legislación y la práctica nacional, destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones del empleador en materia de prevención de riesgos en Seguridad y Salud Ocupacional.

Conductor Eléctrico

Alambre o alambres, cables y barras, capaz de conducir la corriente eléctrica. Puede ser descubierto, cubierto o aislado.

Concentrado.

Mineral de alta ley, obtenido mediante procesos físicos químicos en plantas diseñadas para este fin. Las plantas de flotación procesan

el mineral extraído de la mina, mediante cribado, chancado, molienda, adición de reactivos, flotación selectiva, filtrado y secado.

Concentradora

Normalmente se usa con el sujeto o palabra Planta y que llega a denominarse en conjunto como Planta Concentradora y con ella se realizan los procesos de concentración de minerales. La operación consiste en separar el mineral de la ganga, elevando su contenido metálico.

Empresa Minera

Es la persona natural o jurídica que ejecuta las acciones y trabajos de la actividad minera y lo hace de acuerdo a las normas legales vigentes.

Estándares de Trabajo

Son los modelos, pautas y patrones que contienen los parámetros establecidos por el titular de actividad minera y los requisitos mínimos aceptables de medida, cantidad, calidad, valor, peso y extensión establecidos por estudios experimentales, investigación, legislación vigente y/o resultado del avance tecnológico, con los cuales es posible comparar las actividades de trabajo, desempeño

y comportamiento industrial. Es un parámetro que indica la forma correcta y segura de hacer las cosas. El estándar satisface las siguientes preguntas: ¿Qué hacer?, ¿Quién lo hará?, ¿Cuándo se hará? y ¿Quién es el responsable de que el trabajo sea seguro?

Grúa

Equipo motorizado autopulsado y operado por una persona calificada, utilizado como máquina de izaje o elevación de cargas, de operación discontinua, destinado a elevar y distribuir cargas (no personas) en el espacio, mediante la suspensión de las mismas con cables resistentes o cualquier otro accesorio de aprehensión denominado accesorio de izaje. Las grúas se dividen en dos tipos; Grúas fijas y Grúas móviles. Todas las grúas deben tener un manual de operación en su cabina y deben ser dirigidas por una persona especialista en grúas.

Izaje

Operación que se realiza mediante el uso de una grúa a fin de izar/elevar/movilizar una carga o estructuras (no personas) en su radio de acción, cargas o estructuras que por su peso y/o dimensiones no pueden ser izadas/levantadas/movilizadas en forma manual por los trabajadores.

Izaje crítico

Se denomina izaje crítico, a aquellas actividades de izaje de cargas mediante el uso de grúas que por su nivel de criticidad requieren autorización, entre ellas tenemos aquellos izajes de cargas cercanos o sobre planta de procesos , viviendas, subestaciones eléctricas, torres y líneas eléctricas, cuerpos de agua, así como aquellos izajes de carga que sobrepasen el 80% de la capacidad de la grúa, izajes de carga usando simultáneamente más de una grúa y aquellos que se realicen en áreas con suelo inestables o cerca de excavaciones, líneas o estructuras aéreas, entre otros. Para realizar un izaje crítico se requiere un estudio de izaje crítico y Permiso Escrito de Trabajo de Alto Riesgo para izaje de cargas mediante el uso de grúas.

Inducción

Capacitación inicial dirigida a otorgar conocimientos e instrucciones al trabajador para que ejecute su labor en forma segura, eficiente y correcta. Se divide en:

1. **Inducción General:** es la capacitación al trabajador, con anterioridad a la asignación al puesto de trabajo, sobre la política, beneficios, servicios, facilidades, reglas, prácticas generales y el ambiente laboral de la empresa.

2. **Inducción del Trabajo Específico:** es la capacitación que brinda al trabajador la información y el conocimiento necesario a fin de prepararlo para el trabajo específico.

Inspección

Verificación del cumplimiento de los estándares establecidos en las disposiciones legales. Es un proceso de observación directa que acopia datos sobre el trabajo, sus procesos, condiciones, medidas de protección y cumplimiento de dispositivos legales en Seguridad y Salud Ocupacional. Es realizada por la autoridad competente. La inspección interna de Seguridad y Salud Ocupacional es realizada por el titular de actividad minera, las empresas contratistas mineras y las empresas contratistas de actividades conexas con personal capacitado en la identificación de peligros y evaluación de riesgos.

Lugar de trabajo

Todo sitio o área donde los trabajadores permanecen y desarrollan su actividad laboral o adonde tienen que acudir para desarrollarlo. Entiéndase que toda referencia a Centro de Trabajo en el presente Reglamento se reemplaza por Lugar de Trabajo.

Mina

Es un yacimiento mineral que se encuentra en proceso de explotación.

Mineral

Es todo compuesto químico inorgánico, que tiene propiedades particulares en cuyo origen no han intervenido los seres orgánicos, y se encuentran en el interior o en la superficie de la tierra, tales como metales, piedras, etc.

Prueba de Hermeticidad

Se realiza al finalizar la prueba de resistencia y se desarrolla en forma particular para demostrar ausencia de fugas en las tuberías de acero o HDPE y cuyos parámetros obedecen la norma establecida

Régimen especial de trabajo

Es la actividad laboral desarrollada en determinado plazo o espacio de tiempo, conforme a lo establecido en la normatividad vigente, respecto a la Jornada de Trabajo, Horario y Trabajo en Sobretiempo.

Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional

Es el conjunto de disposiciones que elabora el titular de actividad minera en base a los alcances de la Ley y el presente reglamento, incluyendo las particularidades de sus estándares operacionales, de su Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional y procedimientos internos de sus actividades.

Supervisor

Es el Ingeniero o Técnico que tiene a su cargo un lugar de trabajo o autoridad sobre uno o más trabajadores en la unidad minera, con los siguientes perfiles:

Ingeniero Supervisor.

Es el ingeniero colegiado y habilitado en las especialidades de Ingeniería de Minas, Geología, Química, Metalurgia, Mecánica, Eléctrica, Electrónica, Civil, Ambiental y otras especialidades de acuerdo a las actividades mineras y conexas desarrolladas, con un mínimo de dos (2) años de experiencia en la actividad industrial y/o en Seguridad y Salud Ocupacional.

Técnico Supervisor

Calificado por el titular de actividad industrial o empresa contratista industrial, de acuerdo a su conocimiento, capacitación, experiencia

mínima de tres (3) años y desempeño para organizar el trabajo de la actividad a realizar en la unidad industrial, bajo responsabilidad del titular de actividad industrial. Está familiarizado con las regulaciones que se aplica al desempeño de dichas actividades y tiene conocimiento de cualquier peligro potencial en seguridad.

Supervisor de Seguridad y Salud Ocupacional

Es todo trabajador capacitado, elegido por los trabajadores de las unidades mineras con menos de veinte (20) trabajadores. El supervisor tiene las mismas obligaciones y responsabilidades del Comité de Seguridad y Salud Ocupacional.

Trabajador

Se le denomina a toda persona que desempeña una actividad laboral subordinada o autónoma, para un empleador privado o para el Estado. En esa categoría están incluidos todos los trabajadores del titular de actividad minera, de las empresas contratistas mineras o de las empresas contratistas de actividades conexas.

Trabajo de Alto Riesgo

Aquella tarea cuya realización implica un alto potencial de daño grave a la salud o muerte del trabajador. La relación de actividades

calificadas como de alto riesgo será establecida por el titular de actividad minera y por la autoridad minera.

Trabajo en Caliente

Aquél que involucra la presencia de llama abierta generada por trabajos de soldadura, chispas de corte, esmerilado y otros afines, como fuente de ignición en áreas con riesgos de incendio.

Unidad Minera o Unidad de Producción

Conjunto de instalaciones y lugares ubicados dentro de una o más Unidades Económicas Administrativas y/o concesiones mineras y/o de beneficio y/o de labor general y/o concesiones de transporte minero, en donde se desarrollan las actividades mineras o conexas. Entiéndase, en adelante, que la definición de “Centro de Trabajo, Unidad de Producción o Unidad Minera” ha sido reemplazada por este alcance.”

4.5.4 Marco Normativo

Del Reglamento Nacional de Edificaciones del Peru (RNE) utilizando la parte relacionada a la preparación del concreto, el uso del encofrado, armadura de fierro y demás.

OSHA. Reglamento de Seguridad e Higiene Minera del Peru. Ministerio de Energía y Minas del Peru. Específicamente el DS 024-2016 EM utilizando el Artículo 1 cuyo objetivo es prevenir la ocurrencia de incidentes, incidentes peligrosos, accidentes de trabajo y enfermedades ocupacionales, promoviendo una cultura de prevención de riesgos laborales en la actividad minera.

ASME B31.8 – Gas Transmission and Distribution Piping Systems utilizando el Capítulo II respecto a la soldadura de tuberías, inspección, pruebas y calificación de soldadores.

AISC es el manual del Steel Construction respecto a la fabricación e instalación de la estructura metálica.

ASTM se utilizó la norma A325M para pernos de acero estructural y su ajuste, se incluye la A-36 para la fabricación de las planchas de acero al carbono, además de la norma A-572A/ A572M de acero estructural con altos esfuerzos.

AWS utilizando el WPS (Welding Procedure Specification) para los casos de soldadura en plancha metálica y para soldadura de tuberías de acero al carbono.

NEMA, standard of National Electrical Manufacturers Association tomando el código ICS 18-2001 Motor Control Centers para la

instalación de cables eléctricos, motores eléctricos y equipos eléctricos.

NACE standard de National Association of Corrosion Engineers para la aplicación de pinturas sobre la estructura metálica y tuberías metálicas. Se incluye la Especificación Técnica de Pintura ET-0000BY-M-303 de VALE.

API standard de American Petroleum Institute, donde se aplica el API 594 para la selección y montaje de válvulas y el API 1104 para la instalación de tuberías.

4.6 Fases del Proyecto

4.6.1 FASE I.- ACTIVIDADES PREVIAS DE OBRA

- Reunión de inicio de actividades

En la reunión de inicio de actividades, se determinó las acciones a seguir antes del inicio del servicio y durante la ejecución de los trabajos.

Se muestra el Plan de Supervisión de los trabajos para el Montaje.

GRAFICO N° 4
PLAN DE SUPERVISION

Item	Descripcion	MITOS DE ENTREGA DE PROGRAMACION											
		07/04/2014	14/04/2014	21/04/2014	28/04/2014	05/05/2014	12/05/2014	19/05/2014	26/05/2014	02/06/2014	09/06/2014	16/06/2014	23/06/2014
1	Asistir a Kick off Meeting		✓										
2	Recepcionar documentos del Proyecto		✓										
3	Revisar Ingeniería del Proyecto		✓										
4	Seleccionar personal	✓	✓	✓	✓								
5	Solicitar equipos para el Proyecto				✓	✓	✓						
6	Presentar documentación contractual al cliente					✓							
7	Solicitar equipos del Proyecto					✓	✓						
8	Revisar Equipos del Proyecto					✓	✓						
9	Implementar Movilización y Campamento						✓						
10	Entregar Cronograma de Obra				✓					✓			
11	Iniciar actividades de Montaje Línea 01						✓						
12	Coordinar trabajos de Parada de Planta Línea 01						✓						
13	Iniciar trabajos de Parada de Planta Línea 01							✓					
14	Completar trabajos en Línea 01								✓				
15	Iniciar actividades de Montaje Línea 02								✓				
16	Coordinar trabajos de Parada de Planta Línea 02								✓				
17	Iniciar trabajos de Parada de Planta Línea 02									✓			
18	Completar trabajos de Parada de Planta Línea 02										✓		
19	Completar trabajos en Línea 02											✓	
20	Desmovilización												✓

Fuente: Elaboracion propia

Se pudo fijar responsabilidades de las actividades del arranque del proyecto con el equipo de profesionales asignados a la obra y personal de apoyo de la Oficina principal, teniendo especial preocupación en los siguientes temas:

- Preparación, aprobación e Implementación del Plan de Seguridad, de Manejo Ambiental, de Responsabilidad Social, del Control de Calidad
- Iniciar Movilización de los equipos considerados en la propuesta y los requerimientos de servicios, campamentos iniciales y facilidades temporales.

Dentro del tema que refiere a documentos que son exigencias contractuales, las actividades y responsabilidades principales está referido a las Gestiones Administrativas como Fianzas, Seguros, Poderes, permisos ante el Ministerio de trabajo, Licencias Municipales u otras, Inscripciones en AFP, ONP, ESSALUD. También es de suma importancia el inicio de la toma de personal, en coordinación con los responsables de Relaciones Comunitarias del cliente para determinar el personal local con prioridad de contratación para el Proyecto.

En esta reunión se definieron los siguientes temas:

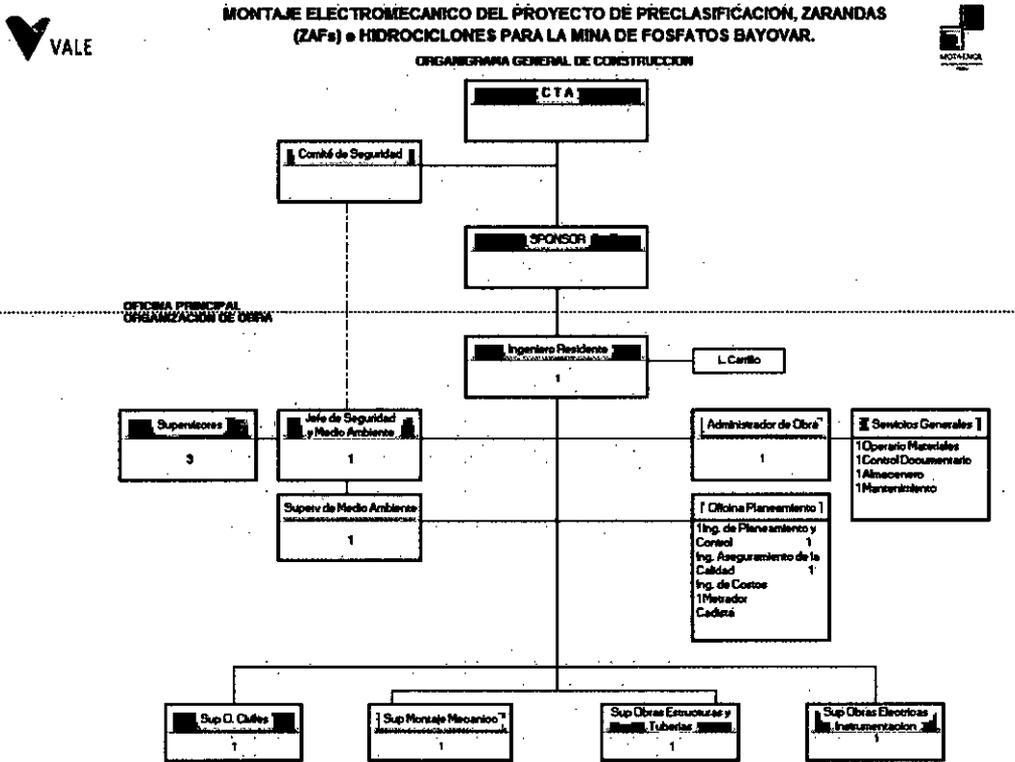
- Organización operativa del Contratista Mota Engil Peru S.A
- Comunicaciones formales y flujo de información
- Coordinación de los permisos requeridos
- Identificación del personal, vehículos y equipos del Contratista
- Objetivos y alcances del Proyecto
- Política de SSOMA
- Presentación del plan de arranque

- Revisión de las actividades críticas del inicio del Proyecto
- Presentación de las herramientas de control y desarrollo para lograr el objetivo del cumplimiento de las actividades del proyecto, tales como:
 - o Cronograma Base.
 - o Calendario del proyecto
 - o Curva S
 - o Histograma de personal y equipo
 - o Reporte Three Week Lookahead.
 - o Restricciones y plan semanal.
 - o Reporte semanal.
 - o Curva S
 - o Histograma de personal y equipos
 - o Actividades ejecutadas.
 - o Reporte mensual y Resumen general
 - o Curva S valorizada.
 - o Planilla de metrados y producción
 - o Valorizaciones y cronograma de cierre.

Luego se presentó el Organigrama del Proyecto que desarrollaría las actividades el cual se muestra a continuación junto con la descripción de los cargos referidos:

GRAFICO N° 5

ORGANIGRAMA DEL PROYECTO



Fuente: Elaboracion propia

Definición de cargos para el Proyecto:

Ingeniero Residente

Será la máxima autoridad de El Contratista en el sitio y será el responsable de la administración general del contrato.

Profesional en Ingeniería, con experiencia en la construcción de obras de plantas industriales que implican obras civiles y electromecánicas.

Será el responsable de la ingeniería de construcción dentro de los Estándares de Seguridad y Calidad.

Dentro de sus principales responsabilidades está:

- Representar a la empresa ante el cliente.
- Llevar a cabo los trabajos de acuerdo a las políticas de seguridad, calidad y medio ambiente.
- Poner a disposición del Proyecto con la suficiente anticipación, los recursos y subcontratos y/o servicios más importantes.
- Llevar a cabo los trabajos de acuerdo a las especificaciones técnicas proporcionadas por el cliente.

Jefe de Seguridad y Medio Ambiente

Profesional en Ingeniería de Seguridad y Medio Ambiente con especialización en sistemas de gestión de seguridad, salud

ocupacional y medio ambiente. Para cumplir con sus funciones el ingeniero de seguridad tendrá el soporte de supervisores de seguridad en un ratio de 1 supervisor por cada 50 trabajadores o 1 por cada frente de trabajo.

Es responsable de lo siguiente:

- Elaboración del Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Planificar la gestión de riesgos, identificar y analizar los riesgos, respuestas, seguimientos, control de riesgos del proyecto y emitir documentos relacionados a SSMA.
- Gestionar y controlar el Plan de Seguridad y Salud Ocupacional en coordinación con la Gerencia de Obra.
- Desarrollar actividades de capacitación en Seguridad y Salud Ocupacional.
- Asesorar a la línea de mando de la obra sobre el control de riesgos.
- Mantener actualizadas las estadísticas de seguridad.
- Mantener actualizadas y en funcionamiento todos los archivos y Registros del Plan de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Realizar auditorías periódicas con los elementos de la empresa en el Proyecto, preparándose para las auditorías internas de seguridad Corporativa y las exigidas por el cliente.
- Asesorar y establecer comunicación abierta a todos los trabajadores de la organización para promover una cultura orientada a cuidar las seguridad y salud, y a proteger el medio ambiente.

Jefe de Oficina Técnica

Es un profesional en Ingeniería y el responsable por el funcionamiento de la Oficina Técnica de la Obra.

Debe asegurar la oportuna actualización de los diseños constructivos.

Responde por el control y distribución de toda la documentación técnica utilizada en la obra, elaboración de las informaciones "as built" para el Cliente, y detalle de los procedimientos de construcción.

Prepara el Informe Final (Memoria Descriptiva, Planos de Obra, Metrados, Especificaciones Técnicas y Procedimientos).

Asegura la compatibilización correcta de planos de diseño para emitir planos de construcción.

Supervisa los procesos de elaboración de controles económicos y plazos del informe para la gerencia.

Elabora presupuestos adicionales.

Levantamiento de restricciones técnicas.

Valorizaciones.

Jefe de Control de Calidad

Profesional en Ingeniería, responsable de la Gestión de Calidad en la organización, encargado de la elaboración e implementación del Plan de Calidad, preparará las auditorías de calidad a las obras y es responsable de:

- La coordinación de todas las actividades de Control de Calidad, incluyendo la programación de los servicios de inspección, análisis y aprobación de informes de inspección y pruebas, control del desempeño de procesos, medición y ensayos, como así también de la información referente a la situación de las inspecciones y pruebas.
- Se reporta al Ingeniero Residente y es el responsable por calificar que el producto final atienda a las especificaciones del Proyecto, normas técnicas y directrices contractuales aplicables.
- La Unidad de Aseguramiento de la Calidad será la responsable de diseñar el sistema de calidad, adaptado a cada obra a ejecutar, y se encargará de aplicar correctamente los programas que se definan.
- Al desarrollar un plan para la obra, esta unidad contribuirá con el departamento de adquisiciones en la selección y evaluación de materiales y equipos y con el Área Técnica en la definición y cumplimiento de la programación definida del proyecto y los cálculos necesarios para la correcta ejecución del mismo.

- La unidad de calidad participa apoyando a la Obra, y aportará los parámetros que garanticen el buen funcionamiento del sistema de operación.
- Elaboración de DOSSIER de calidad y planos durante la ejecución y cierre del proyecto.

Administrador

Responsable de implementar acciones y actitudes con el objetivo de proveer los recursos que requiere el proyecto, orientado a conseguir los objetivos administrativos.

Realiza el seguimiento de los consumos de materiales y repuestos para ajustar los parámetros de existencias en función a las necesidades de la obra.

Participa en el comité de obra semanal convocados por el Ingeniero Residente.

Lleva la administración del personal y el control de la planilla en cuanto a pagos y tareas.

- **Trazo y replanteo.**

El trazo y replanteo se realizó para trasladar toda la información recibida durante la etapa de licitación al campo donde se desarrollaría el proyecto.

Se hizo necesario que los trabajos fueran ejecutados de conformidad con los planos, la ingeniería de detalle y las especificaciones técnicas proporcionadas por el cliente VALE.

En la etapa de licitación ya se había estudiado los planos y la Ingeniería de detalle de la obra pensando en la posibilidad certera de desarrollar la obra cuando sea adjudicada.

El Trazo y replanteo utilizó topografía y personal como topógrafos con sus respectivos asistentes (Edificaciones).

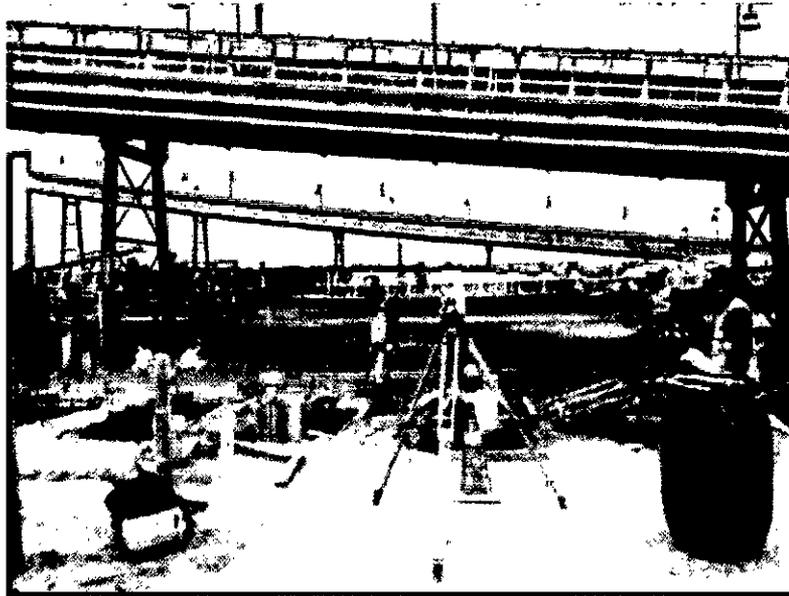
El levantamiento topográfico proyectó la distribución de los ejes sin interferencia apoyado con equipo de topografía como estación total, nivel topográfico, radio de comunicación y cámara digital junto con herramientas auxiliares.

En el trazo y replanteo se definieron los niveles base, las cotas de la cimentación y se identificaron y colocaron los ejes principales.

En base a estos ejes y niveles se realizó el control topográfico a lo largo de la obra.

FIGURA N° 9

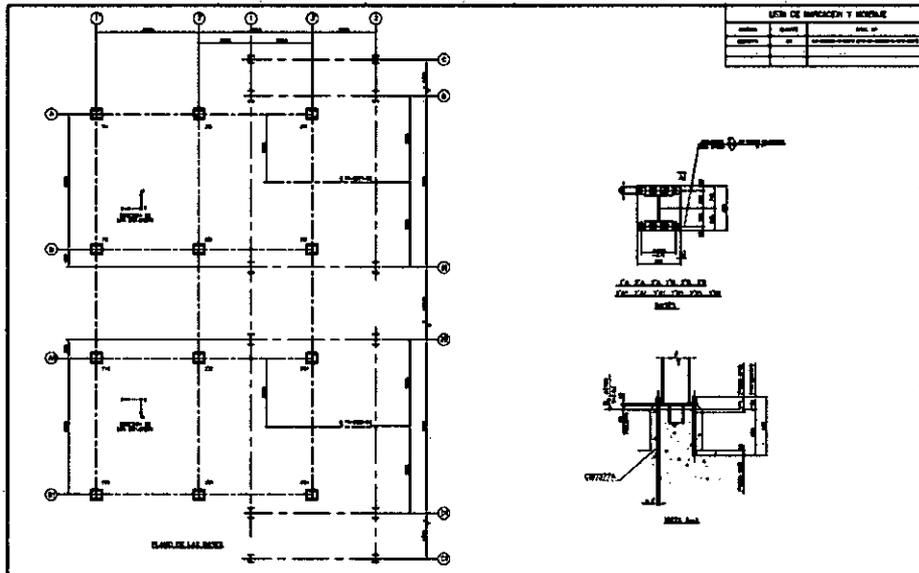
Ubicación de pernos de anclaje en ejes de Estructura Metálica



Fuente. Elaboracion propia

GRAFICO N° 6

DISTRIBUCION DE ZAPATAS



Fuente: Empresa VALE S.A

Aquí se identificaron los elementos existentes que fueron retirados por encontrarse en la zona de trabajo.

La ejecución de los trabajos fue realizada en 2 etapas y en forma escalonada. La primera etapa comprendió la fundación de la faja TR-2020-01. La segunda etapa comprendió la fundación de la faja TR-2020-02.

- **Elaboración y entrega de cronograma de actividades**

La elaboración del cronograma de actividades como se ve en el adjunto, se desarrolló contando con la Requisición Técnica, lo informado en la visita al sitio y viendo necesario considerar los 60 días de separación en la ejecución por parada de planta para que entre en servicio cada línea después de ser intervenida.

El inicio de obra se programó para el: 14 de Abril 2014.

El inicio de parada de planta de la línea 01 para el: 31 de Julio 2014.

El inicio de parada de planta de la línea 02 para el: 16 Setiembre 2014.

El término de la obra para el: 23 Octubre 2014.

Plazo de ejecución: 6 meses.

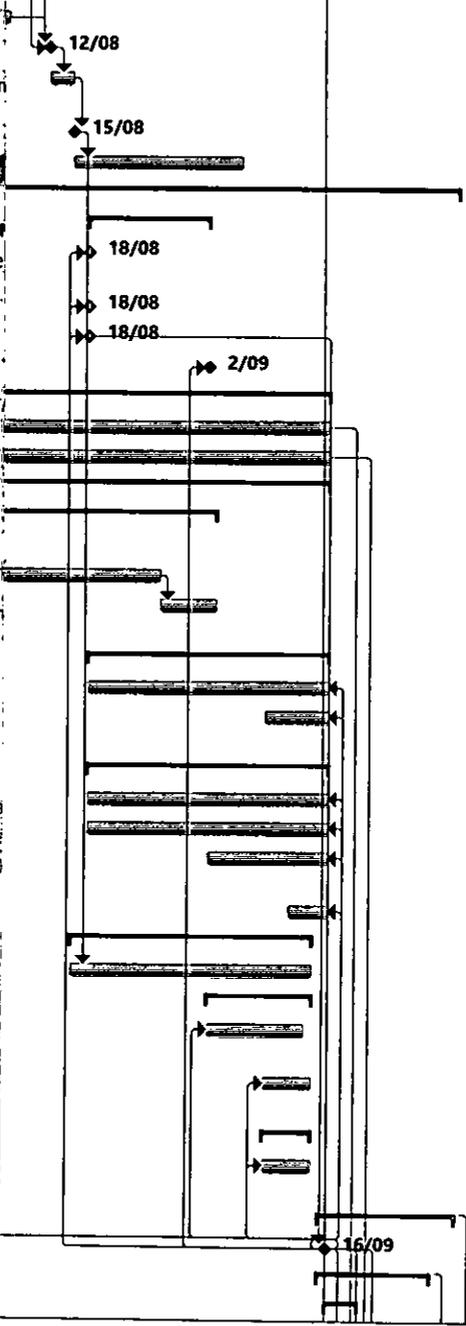
Los hitos del cronograma resultaron muy importantes para planificar la construcción considerando los recursos, revisar los metrados, comprobar la logística y la entrega de equipos, todos los materiales y algunos otros consumibles pertenecientes al Proyecto. Consideración especial en el plazo de entrega de las bombas de 20 semanas y que prácticamente su llegada marca la pauta de inicio de las actividades de la parada de planta.

GRAFICO 7
CRONOGRAMA DE OBRA

CRONOGRAMA DE OBRA

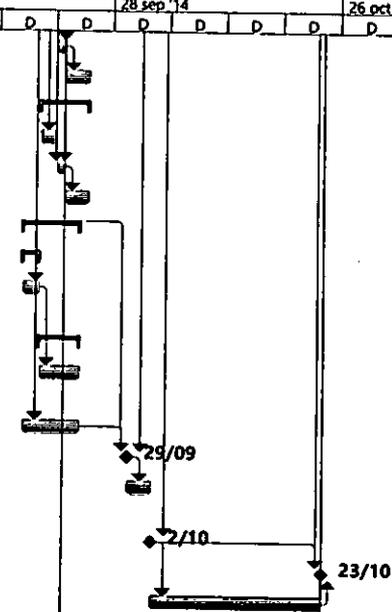
Id	Nombre de tarea	30 ago '14			31 ago '14			28 sep '14			26 oct '14		
		D	P	D	D	P	D	D	P	D	D	D	
52	Inicio de parada línea 1												
53	Pre-clasificación												
54	Desmontaje												
55	Nivel superior edificio (Línea 1)												
56	Faja TR-2020-01 (Línea 1) con s												
57	Retiro de faja-Jebe												
58	Celosía entre soporte 11 a ca												
59	11												
59	Soporte 11.												
60	Celosía entre soporte 9 a 10,												
61	Soporte 10 y 9												
62	Celosía entre soporte 7 a 8, t												
63	Soporte 8, 7												
64	Soporte 6.												
65	Celosía entre soporte 4 a 5, .												
66	Soporte 1, 2, 3, 4, 5												
67	Desmontaje area bombas												
68	Desmontaje línea salmuera												
69	Desmontaje bombas												
70	Montaje												
71	Nuevas estructuras correspond												
72	3												
72	Izaje hasta nivel 53.6												
73	Izaje nivel 53.6 a techo edif												
74	Terminación y ajustes												
75	Zaranda PN-2020-03 (Línea 1)												
76	Izaje												
77	Alineación y ajustes												
78	Faja TR-2020-01 (Línea 1) con												
79	Nueva polea de cabeza con												
80	Soporte 8, 9 & celosía entre												
81	Soporte 10, 11												
82	Celosía entre soporte 9 a 11												
83	cabeza												
83	Soporte 1, 2, 3, 4												
84	Celosía entre soporte 1 a 4,												
85	Soporte 5, 6												
86	Celosía entre soporte 4 a 5,												
87	Soporte 7.												
88	Celosía entre soporte 6 a 7,												
89	Empalme faja												
90	Adecuación del chute de al												
91	Eléctrico												
92	Montaje de equipos eléctri												
92	variadores de velocidad) y												
92	Pruebas												
93	Montaje de materiales y ca												
94	Instrumentación y Automati												
95	Montaje de Instrumentos												
95	y automatización												
96	Montaje de sistema de cor												
97	Comunicación												
98	Montaje de equipos de												
98	comunicación, automatiza												
99	Tubería.												
100	Montaje nueva línea												

Id	Nombre de tarea	ago '14			31 ago '14				28 sep '14				26 oct '14
		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
1	101												
2	102												
3	103												
4	104												
5	105												
6	106												
7	107												
8	108												
9	109												
0	110												
1	111												
2	112												
3	113												
4	114												
5	115												
6	116												
7	117												
8	118												
9	119												
0	120												
1	121												
2	122												
3	123												
4	124												
5	125												
6	126												
7	127												
8	128												
9	129												
0	130												
1	131												
2	132												
3	133												
4	134												
5	135												
6	136												
7	137												
8	138												
9	139												
0	140												
1	141												
2	142												
3	143												
4	144												
5	145												
6	146												
7	147												
8	148												
9	149												
0	150												
1	151												
2	152												
3	153												
4	154												
5	155												



Id	Nombre de tarea	30 ago '14			31 ago '14			28 sep '14			26 oct '14		
		D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
6	156	Nivel superior edificio (Linea 2)											
7	157	Faja TR-2020-02 (Linea 2) con sop											
8	158	Retiro de faja-Jebe											
9	159	Celosia entre soporte 11 a cabe											
		11											
0	160	Soporte 11.											
1	161	Celosia entre soporte 9 a 10, 8											
2	162	Soporte 10 y 9											
3	163	Celosia entre soporte 7 a 8, 6 a											
4	164	Soporte 8, 7											
5	165	Soporte 6.											
6	166	Celosia entre soporte 4 a 5, 1 a											
7	167	Soporte 1, 2, 3, 4, 5											
8	168	Desmontaje area bombas											
9	169	Desmontaje linea salmuera exi											
0	170	Desmontaje bombas											
1	171	Montaje											
2	172	Nuevas estructuras correspondie											
		3											
3	173	Izaje hasta nivel 53.6											
4	174	Izaje nivel 53.6 a techo edifici											
5	175	Terminación y ajustes											
6	176	Zaranda PN-2020-03 (Linea 1)											
7	177	Izaje											
8	178	Alineación y ajustes											
9	179	Faja TR-2020-01 (Linea 1) con so											
0	180	Nueva polea de cabeza con m											
1	181	Soporte 8, 9 & celosia entre sc											
2	182	Soporte 10, 11											
3	183	Celosia entre soporte 9 a 10,											
		cabeza											
4	184	Soporte 1, 2, 3, 4											
5	185	Celosia entre soporte 1 a 4											
6	186	Soporte 5, 6											
7	187	Celosia entre soporte 4 a 5, 5											
8	188	Soporte 7.											
9	189	Celosia entre soporte 6 a 7, 7											
0	190	Empalme faja											
1	191	Adecuación chute de alimenta											
2	192	Tubería.											
3	193	Montaje nueva linea											
4	194	Montaje bombas											
5	195	Zarandas de alta frecuencia											
6	196	Adecuacion de celdas de atricc											
7	197	Eléctrico											
8	198	Montaje de materiales y cabl											
9	199	Instrumentación y Automatizac											
0	200	Montaje de instrumentos de											
		y automatización											
1	201	Montaje de sistema de contr											
2	202	Comunicación											
3	203	Montaje de equipos de											
		comunicación, automatizacio											
4	204	Montaje											
5	205	Zaranda PN-2020-17 (3 Ton)											
6	206	Izaje zaranda											

Id	Nombre de tarea	ago '14				sep '14				oct '14			
		P	D	P	D	P	D	P	D	P	D	P	D
07	207												
08	208												
09	209												
10	210												
11	211												
12	212												
13	213												
14	214												
15	215												
16	216												
17	217												
18	218												
19	219												
20	220												
21	221												
22	222												
23	223												
24	224												
25	225												
26	226												



Elaboracion planos as built línea 2

SUMINISTROS DEFINITIVO DEL CONTRATISTA

Suministro bombas de pulpa y salmuera

Suministro de Variadores de velocidad y columnas (MT)

Como punto inicial se consideraba reclutar al personal idoneo para este tipo de trabajos, de igual forma se debia completar los RAC's (Requisitos de Actividades Criticas) o cursos obligatorios de seguridad para ingresar al campo y efectuar la movilizacion de los equipos, herramientas y materiales.

Durante la etapa de la instalacion de facilidades, se instaló el campamento de oficinas tipo contenedores y almacenes que incluia la instalacion de baños portatiles para el personal.

Este plazo tuvo una duracion de 30 dias.

- **Consideraciones en el Plan de seguridad**

Se elaboró el Plan de seguridad de acuerdo al Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional y otras medidas complementarias en minería, aprobado por el DS N° 055-2010-EM, la Ley General de Medio Ambiente teniendo en cuenta que el presente documento fue estructurado y concebido como una herramienta de gestión para todos los trabajadores del Contratista, que laboraron dentro de la mina Bayóvar. (Trabajo, 2010)

El plan de Seguridad y Medio ambiente tuvo las siguientes consideraciones que permitieron:

a).- Asegurar que las actividades se desarrollasen de acuerdo a las normas, procedimientos y Manual de Prevención de pérdidas de VALE, concordantes con los procedimientos de Operación de la Contratista, así como la aplicación de Procedimientos y estándares de Calidad.

b).- Mantener la coordinación en forma permanente en las áreas de trabajo, haciendo que los riesgos de Seguridad Salud Ocupacional y Medioambiente sean parte de la operación a cargo del Supervisor, con asesoramiento del Departamento de Prevención de Pérdidas.

c).- Mantener un buen control de los Equipos de Protección Personal para los trabajadores, exigiéndoles el uso correcto y en

forma obligatoria en beneficio y cuidado de la integridad física del personal.

d).- Dar cumplimiento a los estándares legales en materia de prevención de Incidentes y las recomendaciones emanadas de organismos fiscalizadores, según el Reglamento de Seguridad e Higiene Minera D.S. 055-10-EM. y D.S. N°005 – 2012-TR. .

e).- Prevenir los daños materiales a la propiedad y equipos.

i).- Contribuir para el logro de una adecuada “cultura de seguridad”, a través del compromiso de todos los trabajadores y una mejora continua.

- **Movilización y Campamento de obra**

El inicio de la movilización se dio a partir del 23 de Mayo 2104 y finalizó 30 días después, el 23 de Junio.

Tomando como base el cronograma, se ha elaborado un plan de movilización de equipos y personal a la zona de trabajo.

La movilización de equipos pesados tales como la Grúa de 50 Ton, la Grúa de 90 Ton, la Excavadora, el Cargador frontal, los manlifts, se hizo usando camiones cama baja y escolta y las máquinas de soldar, manlifts, contenedores de 20 pies, materiales y otros menores se hizo con camiones plataformas.

Los volquetes, la cisterna de agua, camiones, buses para el personal y camionetas se movilaron por sus propios medios hacia la zona de trabajo.

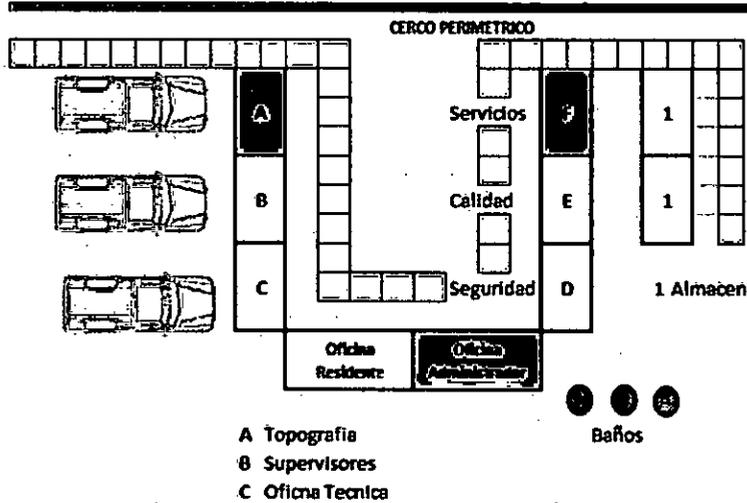
Los trabajos de movilización implicaron la construcción del campamento de obra.

Considerando los estándares del Contrato se procedió a desarrollar la distribución de las oficinas y facilidades, según se describe a continuación:

GRAFICO N° 8

CAMPAMENTO DE OFICINAS EN OBRA

DIAGRAMA DE CAMPAMENTO MOTA ENGIL EN OBRA



Fuente: Elaboracion propia

Las oficinas y almacenes fueron del tipo contenedores habilitados con mobiliario de oficina y aire acondicionado y ubicados a 300 metros al lado Este de la línea 2 de la Planta.

Se instaló un taller de mantenimiento de equipos y otro para los prefabricados de soldadura además del taller para el armado de fierro de construcción y encofrado.

Se habilitó energía eléctrica para las oficinas y taller mediante 01 Generador de 50 kW.

Los servicios higiénicos fueron del tipo baños portátiles cerca al campamento y en puntos cercanos a los frentes de trabajo.

El almuerzo se realizaba en el comedor de VALE, y el desayuno y la cena se tomaban en la ciudad de Sechura, lugar donde se alojaban todos los trabajadores.

La movilización del personal obrero desde Sechura hacia la mina, se realizaba en buses de 55 pasajeros y el personal Staff se desplazaba en camionetas y coaster.

CUADRO N° 5

PRINCIPALES EQUIPOS MOVILIZADOS			
ITEM	DESCRIPCION DEL EQUIPO	Cantidad	Unidad
1	Grupo Electrónico 15 KW	4	und.
2	Vibrador de concreto 5HP	2	und.
3	Pisón Compactador LT7000 - 4HP	2	und.
4	Cargador Retroexcavadora 80HP-89HP	1	und.
5	Compresora Neumática 250 PCM	1	und.
6	Camión Volquete 6x4 15m ³ 400HP - 440HP	1	und.
7	Carmix 2.5 -Autohormig UNIMAQ	1	und.
8	Taladro TE 70	2	und.
9	Rosadora Eléctrica	1	und.
10	Grúa telescópica 90 Ton, Año 2010.	1	und.
11	Grúa telescópica 50 Ton, Año 2010	1	und.
12	Camión grúa 18 Ton, Año 2011.	2	und.
13	Cama alta 30 Ton, Año 2010 .	2	und.
14	Grupo eléctrico 55KW, Año 2011	2	und.
15	Manlift 60 ft, Año 2009.	2	und.
16	Torres de iluminación , Año 2010.	4	und.
17	Cabalete Alzabobina	1	und.
18	Megómetro	2	und.
19	Equipos para Pruebas	2	und.
20	Andamio Estandarizado	1	Gib
21	Bus 55 pasajeros	3	und.
22	Coaster 20 pasajeros	2	und.
23	Cisterna para combustible 2500 galones	1	und.
24	Maquina de Termofusion 28	1	und.
25	Maquina de Termofusion 630	1	und.
26	Maquina de Termofusion 1236	1	und.

Fuente : Elaboracion propia

- **Fabricación de estructura metálica**

Se enviaron a fabricar estructuras metálicas pesadas, livianas, planchas metálicas para cartelas de unión, bases soporte de columnas y pasarelas metálicas tipo rejilla para completar el montaje de las fajas transportadoras usando los criterios del proyecto para las estructuras metálicas según los siguientes documentos:

CP-S-001-Criterios de proyecto para estructura metálicas.

ET-0000BY-M-303 – Especificación Técnica de Pintura.

Respecto a las normas, códigos y estándares se usaron los referidos a la estructura metálica como son:

En General;

RNE – Reglamento Nacional de Edificaciones del Peru.

UBC – Uniform Building Code

ASTM – American Society for Testing and Materials

OSHA – Occupational Safety and Health Administration

ACI – American Concrete Institute (318-05, appendix D, 355.2-04)

Reglamento de Seguridad e Higiene Minera del Peru. Ministerio de Energía y Minas del Peru

Para Estructuras de Acero

AISC – American Institute for Steel Construction

AISI – American Iron and Steel Institute

AWS – American Welding Society, Structural Welding Code D1.1

AISE # 13 – Association for Iron and Steel Engineers – Guide for the Design and Construction of Mill Building

RNE-E.090 – Estructuras Metálicas – Reglamento Nacional de Edificaciones del Peru.

Para la fabricación se utilizaron los planos entregados por VALE.

Planos de bases, de vigas, elevaciones y secciones transversales, planos de marcos y tirantes, planos de cobertura estructural y la lista de materiales.

Las características de los materiales utilizados aparecen como;

- a. Acero estructural, incluido planchas y perfiles según norma ASTM A 36 y ASTM A 573 grado 50.**
- b. Se usó el ASTM A 501 para los tubos standard de las barandas en diámetro de 1 ½”.**
- c. Para las planchas de piso se usaron las planchas estriadas de 6mm o ¼” con diseño antideslizante en calidad ASTM A 36, galvanizadas en caliente según ASTM A 153.**

- d. Las parrillas de piso son barras de acero soldadas de sección 32mm x 5mm (1 ¼"x3/16"), en calidad ASTM A36 y galvanizadas en caliente según ASTM A 153.
- e. Los peldaños en todas las áreas, son parrillas soldadas con plancha de nariz y barras de soporte de 32mm x 5mm (1 ¼"x3/16") en calidad ASTM A36 y galvanizadas en caliente según ASTM A 153.
- f. Los pernos de alta resistencia y los usados para conexiones secundarias corresponden a la ASTM A 325 galvanizados en caliente.
- g. Los electrodos son según AWS-A-5-1 E7018 de 1/8"Ø
- h. Los pernos de anclaje en concreto, corresponden a la ASTM A 36 y galvanizados en caliente según ASTM A 153.

Con la normativa y códigos indicados, se procedió con la fabricación de la estructura metálica siguiente:

- ✓ Se fabricaron 2,960 kg de Estructura metálica pesada.
- ✓ Se fabricaron 22,160 kg de Estructura metálica liviana,
- ✓ Se fabricaron 5,360 kg de planchas metálicas para soportes, cartelas y perfiles laminados.
- ✓ Se fabricaron 1,520 kg de pasarelas para piso tipo rejilla metálica.

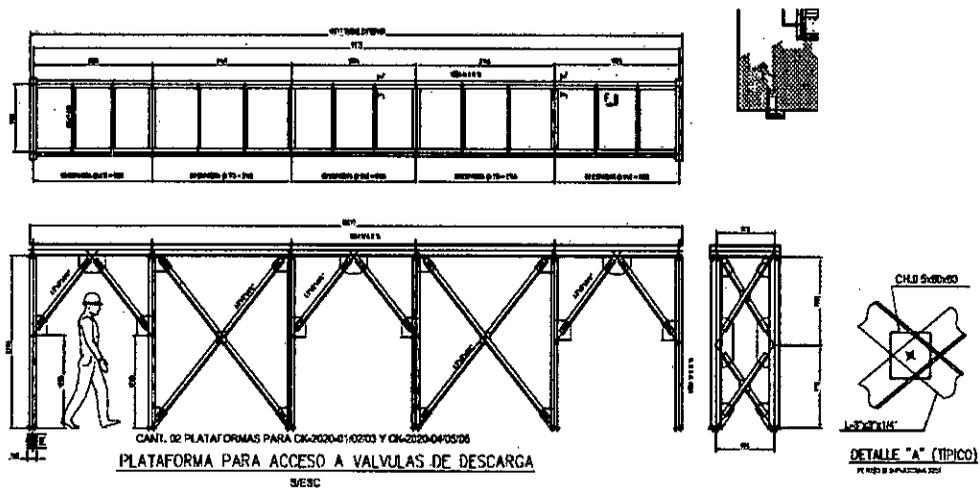
En la fabricación de la estructura metálica se tuvieron las siguientes consideraciones;

- a. Todas las conexiones de taller fueron soldadas según el AISC y el código AWS D1.1 y las de terreno se prepararon para ser empernadas.
- b. El diseño de la soldadura para los electrodos fue E7018 para acero estructural y E6010 para planchas de piso y parrillas con un filete mínimo de 5 mm
- c. En las conexiones de empalme de columnas, vigas, armaduras, conexiones sujetas a vibraciones, fatiga, para soportes de porta grúas y para perforaciones con sobre tamaño se usaron conexiones de deslizamiento crítico (slip critical) de acuerdo al AISC, la superficie de contacto fue pintada incluso con pintura de zinc inorgánico.
- d. Para las conexiones de correas y barandas se usaron pernos de 5/8" Ø en ASTM A 325 galvanizado en caliente según norma ASTM A 153 y el número mínimo de pernos es 2 unidades

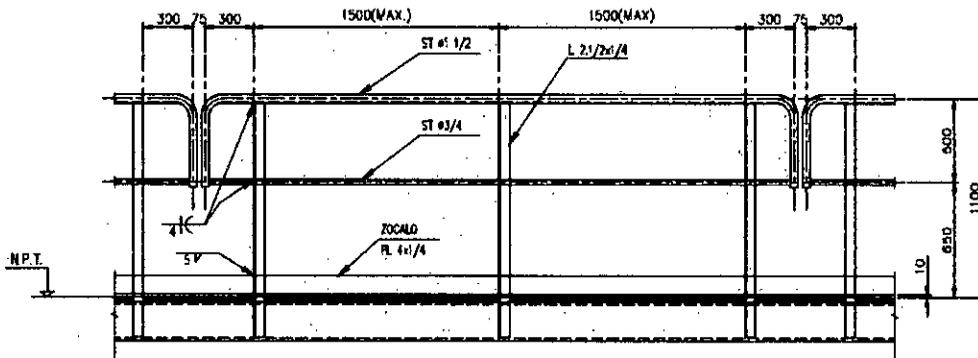
La estructura metálica se fabricó en Lima y luego trasladada en camiones hasta Bayóvar donde fueron almacenados hasta realizar el montaje. Se muestran los planos de la estructura metálica que se fabricó, como son:

GRAFICO N° 9

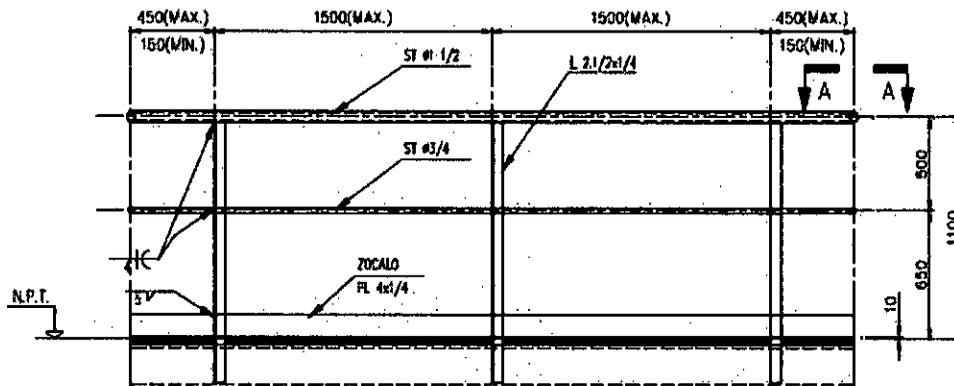
GRAFICOS ESTRUCTURA METALICA



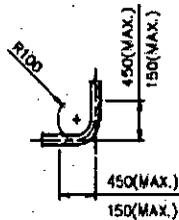
A-1 BARANDAS PARA PLATAFORMAS



BARANDA=CUERPO REMOVIBLE



BARANDA=CUERPO PERMANENTE



CORTE A-A

- 1.- LAS BARANDAS IMPORTANTES SE FABRICAN EN TALLER.
- 2.- TODOS LOS CORTES EN EL PASAMANO DEBERAN TENER ACABADO LISO.

Fuente: Empresa VALE S.A

La nueva estructura metálica soporte de las Zarandas PN-2020-03/04, fue anexada a la estructura existente para soportar las zarandas. (INC, 1994)

La unión de estas estructuras se hizo en campo utilizando soldadura y a través de la ampliación de una plataforma para el mantenimiento de las zarandas sobre la estructura existente con escaleras y soporte de monorriel de mantenimiento.

- **Obras civiles**

Los datos básicos y criterios de diseño que se usaron en la obra civil fueron los siguientes:

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones del Peru.

UBC: Uniform Building Code

AASHTO: American Association of State of Highways and Traffic Officials.

EG 2000: Especificaciones Técnicas Generales para la Construcción de Carreteras.

Reglamento de Seguridad e Higiene del Peru. Ministerio de Energía y Minas del Peru.

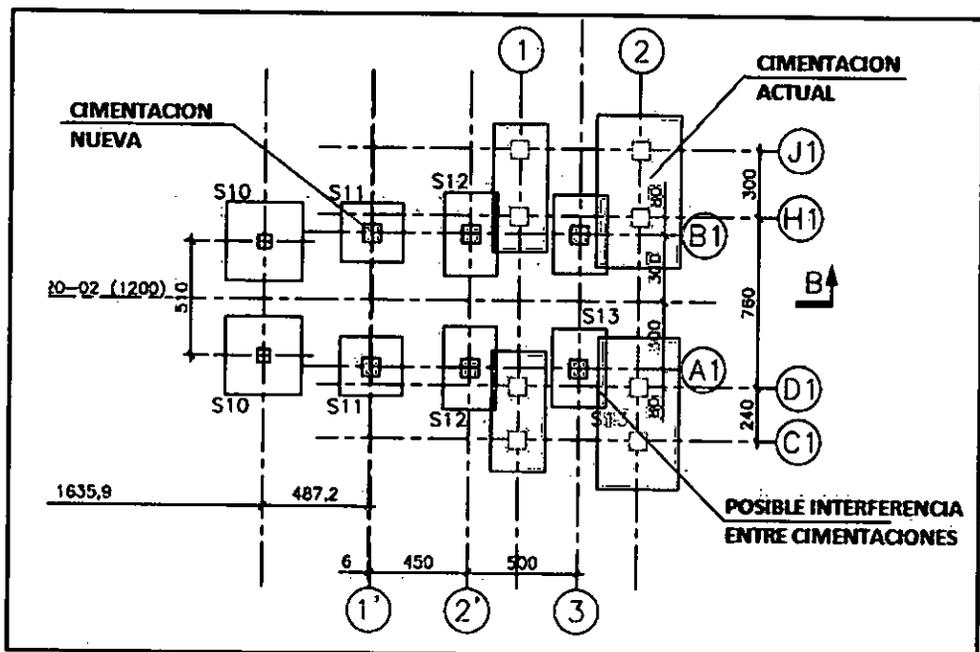
EUROCODIGO 8-Parte 4, silos, depósitos y tuberías – Disposiciones para el proyecto de estructuras sismo resistente.

ACI: Recommended Practice for Design and Construction of Concrete Bins Silos and Bunkers for Storing Granular Material.

Inicialmente se realizó el trazo y replanteo para; definir los niveles base, las cotas de la cimentación, e identificar y colocar los ejes principales.

En base a estos ejes y niveles se realizó el control topográfico a lo largo de la obra. Se identificaron los elementos existentes a ser demolidos por encontrarse en la zona de trabajo.

GRAFICO N° 10
UBICACIÓN DE CIMENTACIONES



Fuente: Elaboración propia

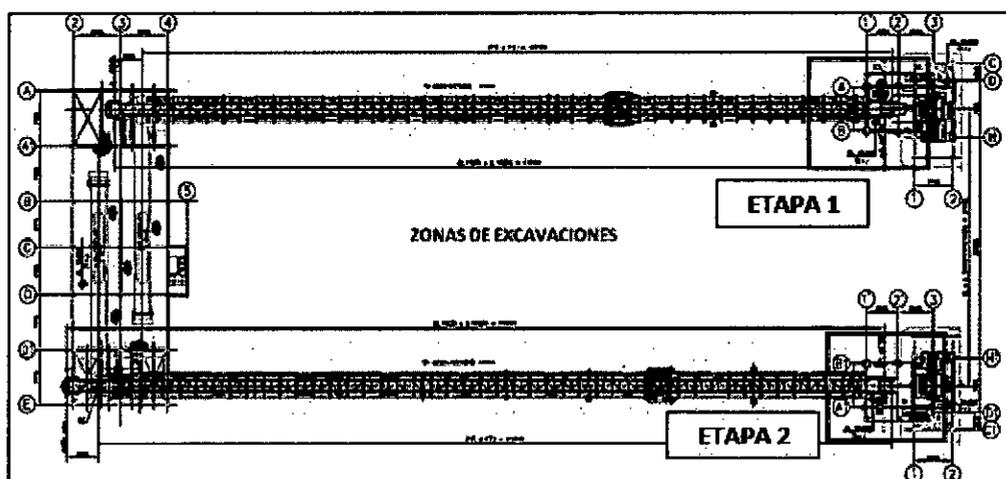
La ejecución de los trabajos fue realizada en 2 etapas en forma escalonada. La primera etapa comprende la fundación de la faja

TR-2020-01 en la línea 01. La segunda etapa comprende la fundación de la faja TR-2020-02 en la línea 02.

Ambos trabajos se realizaron con la planta en operación.

El grafico a continuación muestra la distribución de las etapas a intervenir según las Fajas Transportadoras.

GRAFICO N° 11
ETAPAS 1 Y 2 SOBRE FAJAS TRANSPORTADORAS



Fuente: Empresa VALE S.A

Una vez terminados los trabajos de la cuadrilla de demolición y excavación en la Etapa 1, pasará a ejecutar la Etapa 2. De igual manera se ejecutaron los trabajos de concreto armado.

En el lugar donde se realizaron las excavaciones, se encontraron losas de piso de concreto armado, por lo tanto se tuvieron que demoler, habilitando las superficies adecuadamente para reponer la losa de concreto y poder realizar los empalmes de los aceros de refuerzo.

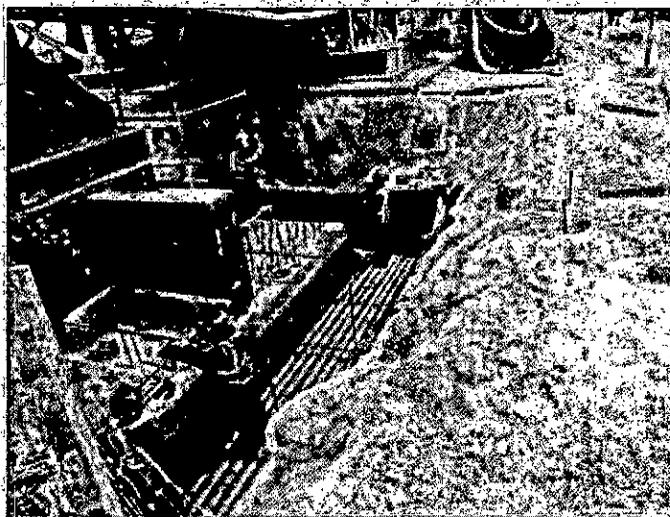
Considerando que la nueva cimentación se ubicó muy cercana a la existente, se realizó la excavación de esta zona en forma manual, utilizando una compresora con un martillo neumático para las excavaciones en material de 3ra. Categoría y peones en forma manual para las excavaciones en material de 1ra y 2da. Categoría. A fin de garantizar la estabilidad de los taludes y evitar derrumbes y deslizamientos, se verificó el tipo de suelo a excavar y se definió la inclinación del talud a mantener antes de excavar la zona en talud.

El esparcido de los rellenos se hizo humedeciendo el material a su contenido de humedad óptimo y compactándolo por capas de espesor acorde con el equipo de compactación a emplear, el cual dependió de la dimensión e interferencias de la zona a rellenar. Se empleó apisonadores mecánicos de 60Kg en los rellenos.

Previo a cada vaciado se levantó el protocolo respectivo en el que se verificó la posición de cada barra, con la participación de la Supervisión.

FIGURA N° 10

COLOCACION DE ARMADURA DE FIERRO



Colocación de armadura en zapata 2.



Colocación de puntas acero con capuchones en la parte superior de zapata 2.

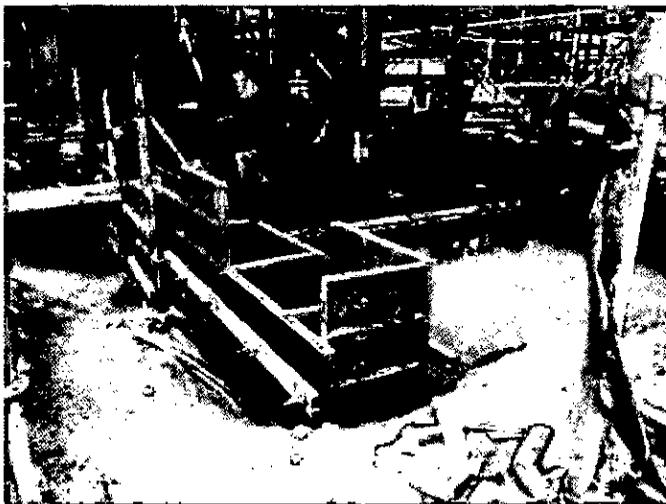
Fuente: Elaboracion propia

Colocación y retiro de elementos de encofrado

Se usaron encofrados metálicos prefabricados, el cual por su bajo peso pudo ser manejado manualmente por un operario.

FIGURA N° 11

ENCOFRADO DE PEDESTALES EN TORRE 01



Fuente: Elaboracion propia

Colocación de Concreto

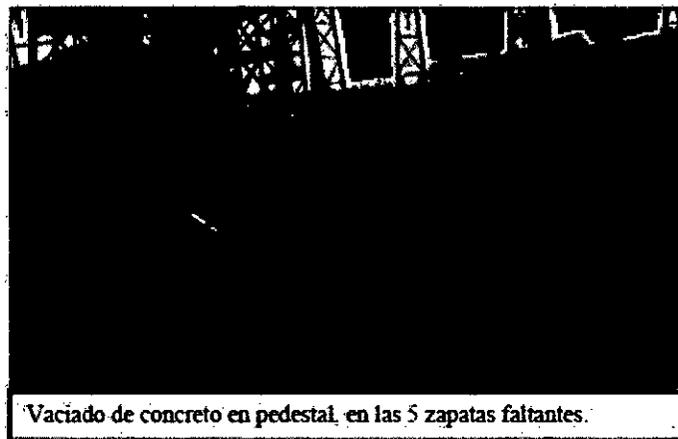
Para todas las áreas se utilizó concreto fabricado en obra con el uso de un camión auto hormigonero.

Los agregados se acopiaron al costado de los elementos de concreto a vaciar. El camión auto hormigonero estacionado entre

los agregados y los elementos de concreto se encargó por medios manuales de colocar el concreto.

FIGURA N° 12
VACIADOS DE CONCRETO

Avance de obras civiles en soporte de bandejas eléctricas				
Descripción	Proyectado		Ejecutado	
	N° de Zapatas	Volumen concreto	N° de Zapatas	Volumen concreto
I. Concreto soportes de bandejas eléctricas				
Concreto estructural	26	37m ³	26	Avance 100%
Concreto no estructural	26	3m ³	26	100%
II. Encofrado				
Encofrado en pedestal	26	193 m ²	26	Avance 100%
III. Acero				
Acero en zapatas				



Fuente: Elaboracion propia

El concreto se colocó en capas horizontales de altura variable tomando las previsiones necesarias para controlar la temperatura del concreto.

En el vaciado se utilizaron vibradores eléctricos tipo aguja de cabezal cuadrado y el curado se hizo con curador químico líquido inmediatamente después del desencofrado, para evitar la pérdida de humedad.

Las cargas y fuerzas de diseño empleados pertenecen al RNE o Reglamento Nacional de Edificaciones que se identifican a continuación y son las que se usaron en los trabajos descritos tales como:

- Las cargas muertas que son las cargas verticales debido al peso propio de componentes estructurales y no estructurales permanentes de un determinado equipo o accesorio para lo cual se consideró el peso específico de la tabla:

CUADRO N° 6

PESO ESPECIFICO DE MATERIAL

MATERIAL	PESO ESPECIFICO (kN/m³)
* Concreto simple	24.0
* Concreto armado	25.0
* Agua	10.0
* Acero	78.5
* Bloques de concreto	15.0
* Paredes de bloques	18.0

Fuente: Empresa VALE S.A

- Las cargas de operación denominadas como las cargas muertas más el peso propio del líquido en el equipo. Las

cargas de operación tendrán los mismos factores de carga que las cargas muertas.

- Las cargas de prueba que son las carga muertas más el peso del líquido para la prueba del equipo. Las cargas de operación tendrán los mismos factores de carga que las cargas muertas.
- Las cargas vivas que son las cargas producidas por el uso y operación del equipo propio y se pueden tomar las del siguiente cuadro.

CUADRO N° 7
PARAMETROS DE CARGAS VIVAS

LOCAL	kN/m²
* Sala de control en general	5.0
* Salas Electricas	10.0
* Salas de cables	5.0
* Techos de obras industriales	2.0
* Plataformas de accesos, pasajes, etc	3.0
* Plataformas de operación	5.0

Fuente: Empresa VALE S.A

Y respecto al concreto, se utilizaron los códigos, especificaciones, materiales y requerimientos generales atendiendo las condiciones climáticas de la zona.

Para el concreto armado se usa el ACI: American Concrete Institute y demás.

El método del diseño usado fue el método de ruptura para todo elemento estructural de acuerdo al ACI 318. Los requerimientos de deformación estáticos o dinámicos, van de acuerdo con el código aplicable y recomendaciones del fabricante.

Se usó el concreto de acuerdo a la Norma E.060 – Concreto Armado y aplicando un revestimiento resistente al ácido evitando el deterioro en las superficies expuestas y en contacto con el terreno.

La calidad del concreto, se resume en la siguiente tabla:

CUADRO N° 8
CALIDAD DEL CONCRETO

Estructura	Resistencia mínima a los 28 días	
	MPa	kg/cm ²
Columnas, vigas, losas, muros	35	350
Fundaciones	35	350
Losas sobre terreno	35	350
Drenaje (cunetas, sumidero)	21	210
Banco de ductos enterrados	21	210
Solados	10	100
Badenes	21	210

Fuente: Empresa VALE S.A

- **Entrega de equipos**

Para el Proyecto de Pre-clasificación, el cliente VALE suministró lo siguiente:

- Suministro de la faja transportadora TR-2020-01, Fabricante FLSmidth, de 1200mm x 1521tph, Color Azul Munssell 10B4/10, Marca Goodyear, tipo EP1000/4, cantos moldeados, abierta, para Abrasión Extra RMA-1, Espesor 10mm, resistencia a la abrasión 90mm³, dureza superficial 90Sh A, Cobertura inferior 3mm, Dureza 65 ShA, Carcaza tipo Polyester de 4 lonas x 260 metros y 7,680kg con su respectiva estructura metálica de soporte.
- Suministro de la faja transportadora TR-2020-02, Fabricante FLSmidth, de 1200mm x 1521tph, Color Azul Munssell 10B4/10, Marca Goodyear, tipo EP1000/4, cantos moldeados, abierta, para Abrasión Extra RMA-1, Espesor 10mm, resistencia a la abrasión 90mm³, dureza superficial 90Sh A, Cobertura inferior 3mm, Dureza 65 ShA, Carcaza tipo Polyester de 4 lonas x 266 metros y 8,130 kg con su respectiva estructura de soporte.

CUADRO N° 9

LISTA DE FAJAS TRANSPORTADORAS

ITEM	DENOMINACION	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	TR01	Fajas Transportadoras TR-2020-01 Ancho(mm)=1,200.0 Longitud(m)=110.0 Desnivel(m)=23.50 Velocidad(m/s)=2.47 Potencia=150.0kW Peso=119 ton	m	110.00
2	TR02	Faja Transportadora TR-2020-02 Ancho(mm)=1,200.00 Longitud(m)=116.85 Desnivel(m)=23.50 Velocidad(m/s)=2.47 Potencia=150.00kW Peso=126 ton	m	116.85

Fuente: Empresa VALE S.A

- Suministro de zaranda PN-2020-03
- Suministro de zaranda PN-2020-04
- Suministro de estructura metálica para la torre de transferencia.

CUADRO N° 10

LISTA DE ZARANDAS Y TECLES

ITEM	DENOMINACION	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	PN03	Zaranda Vibratoria (3.000x6.000mm Doble Deck) PN-2020-03 Potencia: 2 x 37.00kW Peso: 20 ton	un	1.00
2	PN04	Zaranda Vibratoria (3.000x6.000mm Doble Deck) PN-2020-04 Potencia: 2 x 37,00kW Peso: 20 ton	un	1.00
3	TE10	Teclé Electrico TE-2020-10 Potencia=5,5kW Peso=0.85 ton Altura de Elevación (m)=31,00 Trayectoria (m)=18,00 Capacidad=5 ton	un	1.00
4	TE11	Teclé Electrico TE-2020-11 Potencia=5,5kW Peso=0,85 ton Altura de Elevación (m)=31,00 Trayectoria (m)=18,00 Capacidad=5 ton	un	1.00

Fuente: Empresa VALE S.A

En las ZARANDAS DE ALTA FRECUENCIA (ZAFs), las denominadas según como se describe a continuación:

- Suministro de zaranda PN-2020-17
- Suministro de zaranda PN-2020-18
- Suministro de zaranda PN-2020-19
- Suministro de zaranda PN-2020-20
- Suministro del manifold de alimentación a zarandas.

CUADRO N° 11

LISTA DE ZARANDAS DE ALTA FRECUENCIA

EQUIPO TAG. N°	DESCRIPCION	CANT.	UNID.	CAPACIDAD OPERACIONAL UNITARIA		CARACTERISTICAS ESPECIFICAS	POTENCIA UNITARIA KW(CV)	PESO (KG)	PROVEEDOR	OBSERVACIONES
				NOMINAL	PROYECTO					
PH-2020-17	Zaranda de Alta Frecuencia	1	und	95.04t/h Base DSF	114.08t/h Base DSF	Dimensiones (mm) 1,079 x 4,545 x 2,794 Abertura : 0.8 mm	2 x 3.7 (2 x 5.0)	2,811	Suministra: VALE Proveedor:Derrick	Equipo Operacional Nuevo
PH-2020-18	Zaranda de Alta Frecuencia	1	und	95.04t/h Base DSF	114.08t/h Base DSF	Dimensiones (mm) 1,079 x 4,545 x 2,794 Abertura : 0.8 mm	2 x 3.7 (2 x 5.0)	2,811	Suministra: VALE Proveedor:Derrick	Equipo Operacional Nuevo
PH-2020-19	Zaranda de Alta Frecuencia	1	und	95.04t/h Base DSF	114.08t/h Base DSF	Dimensiones (mm) 1,079 x 4,545 x 2,794 Abertura : 0.8 mm	2 x 3.7 (2 x 5.0)	2,811	Suministra: VALE Proveedor:Derrick	Equipo Operacional Nuevo
PH-2020-20	Zaranda de Alta Frecuencia	1	und	95.04t/h Base DSF	114.08t/h Base DSF	Dimensiones (mm) 1,079 x 4,545 x 2,794 Abertura : 0.8 mm	2 x 3.7 (2 x 5.0)	2,811	Suministra: VALE Proveedor:Derrick	Equipo Operacional Nuevo

Fuente: Empresa VALE S.A

VALE suministró un nido con 06 Hidrociclones para la línea de procesamiento 01 y un nido con 06 Hidrociclones para la línea de procesamiento 02.

Las bombas de pulpa y de Salmuera con las siguientes características:

CUADRO N° 12
LISTA DE BOMBAS

ITEM	DENOMINACION	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	BP11	Suministro de Bomba de Pulpa BP-2040-11 Potencia: 220kw Peso total: 5,200kg Peso piezas que seran cambiadas=1,420kg	un	1.00
2	BP12	Suministro de Bomba de Pulpa BP-2040-12 Potencia: 220kw Peso total: 5,200kg Peso piezas que seran cambiadas=1,420kg	un	1.00
3	BA10	Suministro de Bomba de Salmuera BA-3010-10 Potencia: 260kW Peso total: 2,450kg	un	1.00
4	BA11	Suministro de Bomba de Salmuera BA-3010-11 Potencia: 260kW Peso total: 2,450kg	un	1.00
5	BA12	Suministro de Bomba de Salmuera BA-3010-12 Potencia: 260kW Peso total: 2,450kg	un	1.00

Fuente: Empresa VALE S.A

CUADRO N° 13

LISTA DEL MATERIAL ELECTRICO

ITEM	EAP		DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL	UNID.	CANTIDAD
	Área	SubÁrea			
01	20	20BY	Suministro de gavetas adicionales para CCM 460V TAG MC-2000-05, conforme doc. N° FD-2020BY-E-60412	un.	8.00
02	20	20BY	Suministro de gavetas adicionales para CCM 460V TAG MC-2000-06, conforme doc. N° FD-2020BY-E-60412	un.	8.00
03	20	20SY	Suministro de cable de potencia con aislamiento en EPR - Acordonamiento clase 2 - Temperatura de servicio 90°C - Singelo - Clase de tensión 3,6/6kV - Sección 35mm ²	m	2,100.00
04	20	20SY	Suministro de cable de potencia con aislamiento en HEPR - Acordonamiento clase 5 - Temperatura de servicio 90°C - Tripolar - Clase de tensión 0,6/1kV - Sección 3 x 1,5mm ²	m	2,950.00
05	20	20SY	Suministro de cable de potencia con aislamiento en HEPR - Acordonamiento clase 5 - Temperatura de servicio 90°C - Tripolar - Clase de tensión 0,6/1kV - Sección 3 x 2,5mm ²	m	9,150.00
06	20	20SY	Suministro de cable de potencia con aislamiento en HEPR - Acordonamiento clase 5 - Temperatura de servicio 90°C - Tripolar - Clase de tensión 0,6/1kV - Sección 3 x 4,0mm ²	m	2,800.00
07	20	20BY	Suministro de cable de potencia con aislamiento en HEPR - Acordonamiento clase 5 - Temperatura de servicio 90°C - Tripolar - Clase de tensión 0,6/1kV - Sección 3 x 35mm ²	m	1,300.00
08	20	20BY	Suministro de cable de potencia con aislamiento en HEPR - Acordonamiento clase 5 - Temperatura de servicio 90°C - Singelo - Clase de tensión 0,6/1kV - Sección 1 x 70mm ²	m	1,400.00
09	20	20BY	Suministro de cable de control con conductores de cobre con aislamiento en PVC - Acordonamiento clase 5 - Clase de tensión 0,6/1kV - Sección 1,5mm ² - 5 Conductores	m	1,500.00
10	20	20BY	Suministro de cable de control con conductores de cobre con aislamiento en PVC - Acordonamiento clase 5 - Clase de tensión 0,6/1kV - Sección 1,5mm ² - 7 Conductores	m	1,700.00
11	20	20BY	Suministro de cable de control con conductores de cobre con aislamiento en PVC - Acordonamiento clase 5 - Clase de tensión 0,6/1kV - Sección 1,5mm ² - 9 Conductores	m	1,000.00
12	20	20BY	Suministro de cable de control con conductores de cobre con aislamiento en PVC - Acordonamiento clase 5 - Clase de tensión 0,6/1kV - Sección 1,5mm ² - 15 Conductores	m	1,600.00
13	20	20BY	Suministro de cables de fibra óptica para instalación en ductos - Tipo Monomodo - Envuelto en ducto de Polietileno HDPE negro - 6 Venas	m	1,000.00
14	20	20BY	Suministro de Multicable para señal e instrumentación blindado - 300V - Aislamiento en PVC - Acordonamiento clase 2 - Sección 1,5 mm ² - 8 Trips	m	1,660.00
15	20	20BY	Suministro de cable para red de comunicación industrial de datos PROFIBUS PA / FIELDBUS - Conductores de cobre - Blindaje en hoja de aluminio y polyester - BELDEN 3076F # 18 AWG	m	800.00
16	20	20BY	Suministro de cable para red de comunicación industrial de datos PROFIBUS PA / FIELDBUS - Conductores de cobre - Blindaje en hoja de aluminio y polyester - BELDEN 3079A # 22 AWG	m	915.00

Fuente: Empresa VALE S.A

En la entrega de equipos proporcionados por VALE, se siguieron los siguientes pasos:

Identificación de los equipos mayores y materiales críticos

Planificación, programación, procura y seguimiento de acuerdo a la fecha requerida de consumibles.

Seguimiento del plan de adquisiciones de VALE.

El objetivo era lograr la adquisición oportuna de los suministros (complementarios) que forman parte del alcance del proyecto, cumpliendo las especificaciones técnicas.

Revisión del plan de procura de la etapa de ejecución.

Identificación y cotización de los suministros principales y complementarios (consumibles).

Transferencia y recepción en el lugar de trabajo.

El procedimiento de entrega y recepción de materiales tuvo el siguiente procedimiento:

- a. El almacenero realizó la administración general de materiales entregados por VALE (ingreso, salida, codificación y ordenamiento de materiales).
- b. El almacenero entregó diariamente un reporte de movimiento de materiales, cuya existencia física fue supervisada por personal VALE.

- c. Todo el material listado en los documentos Planilla de Cantidades y Precios fue entregado por personal VALE en el mismo contenedor y almacén Mina en una distancia de 3 km.
- e. La salida de materiales del almacén VALE a la obra fue supervisado por personal VALE debido a la existencia de material adicional en el área.
- f. Se programó con la debida anticipación el retiro de los materiales usados en la obra, debiendo tramitar las solicitudes y autorizaciones de salida con 24 horas de anticipación.
- g. Se determinó usar los recursos necesarios para la movilización de los materiales: personal, equipos y herramientas.
- h. Se presentó para la aprobación de la Supervisión de VALE un plan de recepción, almacenamiento y movimiento de los materiales. Así mismo por la compra de los materiales suministrados.

La entrega de los equipos principales, se realizó dentro del plazo del cronograma de obra y fueron identificados según el área del proyecto.

4.6.2 Fase II.- DESMONTAJE DE EQUIPOS E INSTALACIONES ELECTRICAS

- **Instalaciones eléctricas**

Se aplicaron los respectivos procedimientos para una adecuada inspección, supervisión, verificación tanto de equipos, herramientas, e instrumentos que fueron retirados antes y durante los trabajos indicados para el proyecto.

El trabajo de desmontaje inició con el corte de la energía eléctrica que alimentaba a los motores de las fajas, luminarias y cables eléctricos conectados a los equipos de la zona intervenida para cada una de las líneas que para este caso se iniciaba con la línea 01 y luego después de echar a andar la primera línea, se intervenía la línea 02 en las mismas actividades que la línea 01.

Los trabajos de desmontaje eléctricos, incluían desconexión y retiro de luminarias, botoneras, cámaras de video y tomacorrientes.

Desmontaje de los conductores eléctricos en M.T. y B.T. y fibra óptica de la línea 01 y posteriormente de la línea 02.

Retiro del Variador de Frecuencia en sala eléctrica.

Retiro de Cubículo de arranque directo con tarjeta de red Profibus DP en sala eléctrica.

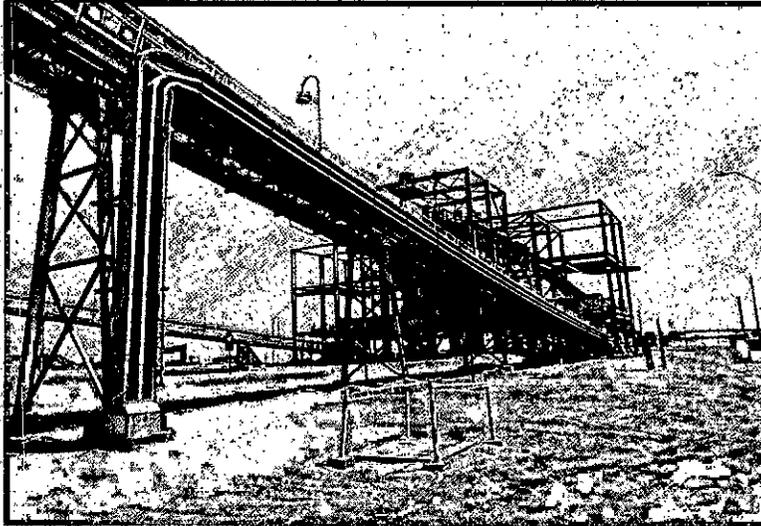
A consecuencia del retiro de la faja TR.2020-01 hubo una interferencia con las tres bandejas eléctricas de 100mm de altura y 300, 400,400mm de ancho, donde estaban instalados los cables de control en 120V, cables de fuerza en 460V y cables de fuerza en 4.16kV., por lo tanto se efectuó el desmontaje estas bandejas porta cables.

Retiro de los cables de instrumentación y bandejas porta cables ubicados a lo largo de las fajas transportadoras.

Desmontaje de todo el equipamiento que se encuentra involucrado en el funcionamiento de las fajas transportadoras TR-2020-01/02:
Luminarias, tomacorrientes y botoneras.

FIGURA N° 13

CABLES ELECTRICOS Y BANDEJAS EN ESTRUCTURA



Fuente: Elaboración propia

- **Faja transportadora y estructura metálica soporte**

Retiro de la faja: El retiro de la faja transportadora se dio de la siguiente manera;

En primer lugar se ubicó la zona donde se haría el corte de la banda la cual resulto ser en la parte baja al nivel de la polea de cola, donde para realizar el corte se debió desmontar las poleas de contrapeso ya que con eso se aliviaba la tensión de la banda.

Seguidamente se hizo el corte respectivo y luego se colocaron mordazas en el lado donde iba a ser jalada mediante un tirfor y luego enrollar las diferentes secciones sobre carretes

Después de cortar la energía eléctrica, inmediatamente, se procedió al aseguramiento de la faja actual mediante un winche eléctrico ubicado en la polea de cabeza, con mordazas en uno de los cortes y un tirfor.

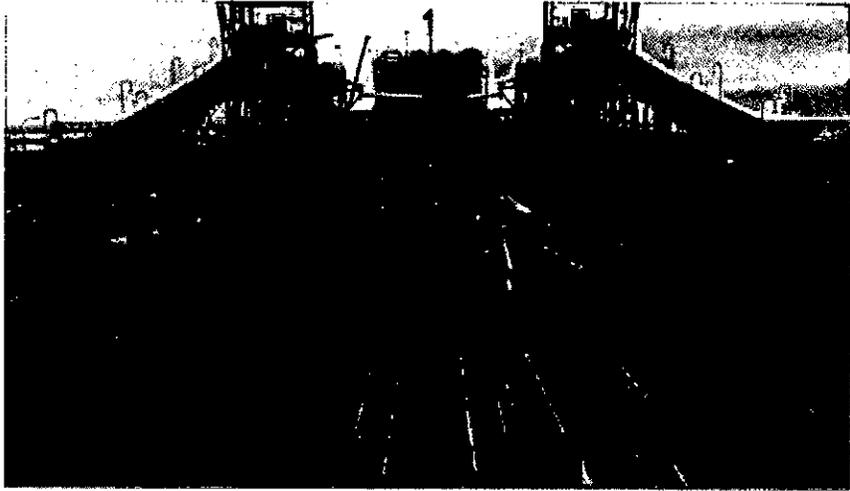
Al momento de jalar el lado inferior, el otro lado iba siendo retenido con sogas en forma manual hasta completar el retiro de toda la faja.

Retiro de equipos y estructuras: Concluido el retiro del total de la banda, se procedió con el retiro de la polea de la polea de cabeza y el moto-reductor, y de igual manera se retiró la polea de cola apoyados con un camión grúa de 18 Ton y una grúa de 45 Ton.

Las columnas metálicas soporte de los ejes 1 y 2 existentes a retirar, fueron cortadas de su plancha base y luego retiradas para posteriormente instalar sobre esa plancha base la nueva columna cuya plancha base será soldada y asegurada con las respectivas tuercas.

FIGURA N° 14

DESMONTAJE DE FAJA TRANSPORTADORA



Fuente: Empresa Mota Engil

La estructura metálica ubicada en la parte superior de las actuales Zarandas de Alta Frecuencia, fueron acondicionadas con la planta en operación y días previos a la intervención, de forma tal que nos permitieron durante la parada de planta efectuar los trabajos sin mayores contratiempos.

Toda la estructura metálica fue retirada teniendo cuidado en no deteriorarlas ya que la mayor parte de las uniones contenían pines de unión y debía ser colocada nuevamente.

Se retiró el primer tramo de soporte estructural de la faja incluido los rodillos (tramo de la polea de cabeza), seguidamente se procedió a retirar con la misma grúa, el segundo tramo de soporte estructural de la faja, dejando amarrado con vientos de sogas, el pórtico que quedó sin el arrojamiento, luego de ello se retira el pórtico con la grúa. Así con este procedimiento se retiró toda la parte estructural de la faja.

La estructura soporte de las fajas fue trasladada a la zona central de las fajas 1 y 2 para su limpieza manual y habilitación en el posterior armado.

- **Hidrociclones**

El desmontaje y desarmado de los nidos de Hidrociclones, se hizo al momento de la parada de la línea de producción 1 y 2 respectivamente, según cronograma y habiendo asegurado el corte de la energía eléctrica.

El retiro de los Hidrociclones de la línea 1, se realizó uno por uno en cada nido de Hidrociclones considerando que cada nido constaba de 4 unidades.

Para el desmontaje, se contó con el apoyo de la grúa de 160 Ton debido al alcance de la pluma por estar éstos en la parte superior de la planta. También se realizaron modificaciones en la estructura soporte de los Hidrociclones.

- **Conexiones de agua de mar**

Denominados sistemas complementarios compuestos por el sistema de aguas de salmuera y el sistema de recirculación del agua.

El desmontaje trabajo consistió en retirar las bombas denominadas BA-3010-10, BA-3010-11 y BA-3010-12 y además se retiró la línea de salmuera para posteriormente proceder con la instalación de

nuevas bombas de mayor potencia y una tubería de mayor diámetro.

Inicialmente, se desconectaron las tuberías de las bombas, retirando los pernos y luego las tuberías.

Las bombas mencionadas fueron retiradas de su posición habitual para ser luego reemplazadas.

Se desmontaron las bombas existentes de pulpa BP-2040-11/BP-2040-12 para ser reemplazadas algunas de sus piezas y de esa forma ser repotenciadas.

4.6.3 Fase III.- MONTAJE ELECTROMECHANICO

- **Estructura metálica soporte**

El montaje de las estructuras incluyeron el manipuleo y traslado desde el almacén de VALE al lugar de montaje, tales como las estructuras de acero, soportes metálicos, planchas de acero, vigas/columnas prefabricadas, y accesorios metálicos en general.

Las columnas metálicas soporte de los ejes 1 y 2 existentes que se retiraron, fueron cortadas en su plancha base y luego retiradas para posteriormente instalar sobre esa plancha base la nueva columna cuya plancha base fue soldada y asegurada con las respectivas tuercas.

Se instaló en forma independiente un cable rack metálico para la faja 01 que reemplazó al existente el cual estaba formado por sus respectivas bases de concreto y la estructura metálica correspondiente.

FIGURA N° 15

MONTAJE DE ESTRUCTURA METALICA DE CABLE RACK



Fuente: Elaboracion propia

El proceso de armado de las estructuras metálicas se originó con la Orden de Trabajo escrita y emitida por el Supervisor del Proyecto, luego del cual se procedió a verificar la obra civil es decir, verificar ejes, alineamientos, niveles y luego la instalación de laines para asentar las columnas.

Selección de Elementos Estructurales para el Montaje: Esta actividad se realizó de acuerdo a los planos de marca del fabricante de las estructuras y se revisó por inspección visual las siguientes características:

Códigos de marca del elemento

Superficies libres de abolladuras

Alineamientos

Cantidades y peso aproximado

Lados derechos/izquierdos

Agujeros, diámetros, cartelas

Identificación de pernos, diámetro, grado, medidas y si correspondía cantidad de tuercas, arandelas y el valor de torque especificado.

El armado de las estructuras se realizó en el piso, el pre-armado de los sistemas de pórticos para facilitar el montaje donde la secuencia de armado se realizó considerando en primer lugar los elementos principales, luego los elementos secundarios tales como los arriostres, atiesadores, cartelas y otros.

En el pre armado de estos elementos se dispuso cerca de la zona de trabajo de un área de 500 metros cuadrados entre las líneas 1 y 2, con la finalidad de poder armar los pórticos de los ejes 1', 2', 3 y así disminuir los tiempos causados por traslados del sitio de ensamble a la zona de montaje.

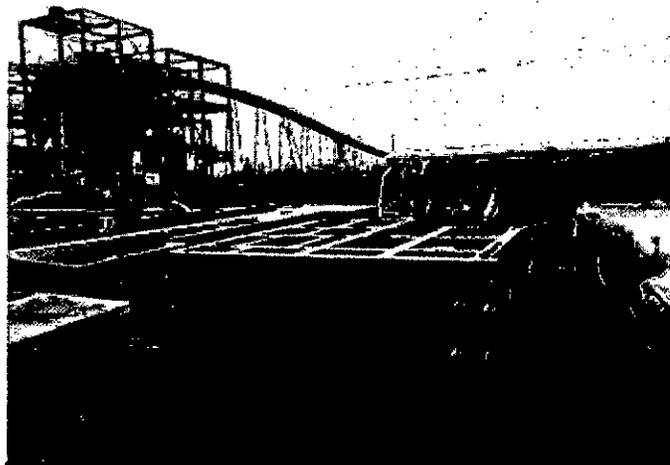
Estos elementos pre-armados, se instalaron con equipos mayores como grúas de 50Ton y 90 Ton, apoyados con un camión grúa de 14 Ton y manlift para el izaje del personal y realizar las conexiones empernadas.

Se tuvo presente que en los izajes mayores a 5 Ton, se realizó el análisis de carga o rigging plan, de acuerdo a la capacidad y ábacos de las grúas.

Este análisis y plan de izaje de las estructuras y equipos a montar fue aprobado por la Supervisión del Proyecto y Seguridad de VALE antes de cada maniobra de montaje debiendo presentarse por escrito este referido plan de maniobra correspondiente donde se verificó como ocurrirá exactamente el izaje, con indicación de la ubicación de la grúa, indicación de la carga, radio de giro de la pluma, ángulo de maniobra, altura de izaje, factor de seguridad de la grúa, entre otros.

FIGURA N° 16

PRE ARMADO DE TORRE DE TRANSFERENCIA



Fuente: Elaboracion propia

En concordancia con el método de izaje arriba descrito, una vez parado los pórticos sobre sus bases, éstos fueron sostenidos por grúas y vientos para efectuar el amarre entre pórticos. Cuando los pórticos estuvieron estables, se procedió a alinearlos en sus ejes y verticalizarlos dentro de las normas que señalan un error de 1/500 máximo. Luego del cual, se procedió a ajustar los pernos de unión de acuerdo al torque requerido, finalmente se realizó la aplicación del grouting y el touch up de la pintura en las zonas deterioradas.

El equipo y herramientas usados se compuso de:

- ✓ Una grúa de 50 Ton.
- ✓ Una grúa de 90 Ton
- ✓ Dos camiones grúa de 14 Ton
- ✓ Dos Manlift de 90 pies
- ✓ Un Camión plataforma de 30 Ton
- ✓ Un winche eléctrico

El personal que intervino para el montaje de la faja transportadora, su estructura y sistema de transmisión estuvo compuesto por:

01 Capataz

02 Maniobristas

04 Operarios

06 Oficiales

12 Ayudantes

Cantidad de hh = 6,288

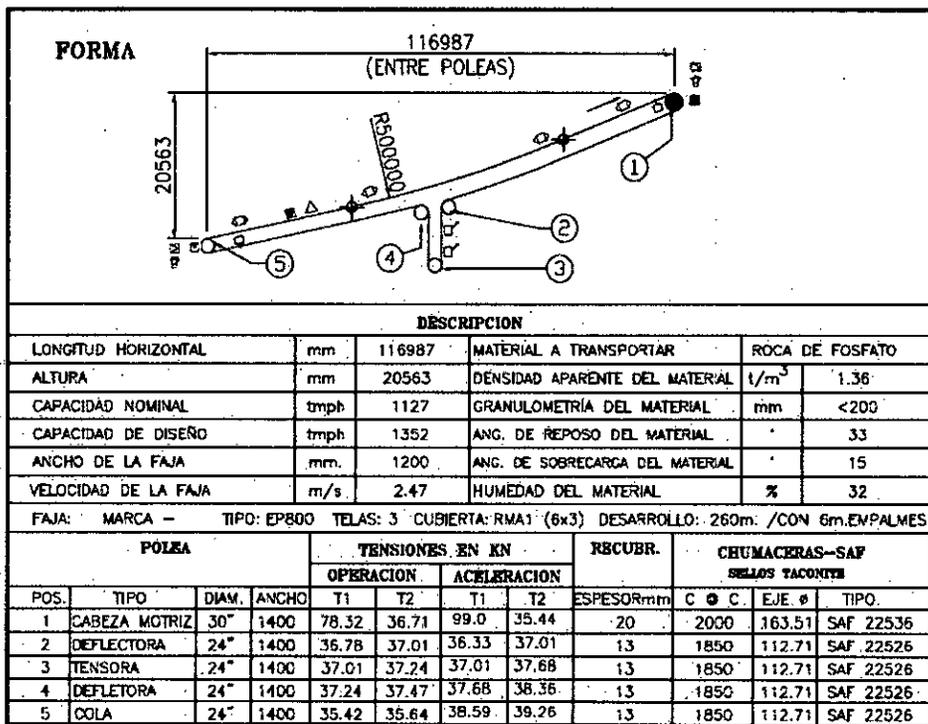
En los casos donde se cambió estructura para los Hidrociclones y las Zarandas de Alta frecuencia, se tuvo que usar la grúa de 90 Ton debido al brazo de alcance y poder llegar a esa altura ubicando la grúa a casi 30 metros del centro del izaje.

- **Sistema de transmisión**

El sistema de transmisión estaba compuesto de una polea de cabeza y otra de cola para cada una de las líneas, polines para el rodamiento de la banda y motores eléctricos de accionamiento de las poleas.

GRAFICO N° 13

SISTEMA DE TRANSMISION DE FAJA TRANSPORTADORA



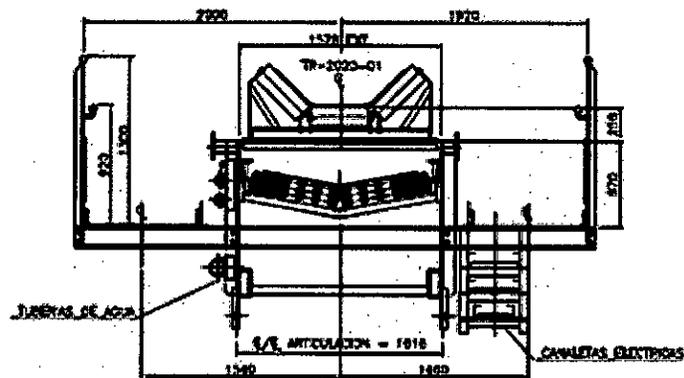
Fuente : Empresa VALE S.A

Los motores eléctricos que se instalaron fueron los existentes con la diferencia que se les hizo su mantenimiento respectivo.

Dentro del sistema de transmisión de la faja transportadora, se instalaron los polines en diferentes sectores y las canaletas eléctricas adosadas a la estructura metálica.

FIGURA N° 17

POLINES ARMADOS

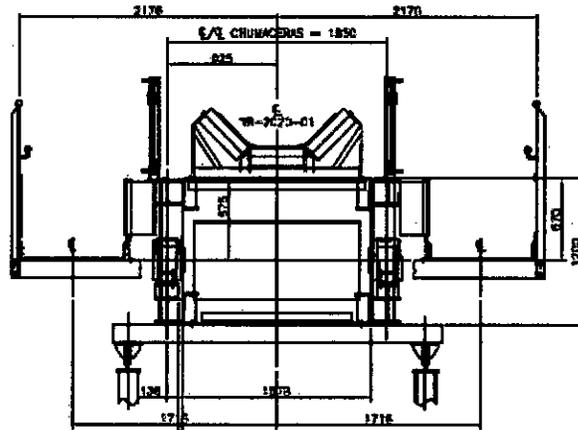


Fuente: Empresa VALE S.A

Otro tipo de polines instalados a la estructura metálica de la faja transportadora, fueron los polines en mesa de trabajo con pasarelas a ambos lados.

FIGURA N° 18

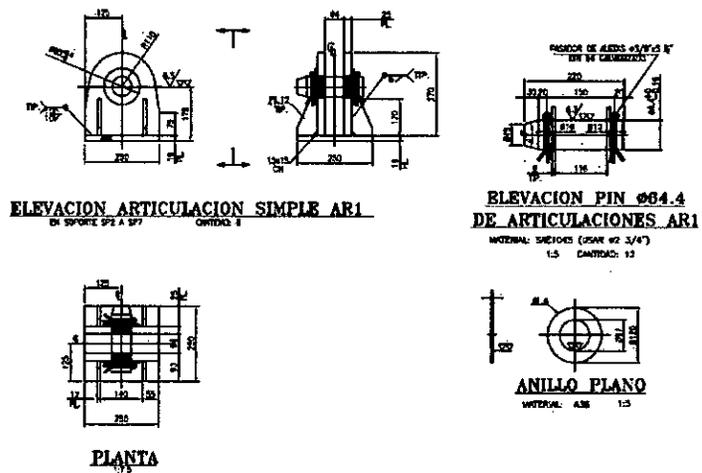
POLINES



Fuente: Empresa VALE S.A

FIGURA N°19

CARACTERISTICAS EN LAS CEPAS



Fuente: Empresa VALE S.A

- **Fajas transportadoras**

El montaje de la Faja Transportadora se dividió en 2 partes, una denominada el montaje o reinstalación de la estructura soporte, poleas, polines y pasarelas además de las conexiones eléctricas y la otra parte denominada la instalación de la banda de nylon.

1° Montaje de la Estructura soporte de Faja Transportadora.

El equipo y herramientas usados se compuso de:

- ✓ Una grúa de 50 Ton.
- ✓ Dos camiones grúa de 14 Ton
- ✓ Dos Manlift de 90 pies
- ✓ Un Camión plataforma de 30 Ton
- ✓ Un winche eléctrico
- ✓ Un generador eléctrico de 15 kW
- ✓ Dos Luminarias tipo torre.
- ✓ Una Compresora 250 CFM
- ✓ Tres Tirfor 3 Ton

El personal que intervino para el montaje de la faja transportadora, su estructura y sistema de transmisión estuvo compuesto por:

- 01 Capataz
- 02 Maniobristas
- 04 Operarios
- 06 Oficiales
- 12 Ayudantes

Cantidad de hh = 6,000

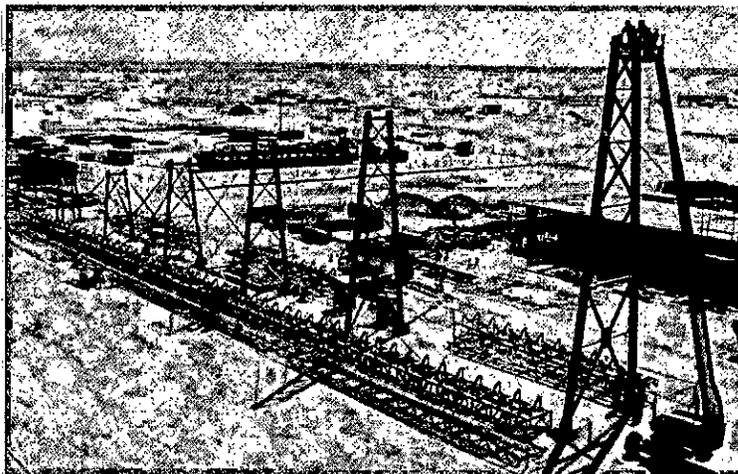
Para el montaje de cada bastidor que previamente se había ensamblado de acuerdo a planos, se utilizó la grúa de 50 ton, el camión grúa y el camión plataforma para el transporte de los bastidores o celosías (estructura metálica componente de la faja) a la zona de montaje.

Previamente, la selección de la grúa se obtuvo considerando un peso máximo por bastidor armado de 5 toneladas hasta una altura máxima de 30 metros.

El ajuste de los pernos obedeció a una tabla correspondiente para este tipo de actividades.

FIGURA N° 20

MONTAJE DE ESTRUCTURA DE FAJA TRANSPORTADORA

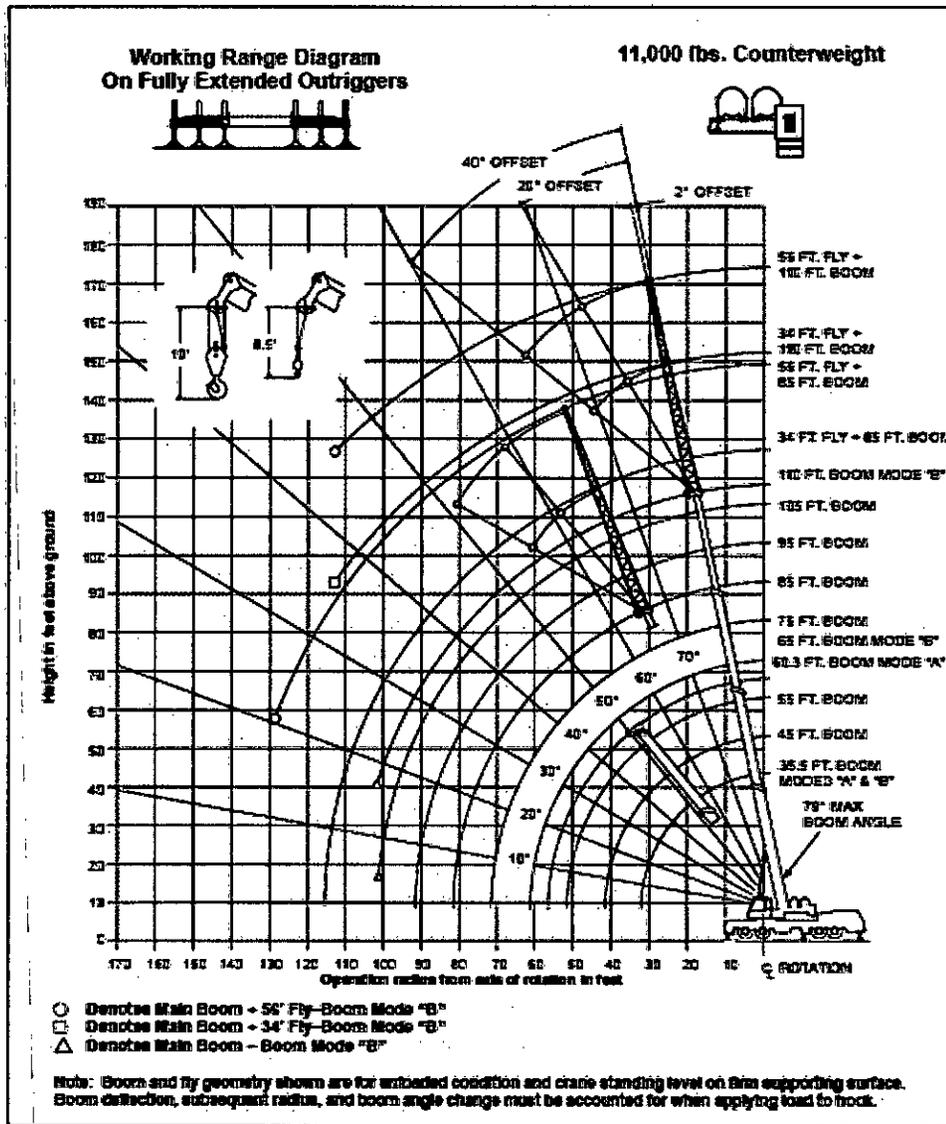


Fuente: Elaboracion propia

GRAFICO N° 14

DIAGRAMA DE CARGAS DE GRUA 50 Ton.

WORKING RANGE DIAGRAM



Fuente: Diagrama de cargas Link belt.

2° Tendido y Empalme de Banda Transportadora.

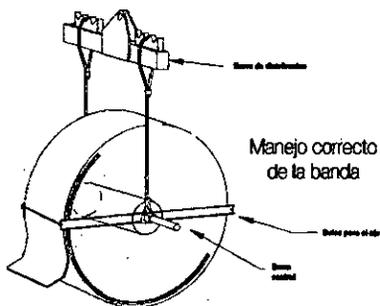
Para la secuencia de instalación de los rollos de fajas se tuvo en cuenta la información que el fabricante suministró, comprobando con personal de VALE la correcta fabricación sustentado en los certificados de calidad de la banda.

En el presente caso, la correa fue instalada en un sistema con declive relativamente grande (más de 12°) y la instalación manejó con mayor precaución para evitar el escape. De manera que la disposición del sistema estuvo conforme se muestra en el esquema indicado, además se utilizaron mordazas mecánicas, montadas en la estructura del transportador para sostener la correa y enrolladores eléctricos tipo winches.

La faja de 1,200mm de ancho, tipo EP800/ 3PLY/ RMA1 de 6 x 3mm de 260m de longitud para la línea 01 y de 274m de longitud para la línea 02. El empalme utilizado fue un empalme vulcanizado en caliente.

Se muestra el transporte de la banda para su ubicación y empalme, realizada por un montacargas para luego colocarla sobre un eje en camión grúa.

GRAFICO N° 15
TRANSPORTE DE BANDA



Fuente: Manual de Empalme Goodyear

El equipo y herramientas usados se compuso de:

- ✓ Un camión grúa de 14 Ton
- ✓ Un winche eléctrico
- ✓ Un generador eléctrico de 15 kW
- ✓ Dos Luminarias tipo torre.
- ✓ Una Prensa Neumática
- ✓ Una Compresora 250 CFM
- ✓ Cuatro Rodillo 2"
- ✓ Seis Cuchillas, en V
- ✓ Un Juego de escuadras
- ✓ Tres Tirfor 3 Ton

El personal que intervino para el montaje de la banda transportadora, estuvo compuesto por:

01 Capataz

03 Operarios

05 Oficiales

06 Ayudantes

Cantidad de hh = 2,016

Se colocaron 2 mordazas en el extremo de la banda y se procedió con el desenrollado sobre la estructura correspondiente iniciando el jalado sobre la parte superior con el winche eléctrico y luego desplazándola en la parte inferior jalándola con personal en sitio.

Una vez que se colocó la banda en el transportador, se hizo la tensión antes del empalme, cuyos valores se indican en el cuadro adjunto.

CUADRO N° 14

VALORES DE TENSION

VALORES DE TENSION

		EP 630/3	EP 800/4	EP 1000/5
Servicio Industrial	Kn/m	42	56	70
	lbf/pul	240	320	400
Servicio de granos	KN/m	48	64	80
	lbf/pul	274	365	457

Fuente: Manual de Empalmes de Goodyear

El ajuste de la banda se realizó colocando en primer lugar el tensor de gravedad.

La operación del tensado se hizo cerca a la polea de cola y en ese lugar se realizó el empalme.

Con las mordazas colocadas se inició la operación del empalme.

Para el empalme, se delineó una línea central denominada Línea maestra y luego se obtiene con la orilla de la banda y una medida de 300mm un ángulo de 22° y a partir de ahí se trazaron los escalones en ambas capas y el cierre del empalme.

Al lograr el empalme con todos los insumos necesarios se procedió a dejar el cierre de la operación por un espacio de 12 horas antes de proceder con el movimiento de la banda cuya velocidad máxima para el ancho de 1200mm es de 3.8m/sg en cada una de las líneas.

La presión del vulcanizado es 100 lb/pulg².

La puesta en marcha de cada banda consideró que el empalme debía enfriarse por completo, por eso el plazo de 12 horas para el enfriamiento.

Se hizo el alineamiento de todos sus componentes: poleas, polines de carga y retorno, es decir, colocándolos en ángulo recto a la dirección, centrado y nivelado en línea recta. Los primeros movimientos de la correa fueron lentos e intermitentes para corregir

cualquier tendencia de la faja a desviarse y ser rápidamente corregida.

El guiado de las fajas, consistió en ajustar los rodillos, poleas y condiciones de carga, para corregir cualquier tendencia de la faja de correr en forma descentrada.

CUADRO N° 15

INFORMACION TECNICA SOBRE CORREAS TRANSPORTADORAS

INFORMACIONES TECNICAS SOBRE LAS CORREAS TRANSPORTADORAS POLIESTER/NYLON

Tipo PLYLON		EP 500/2	EP 800/3	EP 1000/4	EP 1250/5	EP 1600/6
Número de telas		2	3	4	5	6
Empalmes mecánicos	Kg/m de ancho	48,0	72,0	95,0	-	-
	Lb/pul de ancho	280,0	411,0	540,0	-	-
Empalmes vulcanizados	Kg/m de ancho	52,0	80,0	104,0	130,0	160,0
	Lb/pul de ancho	300,0	457,0	600,0	750,0	914,0
Peso aproximado de la carcasa	Kg/m ²	5,7	6,6	7,1	9,0	11,0
	Lb/pul ²	1,2	1,3	1,4	1,8	2,2
Peso de Cubierta 1/32 pul						
Espesor B o stácker	Kg/m ²	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
	mm	4,6	5,3	5,6	7,1	8,6
Espesor de la carcasa	mm	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
	pul	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
Índice de Impacto	Lb-pul	6500	8000	9000	9800	10500

Fuente: Manual de Empalmes de Goodyear

- Zarandas vibratorias y de alta frecuencia

Ejecución del Montaje de las Zarandas (PN-2020-03/04).

Las Zarandas indicadas fueron verificadas de acuerdo al programa de calidad y luego transportadas a la zona de trabajo donde fueron instaladas con el apoyo de una grúa de 90 Ton, un manlift y personal técnico calificado.

Luego del montaje de los chutes y zarandas, se pudo instalar el tramo final de la faja transportadora como la polea de cabeza, soportes de la faja transportadora y la misma faja.

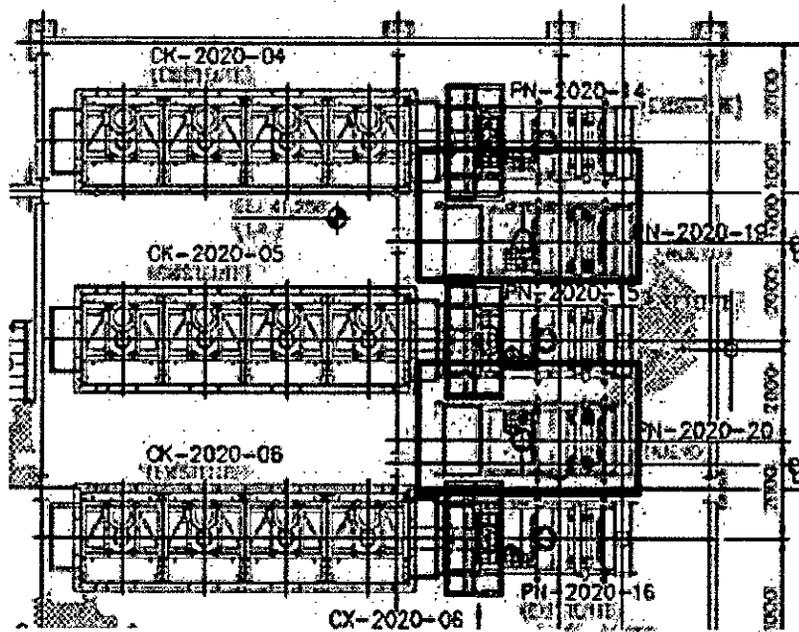
Montaje de Zarandas de Alta Frecuencia (PN-2020-17@20)

Antes de instalar las ZAF's, se tuvo que acondicionar parte de la estructura metálica soporte ubicado en la parte superior para que los equipos pudieran ser alojados con facilidad incluso con la planta en operación.

Utilizando la grúa de 160 Ton se colocaron las Zarandas de Alta Frecuencia denominadas PN-2020-17 y PN-2020-18, para la línea 01 y las Zarandas de Alta Frecuencia PN-2020-19 y PN-2020-20 para la línea 02.

FIGURA N° 21

DISTRIBUCION DE ZARANDAS NUEVAS



Fuente: Empresa VALE S.A

Por cada línea de producción se colocaron dos zarandas de Alta Frecuencia, las mismas que se montaron inmediatamente después de la parada de la línea de producción y armadas de acuerdo a planos y especificaciones técnicas así como de acuerdo a las indicaciones de los Vendors.

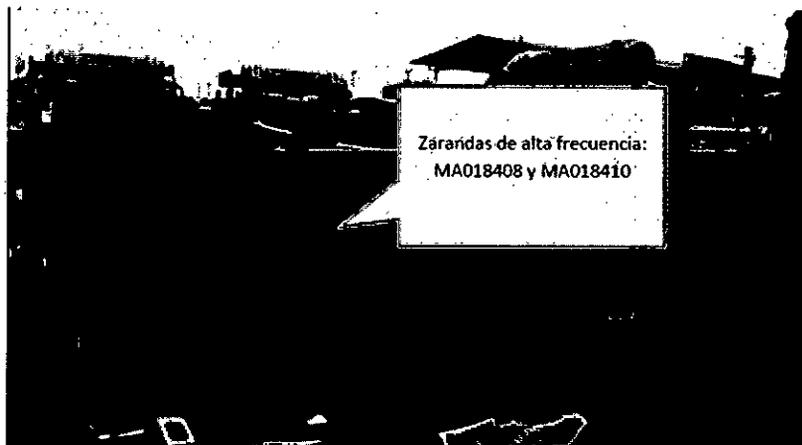
Estas zarandas fueron instaladas después de las celdas de atricción, en la línea de zarandeo primario, que actualmente

consta de 03 zarandas y se proyectan para 05 zarandas por línea de procesamiento.

El montaje de las zarandas también implicó trabajos de adecuación en las celdas de atrición y en el sistema de alimentación del mineral desde las celdas de atrición hasta las zarandas.

FIGURA N° 22

ZARANDA DE ALTA FRECUENCIA INSTALADA



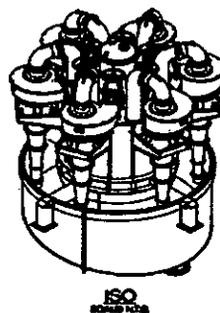
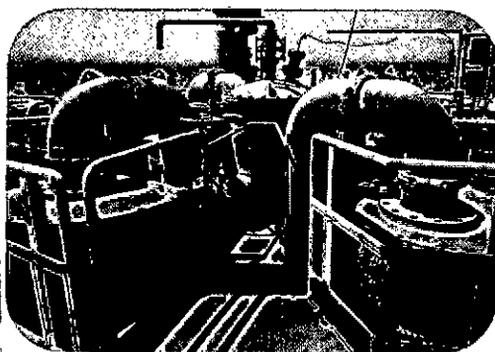
Fuente: Empresa VALE S.A

- **Hidrociclones**

El trabajo consiste en la instalación de dos (02) nidos de Hidrociclones, compuestos por 06 Hidrociclones. Los nidos a reemplazar actualmente se encuentran operativos y están compuestos por 04 Hidrociclones.

GRAFICO N° 16

DISTRIBUCION EN NIDO



Fuente: Empresa VALE S.A

El trabajo se desarrolló en la parte alta de la planta, se modificó la estructura soporte compuesto de plancha metálica y canal C que agregan rigidez en el equipo.

Se realizó el retiro del hidrociclón uno a uno y el nuevo nido se compuso de 6 unidades en cada línea de trabajo.

Para el caso del armado del nido completo, VALE suministró todos los equipos con accesorios desarrollándose el armado.

GRAFICO N° 17

CARACTERISTICAS DE LOS HIDROCICLONES

PLAN

MOUNTING LUGS PLAN

250mm (10") INLET
VICTALIS GROOVED CONN.

300mm (12") OVERFLOW
VICTALIS GROOVED CONN.

BAYOVAR
CUSTOMER P.O. NO TO FOLLOW / SERIAL NO. 08090C - 08040C E 0428370-0428400

ITEM	PART NUMBER	DESCRIPTION
1	07280-28-16-10	INLET FLANGED ADAPTER, 10" SIZE, VICTALIS GROOVED CONN, GLM RUBBER LINED STEEL
2	022-02-12	OVERFLOW FLANGED ADAPTER, 12" SIZE, VICTALIS GROOVED CONN, GLM RUBBER LINED STEEL
3	028-01A-ST	TOP COVER PLATE, STEEL
4	02-022-20	GASKET, NEOPRENE
5	028-02-0PC	TOP COVER PLATE LINER, EPC RUBBER
6	028-22-0PC	INLET HEAD LINER, EPC RUBBER
7	028-21A-ST	INLET HEAD, STEEL
8	0225122-10	VORTEX FRAMES, 10" SIZE, GLM RUBBER LINED STEEL
9	07280-020A-BPP	CONES HOLDING WITH MOUNTING LUGS, STEEL
10	07280-0PC	CONE LINER, EPC RUBBER
11	02843-ST	CONE HOLDING, STEEL
12	02842-0PC	CONE LINER, EPC RUBBER
13	02840-ST	CONE HOLDING, STEEL
14	02840-0PC	CONE LINER, EPC RUBBER
15	028020400-0T	AFEX HOLDING, STEEL
16	02-028-20	GASKET, NEOPRENE
17	022-02-CR-0	AFEX INSERT, 6" SIZE, SILICON CARBIDE
18	02-024-0T	GASKET, NEOPRENE
19	028-02A-ST	AFEX RETAINER PLATE, STEEL
20	070-0T-0	SPASH SHEET RETAINER PLATE, STEEL
21	02802-0PC	SPASH SHEET, EPC RUBBER

FASTENER NOTES:

- ALL BOLTS AND NUTS TO BE A193 GRADE 8 EPC PLATED
- WASHERS TO BE USED ON ALL LISTED HOLES
- PLEASE NOTIFY CUSTOMER SERVICES OF ANY DEVIATION IN THIS LIST
- NO PAYMENT FOR CUSTOMER MODIFICATIONS, UNLESS CHARGES OF ANY OTHER CHARGES WILL BE ACCEPTED UNLESS SPECIFICALLY ESTIMATED BY FIELD ENGINEER
- QUANTITIES SHOWN ARE FOR THE ASSEMBLY OF ONE CYCLONE

FASTENER EQUIPMENT:

CONNECTION	DESCRIPTION	SIZE	LENGTH	QUANTITY	TOTAL
1	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
2	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
3	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
4	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
5	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
6	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
7	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
8	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
9	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
10	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
11	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
12	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
13	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
14	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
15	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
16	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
17	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
18	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
19	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
20	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
21	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
22	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
23	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
24	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
25	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
26	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
27	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
28	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
29	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
30	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
31	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
32	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
33	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
34	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
35	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
36	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
37	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
38	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
39	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
40	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
41	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
42	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
43	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
44	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
45	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
46	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
47	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
48	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
49	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
50	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
51	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
52	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
53	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
54	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
55	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
56	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
57	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
58	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
59	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
60	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
61	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
62	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
63	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
64	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
65	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
66	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
67	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
68	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
69	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
70	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
71	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
72	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
73	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
74	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
75	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
76	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
77	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
78	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
79	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
80	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
81	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
82	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
83	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
84	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
85	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
86	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
87	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
88	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
89	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
90	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
91	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
92	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
93	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
94	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
95	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
96	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
97	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
98	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
99	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1
100	HEX BOLT 1/2"	1/2"	1 1/2"	1	1

NOTES:

- PAINT: ENVIRO-4-3050-BPP-EC
- GAZE: VCRSM-0750-055007

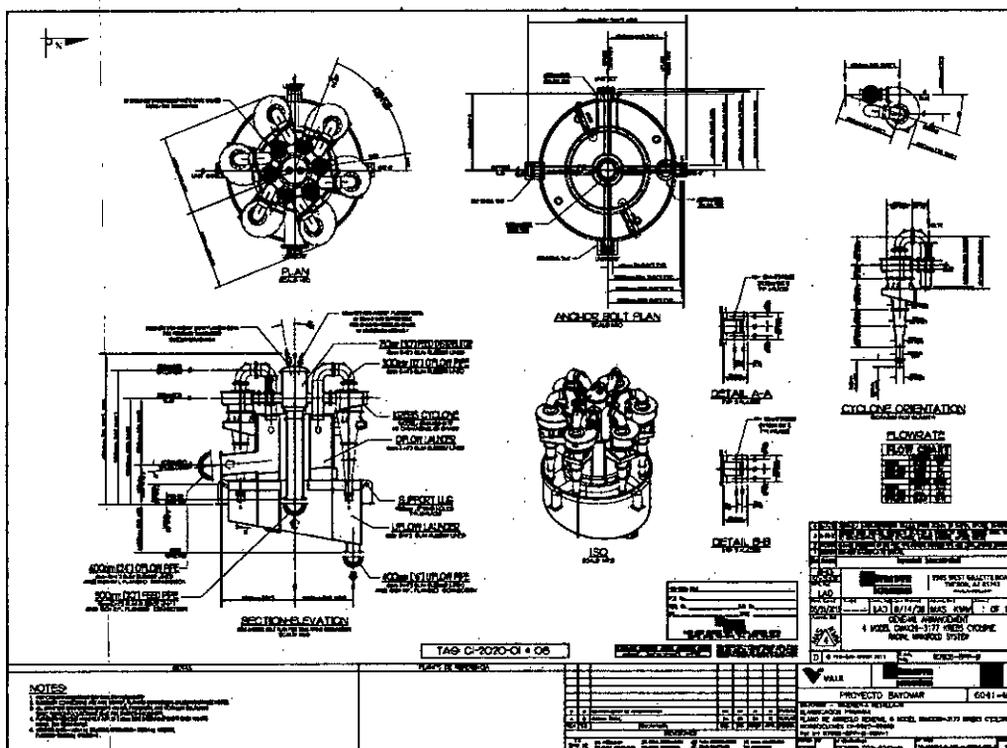
GENERAL PARTS ARRANGEMENT
KOBES CYCLONE MODEL CHANGE-3177
WITH FIXED AFEX ASSEMBLY NO. 681-058045C

© KOBES 2003

Fuente: Empresa VALE S.A

El grafico siguiente muestra la distribución del nido compuesto por 6 Hidrociclones.

GRAFICO N° 18
DISTRIBUCION DE NIDO DE 6 HIDROCICLONES



Fuente: Empresa VALE S.A

- **Cableado y conexiones eléctricas**

En la parte Eléctrica, la alimentación se hará a través de la subestación SE-2000-01, que existe en la Planta Concentradora.

Los motores de las nuevas fajas transportadoras fueron conectados a los mismos paneles de control que alimentan los motores de las fajas transportadoras actuales, ya que no hubo alteración en la potencia de las mismas. Sin embargo, debido al reposicionamiento de los motores, se instalaron nuevos cables eléctricos para todo el sistema.

Los motores de las Zarandas poseen arranque con variadores de frecuencia y alimentados desde nuevos cubículos instalados en la sala eléctrica.

Las bombas de agua BA-3010-10/11 y 12 trabajaban en un nivel de baja tensión en 460V, y a consecuencia del re potenciamiento y aumento de producción de la planta, las bombas fueron cambiadas por otras nuevas de mayor potencia y un nivel de media tensión en 4.16kV. El caso es similar para las bombas BP-2040-11 y BP-2040-12.

La interconexión de la subestación con las Coberturas de los Chutes de Transferencia se hizo a través de la línea de ductos, en la salida de la sub estación y los canales para cables para

instalarlos en el Pipe-rack existente y electro ductos en la llegada de las cargas.

En la instalación de los cables de control e instrumentación se utilizaron los canales para cables ya existentes.

Los motores fueron suministrados con cajas de conexiones independientes para: cables de fuerza, detectores de temperatura y resistencias de calentamiento.

Las cajas de conexiones; para los cables de fuerza, son de borneras adecuadas para el conexionado; para los motores de media tensión con aisladores y para el nivel de tensión apropiado y además amplias para el conexionado.

Los tableros eléctricos instalados tienen grado de protección NEMA 4X (ambiente marino, altamente corrosivo)

Se realizó el megado de los motores, transformadores y tableros eléctricos y se realizaron las pruebas en vacío de los motores eléctricos.

Se realizó las pruebas de continuidad, megado de cables de baja tensión, pruebas de high pot para los cables de media tensión y pruebas generales de la malla de tierra.

Se realizó el suministro y montaje del sistema de aterramiento y SPDA en las casas de transferencia, en los nuevos transportadores y en los lechos para cables

Se realizó el suministro y montaje de todos los cables de fuerza, iluminación instrumentación y aterramiento

Se realizó el suministro y montaje de los cable de fuerza para alimentar las fajas TR-2020-01/02.

Se realizó el suministro y montaje de cable de fuerza para alimentar las Zarandas PN-2020-03/04.

- **Cableado y conexiones de instrumentación**

Durante los trabajos del proyecto, toda la instrumentación de los equipos, reportaron parámetros al sistema de control central de VALE como por ejemplo los parámetros de la unidad hidráulica (velocidad, temperaturas, presión, alarmas, modos L/R, entre otros). Los instrumentos inteligentes tienen interface en red con protocolos Profibus DP/PA.

El controlador del equipamiento reporta al sistema de control central, el estado de funcionamiento y todos los parámetros de operación del equipamiento.

Se incluyó la programación de interfaz de comunicación con los variadores para el arranque de los motores de media y/o baja tensión.

Las Pruebas de lazo de control e interlock fueron realizadas en coordinación con personal de VALE que físicamente, abarca desde las instalaciones en campo (Field), los PLC's de sala eléctrica hasta sala de control, además de incluir aspectos no físicos (lógicas de control).

Los trabajos de instrumentación incluyeron el suministro de materiales y consumibles para la conexión eléctrica de los instrumentos y válvulas hasta los tableros de alimentación eléctrica (sala eléctrica) y cajas RB de red de control en campo, incluyendo la interconexión con la red existente.

Se incluye el suministro y tendido de mallas de puesta a tierra para instrumentación, independiente de la malla a tierra eléctrica, también incluye el aterramiento de las Cajas RB nuevas a esta malla.

Los trabajos de instrumentación incluyeron el suministro y montaje de los instrumentos y válvulas indicados en las listas de detalle de los precarios que incluyeron, la instalación de cables de control y de instrumentación, desde la bornera de instrumentos hasta los equipos de la sala eléctrica (CCM's, PLC's, tableros eléctricos,

entre otros), conforme detalles que fueron emitidos en la Ingeniería detallada.

Se incluyó los servicios de montaje, pruebas, parametrizaciones y ajustes hasta la puesta en funcionamiento con los equipos e instrumentos asociados a los equipos mecánicos a ser entregados por VALE, conforme detalles que fueron emitidos en la ingeniería detallada.

Se desarrolló, el tendido y extensión de los cables de red incluyendo las pruebas de continuidad y la certificación con estándares internacionales; para toda la red de comunicación incluidas en el alcance.

La red de control desde las salas eléctricas hasta el centro control será el existente por VALE.

Los trabajos incluyeron el montaje de equipos (instrumentos), tableros y controladores locales ubicados en campo.

Se completó el sistema de backbone óptico compuesto por cables de fibra óptica mono modo para el lanzamiento en los ductos,

redes aéreas, esteras o cable rack y sus materiales de fijación, DIOs, cables ópticos y materiales de instalación.

Se desarrolló e instaló el sistema de circuito cerrado de televisión compuesto de cámaras IP fijas y móviles, convertidores electro-ópticos, paneles de campo equipados con fuentes de alimentación, carril DIN, DIOs y los terminales de potencia, además de las fusiones y conectores de fibra óptica.

Se efectuó la integración con los sistemas CCTV existente, desarrollando el montaje e instalación de cámaras fijas y móviles, paneles de campo, convertidores electro-ópticos, cables ópticos y demás.

Los trabajos de Automatización y Control desarrollados consistieron en el suministro y montaje de instrumentos de medición y control que se integraron a la red existente para cada una de las líneas de producción.

- **Instalación del sistema de agua de mar**

El procedimiento de ejecución de las tuberías PEAD se inició con la prefabricación de los spools en taller, para ello las tuberías y accesorios fueron transportadas al taller para su pre-fabricación.

En el empalme de las tuberías se preparó los extremos de las mismas en corte a escuadra, según norma ASTM D 2657 y ASTM F 905.

FIGURA N°23

MONTAJE DE TUBERIAS



Montaje de línea 2020-BY-APC-355-P1C-002

Fuente: Elaboracion propia

El ensamble de las tuberías implicó que se alineen los diámetros exteriores de las tuberías de la forma más correcta y dentro de las tolerancias determinadas, así como dentro de los límites de ovalidad y curvatura.

Para verificar las bondades del equipo de termo fusión inicialmente se efectuaron uniones sobre probetas. Durante el proceso de termo fusión la unión se controló mediante el Data-Logger. Posteriormente, se efectuó la prueba de UT según especificaciones de VALE.

Para el caso de uniones bridadas, se usó una secuencia lógica de ajuste de los pernos y valores de torque recomendados para asegurar la adecuada compresión de las empaquetaduras y sellado de la unión. Se verificó el alineamiento.

Los spools pre-fabricados fueron trasladados al lugar de montaje y se instalaron de acuerdo a lo que indicaron los planos.

Una vez que realizado el montaje de tuberías, se realizaron Las Pruebas Hidráulicas, para lo cual las tuberías se acondicionaron por sistemas y los tramos terminales con bridas ciegas y con sus instrumentos de prueba tales como válvulas, manómetros, nipples, etc.

El llenado de agua se realizó de la parte más baja hacia la parte más alta para ir retirando el aire encerrado a través de los venteos.

Luego de llenada las tuberías con agua proporcionada por VALE, se inició la prueba hidráulica según los parámetros establecidos.

Con los resultados positivos de la prueba hidráulica, se retiró el agua en una cisterna y se trasladó a una poza de agua autorizada por el cliente.

Luego de la Prueba hidráulica, se conectó la tubería a todo el sistema colocando las empaquetaduras y pernos respectivos.

4.6.4 Fase IV.- PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

- **Comisionamiento**

Se preparó un plan específico para definir los requerimientos de pre-comisionamiento y un apoyo con personal seleccionado para el comisionamiento y la puesta en marcha de cada una de las líneas una vez terminado el montaje de los equipos principales.

Este plan fue revisado y adecuado utilizando los principios de ejecución de conformidad con las normas y procedimientos de VALE.

Este plan del pre-comisionamiento consistió en verificar desde el inicio, la entrega en buenas condiciones junto con el data sheet y packing list de todos los equipos hasta su funcionamiento en vacío en buenas condiciones de los equipos principales como la faja transportadora, las zarandas, los Hidrociclones, las bombas y las tuberías además de todos los materiales eléctricos proporcionados por VALE.

Se verificó el cumplimiento a través de la calidad que desde la etapa de la Ingeniería Básica y de Detalle pasando por la Procura realizada por VALE, que los materiales y equipos entregados por el cliente y por el caso del Contratista, cumplieron todos los estándares de calidad de tamaño y forma de tal manera que todos los reportes de buena instalación dieron la satisfacción

El comisionamiento consistió en el apoyo con personal durante la etapa de verificación del funcionamiento de los equipos principales para cada una de las líneas después del montaje.

- **Pruebas en vacío y con carga del sistema de transporte**

Los protocolos de prueba en vacío y con carga de las Fajas Transportadoras denominadas TR-2020-01 y TR-2020-02 ,de las Zaranda PN-2020-03 , PN-2020-04 , de las Zarandas de Alta Frecuencia (ZAF's) denominadas PN-2020-17,PN-2020-18,PN-2020-19 y PN-2020-20 , así como de las bombas denominadas BA-3010-10, BA-3010-11 y BA-3010-12 y finalmente de las bombas existentes de pulpa BP-2040-11/BP-2040-12, cumplieron con los requisitos de la norma ISO 9001:2008 respecto al plan de calidad y de inspecciones de las actividades correspondientes.

El plan de calidad se basó en el aseguramiento y la gestión de la calidad por el servicio puesto que el suministro estuvo a cargo de VALE.

Cada uno de los equipos mencionados tuvo una prueba en vacío antes de aplicarle la carga o agregarles el fosfato para su funcionamiento.

Las fajas transportadoras se hicieron funcionar en vacío verificando que el alineamiento de la banda sobre sus polines sin tener desviaciones mayores que las permitidas por la norma técnica.

Similarmente, las zarandas y las bombas trabajaron en vacío antes de su instalación y se les aplicó la carga cuando en conjunto se echó a andar la faja transportadora pues el sistema es único que encierra a todos los equipos mencionados.

- **Puesta en marcha**

El objetivo del Plan de Puesta en Marcha fue describir los pasos a seguir y el orden secuencial para poner en funcionamiento el proyecto.

La puesta en marcha se desarrolló para todo el sistema denominado proyecto de preclasificación, zarandas de alta frecuencia e Hidrociclones.

En la puesta en marcha intervinieron varias disciplinas que lograron el objetivo indicado.

Fue necesario verificar que la instalación de los cables eléctricos, así como de los equipos eléctricos, los cables de instrumentación y sus respectivos equipos estuvieran conectados verificados con sus respectivas pruebas.

Fue necesario verificar que las conexiones eléctricas estuvieran identificadas y que los protocolos de prueba estuvieran de conformidad con la norma técnica y el plan de calidad establecido.

Cuando se tuvieron los protocolos de prueba de las conexiones eléctricas y de instrumentación y verificados a través de los protocolos de prueba de los motores eléctricos y poleas de las fajas, se decidió iniciar el arranque de la planta desde la Sala de Control monitoreando en planta cada uno de las secuencias del accionamiento de la faja transportadora.

Se dispuso de un grupo dirigido por el encargado de la Puesta en marcha y se distribuyeron grupos de trabajo en la zona de pre clasificación específicamente en todo el recorrido de la faja transportadora de la línea 01, se instaló otro grupo de trabajo en la zona de las Zarandas, otro grupo en la Zarandas de Alta Frecuencia y otro grupo en las bombas, cada grupo respondía a las señales que se les enviaba por radio recibiendo un CONFORME en cada paso que se avanzaba con la puesta en marcha.

De esa forma, se establecía como protocolo de prueba y puesta en marcha que los trabajos se habían desarrollado en conformidad con lo establecido por el cliente.

- **Entrega de obra y dossier de calidad.**

Al final de las obras y posterior a la puesta en marcha, se entregó el dossier de calidad que contenía los planos modificados y definitivos de las instalaciones con la debida autorización del cliente y se entregó una copia dura y copia electrónica de todos los planos y documentos generados para la ejecución del Proyecto en una última revisión denominado As Built.

Los planos y documentos contienen en forma completa las obras diseñadas con medidas e indicaciones efectivas y reales de cómo quedaron definitivamente construidas al momento de su recepción.

Asimismo se entregó el informe final de obra, donde se adjuntó toda la documentación de calidad, reportes de pruebas, reporte de seguridad y fotos de todo el proceso de la obra, así como la liquidación valorizada de la obra.

El contenido del dossier de calidad resumen los documentos que se mencionan e incluyen todos los planes, procedimientos, PPIs, registros, actas , reportes fotográficos, ensayos, pruebas, entre otros, y su finalidad es demostrar que el proyecto se ha desarrollado en forma correcta.

Se mencionan los documentos incluidos en el dossier de calidad del proyecto;

- Plan de Calidad.
- Plan de Seguridad, Salud y Medio ambiente.
- Documentos del contrato.
- Requisición Técnica RT-2020BY-G-00500_Rev_0
- Especificaciones técnicas.
- Planos del proyecto.
- Procedimientos aplicables
- Actas de reuniones.
- Certificados de los materiales usados.
- Certificados de calificación de los soldadores.
- Certificados de calibración/verificación de los torquímetros.
- Relación de documentos de los suministros.
- Presupuesto
- Consideraciones técnicas y económicas.
- Planes y Programas de Puntos de Inspección (PPI).
- Informes de inspecciones y no conformidades.
- Manuales de uso del producto.
- Acta de recepción final.

V. EVALUACIÓN TÉCNICO- ECONÓMICO

La evaluación técnica económica del presente proyecto abarca los análisis de los costos de la mano de obra directa e indirecta, costo de las máquinas y equipos y materiales e insumos.

Se analizaron las actividades y partidas respecto a todas las disciplinas que intervinieron como Obra Civil, Desmontaje mecánico, eléctrico y de instrumentación, desmontaje y montaje de zarandas, modificación de Hidrociclones, montaje de Hidrociclones, Desmontaje y montaje de faja transportadora, fabricación y montaje de estructura metálica para las torres de transferencia, suministro e instalación de tuberías en HDPE y acero al carbono. Así también se muestran los gastos generales analizados y presentados antes del inicio del proyecto hasta su puesta en marcha.

Durante los trabajos se mejoraron algunas actividades y aparecieron algunos trabajos adicionales sin embargo y según los retrasos incurridos, se generaron costos mayores en algunas actividades como implementar un turno noche el cual no se había considerado realizar al momento de desarrollar el presupuesto original.

A continuación se muestran los costos de todo el proyecto:

CUADRO N° 16

COSTOS DE MANO DE OBRA DIRECTA

A	COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA			
	DESCRIPCION POR ESPECIALIDAD	HH	Costo Unitario	Costo Total
A.1	OBRA CIVIL	14,457.00	14.50	209,626.50
A.2	DESMONTAJE DE EQUIPOS	6,937.77	18.50	128,348.79
A.3	DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS	2,460.70	17.50	43,062.26
A.4	DESMONTAJE DE TUBERIAS	502.28	19.50	9,794.54
A.5	MONTAJE DE ESTRUCTURAS	12,288.41	17.50	215,047.18
A.6	MONTAJE DE EQUIPOS	29,577.62	18.50	547,185.97
A.7	MONTAJE DE TUBERIAS	13,872.73	19.50	270,518.25
A.8	MONTAJE DE CALDERERIA	1,059.92	17.50	18,548.53
A.9	TIE INS	270.07	21.00	5,671.50
A.10	DESMONTAJE ELECTRICO	1,241.39	16.50	20,482.90
A.11	MONTAJE ELECTRICO	20,884.55	17.50	365,479.64
A.12	MONTAJE DE INSTRUMENTACION	13,448.69	17.50	235,352.01
A.13	APOYO EN COMISIONAMIENTO	1,026.66	21.50	22,073.11
	SUBTOTAL :	118,027.79		2,091,191.18

Fuente : Elaboracion propia

CUADRO N° 17

COSTOS DE EQUIPOS Y MAQUINAS

B	COSTO DE EQUIPOS Y MAQUINAS			
	DESCRIPCION DEL EQUIPO	HM	Costo Unitario	Costo Total
B.1	GRUA DE 90 TON	1,200.00	165.00	198,000.00
B.2	GRUA DE 50 TON	1,440.00	95.00	136,800.00
B.3	CAMION PLATAFORMA 30 TON	2,880.00	40.00	115,200.00
B.4	GRUPOS ELECTROGENOS	7,200.00	4.66	33,552.00
B.5	CAMION GRUA	2,880.00	65.00	187,200.00
B.6	MAQUINAS DE TERMOFUSION	2,160.00	31.25	67,500.00
B.7	COMPRESORA 250CFM	960.00	10.70	10,272.00
B.8	MANLIFT 90 PIES	2,880.00	35.70	102,816.00
B.9	RETROEXCAVADORA	800.00	34.20	27,360.00
B.10	ROSCADORA ELECTRICA	800.00	9.38	7,500.00
B.11	ANDAMIOS	86,400.00	1.50	129,600.00
B.12	HERRAMIENTAS ELECTRICISTA	30,000.00	1.50	45,000.00
B.13	OTROS	35,000.00	1.00	35,000.00
	SUBTOTAL : US\$			1,095,800.00

Fuente : Elaboracion propia

CUADRO N° 18

COSTOS DE SUBCONTRATOS

C	COSTOS DE SUBCONTRATOS	
	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	TOTAL
C.1	COSTO POR MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MATERIALES	284,800.00
C.2	COSTOS POR EXAMENES MEDICOS PERSONAL DIRECTO EN OBRA	18,884.45
C.3	COSTOS POR MOVILIDAD EN OBRA PARA EL PERSONAL OBRERO	135,731.96
C.4	COSTOS POR ALIMENTACION AL PERSONAL OBRERO EN OBRA	236,055.57
C.5	COSTOS POR TRANSPORTES DESDE Y HACIA LA OBRA Y LUGAR DE RESIDENCIA	135,000.00
	SUBTOTAL : US\$	810,471.97

Fuente : Elaboracion propia

CUADRO N° 19

COSTOS DE SUMINISTRO DE MATERIALES POR CONTRATISTA

D	COSTO DE SUMINISTROS DE MATERIALES POR CONTRATISTA	
	DESCRIPCION	COSTO
D.1	SUMINISTRO PERFILES METALICOS PARA SOPORTERIA Y ANCLAJES	15,596.12
D.2	SUMINISTRO ESTRUCTURAS METALICA PARA TORRE DE TRANSFERENCIA	13,428.53
D.3	SUMINISTRO DE TUBERIAS DE ACERO AL CARBONO Y DE HDPE, ACCESORIOS.	542,667.61
D	SUMINISTRO DE CALDERERIA PARA CHUTES DE DESCARGA Y FORRADO	76,844.63
D.4	SUMINISTRO ELECTRICO CABLES ELECTRICOS E INSTRUMENTOS ELECTRICOS	724,626.49
D.5	SUMINISTRO DE INSTRUMENTACION, CABLES Y EQUIPOS DE SEÑAL	201,025.86
	SUBTOTAL : US\$	1,574,189.24

Fuente : Elaboracion propia

CUADRO N° 20

RESUMEN DEL COSTO DIRECTO

ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD	COSTO TOTAL US\$	PORCENTAJE DEL TOTAL
A	COSTOS POR MANO DE OBRA DIRECTA	2,091,191.18	37.53%
B	COSTOS POR MAQUINAS Y EQUIPOS	1,095,800.00	19.67%
C	COSTOS DE SUBCONTRATOS	810,471.97	14.55%
D	COSTOS DE SUMINISTROS DE MATERIALES POR CONTRATISTA	1,574,189.24	28.25%
	TOTAL : US\$	5,571,652.40	

Fuente : Elaboracion propia

CUADRO N° 21

COSTOS DE MANO DE OBRA

INDIRECTA

PERSONAL OPERACIONES EN OBRA						1.078.234,50
A	PERSONAL OPERACIONES EN OBRA					1.078.234,50
A.01	OPERACIONES					278.858,00
1	INGENIERO RESIDENTE	mes	1,00	8,00		
2	SUPERVISORES DE CAMPO OBRA CIVIL	mes	1,00	4,00		
3	SUPERVISORES DE MONTAJE MECANICO	mes	2,00	6,00		
4	SUPERVISORES DE MONTAJE MECANICO TURNO NOCHE	mes	2,00	6,00		
5	SUPERVISOR EEM	mes	2,00	6,00		
A.02	CONTROL DE CALIDAD					113.829,50
6	INGENIERO RESPONSABLE DE CALIDAD	mes	1,00	7,00		
7	SUPERVISOR DE CALIDAD	mes	2,00	7,00		
A.03	OFICINA DE CONTROL DEL PROYECTO					203.890,00
8	JEFE DE PLANEAMIENTO Y CONTROL DE AVANCE	mes	1,00	7,00		
9	ASISTENTE TECNICO-PLANEAMIENTO	mes	1,00	6,00		
10	ASISTENTE TECNICO-COSTOS	mes	1,00	6,00		
11	CONTROL DOCUMENTARIO	mes	1,00	6,00		
12	OPERARIO MATERIALES DEL CLIENTE	mes	2,00	6,00		
13	METRADOR	mes	1,00	6,00		
14	CADISTA	mes	3,00	6,00		
15	AYUDANTES	mes	3,00	6,00		
A.04	SEGURIDAD, SALUD OCUPACIONAL Y MEDIO AMBIENTE					137.810,00
16	JEFE DE SEGURIDAD	mes	1,00	7,00		
17	SUPERVISOR DE SEGURIDAD	mes	3,00	7,00		
18	SUPERVISOR DE SEGURIDAD-TURNO NOCHE	mes	3,00	7,00		
19	PARAMEDICO	mes	2,00	7,00		
A.05	ADMINISTRACION					154.028,00
20	JEFE DE ADMINISTRACION Y RECURSOS HUMANOS	mes	1,00	8,00		
21	ASISTENTE DE ADMINISTRACION	mes	2,00	8,00		
22	ASISTENTA SOCIAL	mes	1,00	6,00		
23	ALMACENERO	mes	3,00	8,00		
24	ASISTENTE DE ALMACEN	mes	4,00	8,00		
25	MECANICO DE MANTENIMIENTO	mes	3,00	6,00		
A.06	OTROS					73.235,00
26	CHOFERES	mes	6,00	8,00		

Fuente : Elaboracion propia

CUADRO N° 22

RESUMEN DE GASTOS GENERALES

		637.229,63
B.01	GASTOS EN PERSONAL	178.697,74
B.02	EQUIPOS	234.628,40
B.03	FACILIDADES DEL CONTRATISTA	54.570,00
B.04	EQUIPOS PARA OFICINA	29.275,00
B.05	COSTOS DE OPERACIÓN	53.024,09
B.06	COSTOS AMBIENTALES	29.348,75
B.07	GARANTIAS, GGF y SEGUROS	57.685,65
		295.008,64

Fuente : Elaboracion propia

CUADRO N° 23

RESUMEN DE COSTOS TOTALES DEL PROYECTO

A	COSTOS POR MANO DE OBRA DIRECTA	2,091,191.18
B	COSTOS POR MAQUINAS Y EQUIPOS	1,095,800.00
C	COSTOS DE SUBCONTRATOS	810,471.97
D	COSTOS DE SUMINISTROS DE MATERIALES POR CONTRATISTA	1,574,189.24
E	PERSONAL OPERACIONES EN OBRA - COSTO INDIRECTO	1,028,234.50
F	RESUMEN DE GASTOS GENERALES	637,229.63
G	GASTOS DE APOYO DE OFICINA PRINCIPAL	295,008.64
	TOTAL DE GASTOS DE OBRA : US\$	7,532,125.06

Fuente : Elaboracion propia

En resumen se puede acotar que los gastos generales se incrementaron por diversos factores lo cual hizo que el presupuesto original y el costo real de la obra sean similares de forma tal que no generaron utilidades.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1.- Conclusiones

- El cumplimiento programado de la Supervisión del montaje de Preclasificación, Zarandas de Alta Frecuencia e Hidrociclones se dio dentro los plazos establecidos del proyecto, evitándose las penalidades por retrasos de entrega.
- Los recursos utilizados en el proyecto, permitió el desarrollo del cronograma de actividades en forma oportuna y eficiente respecto al personal, materiales y equipos de montaje.
- Los procedimientos desarrollados siguieron un orden lógico y para las actividades según programa inicial del cliente.
- Con el plan de supervisión presentado, se ejecutaron cada una de las actividades programadas para el montaje de los equipos seleccionados por el cliente.
- Al completar las instalaciones de montaje, se verificó con el Comisionamiento y el dossier de calidad, que el proyecto se completó de acuerdo al diseño original.

6.2.- Recomendaciones

- La contratación de la mano de obra local calificada así como de los servicios de la comunidad deben ser priorizados ante la de los foráneos.
- La responsabilidad social debe incluir la difusión del mejoramiento de la capacidad de la planta y las implicancias en el canon minero que se distribuye para la población.
- La experiencia y conocimiento en trabajos similares es básica para que los índices de productividad en las tareas realizadas puedan mejorar sin comprometer las utilidades de la Empresa.
- Asegurar que el ingreso de todo el personal así como de los equipos pueda efectuarse en menos tiempo del establecido priorizando las capacitaciones y los exámenes médicos con entidades homologadas en su lugar de residencia del trabajador.
- Garantizar que todos los equipos que interviene en una parada de planta presenten óptimas condiciones de funcionamiento o puedan ser reemplazadas por otras de inmediato.

VII. Referencias

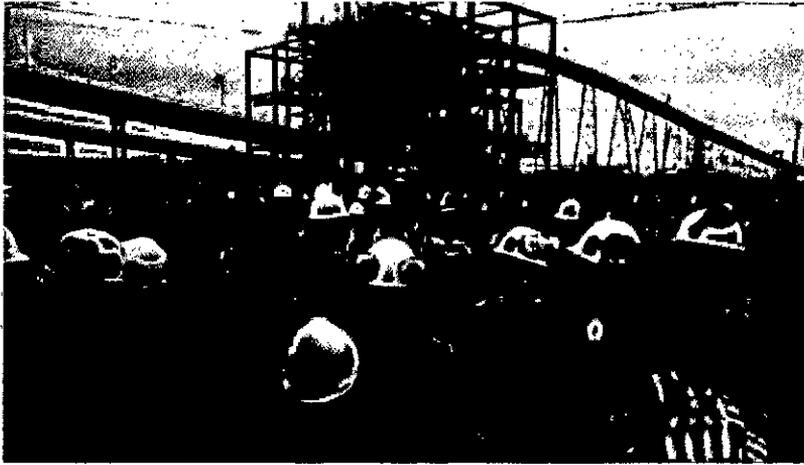
- CABEZAS, J., & CABEZAS ORUNA, J. (2015). *Explotacion de los yacimientos de fosfatos en Bayóvar.*
- EDIFICACIONES, R. N. (s.f.). *Reglamento Nacional de Edificaciones.*
- GOODYEAR. (1993). *Manual de Empalmes Vulcanizados en correas transportadoras.*
- INC, A. I. (1994). *Manual of steel construction. USA.*
- MOTA ENGIL. (2017). *MOTA ENGIL PERU.* Obtenido de www.mota-engil.pe
- OROZCO, E. G. (2007). *Diseño y Montaje de una cinta transportadora de sal en la planta de la Empresa Quimoalcali S.A. Tesis para optar el Título de Ingeniero Mecánico de la Universidad de San Carlos. Guatemala.*
- PAUCAR, S. D. (2017). *Optimizacion de la faja transportadora 9B para incrementar el tonelaje de transporte de mineral de la UMCL-MILPO. Tesis para optar el título del Ingeniero Mecánico de la Universidad Nacional del Centro del Peru. Huancayo.*
- PERUANO, E. (1991). *LEY 28611.*
- SANCHEZ, A. C. (Abril de 2015). *Elaboracion de los procedimientos de Fabricacion y Montaje de una estructura de acero para un edificio tipo. Tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico. Ecuador.*
- TRABAJO, M. d. (2010). *Decreto Supremo DS N°055.2010-EM. PERU.*
- VALE S.A. (2013). *Requisicion Técnica RT-2020BY-G-00500.*
- VALE S.A, www.vale.com.pe. (s.f.).

VIII. ANEXOS Y PLANOS

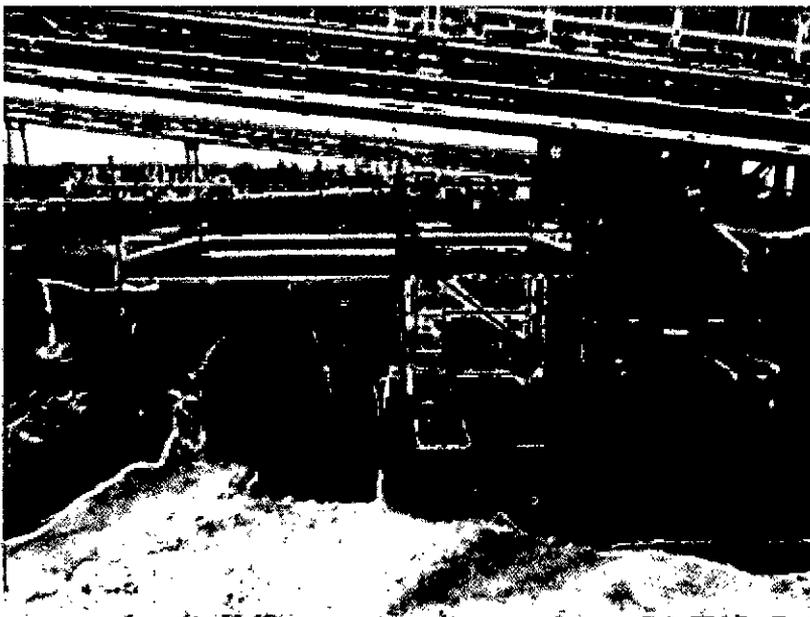
8.1. Anexos

ANEXO 1.- MEMORIA FOTOGRAFICA

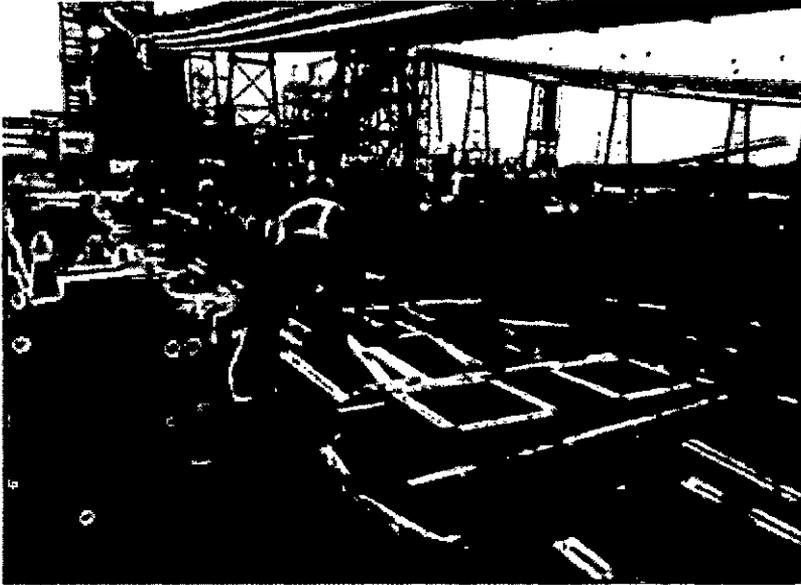
1.- Reunión diaria para charla de seguridad de 5 minutos.



2.- Instalacion de proteccion por caida de material



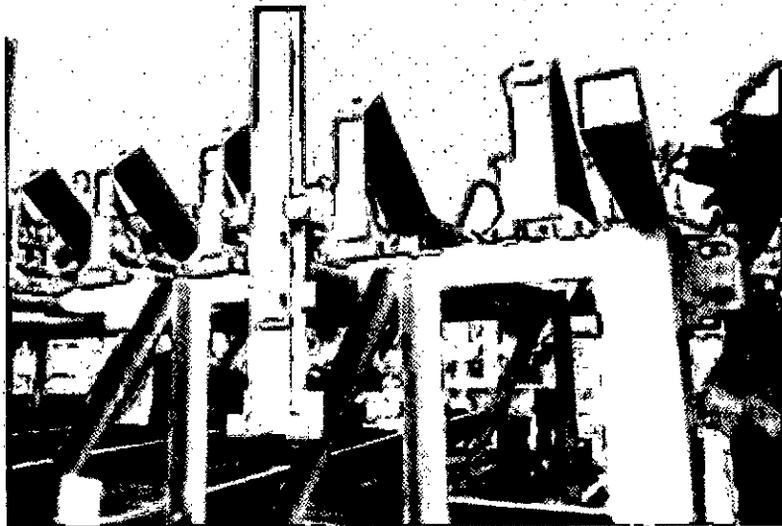
3.- Encofrado a pedestales de zapatas en linea 01.



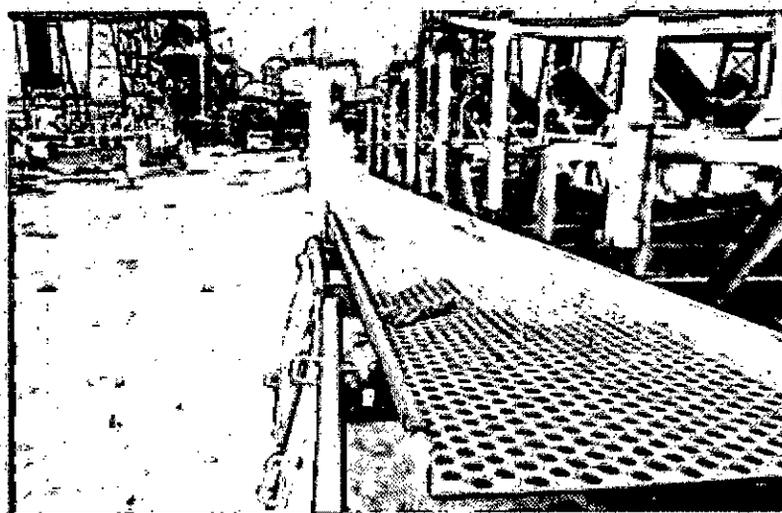
4.- Armado de andamio para desmontar estructura superior



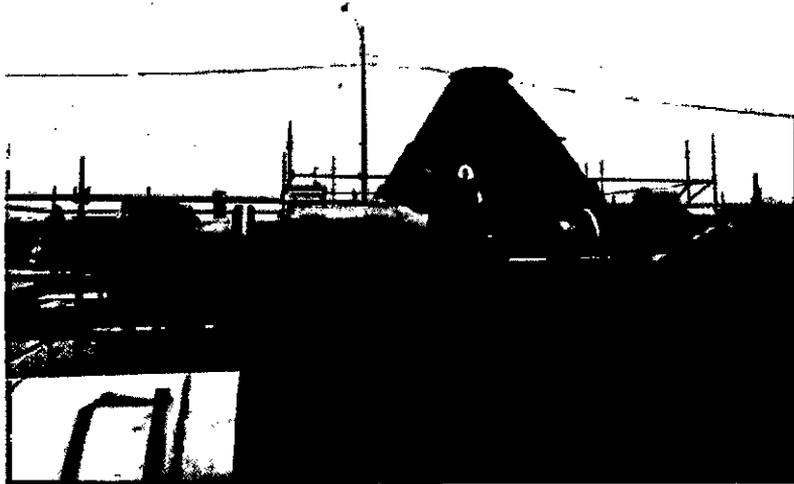
5.- Alineamiento de polines en galería.



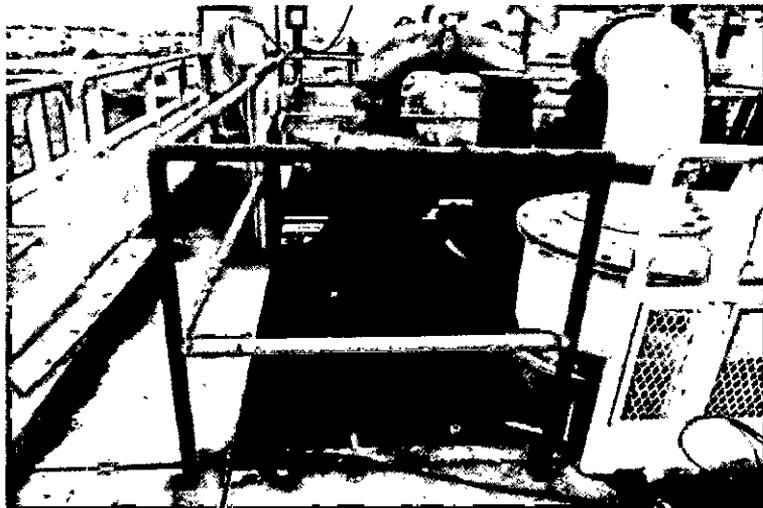
6.- Montaje de soportes y pasarelas en galerías



7.- Montaje motor.reductor para lineas 1 y 2.



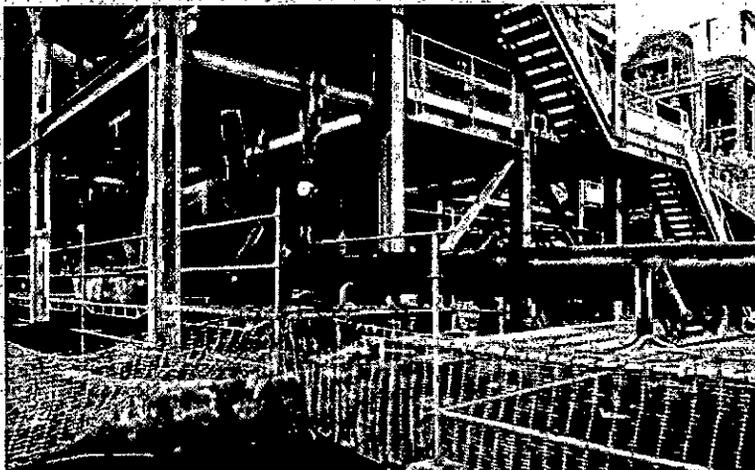
8.- Modificaciones en Hidrociclones



9.- Montaje y alineamiento de Zarandas de Alta Frecuencia.



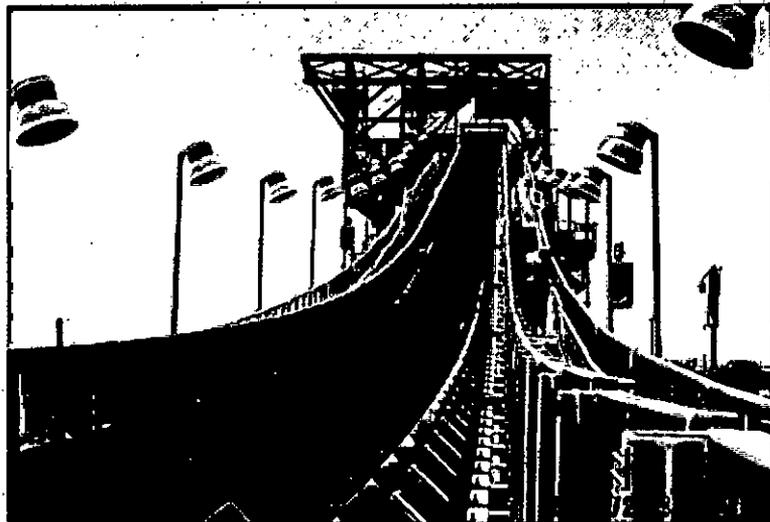
10.- Soldeo por Termofusion Tuberia 18" HDPE

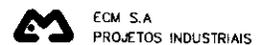
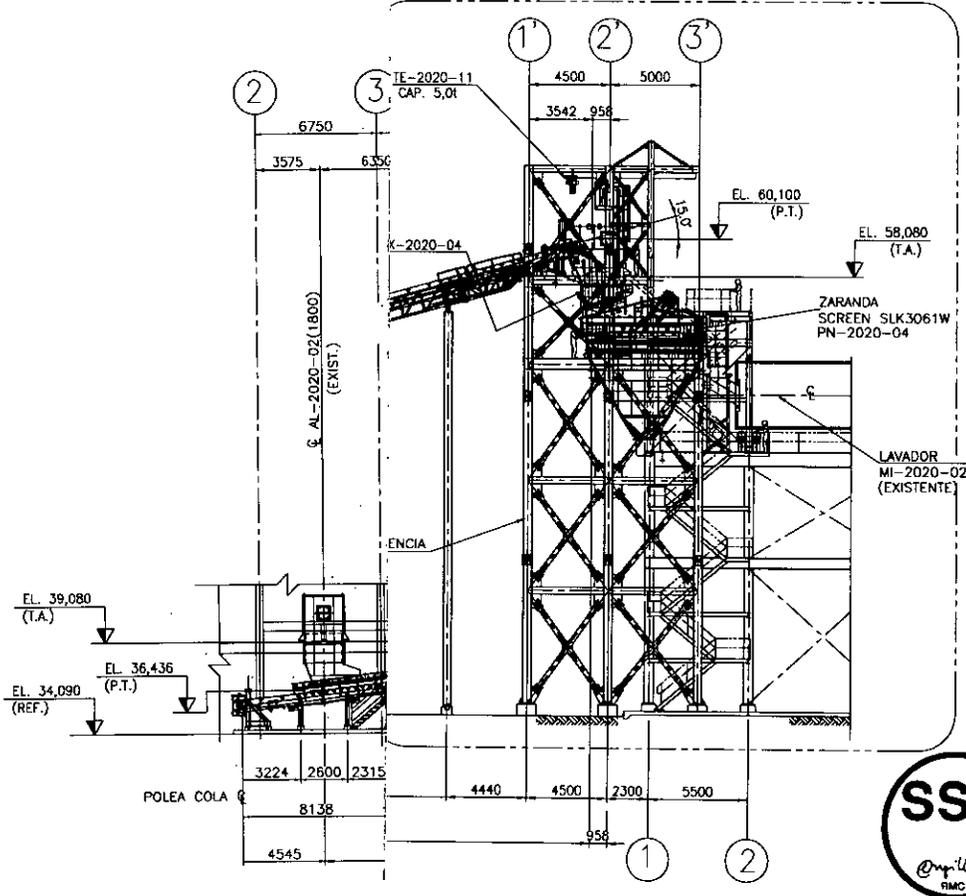
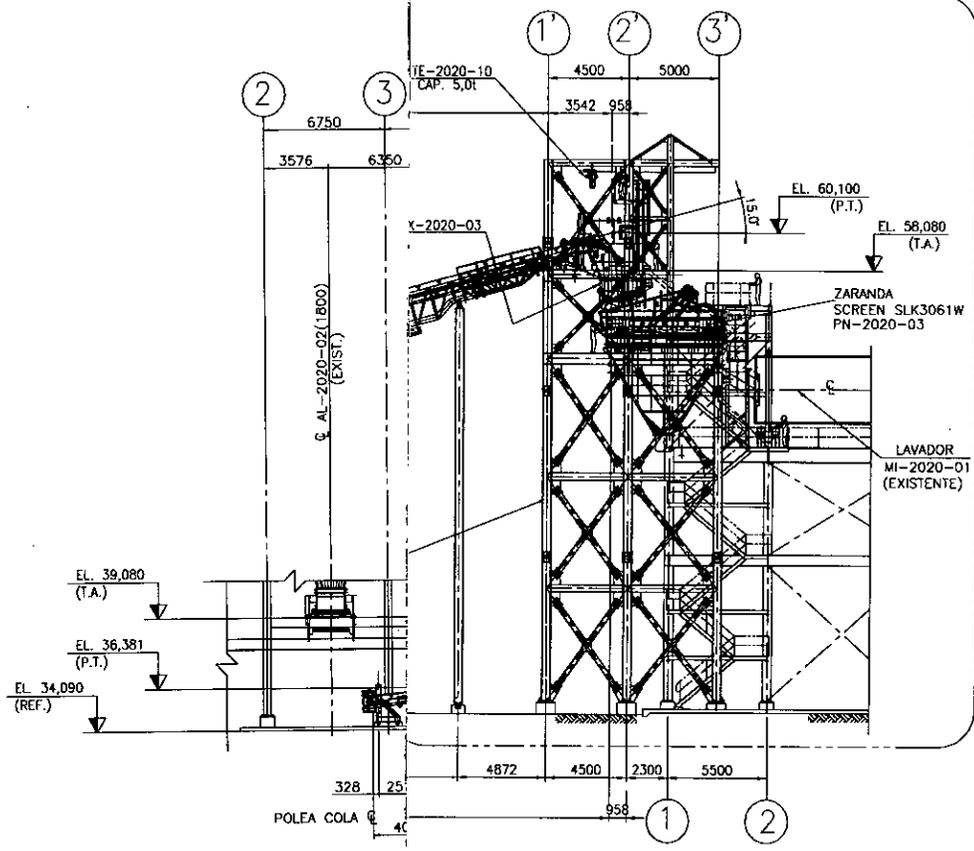


11.- Instalacion de bandejas portacables de fuerza 460V.



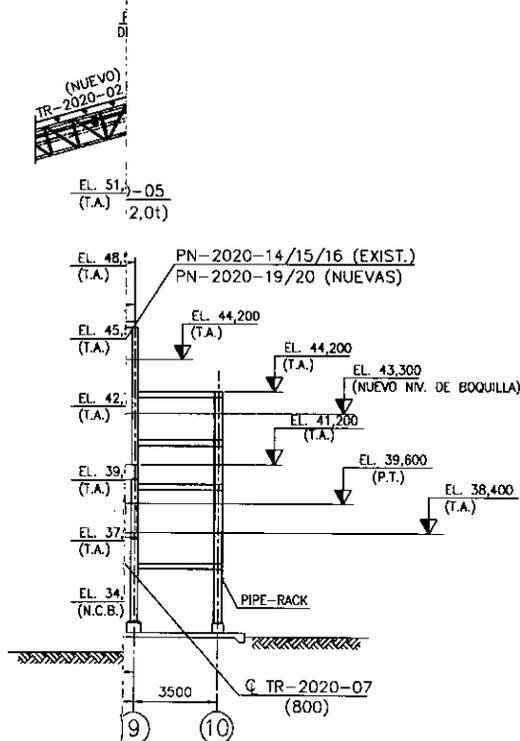
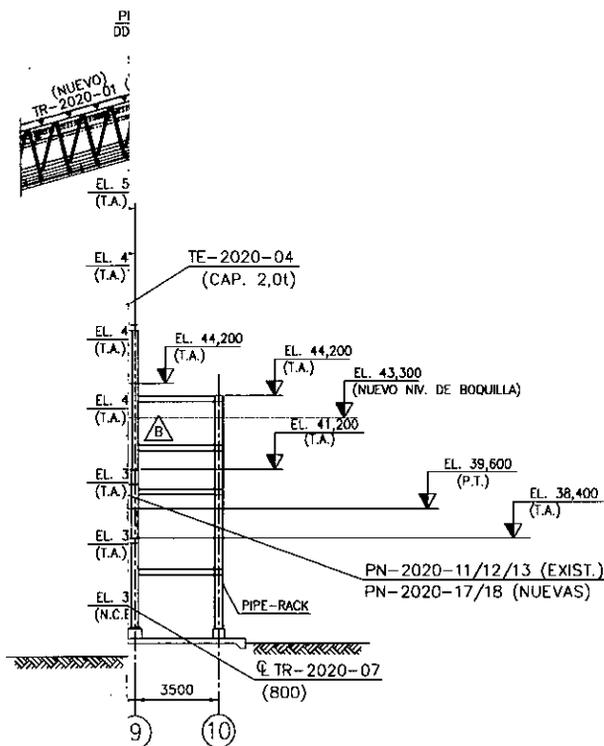
12.- Monitoreo de alineamiento en Faja Transportadora





1- DIMENSIONES EN MILIMETRO, COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METRO.
 2- ESTE DIBUJO ESTA DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DE LAS REGLAS DE VALE.
 3- PARA INDICACION DE SECCIONES, VEJA DIBUJO VALE N° 2020BY-L-60378 (DIBUJO ECM N° 716-01-2020BY-C-M13-0376).

PROYECTO	MINA FOSFATOS BAYOVAR - PROYECTO INCREMENTO DE CAPACIDAD DE PLANTA	N° DEL PROYECTO	-	N° DA SE	-
PROYECTO DETALLADO	CLASIFICACION PRIMARIA				
SECCION "A-A" y "B-B"	PRE-CLASIFICACION				
ESCALA	1: 200	N° ECM	716-01-2020BY-C-M13-0378	N° VALE	2020BY-L-60378
REVISION	B				

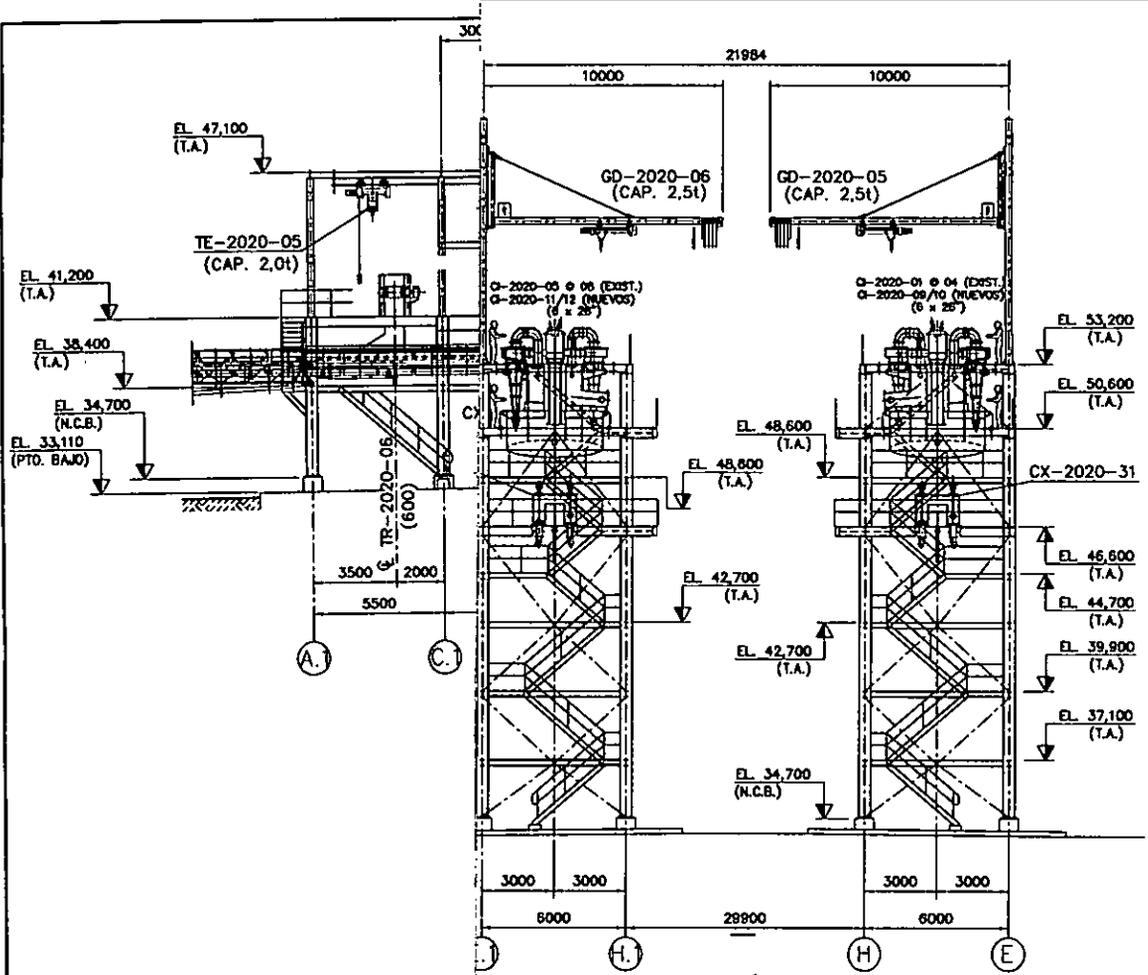


ECM S.A.
PROYECTOS INDUSTRIALES

- 1- DIMENSIONES EN MILIMETRO. COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METRO.
- 2- ESTE DIBUJO ESTA DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DE LAS RAC DE VALE.
- 3- PARA DISPOSICIÓN GENERAL - PLANTA, VEJA DIBUJO VALE N° 2020BY-L-60382/60412 (DIBUJO ECM N° 716-01-2020BY-C-M13-0381).
- 4- PARA OTROS PLANOS, VEJA DIBUJO VALE N° 2020BY-L-60382/60412 (DIBUJO ECM N° 716-01-2020BY-C-M13-0382/0412).
- 5- PARA SECCIONES C-C, D-D Y E-E, VEJA DIBUJO VALE N° 2020BY-L-60414 (DIBUJO ECM N° 716-01-2020BY-C-M13-0414).

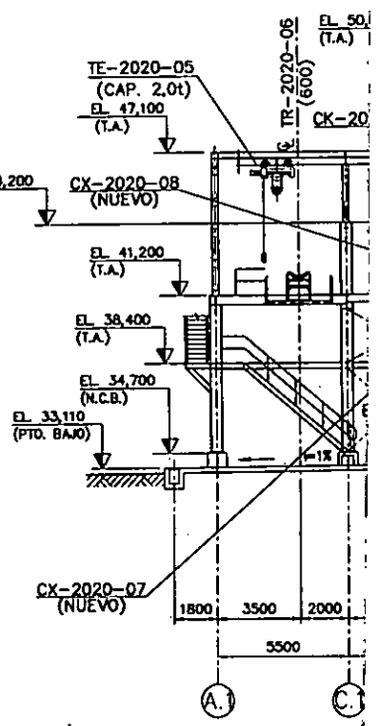
PROYECTO	MINA FOSFATOS BAYOVAR - PROYECTO INCREMENTO DE CAPACIDAD DE PLANTA	N° DEL PROYECTO	-
PROYECTO DETALLADO	CLASIFICACIÓN PRIMARIA	N° DA SE	-
DISPOSICIÓN GENERAL - SECCIONES A-A Y B-B	ZARANDAS ALTA FRECUENCIA		

ESCALA	N° ECM	N° VALE	REVISIÓN
1:150	716-01-2020BY-C-M13-0413	2020BY-L-60413	B



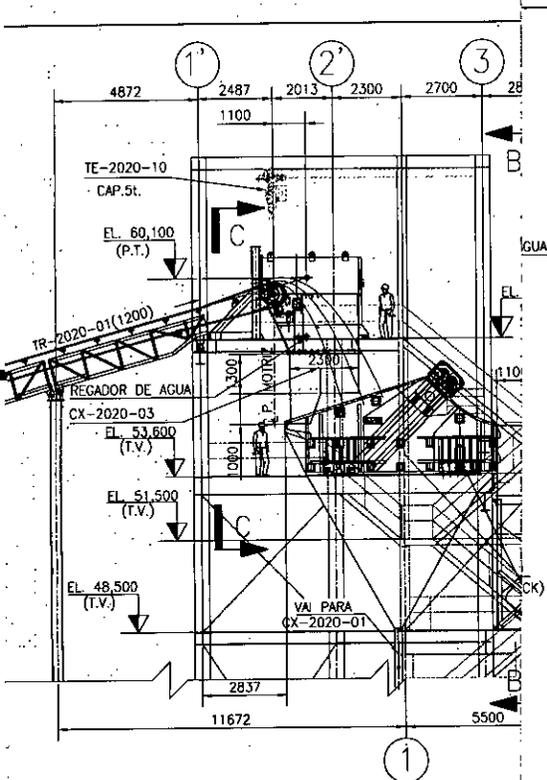
SECCIÓN E-E
(2020BY-L-60381)

G-2020-05 Ø 06 (EXIST.)
G-2020-11/12 (NUEVOS)
(6 x 26")
EL. 53,200 (T.A.)



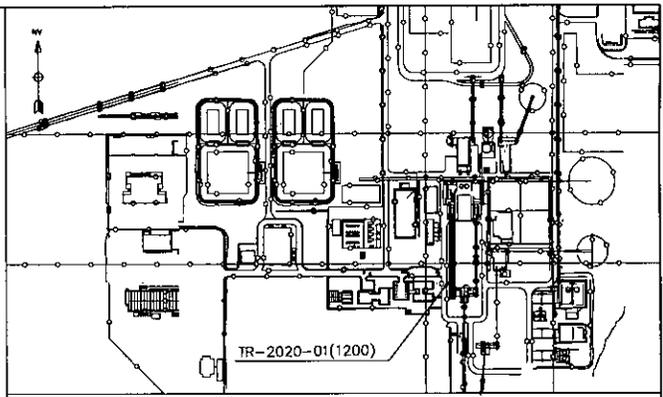
- 1- DIMENSIONES EN MILÍMETRO, COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METRO.
- 2- ESTE DIBUJO ESTA DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DE LAS RAC DE VALE.
- 3- PARA DISPOSICIÓN GENERAL - PLANTA, VEJA DIBUJO VALE Nº 2020BY-L-60382/60383/60384 (DIBUJO ECM Nº 716-01-2020BY-C-M13-0381).
- 4- PARA OTROS PLANOS, VEJA DIBUJO VALE Nº 2020BY-L-60382/60383/60384 (DIBUJO ECM Nº 716-01-2020BY-C-M13-0382, 0383, 0412).
- 5- PARA SECCIONES A-A y B-B, VEJA DIBUJO VALE Nº 2020BY-L-60413 (DIBUJO ECM Nº 716-01-2020BY-C-M13-0413).

VALE		ECM S.A. PROYECTOS INDUSTRIALES	
PROYECTO	MINA FOSFATOS BAYOVAR - PROYECTO INCREMENTO DE CAPACIDAD DE PLANTA	Nº DEL PROYECTO	Nº DA SE
FECHA	20/02/14 10/07/14 14/11/13	-	-
PROYECTO DETALLADO CLASIFICACIÓN PRIMARIA DISPOSICIÓN GENERAL - SECCIONES C-C/ D-D Y E-E ZARANDA ALTA FRECUENCIA			
ESCALA	Nº ECM	Nº VALE	REVISIÓN
1:150	716-01-2020BY-C-M13-0414	2020BY-L-60414	0



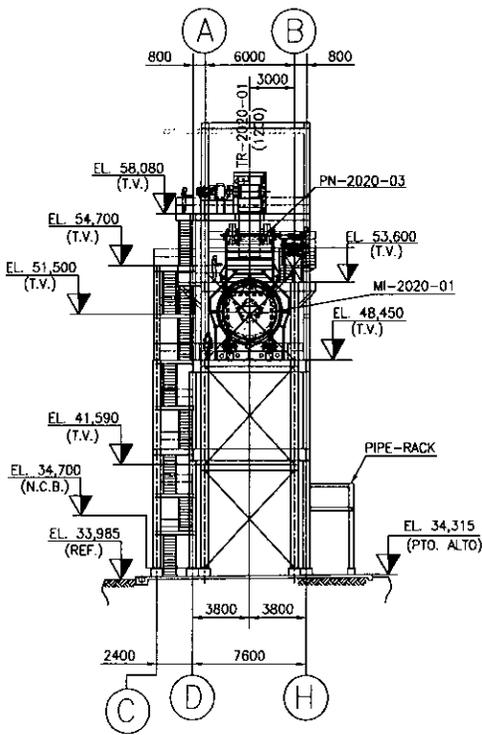
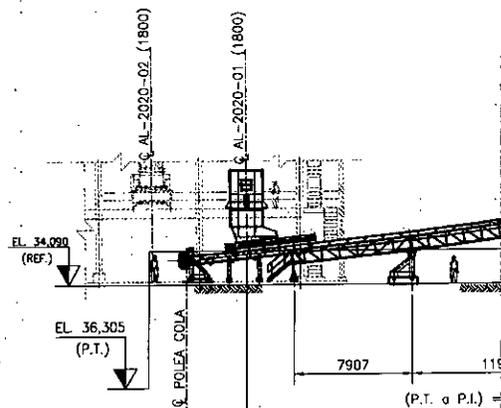
DETALLE 1

ESC. 1:125

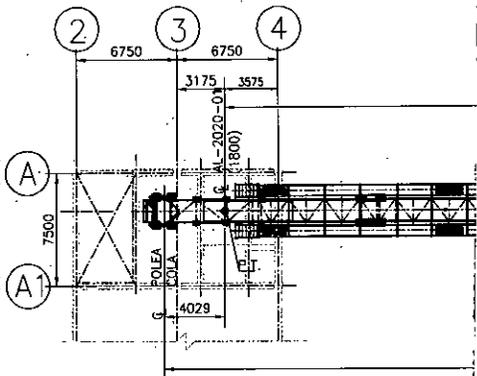


DATOS TÉCNICOS

CAPACIDAD NOMINAL	t/h	1127
CAPACIDAD DE PROYECTO	t/h	1352,4
MATERIAL A TRANSPORTAR		ROCHA DE FOSFATO
DENSIDAD APARENTE	t/m ³	1,36
GRANULOMETRIA DEL MATERIAL	mm	200
RÉGIMEN DE TRABAJO	h/día	24
ÁNGULO DE ACOMODACIÓN DEL MATERIAL		15°
VELOCIDAD DE LA FAJA TRANSPORTADORA	m/s	2,57
TIPO DE LA FAJA TRANSPORTADORA Y CUBRIMIENTO		EP 320 - 3 LONAS - STACKER (10x6)
POTENCIA DEL ACCIONAMIENTO	CV	200

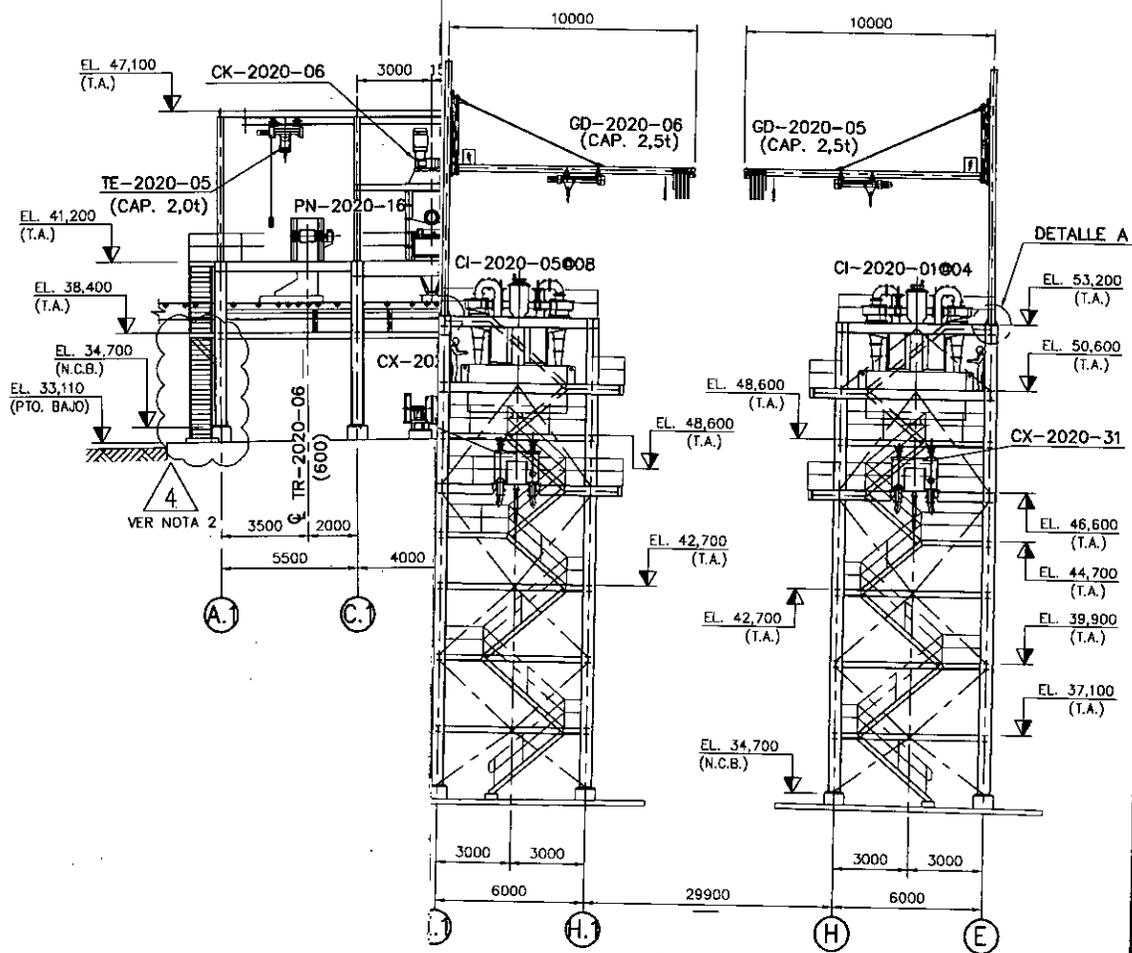


SECCIÓN "A-A"



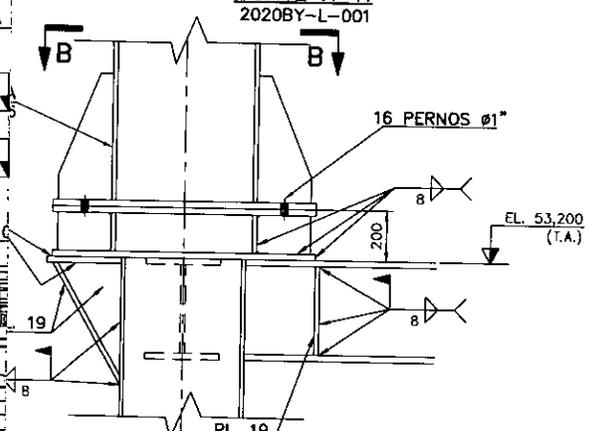
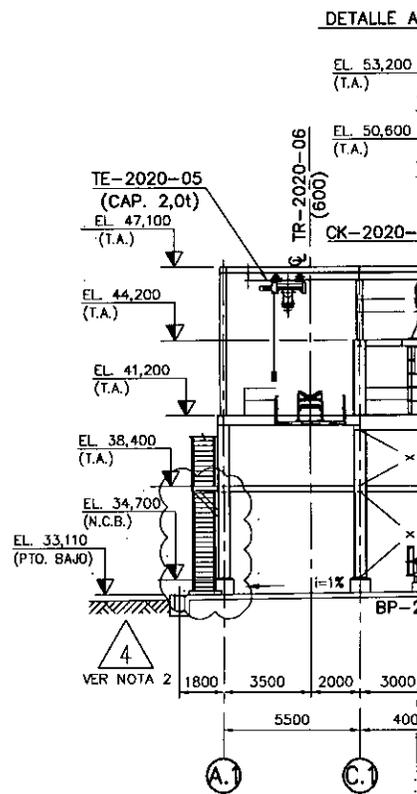
-DIMENSIONES EN MILIMETROS, COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METROS.
 -LA POLEA MOTRIZ DEBERÁ SER REVESTIDA DE CERÁMICA.
 -ESTE DIBUJO ESTA DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DE LAS RAC'S VALE.

PROYECTO BAYÓVAR EXPANSIÓN		N° DEL PROYECTO	N° DA SE
		K0031	-
05/10/12	PROYECTO BÁSICO		
12/09/12	CLASIFICACIÓN PRIMARIA		
03/08/12	TR-2020-01(1200) Y ZARANDA PN-2020-03		
FECHA	PLANTAS Y SECCIONES		
ESCALA	N° ECM	N° VALE	REVISIÓN
1: 250	667-11-2020BY-C-M13-0002	2020BY-L-00301	0

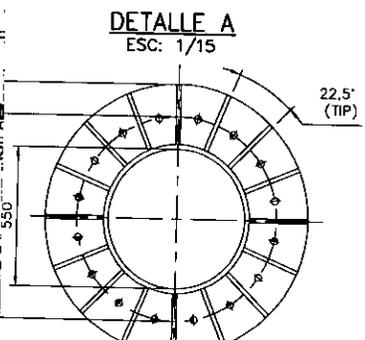


DETALLE A

CORTE H-H
2020BY-L-001



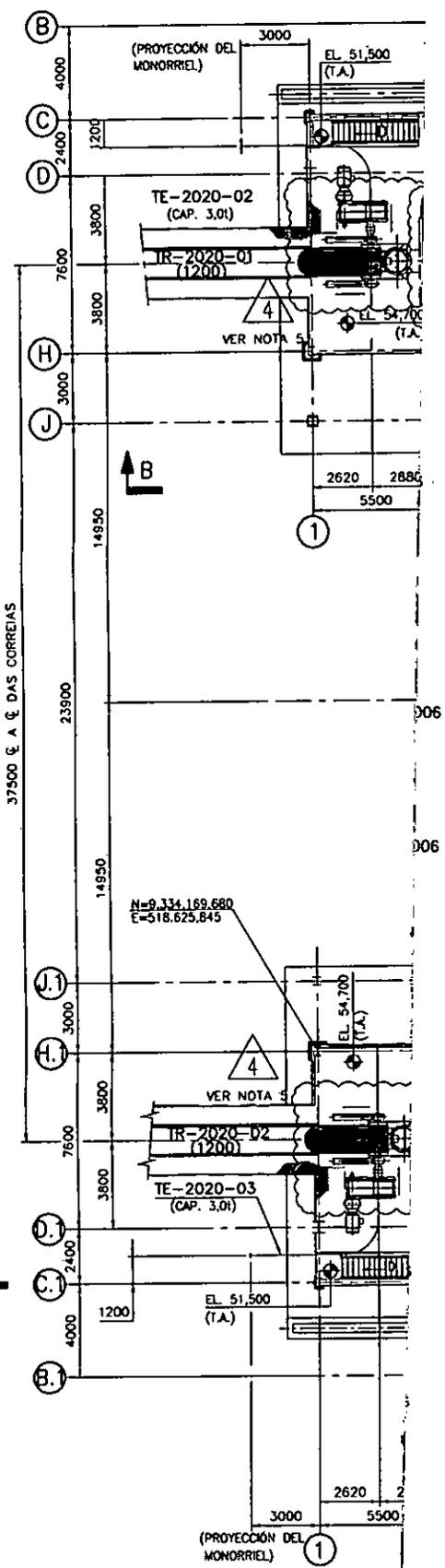
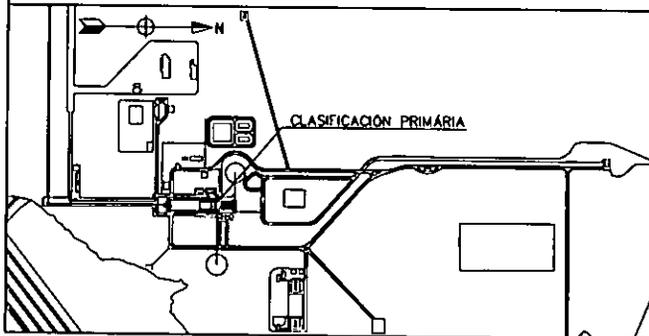
DETALLE A
ESC: 1/15



SECCION B-B
ESC: 1/15

N01/03/11 3/06/10 14/09/09 17/05/09 3/02/09 3/12/06 8/09/08 FECHA					
1 - DIMENSIONES EN MILIMETRO, COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METROS 2 - REUBICACION DE ESCALERA, VER ITEM 05 - PUNCH LIST 02.		PROYECTO BAYOVAR			K0020
BAYOVAR - INGENIERIA DETALLADA CLASIFICACION PRIMARIA DISPOSICION GENERAL SECCIONES "F-F"/"G-G"/"H-H"					
ESCALA 1:150	SE	N° MINER 560-01-202-315-005	N° VALE 2020BY-L-005	REVISION 4	

PLANO UBICACION

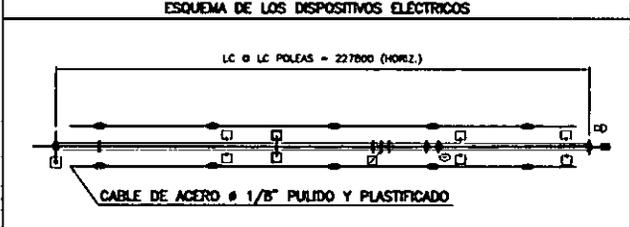
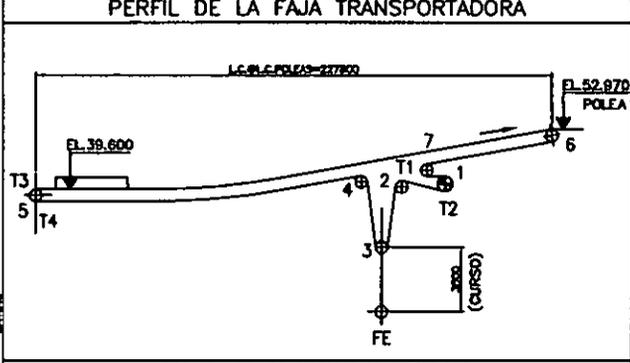
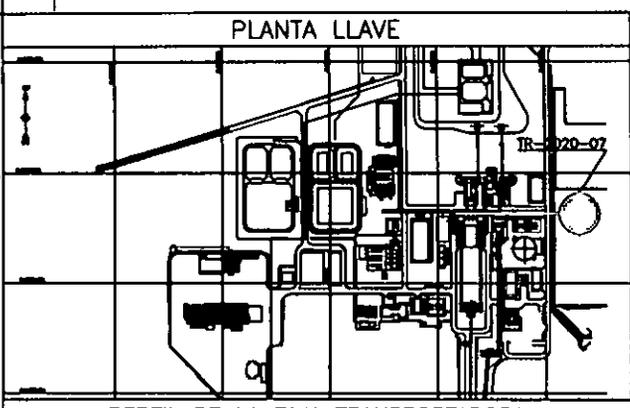
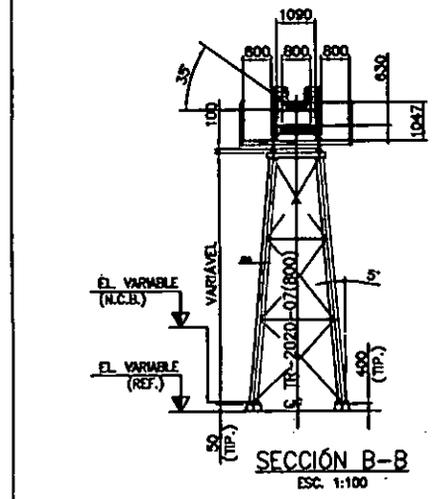
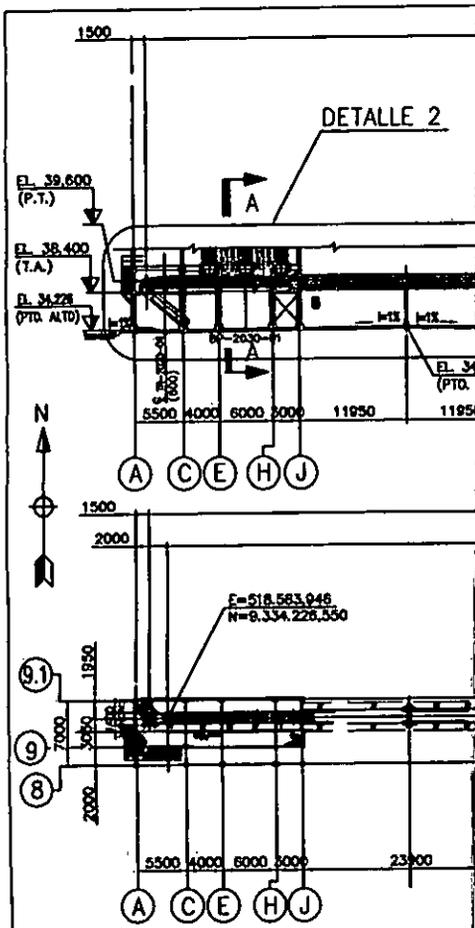


37500 C A Q DAS CORREIAS



- DIVISIONES EN MILIMETRO, COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METRO.
- CONSTRUIDO SEGUN PLANO.
- BARANDA EN CHUTE, VER ITEM 17 - PUNCH LIST 01.
- GUARDA, VER ITEM 18 - PUNCH LIST 01.
- BARANDA EN CHUTE, VER ITEM 04 - PUNCH LIST 01.
- COBERTURA SISTEMA HIDRAULICO, VER ITEM 07 - PUNCH LIST 01.
- COBERTURA DE TAMBOR LAVADOR, VER ITEM 09 - PUNCH LIST 01.
- PLATAFORMA EN HIDROCOLOCIONES, VER ITEM 40 - PUNCH LIST 01.
- BARANDA METALICA.
- PLATAFORMA CELDAS DE ATROCCION, VER ITEM 20.21 - PUNCH LIST 01.

N 21/03/11 14/09/08 04/09/09 07/05/09 13/02/09 18/12/08 08/09/08 FECHA	VALE	SNC-LAVALIN Minerconsult	
PROYECTO BAYOVAR		K0020	
BAYOVAR - INGENIERIA DETALLADA CLASIFICACION PRIMARIA DISPOSICION GENERAL PLANTA			
ESCALA	SE	N° MINER	N° VALE
1:150		560-01-202-315-001	2020BY-L-001
			REVISION 4



DISPOSITIVOS ELÉCTRICOS

SIMB.	TIPO	CANT.	SIMB.	TIPO	CANT.
40	DERIVACION BIFILAS ROCKWELL LIFE LINEA 4	20	1	SENSOR DE ATRISO ELIMC FLUIDO	1
42	INTER. DE VELOCIDAD CERVO "MC" (MF)	1	2	MOTOR 62 KW	1
43	FIN DE CURSO (SEGURIDAD) ELIMC FLUID	-	3	SIRENA ROCKWELL 630H-6A-10 ED	2
44	FIN DE CURSO 6730-RISCO-AI ROCKWELL	2	4	INTERRUPTOR SELECCION DE MARCA (TPO MEDIDA)	2
45	DESALINEAMIENTO ELECTROSL. DS200	08	5	INTERRUPTOR SELECCION DE MARCA (TPO SP CURS)	2
			6	INTERRUPTOR SELECCION DE MARCA (LJCTO)	4

POLEN SERIE : INCLINACIÓN: 35°

SIMB.	TIPO	GRUPO	CANT.	SIMB.	TIPO	GRUPO	CANT.
1	CARGA	(1)	101	1	RETORNO CON ANILLOS EN "Y" 15'	(1)	-
2	IMPACTO	(2)	131	2	PERNAE	(1)	02
3	TRANSICIÓN	(3)	02	3	CARGA PARA BALANZA	(1)	08
4	A.A. DE CARGA	(4)	06	4	RODILLO PROT. ESTRUCERA PLANO	(6)	14
5	CARGA BAJO FALDÓN	(5)	-	5	RODILLO TIPO CARRETEL	(-)	-
6	RETORNO PLANO CON ANILLOS	(6)	04	6	VRADOR DE FAJA VERTICAL	(-)	-
7	A.A. RETORNO PLANO CON ANILLOS	(7)	-	7	VRADOR DE FAJA INCLINADO	(-)	-
8	RETORNO METALICO EN "Y" 15'	(8)	68	8	RODILLO PROT. DEL VRADOR	(-)	-

DATOS TÉCNICOS

LARGO HORIZONTAL	mm	227800
ELEVACIÓN	mm	13370
CAPACIDAD NOMINAL	t/h	820
CAPACIDAD DE PROYECTO	t/h	820
ANCHO DE LA FAJA	mm	800
VELOCIDAD DE LA FAJA	m/s	2,79
MATERIAL A TRANSPORTAR		MINERAL DE FOSFATO (ROCAZO)
PESO ESPECIFICO DEL MATERIAL	t/m ³	1,01
GRANULOMETRIA DEL MATERIAL	mm	8,0
ÁNGULO DE ACONDICION/REPOSO DEL MATERIAL	(°)	15/33
HUMEDAD	%	38-40
POTENCIA EFECTIVA	kw	88,3
MOTOR	- WEG 62 Kw - 6 POLOS - 480 V - IPW B3 - 1180 rpm - CARCAZA 444/STINEMA	
REDUCTOR	- BEW - M22P20 E - REDUCCIÓN 1:17,80	
FAJA	- MERCURIO PH 3000, 3 LONAS REV. EAS 604 - LARGO= 475 M (SIN ADICIONAL PARA ENBREMIA)	
ACOPLEMETO DE ALTA	1X	WORTH 850 TRIVIS-HOPK
ACOPLEMETO DE BAJA	1X	BND 300 (VULKAN)
ANTI RETROCESO (EJE DE ALTA)	1X	70480-250X (RONGSPANN)
-	-	-
-	-	-

VALE **ECM S.A. PROYECTOS INDUSTRIALES**

PROYECTO: MINA FOSFATOS BAYDAR - PROYECTO INCREMENTO DE CAPACIDAD DE PLANTA

PROYECTO DETALLADO: CLASIFICACIÓN PRIMARIA

DISPOSICIÓN GENERAL - PLANTA, SECCIONES Y DETALLES - FAJA TRANSPORTADORA TR-2020-07(800) - ZARANDA ALTA FRECUENCIA

ESCALA: 1:400

Nº ECM: 716-01-2020BY-C-M13-0415

Nº VALE: 2020BY-L-60415

REVISIÓN: B

FECHA: 14/11/23

PE-0-001 - Rev 4 (A1)

1- DIMENSIONES EN MILÍMETRO, COORDENADAS Y ELEVACIONES EN METRO.
2- ESTE DIBUJO ESTA DE ACUERDO CON LAS RECOMENDACIONES DE LAS PLANOS DE VALE.