

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA



**PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA DE
EXTRACCION DEL MINERAL EN LA MINA ISCAYCRUZ**

INFORME DE COMPETENCIA PROFESIONAL

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO MECANICO

DINO REYNALDO NICHU GARCIA

PROMOCION 1999-1

LIMA-PERU 2008

TABLA DE CONTENIDO**PROLOGO****CAPITULO 1****INTRODUCCION**

1.1 Antecedentes.....	5
1.2 Objetivo.....	6
1.3 Ubicación de la Unidad Minera.....	6
1.4 Yacimientos.....	8

CAPITULO 2**WINCHES DE IZAJE**

2.1 Introducción.....	10
2.2 Tipos.....	10
2.3 Partes Principales.....	12
2.4 Cables.....	14
2.4.1 Tipos de Cables.....	15
2.4.2 Nomenclatura.....	17
2.4.3 Criterios de Selección.....	18
2.5 Sistemas de Seguridad.....	19

2.6 Selección del Winche de Izaje.....	20
--	----

CAPITULO 3

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

3.1 Antecedentes.....	22
3.2 Reservas de mineral.....	23
3.3 Programa de extracción.....	24
3.4 Actual sistema de transporte.....	24
3.5 Ventilación.....	24
3.6 Alternativas de Transporte.....	25
3.6.1 Alternativa 1: Rampa y Camiones.....	25
3.6.2 Alternativa 2: Pique Vertical.....	27
3.6.3 Alternativa 3: Pique Inclinado.....	31
3.7 Evaluación económica.....	32

CAPITULO 4

EL EQUIPAMIENTO

4.1 Antecedentes.....	38
4.2 Estado del Equipamiento.....	39
4.3 Trabajos de acondicionamiento.....	48

4.4.1 Winche de Izaje Nordberg.....	48
4.4.2 Sistema Hidráulico.....	49
4.4.3 Cable de Izaje.....	51
4.4.4 Puente Grúa.....	52
4.4.5 Sistema de Control.....	54
4.4.6 Poleas Deflectoras.....	54
4.4.7 Estructuras Metálicas.....	55
4.4.8 Skips.....	55
4.5 Compras y adquisiciones.....	55

CAPITULO 5

EJECUCION DE OBRA

5.1 Antecedentes.....	57
5.2 Cronograma.....	59
5.3 Costos.....	60
5.4 Excavación, Obras Civiles y Montaje.....	60
5.4.1 Montaje del Puente Grúa.....	67
5.4.2 Montaje del Winche.....	68
5.4.3 Montaje de Estructuras Metálicas.....	69

5.4.4 Montaje Hidráulico.....	72
5.4.5 Montaje de Poleas Deflectoras.....	75
5.4.6 Montaje de Cables.....	76
5.4.7 Montaje de Skips.....	78
5.4.8 Implementación del Pique.....	79
5.5 Simulación 3D.....	81
5.6 Pruebas y Puesta en Marcha.....	82

CAPITULO 6

MANTENIMIENTO

6.1 Antecedentes.....	85
6.2 Mantenimiento Preventivo.....	86
6.2.1 Cartillas de Inspección.....	86
6.2.2 Registros.....	86
6.2.3 Programas de Mantenimiento e Inspección.....	87
6.2.4 Mantenimiento de Cables.....	89
6.2.5 Certificaciones.....	91
6.3 Disponibilidad Mecánica – Confiabilidad.....	92

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXO A – Cronograma de Ejecución

ANEXO B – Cuadro de Costos

ANEXO C – Planos del Proyecto

ANEXO D – Cartillas de Mantenimiento

ANEXO E – Informes Mantenimiento Predictivo

ANEXO F - Fotos

PROLOGO

En la búsqueda de mejorar procesos, métodos, condiciones de trabajo, incrementar y mejorar la producción, así como garantizar rentabilidad económica a los accionistas de la empresa, el cuidado de nuestro medio ambiente y en general todas aquellas las actividades enmarcadas dentro de lo que es Calidad y Mejora Continua que para nuestra empresa es parte de su naturaleza de ser, es por esto que surge la necesidad de implementar proyectos de esta naturaleza.

En nuestra realidad nacional es común encontrar en la actividad minera soluciones similares como la aquí planteada, sin embargo nuestras condiciones particulares de trabajo hacen que este proyecto tome características muy particulares, podemos mencionar entre ellas, la forma de cuerpo mineralizado, de la forma de acceder a ella y el tema relacionado a la ventilación.

La solución encontrada e implementada por la empresa resulta muy conveniente y aplicable a muchos casos presentado en otras unidades mineras, es un anhelo personal contribuir con la difusión del trabajo

realizado en la unidad minera Iscaycruz para así aportar al desarrollo de nuestra industria minera y por ende el desarrollo de nuestro país.

En el Capítulo 1, se expondrá los objetivos y antecedentes que llevaron a realizar este proyecto, conoceremos un poco mas de la unidad minera como su ubicación geográfica y los minerales que se explota.

En el Capítulo 2, se conocerá que es un Winche de Izaje, tipos, características, partes y criterios de selección.

En el Capítulo 3, se verá el análisis económico para decirnos por esta solución así como algunas proyecciones estimadas. Se comparan las tres alternativas existentes para nuestra realidad.

En el Capítulo 4, se tratará sobre el Equipo en si, estado como se encontró, su acondicionamiento, la modificación del puente grúa y las estructuras metálicas que se usaron en el montaje, equipamiento hidráulico. Se visitaron algunos asentamientos mineros tanto a nivel nacional como internacional para conocer más al detalle sobre estos sistemas de Izaje, se visitaron las minas de Uchuchacua, Raura, Cobriza en el Perú y la Mina de Cobre de Casapava do Sul ubicado en el estado de Porto Alegre en el Brasil.

En el Capítulo 5, hablaremos sobre aspectos relacionados al montaje, excavación, obras civiles y electromecánicas, se tratara sobre el costo del proyecto y el cronograma de trabajo así como la puesta en marcha y pruebas.

En el Capítulo 6, Expondremos sobre la operación y mantenimiento consideramos aspectos muy relevante lo relacionado a la seguridad, expondremos la experiencia recogida en el mantenimiento de Winches, así como también mostraremos la tendencia de algunos parámetros de funcionamiento como producción, disponibilidad mecánica, horas perdidas en operación y abordaremos uno de los elementos mas críticos en este tipo de sistemas como es el Cable de Izaje.

Finalmente expondremos nuestras conclusiones y recomendaciones a fin de que puedan tomarse en cuenta para su implementación y por que no mejorarse futuros proyectos similares.

Es oportuno mencionar el agradecimiento a todas las personas, empresas e instituciones que me apoyaron y hacen posible la realización del presente trabajo.

CAPITULO 1

INTRODUCCION

La actividad minera se desenvuelve en un marco económico muy especial, con costos de producción creciente, pero cuyos ingresos están sujetos a los precios internacionales de los metales, actualmente en aumento, aspecto que escapan a su posibilidad de control. En el momento actual tiene que seguir enfrentando al crecimiento de los costos operativos altos, siendo una de sus alternativas de compensación, el incremento de la productividad, para lo cual es importante y necesaria una conjunción de esfuerzos en los campos tecnológicos, administrativos y humanos.

La mina Iscaycruz no escapa de esta problemática, por tanto es necesario abocarse a mejorar todos sus procesos industriales, ya sea en el procesamiento de minera, en la extracción y transporte.

El trabajo presentado recoge mis experiencias en la participación de la implementación, puesta en marcha, operación y mantenimiento del primer pique en la unidad minera Iscaycruz, Este pique a diferencia de la mayoría que hay en el país es inclinado, debido netamente a criterios técnico – económicos se decide por uno así.

Los avances en cuanto a los métodos de excavación de piques e ingeniería de control hacen de estos sistemas muy difundidos en el mundo, actualmente los

mayores avances se encuentran en Sudáfrica país que cuenta con los piques más profundos del mundo, llegando a tener varios miles de metros de profundidad.

Cabe indicar resaltar el avance tecnológico experimentado por el sistema de control de velocidad, profundidad y de freno de estos sistemas de izaje, debido al grado de automatización logrado llegan incluso a prescindir del hombre para su operación, incrementando su confiabilidad en aspectos relacionados a la producción y seguridad.

Cabe indicar que los temas relacionados a la implementación eléctrica, electrónica, instrumentación de control y automatización están fuera del alcance del presente trabajo, así como lo relacionado a los métodos de excavación de piques, mecánica de rocas, sostenimiento y obras civiles, por tanto estos temas serán tocados superficialmente.

1.1 ANTECEDENTES

La unidad minera Iscaycruz cuenta con tres minas las cuales mencionamos a continuación:

- Mina Chupa
- Mina Tinyag
- Mina Limpe Centro

Debido al plan de crecimiento de la empresa y su tasa de producción es que se requiere mejorar la extracción en la mina Limpe Centro, además de contar con problemas propios de la profundización como ventilación, servicios básicos y tiempos de ciclos mas largos debido a que sistema de extracción por rampa es cada vez mas lento es que se plantean diversas alternativas de mejora.

En la mina Limpe Centro encontramos dos cuerpos mineralizados el primero llamado el Cuerpo Olga y el segundo llamado el Cuerpo Estela.

Después de un análisis geomecánico, financiero y de costos operacionales se tomó la decisión de la construcción de un Pique Inclinado de 36° de inclinación, con una sección 5.5m x 4m y una longitud total de 750 metros hasta su tercera fase. Para la construcción de la cámara winche y del pique inclinado, se ha hecho innovaciones en el diseño y ejecución de este proyecto.

1.2_OBJETIVOS

Con la implementación de este proyecto se buscan lograr los siguientes objetivos:

- Aumentar la producción de mineral del cuerpo estela a 1 800 TPD
- Reducción de los costos operativos de extracción de mineral y desmonte (alrededor del 30%)
- Mejora en el sistema de ventilación (no se utilizara Dumper disminuyendo la emanación de gases producto de la combustión de Diesel 2)
- Protección del medio ambiente.
- Mejores condiciones de salubridad para el trabajador.

1.3 UBICACIÓN DE LA UNIDAD MINERA

La mina se encuentra ubicada en el distrito de Pachangara, provincia de Oyón, departamento de Lima, a una altura promedio de 4 600 msnm, la ruta de acceso es por la carretera asfaltada Lima, Huacho, Sayán y por carretera afirmada Sayán,

Churín, Oyón, Iscaycruz, con una distancia total de 300 Km. promedio como puede observarse en el Plano de Ubicación. (Ver figura 1.1)



Fig. 1.1 Ubicación Geográfica de la Unidad Minera Iscaycruz

1.4 YACIMIENTOS

Iscaycruz es uno de los yacimientos de un importante grupo de yacimientos de metales base en los Andes del Centro del Perú. Se explota Zn, Cu, Pb, Ag. La mineralización se encuentra en cuerpos, siendo los principales Estela y Olga en la zona de la mina Limpe Centro.

La mineralización ocurre en la formación Santa que consta de una secuencia de calizas, lutitas, margas y dolomitas. Al este se presenta la formación Chimú conformada principalmente por cuarcitas y secundariamente por areniscas con intercalación de lutitas

Las características de la mena de zinc son de alta ley forma un cuerpo principal en el área de Limpe, esta compuesto principalmente de esfaleritas, mientras que los minerales de ganga son, principalmente de cuarzo asociado con clorita y siderita.

Las reservas minerales de Limpe Centro suman 2 567 000 tm, con 19,21 % Zn; 2,34% Pb; 1,97 oz/tm Ag y 0,46% Cu.

Se presenta a continuación una vista isométrica del cuerpo mineralizado con los accesos al mismo así como la rampa de profundización y la proyección del Pique Inclinado. (Ver figura 1.2)

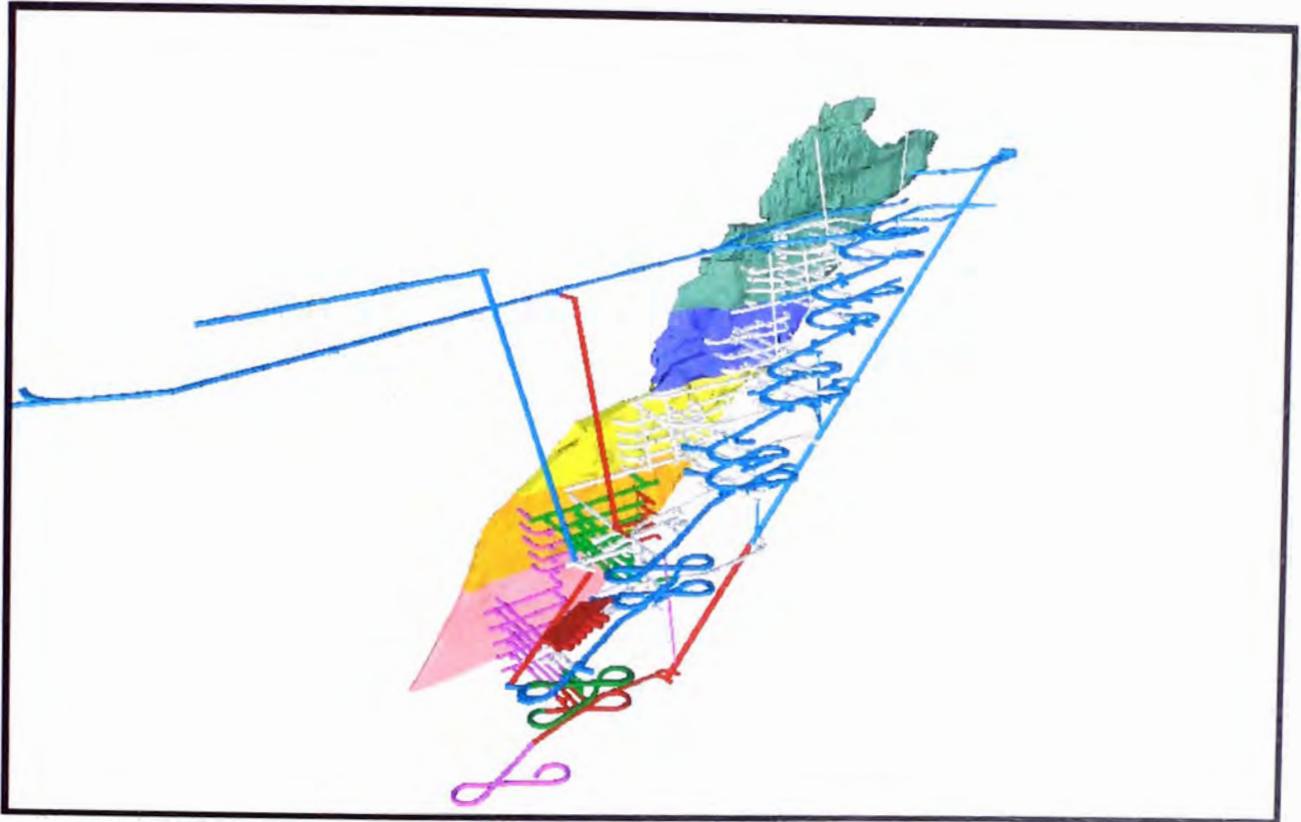


Fig. 1.2 Cuerpo Mineralizado, Accesos y Pique – Mina Limpe Centro

CAPITULO 2

WINCHES DE IZAJE

2.1 INTRODUCCION

Los winches de izaje usados en minería, son sistemas electromecánicos destinados para el transporte de personas y materiales dentro de una mina subterránea. Cuando hablamos de transporte de materiales nos referimos no solo a equipamientos necesarios para el minado sino también para el transporte del mineral en si mismo o desmante que produce una mina.

Este sistema forma parte del método de extracción que se puede emplear entre otros, usando piques ya sean verticales o inclinados.

Existen Piques de producción o de ventilación llamados en este último caso Chimeneas. Algunos autores diferencian uno del otros en lo siguiente: un Pique es una excavación que se realiza de arriba hacia abajo y una chimenea son excavaciones que se realizan de abajo hacia arriba.

2.2 TIPOS

Pueden ser:

- Winche de un solo tambor
- Winche de doble tambor

- Winche de contrapeso
- Winche de fricción

Se suele incluir los tres primeros en una sola clasificación, de tal forma que se tenga dos categorías:

- Winche de Tambor
- Winches de fricción

Los Winches de un solo tambor, se usa cuando solo hay un Skip que izar y varias estaciones de carguío, se emplean para distancias cortas, bajas producciones y velocidades.

Los winches de doble tambor se usan para distancias largas, mayores producciones y velocidades, trabajan en balancín y por esto se requiere bajas potencias en el motor. Pueden trabajar en una o varias estaciones de carguío, usa doble Skip.

Los Winches de contrapeso usan un solo Skip pero usan un contrapeso para aminorar la potencia del motor necesaria para mover el Skip cargado. Trabajan de forma similar a los Winches de un solo tambor. (Ver figura 2.1)



Fig. 2.1 Winches de Tambor de un Skip, Skip - Contrapeso y doble Skip

Los Winches de fricción o también conocidos como KOEPE, son equipos que carecen de tambora en donde acumular cables, mas bien hacen uso de esta tambora a modo de polea, son mas compactos que los otros tipos de Winche, Su uso es muy difundido en Europa y Canadá, trabajan en un único nivel o estación de carguío, gran profundidad de extracción y capacidad, trabajan con doble Skip. (Ver Figura 2.2)

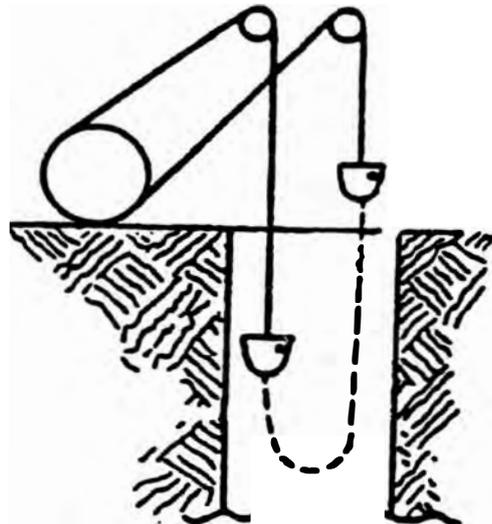


Fig. 2.2 Winche de Fricción

2.3 PARTES PRINCIPALES

Entre las partes principales podemos indicar:

- Pique: Camino por donde se desplaza el Skips, generalmente de la superficie a la profundización de la mina.
- Collar: El área circundante al inicio del pique. Zona de Cimentación del castillo estructura de soporte de poleas.

- Estación de Volteo: Zona donde es descargado el mineral o desmonte de producto de la extracción por pique.
- Estación de Carguío: Zona donde se carga los Skips para el izaje de mineral o desmonte.
- Skip: Son los baldes o carros en donde se transporta el mineral, desmonte.
- Jaula: Son los baldes o carros en donde se transporta personal o materiales.
- Castillo: Estructura donde se monta las poleas de cabeza del cable.
- Polea de cabeza: Polea que soporta al cable para el cambio de dirección del mismo.
- Cable del Winche: Es el cable usado para el movimiento de los Skips y/o Jaulas.
- Tamboras del Winche: Lugar donde se enrolla el cable.
- Motor del Winche: Máquina eléctrica que proporciona movimiento rotatorio a las tamboras.
- Reductor: Conjunto de engranajes que transforman energía de movimiento en torque, conecta el motor del Winche a las Tamboras del Winche.
- Embrague: Transmiten el movimiento del eje principal del Winche a las Tamboras del Winche.
- Caliper: Sistema hidráulico de freno del Winche.
- Cabina de Control: Es el lugar donde el operador controla al Winche.

2.4 CABLES

Un elemento muy importante relacionado a la operación de estos equipos es el cable de acero usado en winches, esta claro su importancia dado que es el elemento que trasmite toda la fuerza a los Skips y Jaulas, una adecuada selección montaje y mantenimiento ayudaran para que estos se mantengan seguros y confiables.

Existen diversas clases de cables, no existe un cable único que pueda hacer de todo. Estos cables están constituidos por un conjunto de alambres ordenado de una forma determinada en función a su uso alrededor de un alma o núcleo, según se explica en la figura 2.3.

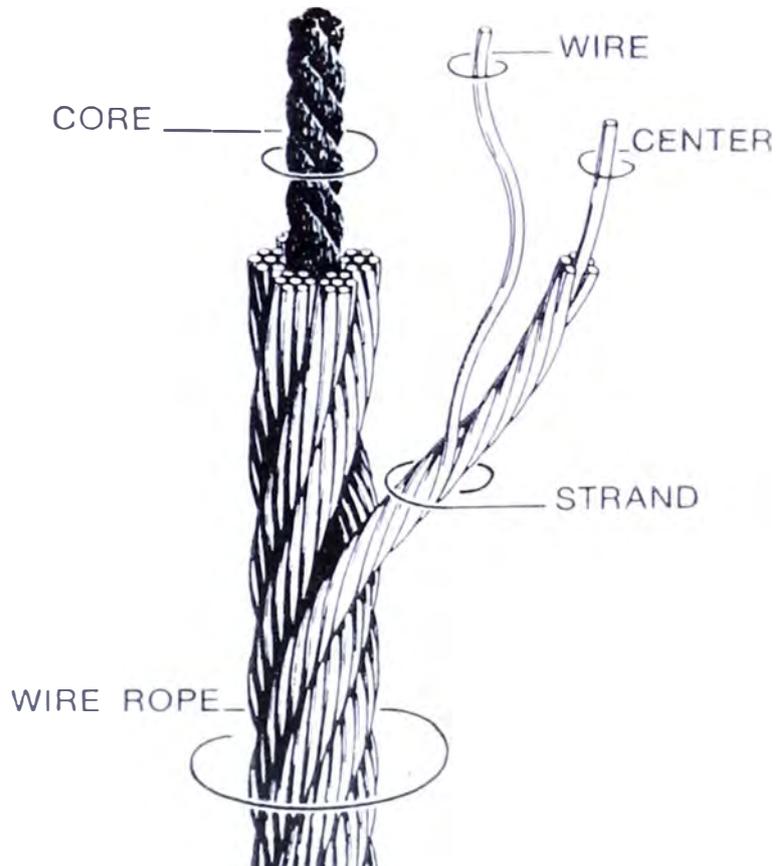


Fig. 2.3 Constitución de Cables de Acero

2.4.1 Tipos de Cable

El tipo de cable lo define la sección del alambre y la forma como son agrupados, podemos diferenciar secciones circulares, aplanadas o triangulares y en "S", según podemos ver en la figura 2.4.

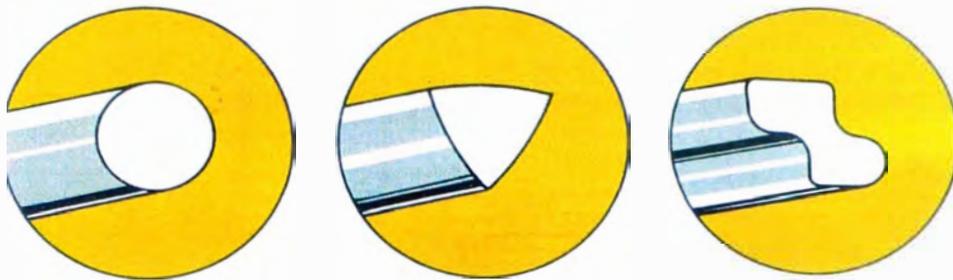


Fig. 2.4 Tipos de secciones de alambres.

Por el tipo de ordenamiento podemos identificar en general los arreglos básicos según se muestra en la figura 2.5.



Fig. 2.5 Arreglos básicos de Torones (Strand)

Con la combinación de estos arreglos básicos se obtiene una gama de arreglos de uso corriente como los que se muestran en la figura 2.6.

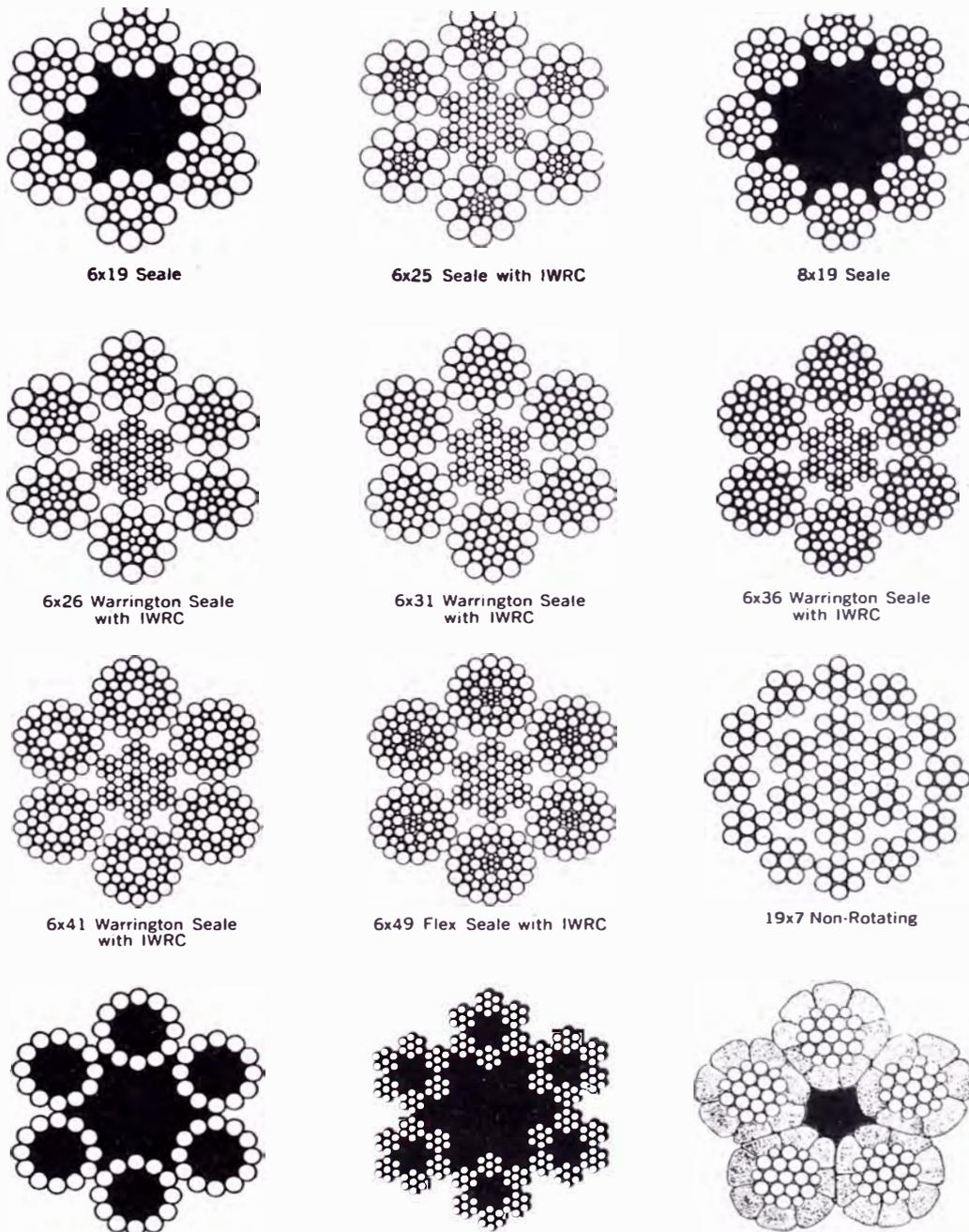


Fig. 2.6 Arreglos de cables de uso corriente

2.4.2 Nomenclatura

Los cables se designan conforme al arreglo que tienen, alma, tipo de acero, a la fuerza a la rotura que desarrollan. Ponemos a modo de ejemplo una etiqueta del cable que se adquirió a modo de recambio:

BRIDON International Ltd		Telephone : + 44(0)1302 344010	
Ropery Order: Q40666		Q406661	
Part No: 36.00622TGMB01		CLOSING	
		1 OF 2	
Partcode:	36MM 6X22T FFC 1770 GAL RHL MBL 90.5t ZL008002 (WTD)		
Customer:	Empresa Minera Los Quenuales S.A.		
Sales Order:	X0412224	Line: 1	Due: 20/03/08
Length:	1000		
Closer:	6 X 51 CLOSER		
Reel Size	_____	Breaks	_____
Nett	_____		
Dia OnTen	_____	Min Break	90.5
Gross	_____		

Fig. 2.7 Etiqueta de identificación de cable para Winche

Como se puede apreciar en la etiqueta de la empresa Bridon de Newcastle – Inglaterra (Ver figura 2.7), el Partcode o Número de parte dice:

- 36MM: Es el diámetro del cable en milímetros.
- 6X22T: Indica que hay 6 torones y en cada uno de ellos hay 22 cables del tipo Triangular.
- FFC: Indica que el alma es de Fibra.
- 1770 GAL: Indica que es un acero de alta resistencia y galvanizado

- RHL: Indica que es cable con torones a la derecha y en cada torón la orientación es diagonal.
- MBL 90,5t: Se refiere a la máxima fuerza de rotura es de 90,5 toneladas.
- ZL008002 (WTD): Es un código de control e identificación del fabricante.

2.4.3 Criterios de Selección de Cables

La selección de un cable estará en función a la forma de trabajo, factor de seguridad y condiciones del ambiente de trabajo, para esto es útil usar algunos criterios de selección como el que se indica a continuación:

Trabajo del cable.	Características de la estructura.
Cable resistiendo principalmente esfuerzos de extensión.	Cable grueso. Alambre de mucha resistencia. Alma metálica.
Cable resistiendo principalmente a la abrasión.	Cable de alambres exteriores gruesos. Alambre de mucha resistencia. Cableado Lang.
Cable resistiendo principalmente esfuerzos de encurvación.	Cable de alambres delgados. Alambres de baja resistencia. Muchos alambres por cordón. Cableado Lang y preformación.
Cable resistiendo principalmente esfuerzos de estrepada y aplastamiento.	Cable grueso. Pocos alambres por cordón. Cableado cruzado. Alma metálica. Cordoneado paralelo.

Fig. 2.7 Criterios de Selección

2.5 SISTEMAS DE SEGURIDAD

Entre los sistemas de seguridad con los que cuenta un Winche de Izaje se pueden mencionar los siguientes:

- **Sistema de Protección de Sobre Velocidad:** Se refiere que la máxima velocidad de Izaje esta limitada y no es posible sobrepasarla.
- **Limite de Carrera Máxima y Mínima:** Se refiere a que el Skip o Jaula no pueden avanzar más allá de los limites establecidos como el recorrido total del sistema.
- **Sistema de Protección Contra Descarrilamientos:** Existe un sistema que activa un frenado de emergencia cuando el Skip o Jaula abandona las guías o rieles en el cual este corre.
- **Sistema de Protección Contra Cable Flojo:** Sistema de protección mediante el cual imposibilita al Winche a moverse a producto de un atasco del Skip y provoca que el cable cuelgue sin carga de tensión alguna.
- **Control de Sobre Temperatura:** Existen sensores colocados en lugares claves del Winche que detendrán el moviento de accionamiento cuando un elemento eleve su temperatura de trabajo sobre el limite máximo.
- **Control de Posición y Velocidad:** Sistema electrónico o mecánico mediante el cual se monitorea en tiempo real la posición y velocidad del Skip para siu control y seguimiento.
- **Rampa de Aceleración y Desaceleración:** Sistema por el cual el Skip o Jaula ingresa o sale de las estaciones de servicio de Carguío o Volteo a baja

velocidad para acelerar y moverse a velocidad máxima en la zona central del Pique.

- **Enclavamiento del Freno y Embrague:** Uso de métodos electro hidráulico para evitar que el freno se libere o habrá si se anula el embrague pues de no ser así el Skip tendría la oportunidad de liberarse y experimentar un movimiento de caída libre sin control pudiendo ocasionar daños graves al personal e instalaciones.
- **Botón de parada de emergencia principal:** Medio por el cual el operador ante cualquier situación de emergencia podría detener casi inmediatamente el sistema de Izaje apagando el motor.
- **Botón de parada de emergencia secundaria:** Medio por el cual el operador activara los frenos del Winche liberando la presión de aceite directamente al tanque, este botón se aplica después de aplicar el botón de Parada de Emergencia Principal. Es un botón de parada de emergencia redundante.

Además de los sistemas de protección indicados deberá existir otros de carácter preventivo relacionadas con la electrónica de control y eléctrica, muchas de ellas de carácter preventivo.

2.6 SELECCIÓN DEL WINCHE DE IZAJE

La selección del Winche de Izaje esta relacionado a la profundidad del pique o profundidad de la operación así como la tasa de producción requerida, es importante tomar en cuenta las Normas Legales que en este caso el Ministerio de Energía y Minas establece como parámetros de uso de este tipo de equipos.

También se considera el horizonte de vida del proyecto y el tipo o dimensiones del Skip.

Como una ayuda a la selección de este tipo de equipos se proporciona un diagrama que ayuda en la figura 2.8, en donde la ordenada esta en pies y la abscisa en toneladas por hora.

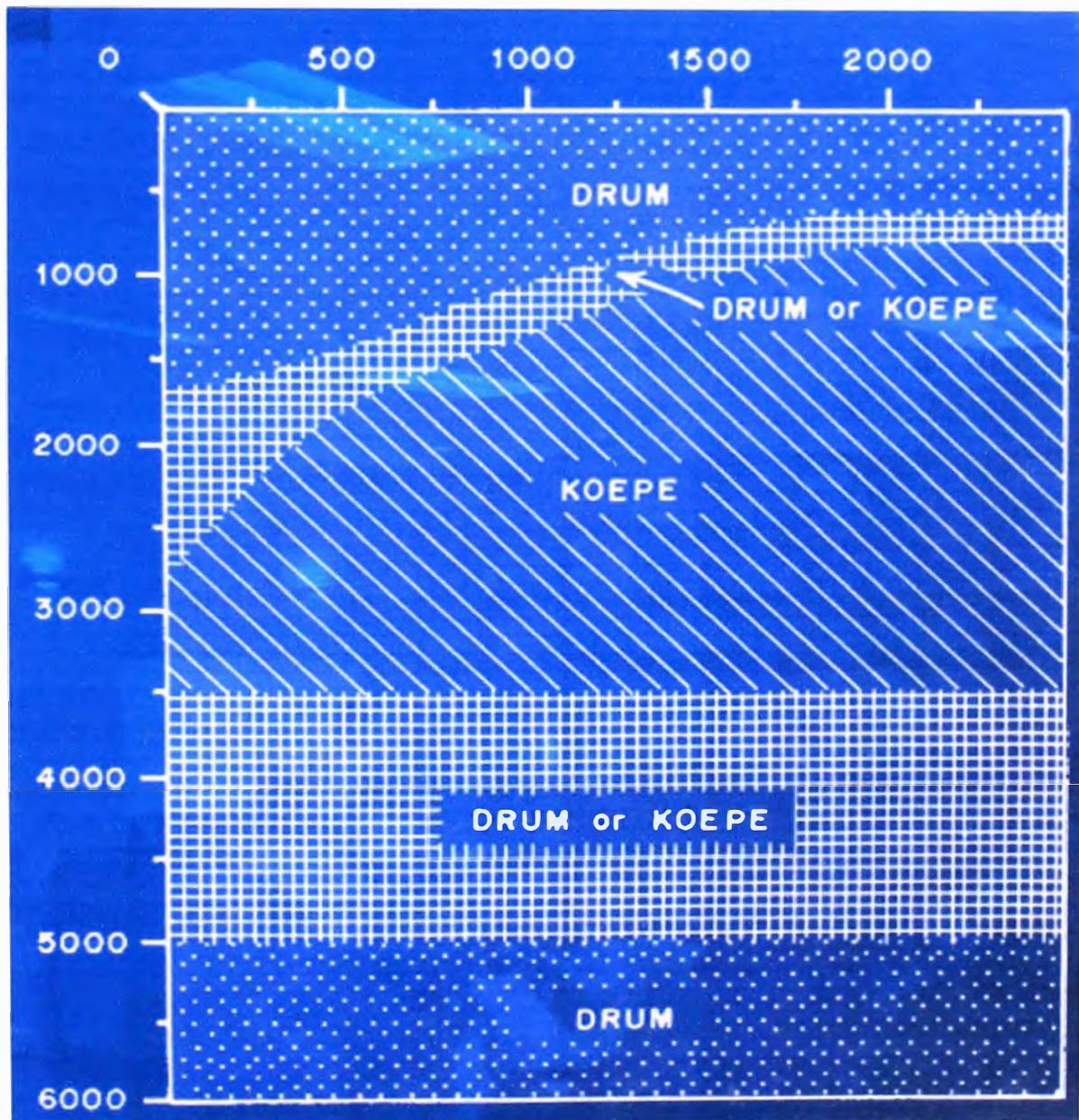


Fig. 2.8 Diagrama de selección de Winches de Izaje.

CAPITULO 3

FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

3.1 ANTECEDENTES

Durante la etapa de factibilidad del proyecto se efectuó el análisis de las alternativas para la extracción de mineral y desmonte de los niveles de profundización de la mina, se analizaron las siguientes:

- Alternativa 1 : Extracción de mineral desmonten con rampa y camiones
- Alternativa 2 : Construcción del Pique Vertical
- Alternativa 3 : Construcción del Pique Inclinado

Un estudio Geomecánico e Hidrológico es necesario para la realización de toda excavación, debido a que se requiere muchas veces de sostenimiento de la masa rocosa a fin de garantizar cierta estabilidad a la labor, el tipo de roca en la mina Limpe Centro es de Cuarcita, muy competente y se requerirá un mínimo de sostenimiento.

Después de un análisis Técnico - Económico y con el objeto de reducir sus costos operativos en la extracción se tomo la decisión de la ejecución del pique Inclinado en la explotación del cuerpo Estela. Se aprovechara estas labores para mejorar la ventilación de la profundización. Las reservas de mineral fueron estimadas en 720 000 toneladas / Año, para ser agotadas en un total de 12 años. (Ver Figura 3.1)

Se considera a si mismo los programas de producción plateadas por la gerencia para la alimentación de la Planta Concentradora y producción final.

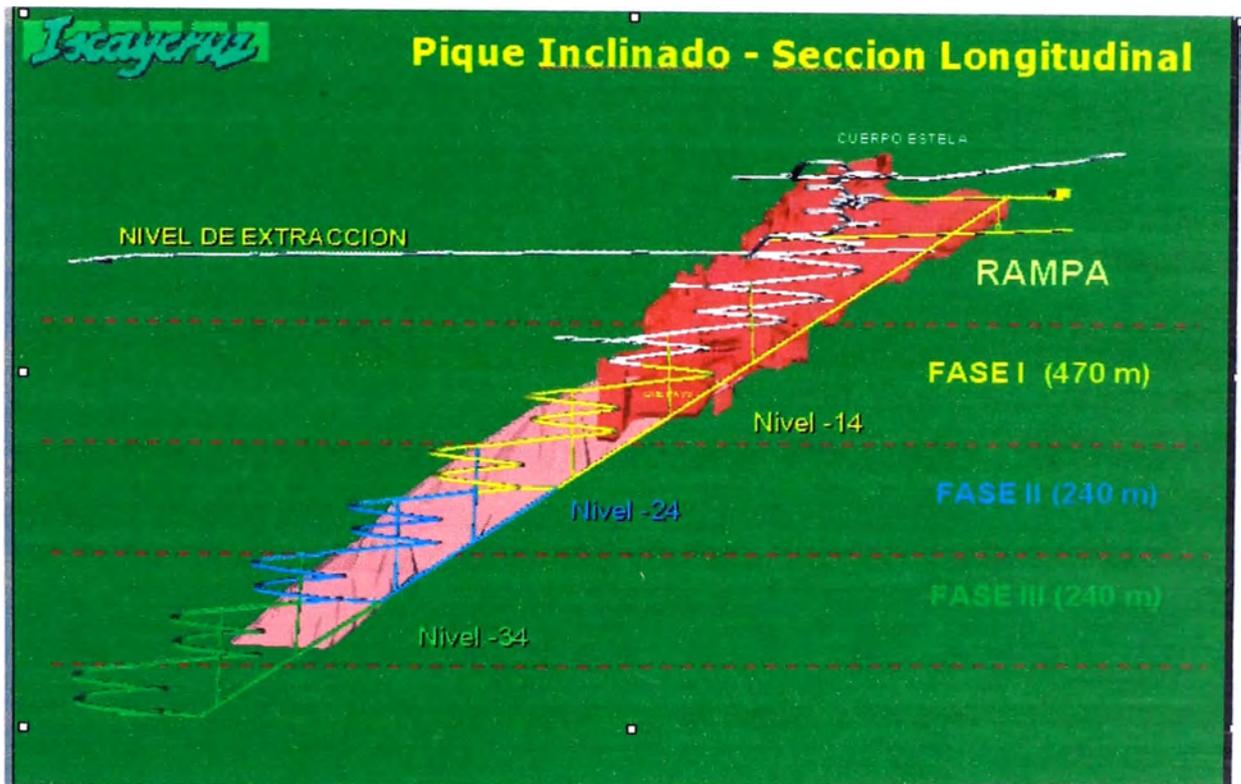


Fig. 3.1 Pique Inclinado de la Mina Limpe Centro

3.2 RESERVAS DE MINERAL

Las reservas estimadas fueron:

Para el cuerpo mineralizado de Olga y Estela hasta el Nivel -37: 8 000 000.

La razón de 13 730 ton x metro vertical se estimaron para el calculo de las reservas entre los Niveles 12 y 37.

3.3. PROGRAMA DE EXTRACCION

En este estudio fue considerado un programa de producción de 3 años:

- Año 2001 : 519 656 Toneladas Métricas Año
- Año 2002 : 618 000 Toneladas Métricas Año
- Año 2003 : 618 000 Toneladas Métricas Año

Este programa de producción es de la mina Limpe Centro.

3.4 ACTUAL SISTEMA DE TRANSPORTE

En la actualidad el transporte se realiza por camiones de 30 ton de capacidad a lo largo de una rampa de extracción de 4m x 3,5m de sección y una inclinación de 13° hasta el Nivel 0, para luego ser transportado a través de unas chimeneas de llenado a la línea de extracción el cual consiste en una locomotora eléctrica con 14 carros mineros tipo Gramby de 110 p³ de capacidad, esta locomotora alcanza velocidades de hasta 12 m/s.

Esta rampa de acceso también es usado para acceder al cuerpo mineralizado de Estela y Olga.

3.5 VENTILACION

Se requiere un incremento de la producción por tanto la mina profundiza cada vez mas, se prevé un incremento en la demanda de aire fresco de ventilación, el sistema de ventilación actual no puede abastecer la demanda de 235 m³/s que se requiere para la profundización, se requiere adicionar 20 m³/s adicionales, en la

parte superior de la mina, los ingresos de aire son amplios, se debe considerar los nuevos accesos para el ingreso de este aire adicional.

3.6 ALTERNATIVAS DE TRANSPORTE

Tres alternativas fueron estudiadas y basadas en la geometría del cuerpo mineralizado real de la mina.

3.6.1 Alternativa 1: Rampa y Camiones:

La rampa a realizar tiene que estar diseñada de un área de 15m^2 para adicionar 20m^3 para la ventilación adicional y para adaptar el tamaño para el transporte por camiones.

Para el empleo de camiones de 50 Ton la sección debería ampliarse aun más de 25 a 30 m^2 aprox. Con una rampa amplia y alumbrada adecuadamente se puede incrementar las velocidades de estas unidades y mejores ciclos de trabajo pueden ser logrados.

Como la rampa tiene que ser diseñada para llegar a los subniveles en cada 14 m en vertical es necesario las curvas esto incrementara el costo por cambio de neumáticos así como la variación del ciclo de carga por una reducción de la velocidad promedio.

Para aumentar la eficiencia en el carguío se estable estaciones de carguío en los Niveles -7, -12, -17, -22, -27, -32, y -37. Estos niveles se conectan a la rampa principal para su descarga en el Nivel 0.

Esta evaluación considera la variación de distancia en el transporte y calcula la cantidad de camiones requeridos para una producción definida.

El concepto de velocidad fue adoptado para calcular la cantidad de equipos requeridos, En este concepto un kit de equipos se considera un LHD y camiones necesarios para maniobrar en las estaciones de carga.

Los resultados de los valores calculados son resumidos en el cuadro adjunto:

Nivel Transp.	Distancia (m)	Nº Camion.	Ciclo(min)	Ton. /Hora	US\$/Ton
Nivel 7	1.000	3	33,30	41,36	1,30
Nivel 12	1.500	4	38,80	35,50	1,48
Nivel 17	2.100	4	45,39	30,35	1,69
Nivel 22	2.600	5	50,88	27,07	1,87
Nivel 27	3.200	5	57,47	23,96	2,08
Nivel 32	3.700	6	62,97	21,87	2,26
Nivel 37	4.300	6	69,56	19,80	2,48

Tabla 3.1 Costos de Transporte por Camiones

Este estudio se basó en camiones de 30 t de capacidad y LHD de 10 t.

Considerando la disponibilidad del de equipos será necesario 7 camiones y 2 de LHD cargar y transportar toda el mineral minado.

Fue asumido que el mineral y desmote en el desarrollo de la mina será extraído por la misma flota en su totalidad, siendo solo el 10% de desmote. Este porcentaje podría variar pero la cantidad de equipos a usar no.

3.6.2 Alternativa 2: Pique Vertical:

Debido al costo muy alto de inversión inicial, Se aplican nuevas tecnologías en la realización de pozos y Estaciones de Carguío Móviles, han sido desarrollados para disminuir tiempos en la construcción y gasto mayor.

Basado en este concepto, el método de perforación circular se basara según los siguientes parámetros:

Diámetro del Pique: 5,0 m

Profundidad del Pique: Fase I – Perforación ascendente del Nv 17 – 253 metros

Fase II – Perforación ascendente Nv 27 – 170 m

Fase III – Perforación Ascendente Nv 37 – 145 m

Tipo de Pique: Pique de Producción (No se transportarán personal ni materiales)

Skips: 2 Skips de 6 Ton c/u descarga por la base

Cables: Cuatro cables de 32 mm de diámetro.

Tamboras: Doble tambor

Capacidad del Pique: 150 tph

Estación de carga: Tipo Móvil

Para aumentar la eficiencia en el llenado de los Skips se establecerán chimeneas de llenado en los niveles - 8, -28 y -38. Todos los paneles de explotación estarán provistos de chimeneas que accederán a las estaciones de carguío. El transporte de mineral desde las labores a las chimeneas se realizara con equipos LHD o los camiones de acuerdo a las distancias de trabajo.

Se instalarán parrillas para delimitar el tamaño de roca a pasar y ser transportados por los Skips.

El manejo de derrames de carga se hará con equipos LHD y camiones en la parte inferior del pique.

El pique será diseñado para un Izaje de 150 tph en la máxima profundidad

Parámetros importantes que se consideraron:

Parámetros	Fase I/Nv-17	Fase II/Nv-27	Fase III/Nv-37
Producción de Mineral (TPA)	720.000	720.000	720.000
Desmante (TPA)	72.000	72.000	72.000
Total (TPA)	792.000	792.000	792.000
Días de Operación por Año	360	360	360
Turnos por Día	2	2	2
Horas por Turno	10	10	10
Horas Planificadas por Año	7.200	7.200	7.200
Horas de Trabajo por Año	5.556	5.556	5.556
Cap. Min. de Winche (TPH)	142,6	142,6	142,6
Distancia de Izaje (m)	276	444	588
Ciclos por Hora	43,3	32,5	26,8
Capacidad de Skips (Ton.)	6	6	6
Capacidad Horaria (TPH)	259,8	195,0	160,8
Horas de Izaje por Día	8,47	11,3	13,7
Capacidad Min. Skips (m ³)	3,5	4,5	5,5

Tabla 3.2 Parámetros de Diseño Pique Vertical

El pique se construirá usando métodos convencionales de, siendo el acceso para el fondo la rampa existente. El desperdicio generado durante la excavación estará distante extrayendo de la cantera equipos.

La excavación estará hecho hacia abajo por perforación y voladura convencional, es necesario el uso de un Winche pequeño para el retiro de rocas el mismo que puede usarse para transportar las personas y los materiales para acceder al fondo del pozo.

Un sistema adecuado de sostenimiento y estabilización de roca de requerirlo será implementado a medida que se avanza en la excavación del pozo o pique.

Para un pique vertical de una estación o uno inclinado de varias estaciones es esencia contar con un winche de doble tambor.

Un Winche de tambor doble se ubico en el Brasil, en la Mina Jacobina, el cual se puede adaptar para la unidad minera iscaycruz también en eje vertical o inclinado.

Existen otras opciones en Canadá los cuales fueron analizados una vez que la decisión de realizar el pique fue tomada.

Las especificaciones básicas del Winche que se podría adquirir usado son:

Tipo de Winche: Doble tambor

Drive del equipo: El convertidor Thyristor

El motor: 500 KW, 1 000 rpm

El diámetro del tambor: 3 048 mm

La anchura del tambor: 1 512 mm

La máxima profundidad del Winche: 1 300 m con cables de 36 mm Ø

Relación Diámetro de Tambor / Diámetro de Cable (D/d): 84,67

La velocidad del Cable: 10 m / s

La aceleración /desaceleración: 0,66 m / s²

Por su diseño este Winche puede trabajar a una profundidad planificada de 700 metros verticales ó 1150 metros en inclinación de 37°.

El tambor puede acomodar 1.300 metros de cable en tres capas, siendo esta longitud, la máxima distancia útil de izamiento que puede ser alcanzado con este tambor.

Los componentes mecánicos de este bobinador (el tambor, el eje, el reductor y embrague) son diseñados para la velocidad de 10 el metro /segundo en vertical y soportar un motor de hasta 1 000 KW.

El control de velocidad y el sistema monitor son mecánicos. Un Sistema Digital (DHS) de Izamiento debería ser incorporado para mejorar los controles del elevador.

Para dirigir en el modo automático un PLC tiene para ser instalado para controlar todas las funciones del tambor y el trabajo de izaje de mineral.

Se debe contemplar la construcción de una estación de descarga en la zona de las poleas deflectoras para agilizar el transporte de mineral a los carros mineros se puede hacer uso de una cinta transportadora.

Se puede proyectar dos chimeneas una de mineral y otra de desmonte para el servicio de llenado de carros mineros.

Se debe contemplar el uso de tolvas hidráulicas para acelerar el proceso de carguío.

La estación de carguío de construcción acerada será tipo completamente móvil y comprende el uso de tolvas de descarga de compuertas hidráulicas así como un carro deflector para el desvío de la carga a uno u otro Skip.

Los Skips de descarga inferior son construidos en acero, será diseñado para una carga de 6 ton. inicialmente.

3.6.3 Alternativa 3: Pique Inclinado:

Un pique inclinado con sección transversal rectangular de 5,5 x 3,6 m² y 37° de inclinación será construido al lado de la rampa de acceso siguiendo la geometría del mineral hasta la profundización.

El mineral será trasladado directamente a través de unas chimeneas de alimentación utilizando equipos LHD, para evitar martillos rompe bancos, es necesario la instalación de parrillas para los echaderos para así también limitar el tamaño de roca a trasportar por el pique

Se proyectara una estación de servicio para el cambio y mantenimiento de skips así como el mantenimiento del pique inclinado.

Los principales parámetros son presentados abajo:

Parámetros	Fase I/Nv-17	Fase II/Nv-27	Fase III/Nv-37
Producción de Mineral (TPA)	720 000	720 000	720 000
Desmante (TPA)	72 000	72 000	72 000
Total (TPA)	792 000	792 000	792 000
Días de Operación por Año	360	360	360
Turnos por Día	2	2	2
Horas por Turno	10	10	10
Horas Planificadas por Año	7 200	7 200	7 200
Horas de Trabajo por Año	5 556	5 556	5 556
Cap. Min. de Winche (TPH)	142,6	142,6	142,6

Distancia de Izaje (m)	420	780	1020
Ciclos por Hora	33,7	21,7	17,5
Capacidad de Skips (Ton.)	6	9	9
Capacidad Horaria (TPH)	202,2	195,3	157,5
Horas de Izaje por Día	10,9	11,3	13,4

Tabla 3.3 Parámetros de Diseño Pique Inclinado

El Pique será hecho por etapas y usando un piloto de 2 x 2 m y la excavación final se realizara de abajo hacia arriba retirando el desmonte para las dimensiones final por la parte inferior, para la realización del piloto se accezará de la rampa por unos accesos realizados para tal fin.

El pique equipado ser realizara por etapas siguiendo en forma simultanea las operaciones de explotación, los materiales para las ampliaciones se trasladaran usando el mismo winche principal del pique.

2.7 EVALUACION ECONOMICA

En la comparación de alternativas se usaron los siguientes criterios:

A.- El transporte por pique y el uso de camiones

Los ratios de rendimiento y producción para un sistema de extracción por pique se calcularan correctamente a fin de garantizar la producción estimada.

El izaje por pique es una opción basada en tecnología muy bien probada, bajos costos de operación, la automatización es posible a fin de reducir costos y el error humano.

Los costos crecientes de mantenimiento de la carretera y de la rampa, como la mina aumenta a fondo, son difíciles de medir pero serán significativos.

La rampa y el camión tienen una gran flexibilidad y la inversión inicial es mucha más abajo que los piques inclinados o verticales.

B.- El pique vertical y pique inclinado

Se lista las ventajas y desventajas principales de piques verticales e inclinados:

Los ejes verticales requieren más personas expertas para el mantenimiento y la operación.

El pique inclinado provee una segunda forma de acceder a la mina sin necesitar un tambor o un sistema similar para el traslado de personas.

El costo operacional de un pique vertical es más pequeño si es comparado con un pique inclinado con aptitud similar.

El pique inclinado puede ser hecho más hondo según se requiera sin paralización de la producción.

El pique vertical puede estar con una automatización total, así se reduce el costo operacional.

En este caso particular, siendo el pique inclinado situado a lo largo de la extensión del cuerpo mineralizado, el transporte horizontal se reduce a un mínimo y una inversión en túneles de acceso y los camiones son eliminados.

El límite técnico de un pique inclinado es aproximadamente 1.500 metros. Una vez que la velocidad de izamiento está limitada, trabajar a la máxima profundidad puede hacer que los ciclos de trabajo sean demasiado largos.

Tomando el cronograma de producción y plazos de ejecución para ambos piques vertical e inclinado, se puede notar que el pique inclinado es más rápido para construir con una diferencia de tiempo de 6 meses aproximadamente respecto a uno vertical.

C.- Evaluación Económica

Como puede verse en los cuadros adjuntos, el transporte con camiones producirá el costo operacional más alto y no podrá ser considerado. El costo operacional de transporte del camión es casi 50 % más alto que el transporte por pique.

El pique inclinado tiene el costo operacional mínimo en virtud que no requiere transporte horizontal mayor.

La menor inversión está en el pique inclinado. Otra ventaja adicional es que el pique inclinado puede ser realizado por etapas.

Los costos financieros de las tres opciones fueron como sigue:

Alternativa	VAN @ 12%	Inversión y Costo Oper. a 12 años
Rampa y Camion	11 334 204,59	22 639 635,34
Pique Vertical	8 599 739,28	13 651 519,41
Pique Inclinado	7 625 460,07	12 153 395,20

Tabla 3.4 Valores del VAN de las tres alternativas

El eje Inclinado es la mejor opción del punto de vista financiero y para la profundidad de la mina consideró.

Se hizo una proyección de lo que costaría el proyecto en cada caso el cual se muestra en la Tabla 3.5 que se indica a continuación:

INVERSION	ALTERNATIVA		
	Rampa y Camion	Pique Vertical	Pique Inclinado
Trabajos de Ingenieria	20.000,00	280.000,00	205.000,00
Excavación	1.761.000,00	2.073.833,52	2.237.934,69
Concreto	0,00	59.568,00	95.628,00
Equipos	2.725.000,00	1.606.050,00	1.576.623,14
Transporte Horizontal	0,00	400.767,50	21.652,00
Equipo Eléctrico	0,00	74.000,00	98.000,00
Implemetacion del pique	0,00	350.000,00	320.150,00
TOTAL	4.506.000,00	4.844.219,02	4.554.987,83
CONTINGENCIAS (10%)	450.600,00	484.421,90	455.498,78
GRAN TOTAL	4.956.600,00	5.328.640,93	5.010.486,61

Tabla 3.5 Proyección del Costo de Inversión

Se proyectó un flujo de caja del 2001 al 2012 según los ritmos de crecimiento de la empresa y costos estimados obteniéndose los resultados indicados en la Tabla 3.6.

Si detallamos los costos de inversión de los operativos podemos indicar que siempre un pique inclinado obtiene mayores beneficios económicos, donde es el costo de operación menor a las otras alternativas.

Tabla 3.6 Flujo de Caja

Análisis Financiero														
ALTERNATIVE	VAN @ 12%	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	TOTAL
		-3	-2	-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ALTERNATIVA I (Rampa y Camiones)														
Inversión	2.990.192,48	91.960,00	1.073.710,00	509.960,00	757.460,00	798.710,00	454.960,00	509.960,00	509.960,00	179.960,00	69.960,00	0,00	0,00	4.956.610,00
Costo de Operación	8.344.012,10	859.036,72	1.022.662,60	1.022.662,60	1.237.007,94	1.363.853,16	1.501.232,03	1.616.809,47	1.718.019,60	1.822.397,93	1.953.756,32	2.072.166,02	1.433.350,93	17.683.835,34
TOTAL		958.996,72	2.096.372,60	1.532.622,60	2.054.467,94	2.162.563,16	1.956.252,03	2.126.769,47	2.227.979,60	2.002.357,93	2.023.716,32	2.072.166,02	1.433.350,93	22.639.635,34
ACUMULATED		958.996,72	3.047.369,32	4.579.991,92	6.634.459,86	8.797.023,03	10.753.275,07	12.880.044,53	15.108.024,13	17.110.382,06	19.134.098,38	21.206.264,41	22.639.635,34	
VAN @ 12%	11.334.204,59		2.520.319,61	3.611.210,11	4.916.661,63	6.143.950,05	7.135.056,21	8.097.090,71	8.996.942,30	9.719.012,64	10.370.595,14	10.966.299,10	11.334.204,59	
ALTERNATIVA II (Pique Vertical)														
Inversión	3.879.863,78	933.020,00	3.051.613,98	216.004,25	0,00	450.215,47	0,00	452.947,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.103.000,93
Costo de Operación	4.154.218,64	859.036,72	1.022.662,60	747.595,48	549.950,72	549.950,72	549.950,72	549.950,72	549.950,72	549.950,72	549.950,72	549.950,72	371.225,90	7.400.126,45
TOTAL		1.792.056,72	4.074.276,58	3.633.599,73	549.950,72	1.000.166,19	549.950,72	1.002.897,95	549.950,72	549.950,72	549.950,72	549.950,72	371.225,90	12.503.927,37
ACUMULATED		1.792.056,72	5.066.333,30	6.629.933,02	7.379.883,74	8.380.049,93	8.930.000,65	9.932.898,59	10.482.849,31	11.032.800,03	11.582.750,75	12.132.701,47	12.903.927,37	
VAN @ 12%	8.834.182,42		4.848.838,98	5.533.910,24	5.883.413,86	6.450.935,01	6.729.557,16	7.103.217,26	7.405.333,14	7.603.650,89	7.700.729,29	7.938.817,98	8.034.182,42	
ALTERNATIVA III (Pique Inclinado)														
Inversión	3.696.939,88	421.300,00	3.205.120,04	0,00	0,00	882.844,53	0,00	501.222,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5.010.486,61
Costo de Operación	3.966.520,19	859.036,72	1.022.662,60	474.136,92	551.822,84	551.822,84	551.822,84	551.822,84	551.822,84	551.822,84	551.822,84	551.822,84	372.489,62	7.142.980,59
TOTAL		1.288.336,72	4.227.782,64	474.136,92	551.822,84	1.434.667,38	551.822,84	1.053.044,88	551.822,84	551.822,84	551.822,84	551.822,84	372.489,62	12.153.395,20
ACUMULADO		1.288.336,72	5.508.119,36	5.982.256,27	6.534.079,11	7.968.746,49	8.520.569,33	9.573.614,21	10.125.437,06	10.677.259,90	11.229.082,74	11.780.905,58	12.153.395,20	
VAN @ 12%	7.625.460,87		4.513.520,22	4.851.001,51	5.201.694,90	6.015.763,70	6.295.334,33	6.771.678,35	6.994.590,34	7.193.543,19	7.371.215,38	7.529.851,26	7.625.460,87	
NIVELES DE TRANSPORTE			NIVEL 7	NIVEL 7	NIVEL 7	NIVEL 12	NIVEL 12	NIVEL 17	NIVEL 22	NIVEL 22	NIVEL 27	NIVEL 32	NIVEL 37	NIVEL 37
Ratio ramp a pique vertical			48,0%	34,7%	16,4%	4,8%	-6,0%	-12,7%	-21,5%	-27,8%	-33,3%	-38,1%	-41,1%	
Ratio ramp a pique inclinado			44,2%	25,6%	5,3%	-2,1%	-13,3%	-19,6%	-28,6%	-35,1%	-40,7%	-45,6%	-48,6%	
NOTES														
Si las reservas de mineral termina en el nivel 17 entonces la mejor opción es mantener el actual sistema de rampa y camiones														
La mejor opción es la extracción a través del pique inclinado debido a que no hay transporte horizontal y las reservas de mineral en la profundización.														
El inclinado es la opción con un 15% más barato después de uno vertical y un 35% más barato que el actual sistema.														

Si comparamos según el KPI (Key Performance Indicators o Indicador clave de desempeño) de costo por tonelada extraída de mineral o desmonte podemos mencionar los siguientes valores:

RESUMEN DE ALTERNATIVAS			
ITEM	ALTERNATIVA I Rampa y Camiones	ALTERNATIVA II Pique Vertical	ALTERNATIVA III Pique Inclinado
Costos de Operacion (VAN @ 12%)	8.344.012,10	4.154.218,64	3.966.520,19
Inversion (VAN @ 12%)	2.990.192,48	3.879.883,78	3.658.939,88
TOTAL (US\$)	11.334.204,59	8.034.102,42	7.625.460,07
Gastos Mayores en 12 Años(US\$)	22.639.635,34	12.503.927,37	12.153.395,20
US\$/ Toneladas (Mineral + Desmonte)	2,57	1,42	1,38
US\$/ Toneladas de Mineral	2,83	1,56	1,52

Tabla 3.7 KPI costo por tonelada

En donde podemos observar que se obtiene un mejor KPI en un pique inclinado.

- **Conclusión**

La rampa y transportando por camión no es una alternativa económica para el método de extracción de mineral planteado, el tiempo requerido para las excavaciones de un pique debe ser hecha con celeridad para disminuir costos operativos.

Bajo el análisis indicado y debido a la forma de nuestro cuerpo mineralizado de la mina Limpe Centro, concluimos que la extracción usando un Pique Inclinado bajo el punto de vista técnico - económico resulta más conveniente para la profundización de la mina que las otras formas de extracción por tanto se prosiguió con su implementación.

CAPITULO 4

EL EQUIPAMIENTO

4.1 ANTECEDENTES

Al ser aprobado el proyecto, se desmonto un winche en el Brasil, este equipo tenia varios años de paralización.

Se desmonto todo el equipo del Winche así como estructuras de la zona del volteo y los skips, también se embalaron los cables y algunos accesorios del winche.

Este equipamiento llego a la unidad minera en abril del 2 002, a su arribo se procedió a su verificación para posteriormente proceder al acondicionamiento, aquí se realizaron compras vía licitaciones como las estructuras faltantes o de reposición, se enviaron los skips de 6 ton a reparación a Lima a un taller especializado.

A medida que esto ocurría se revisaban todos los planos de excavación, obras civiles, metalmecánica y eléctrica para su ejecución, así mismo se realizaban las compras de los equipos electrónicos y de control.

Las excavaciones estaban en proceso y se hacían los accesos a la Casa Winche así como los accesos en los diferentes niveles del futuro pique.

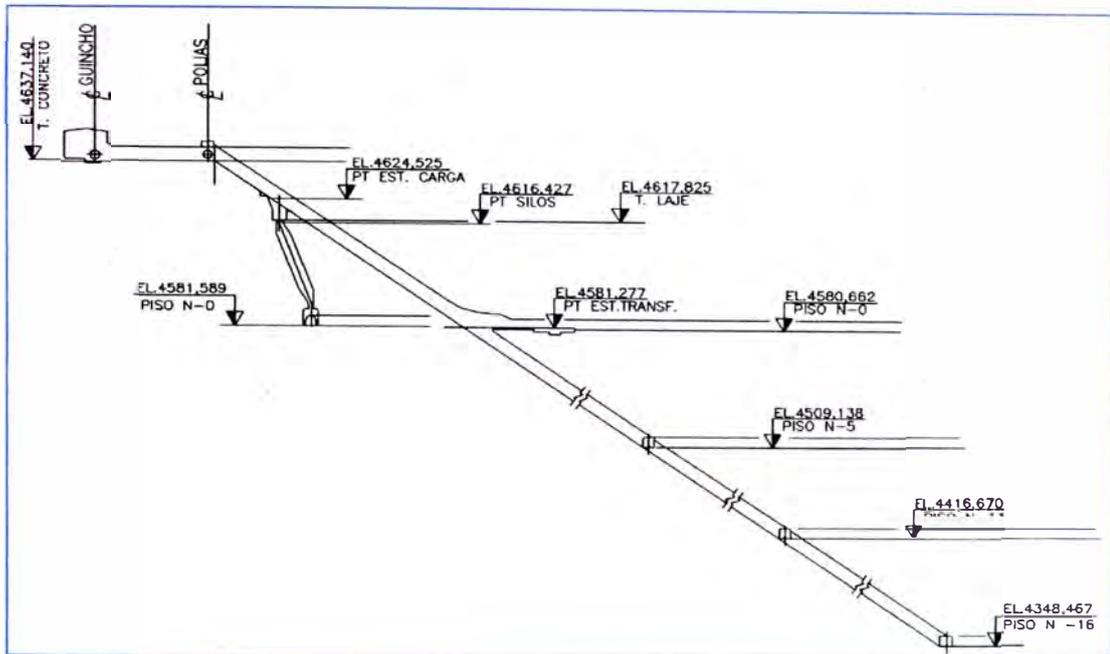


Fig. 4.1 Esquema general del pique inclinado

4.2 ESTADO DEL EQUIPAMIENTO

El Winche adquirido era uno de doble tambor de 10 pies de diámetro de la marca Nordberg, se adquirió todo el sistema eléctrico, hidráulico, mecánico, las estructuras metálicas de la estación de volteo, transferencia, dos Skips, cuatro carretes de cables de 36 milímetros de diámetro dos de los cuales ya tenía uso, los otros dos estaban nuevos, consola de mando y la información técnica como manuales del equipo y del sistema eléctrico.

- **Acoplamiento del Reductor**

Se verificó la mitad del acoplamiento que conecta el motor al reductor y se encontró que los engranes están en buenas condiciones pero las parrillas necesitan ser reemplazados con nuevas (Vea Foto 4.1 y 4.2).

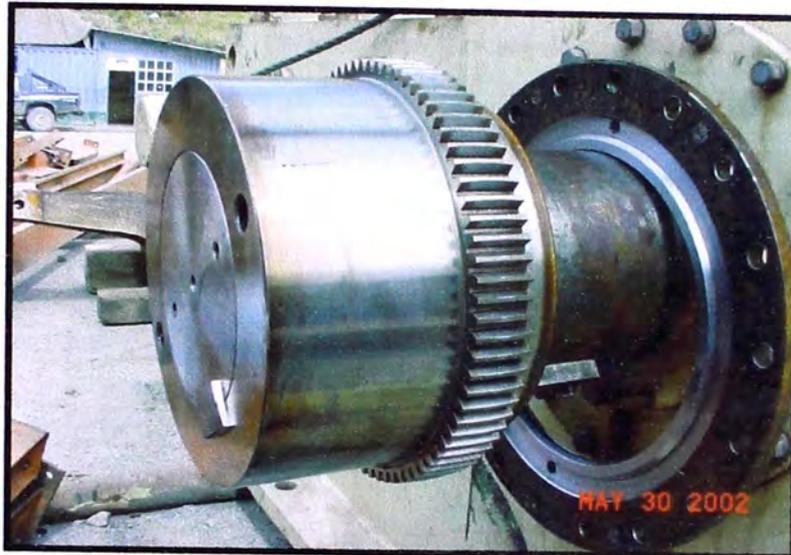


Foto 4.1 Acoplamiento del reductor

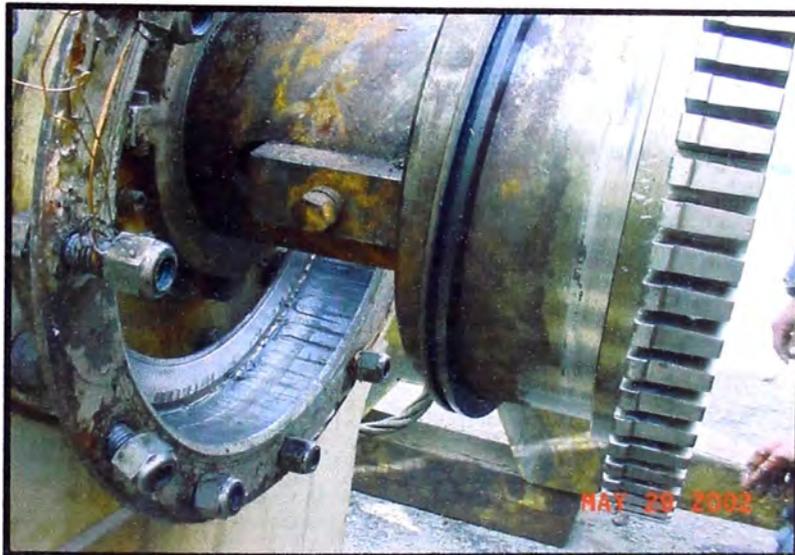


Foto 4.2 Sello del acoplamiento del reductor

- **Embrague**

Se chequeo de las partes del embrague y encontramos que las piezas de bronce están bien, de grueso pero tienen unos golpes y lugares filosos (vea foto 4.3), se recomendó limar estas aéreas con una lima fina. Y que tengan un juego de piezas

de repuesto para cada embrague. También se inspeccionaron los dientes del embrague, (vea foto 4.4) y la ranura del anillo de cambio de embrague, y se encuentra en buenas condiciones.



Foto 4.3 Bronce de la araña del embrague



Foto 4.4 Dientes del embrague

- **Componentes de los frenos:**

Se continuo chequeando los soportes y los calipers de frenos, un caliper esta en mala condición y 3 calipers están dañados en las cubiertas, y todos los calipers tienen algo de contaminación dentro de los accesorios hidráulicos, se decidió no probar la operación de los calipers para evitar más contaminación por dentro del caliper al aplicar Presión hidráulica al caliper. Se recomendó que los calipers sean reparados o comprar nuevos o tal vez comprar estuches de reparación y reparar los. Al hacer alguno de lo recomendado no habrá duda de la operación de los calipers de frenos (vea fotos 4.5, 4.6 y 4.7)



Foto 4.5 Columna de freno del Winche



Foto 4.6 Caliper dañado



4.7 Columna de freno del Winche dañada

- **Tambores, Anillo Engrane y Concha de Tambor**

En la inspección de los tambores y las ranuras del cable. Se encontró que esta un Tornillo en cada tambor flojo y necesitan ser apretados y se recomendó que todos los Tornillos sean chequeados. También se encontró daño en un disco de freno, a un buje de tambor, al anillo engrane, conductor del control logan y un poco de daño a la concha del tambor donde sienta el cable de alambre. Se recomendó que el buje del tambor y el anillo engrane deben ser reemplazados con partes nuevas. El daño causado en el tambor se puede arreglar con una lima o esmerilar con un pequeño esmeril de mano teniendo cuidado. de no dañarlas ranuras del cable (Ver foto 4.8 y 4.9).



Foto 4.8 Buje de Tambor



Foto 4.9 Buje de bronce y cremallera circular

- **Unidad Hidráulica**

Se verifico visualmente la unidad hidráulica y se encontró humedad en el tanque, unas partes que están dañadas. También se recomendó que la unidad sea reconstruida o reemplazada por una nueva por que la unidad es algo Antigua y algunas partes pueden ser obsoletas. (Vea fotos 4.9 y 4.10) Al hacer alguno de lo mencionado se puede asegurar que el sistema hidráulico funcione correctamente.



Foto 4.9 Unidad Hidráulica Principal



Foto 4.10 Motor de la Unidad Hidráulica Principal

- **Componentes de Embrague**

Después de Chequear la unidad hidráulica se continuó inspeccionando los componentes de ajuste de embrague y encontré 2 Clavija tornillos que están quebrados en el anillo de ajuste y una quebradura en el anillo de ajuste en la parte donde esta Instalada la Clavija, esto fue causado cuando el Clavija tornillo se quebró y forzó el anillo de ajuste. Se determino que lo mismo le sucedió al otro anillo que tiene el otro Clavija tornillo quebrado. Se recomendó que los 2 anillos de ajuste sean cambiados por piezas nuevas. Igual con las 4 clavijas tornillos. Los anillos que no están dañados se pueden mantener de repuestos. También todos los liners, las piezas de bronce están muy gastados y Necesitan ser cambiadas por nuevas

- **Componentes para Ajuste de embrague**

Los siguientes componentes inspeccionados fueron las armaduras para ajuste de embrague y se encontró unas de las Clavijas y bujes tienen algo de juego de lado a lado y deben ser cambiadas para asegurar el ajuste correcto de embrague,

se recomendó que todas las piezas de ajuste del embrague sean limpiadas antes de instalación.

Los 4 cilindros hidráulicos y los 2 soportes para 2 cilindros hidráulicos están para su verificación y reparación.

- **Componentes de Controles Auxiliares**

También se inspeccionaron los ejes conductores de los controles Logan, engranes y los rodamientos. Los engranes tienen menor desgaste pero están bien para usar. Los reductores de lado derecho y izquierdo se encuentran en buenas condiciones, como también los acoplamientos de eje a reductor pero se recomienda que se mantengan un repuesto de acoplamiento para reserva. También recomiendo que todos los componentes sean limpiados y engrasados.

- **Eje Principal de Tambor**

Se encontró menor desgaste en la porción hexagonal de los dos lados del eje, y también menor daño causado por un golpe en la porción hexagonal en lado de rodamiento chico. Esto también se puede arreglar con una lima fina, limando las áreas altas que causo el golpe. El eje se encuentra visualmente en buenas condiciones. Los 2 rodamientos se ven en buenas condiciones y tienen una medida de .008" en medio del rodillo y parte posterior del rodamiento en los dos lados de la área abajo del rodamiento conductor. Y una medida de .003" en medio del rodillo y parte posterior del rodamiento en los dos lados de la área abajo del rodamiento de fin. Se recomendó que se aplicara grasa en el eje y rodamientos. También tapar bien los componentes para impedir corrosión y recomiendo ejecutar una Prueba de NDT en el eje para asegurar que este en buenas condiciones (Ver foto 4.11).



Foto 4.11 Eje de tamboras del Winche y Puente Grúa de 15 Toneladas

4.4 TRABAJOS DE ACONDICION

Posterior a la inspección se iniciaron los trabajos de acondicionamiento el cual consistió en recuperar el equipamiento del Winche en todas sus partes en algunos casos se contrato los servicios de terceros para los ensayos no destructivos de las partes mas voluminosas difícil de establecer su condición.

4.4.1 Winche de Izaje Nordberg

Se limpiaron las tamboras para verificar el estado de pernos de fijación de las ranuras "Lebus", cremalleras circulares y coronas dentadas, se adquirieron nuevos bujes de bronce para el reemplazo de los viejos debido al desgaste que tenían, el disco de freno fue analizado mediante ensayos no destructivo como tintes

penetrantes encontrándose en buenas condiciones, los acoplamientos del reductor fueron revisados y engrasados para protegerlos de la oxidación. Fue necesario remover los discos de frenos de las tamboras debido a que las maniobras para trasladar las tamboras a la zona de trabajo podrían dañarlas.

El motor eléctrico de 500 KW, fue llevado a Lima para su mantenimiento general y pruebas.

El eje principal del Winche fue examinado por ensayos no destructivos no encontrándose fallas en su estructura o cuerpo externo.

4.4.2 Sistema Hidráulico

Las partes del sistema hidráulico requerían cambio pero debido a lo antiguo del equipo estas ya no se fabricaban, además su constitución lo hacían poco confiable para el nuevo control automático, debido a esto fue replanteado todo el equipo.

El sistema fue diseñado en el Canadá y su especificación contaba con una de las marcas mas confiables en suministro de componentes hidráulicos, los cuales se reintegrarían muy bien al control automatizado del equipamiento, brindando la seguridad y confiabilidad requerida para el proyecto.

Todo el sistema hidráulico fue suministrado por una empresa nacional y montado por ellos mismos bajo la supervisión de los técnicos Canadienses.

Se adquirieron nuevos caliper y a los que quedaron fueron cambiados todos los sellos hidráulicos.

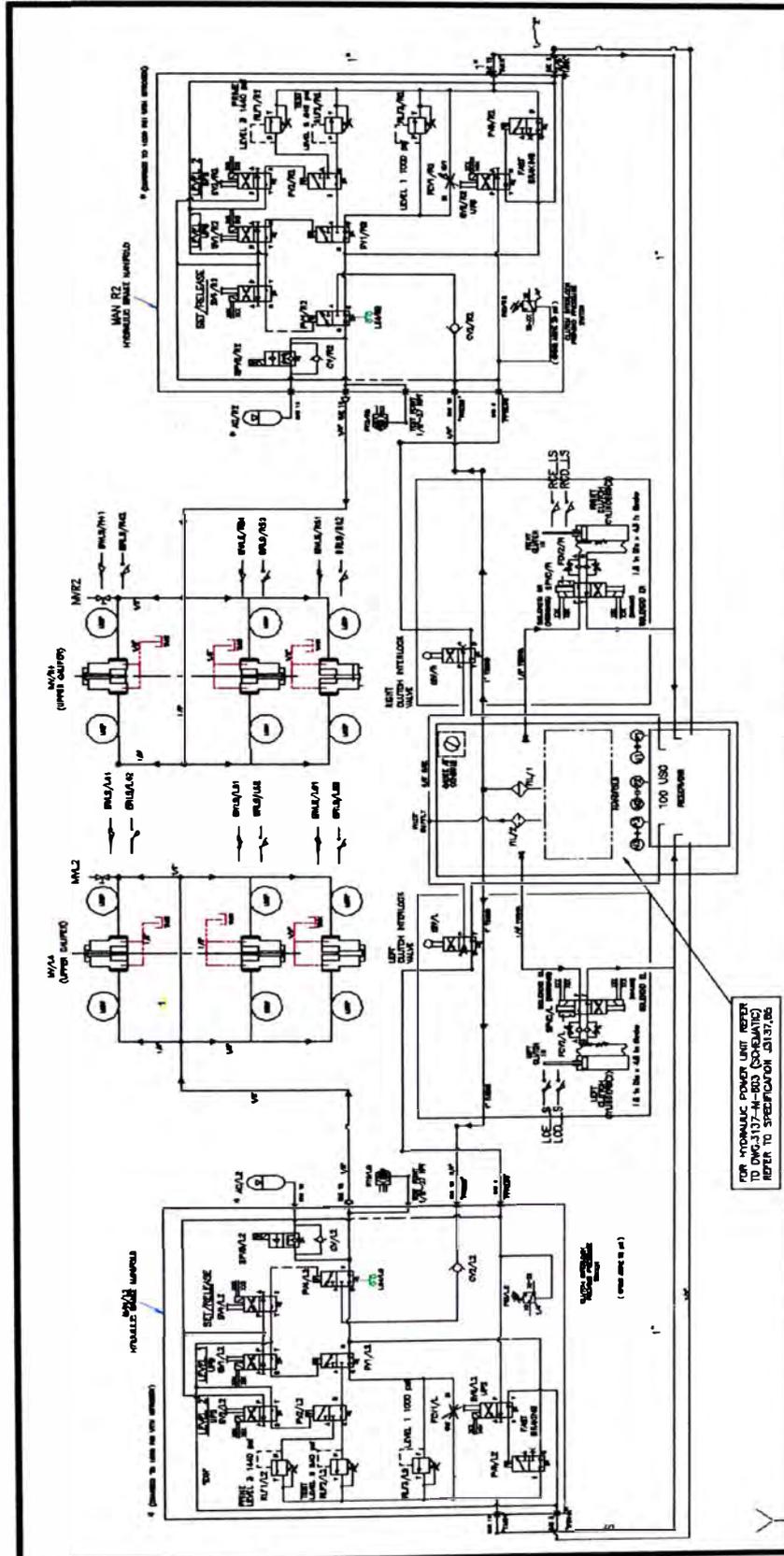


Fig. 4.2 Esquema Hidráulico del Winche

4.4.3 Cable de Izaje

Los carretes de cables fueron montados en caballetes para su conservación hasta el día del montaje de recubrió la superficie externa con una capa de grasa PGL400 NLGI N° 02 y cubiertas adecuadamente.

Para conocer su estado en general se sometió a una muestra retirada de la bobina a pruebas de ensayos destructivos como el ensayo a tracción arrojando una fuerza máxima a la rotura de 75 000 Toneladas.

También se le sometió a un análisis por ensayos electromagnético en toda su longitud para detectar si existe alguna anomalía en su constitución como el numero de hilos rotos y el grado de desgaste, afortunadamente no se detecto hilos rotos y su desgaste estaba en alrededor del 4% en el área de sección, el cable estaba en condiciones de poderse seguir usando.

Según las leyes peruanas el cable de un sistema de Izaje no deberá trabajar en un pique si su desgaste supera el 10% del área de sección o tenga el 5% de hilos rotos o que su uso se excediera por mas de 03 años, también estable como factores de seguridad de 05 para el trasporte de mineral o desmonte y de 08 para el transporte de personal.

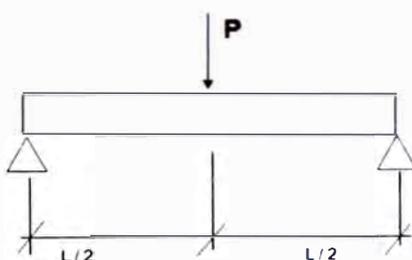
Hasta la fase I del pique se uso un cable de 650 metros de longitud aproximadamente, con 5 vueltas muertas, es decir 5 vueltas de cable que nunca dejarían el tambor del Winche. En las ampliaciones es decir en las fases II y III se uso un cable de 1 000 metros de longitud con 12 camadas muertas en el tambor

4.4.4 Puente Grúa

Además de los equipos del Winche Nordberg, se desmonto el Puente Grúa de 15 Ton, este puente grúa echa en planchas de acero estructural se modificó para que soporte una carga de 25 ton, para esto se realizaron entre otros cálculos estructurales el que se muestra a continuación a modo de realizar una primera aproximación:

MOMENTO FLEXIONANTE MAXIMO:

$$M_{max} = \frac{P \times L}{4}$$



MODULO RESISTENTE MAXIMO:

$$Z_{max} = \frac{M_{max}}{S_t}$$

DONDE:
S_t = ESFUERZO DE TRABAJO (PROPIO DEL MATERIAL)

ADEMAS

$$Z_{max} = \frac{I}{C}$$

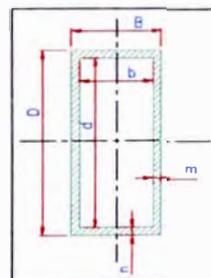
DONDE:
I = MOMENTO DE INERCIA
C = DISTANCIA DE FIBRA MAS ALEJADA A LA LINEA NEUTRA

TAMBIEN

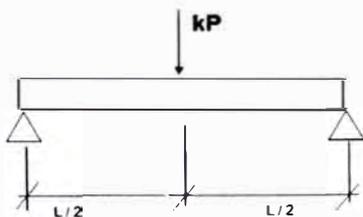
$$\frac{I}{c} = \frac{BD^3 - bd^3}{6D}$$



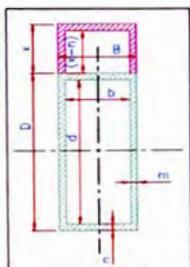
$$\frac{P \times L}{4 \times S_t} = \frac{BD^3 - bd^3}{6D} \quad \dots (P)$$



INCREMENTANDO LA CARGA EN k VECES, TENEMOS.....



.. Y PARA QUE NO FALLE LA VIGA, INCREMENTAMOS LA ALTURA.....



LA NUEVA FORMULA QUEDARIA ASI

$$\frac{kP \times L}{4 \times S_t} = \frac{B(D+x)^3 - b(d+x)^3}{6(D+x)} \quad \dots (Q)$$

DONDE
x = LO QUE TENDRIAMOS QUE AUMENTAR A LA VIGA PARA QUE ESTA NO FALLE..

DIVIDIENDO LA ECUACION (P) ENTRE LA ECUACION (Q), Y SIMPLIFICANDO TENEMOS

$$\frac{1}{k} = \frac{(BD^3 - b d^3) (D+x)}{D (B(D+x)^3 - b(d+x)^3)} \Rightarrow \frac{(BD^3 - b d^3) (D+x)}{D (B(D+x)^3 - b(d+x)^3)} - \frac{1}{k} = 0$$

PARA :
 B= 400 mm
 D= 1000 mm
 b= 384 mm
 d= 974 mm
 k= 2 (SI QUEREMOS INCREMENTAR LA CARGA AL DOBLE)

TAMBIEN :
 m= 8 mm
 n= 13 mm

REEMPLAZANDO VALORES NOS QUEDARIA

$$\frac{((400)(1000)^3 - (384)(974)^3)(1000+x)}{(400(1000+x)^3 - 384(974+x)^3)1000} - \frac{1}{2} = 0$$

RESOLVIENDO NOS DA :

$$x = 627 \text{ mm}$$

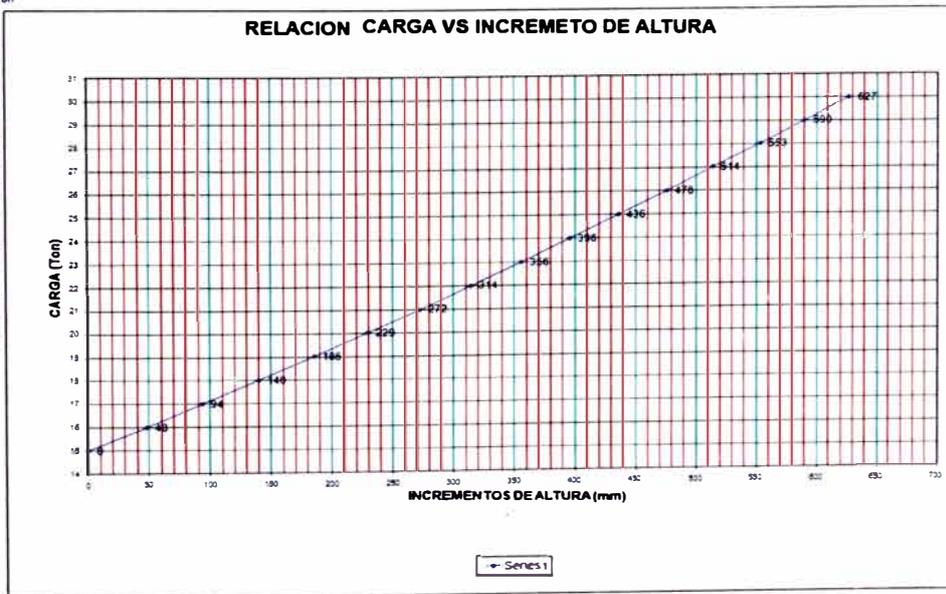
ITERANDO LA ECUACION

$$\frac{((400)(1000)^3 - (384)(974)^3)(1000+x)}{(400(1000+x)^3 - 384(974+x)^3)1000} - \frac{1}{k} = 0$$

PODEMOS GENERAR UNA GRAFICA QUE NOS DE LOS INCREMENTOS EN ALTURA PARA CUALQUIER VALOR DE LA CARGA DE TRABAJO (VEA LA SIGUIENTE HOJA...)

CARGA ACTUAL	15 Ton
--------------	--------

ALTURA ADICIONAL X(mm)	CARGA NUEVA Y(Ton)
627	30
590	29
553	28
514	27
476	26
436	25
396	24
356	23
314	22
272	21
229	20
185	19
140	18
94	17
48	16
0	15



Según el análisis realizado para incrementar la capacidad del puente grúa en 25 toneladas debería incrementarse la altura en 45 centímetros en análisis posteriores se determino el incremento a 50 centímetros en la altura y el reforzamiento de las vigas laterales así como las pestañas donde se sostiene el cable de izaje.

4.4.5 Sistema de Control

Todo el sistema de control y potencia fue adquirido nuevo con la tecnología más actualizada, lo que llegó a la unidad minera ya no se fabricaba y por obsolescencia fue dado de baja.

En el sistema de control tenemos el DHS o el Supervisor de Datos del Winche, también se tiene el Drive del motor principal de 500 Kw, El sistema de control de profundidad y velocidad, la consola de mando, el Software empleado para controlar el Winche fundamentalmente.

4.4.6 Poleas Deflectoras

Estas llegaron con linner metálicos, se cambio por linner de poliuretano con el fin de proteger al cable del Winche contra el desgaste.

También se procedió a verificar el estado de las chumaceras y rodamientos, encontrándose en buenas condiciones, se realizó el mantenimiento preventivo de estos componentes quedando en condiciones para su montaje.

Se contaba con 03 poleas y lo que más se deteriora por el trabajo que realizan es el linner (ver Figura 4.3)

4.4.7 Estructuras Metálicas

Las estructuras fueron cambiadas parcialmente debido al alto grado de corrosión que tenían y no prestaban garantías para un trabajo óptimo, siendo las chaquetas de protección de las tolvas las que se cambiaron en su totalidad.

Se rotularon e identificaron cada pieza después del arenado y pintado, desacuerdo a lo especificado en los planos de montaje, las estructuras metálicas usadas en las estación de Desacarga y carguío del Nv-14, Nv-20 y Nv-27 (en las tres fases del pique), fueron adquiridas en su totalidad bajo la modalidad de licitación privada.

4.4.8 Skips

Los tres Skips que llegaron a la unidad fueron examinados y enviados a talleres especializados en Lima para un Over Hall, es decir una reparación general, en estos equipos la corrosión fue severa y el estado de las chaquetas en malas condiciones los cuales fueron cambiados en su totalidad.

También se cambiaron las ruedas conjuntamente con sus rodamientos para una mayor confiabilidad.

4.5 Compras y adquisiciones.

Dentro de las compras y adquisiciones, dentro de las más significativas podemos mencionar:

- Compra de Durmientes de pino canadiense

- Compra de rieles de 80 libras x yarda
- Compra de las estructuras metálicas de las estaciones del pique
- Compra de las unidades hidráulicas de las estaciones del pique
- Compra de polines guidores
- Compra de pernería especial para la fijación de rieles
- Compra del sistema eléctrico y electrónico de control
- Compra de bujes de bronce de la tambora
- Sistema de cámaras de video
- Tres Skips de 9 toneladas cada una

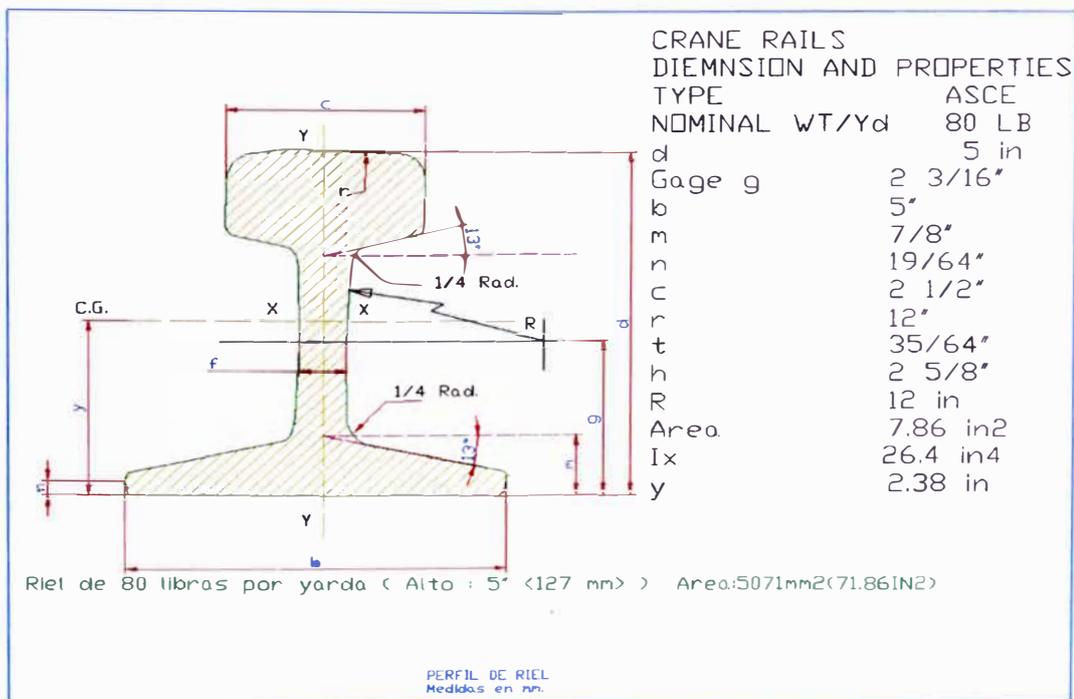


Fig. 4.3 Riel de 80 Lb x Yd

CAPITULO 5

EJECUCION DE OBRA

5.1 ANTECEDENTES

Al termino de los procesos de la evaluación técnico económica se procedió con la ejecución del proyecto, al mismo tiempo que se adquirirían los equipos los cuales requerían de una evaluación y trabajos de mantenimiento previos para su uso en la Mina Limpe Centro, pues venían de una mina que había paralizado sus operaciones, se culminaban los planos del ingeniería de detalle de todas las instalaciones electromecánicas que estarían ubicados en las diferentes estaciones del pique, estos planos contemplaban el diseño de las excavaciones tales como accesos en los diferentes niveles de trabajo, echaderos, el detalle de la excavación del pique inclinado, la implementación del pique, obras civiles como la cimentación de todas las estaciones, planos de detalle de las estructuras metálicas que soportarían todas las estaciones de trabajo así como la ingeniería de detalle de todos los sistemas hidráulicos, de acuerdo a nuestras especificaciones y necesidades. Estos planos contemplaban también el diseño y planos de fabricación de los Skips de 6 y 9 toneladas.

La elaboración del Cronograma de Ejecución contemplaba todos los aspectos logísticos y de obra, así como las licitaciones para la selección de las empresas especializadas que trabajarían en este proyecto.

Un control adecuado de los gastos se hace necesario toda vez que se cuenta con un presupuesto bien estructurado en base a la oferta del mercado ya sea de mano de obra como de materiales y compra de componentes y/o fabricaciones de todo tipo.

Es importante resalta la importancia de una adecuada supervisión y dirección por parte del Jefe del Proyecto, cuya experiencia y conocimiento representan una garantía para la culminación dentro del plazo establecido y presupuesto solicitado.

Los parámetros del pique inclinado son:

- Sección excavación Rectangular : 5,5 x 4,0 m
- Inclinación con la Horizontal : 36°
- Longitud : 1 020 m
- Longitud 1ª Etapa Ejecución (Nv. 4/Nv. -14) : 470 m
- Capacidad Izaje Mineral : 150 t/h
- Capacidad Skip : 9 Ton
- Winche de doble Tambor Nordberg Reductor Falk
- Sistema PLC, Motor de 500 HP

Para la construcción de este pique Inclinado en su 1ª Etapa, se ha utilizado la rampa de profundización a partir de ello se ha ejecutara accesos o ventanas por los niveles +4, 0, -5, -11 y -14, a partir de ello se ejecuto en forma ascendente la

excavación del pique. Para una mejor distribución del avance y supervisión se dividió en zonas.

- Zona a: Acceso y ejecución a la cámara Winche.
- Zona b: Acceso a la estación transferencia y excavación Pique Inclinado Nv 0 / +4
- Zona c: Excavación Pique Inclinado Nv 0 / -5.
- Zona d: Excavación Pique Inclinado Nv -5 / -11.
- Zona e: Excavación Pique Inclinado Nv -11 / -14 y ejecución de la cámara de carguío de mineral y desmonte.

5.2 CRONOGRAMA

Se realiza tres labores de excavación en lugares diferentes del pique para de esta manera cumplir con el cronograma planteado, aun así el proyecto quedara culminado en un plazo de 2 años listo para entrar en operación, se emplea el software Microsoft Project para el seguimiento de los trabajos realizados y la identificación de la ruta critica, el cual se localiza en las tareas de implementación y montaje del pique en la zona del Nv -11 al Nv -14.

Los trabajos quedan concluidos en el mes de Septiembre del 2003, cumpliéndose con el programa establecido el detalle de dicho cronograma se adjunta en el Anexo N° 01.

5.3 COSTOS

La obra se culmina a un costo aproximado de 4 000 000 US\$ el costos resumido se indica en el cuadro adjunto (Ver tabla 5.1), el detalle de los costos del proyecto se adjunta en el anexo N° 02

	Hasta Diciembre 2002	2003	% de Cumplimiento	% Faltante
ESTUDIOS DE INGENIERIA - A	305.568	71.884	61	19
COMPRA Y TRANSPORTE DEL WINCHE - B	818.365	0	100	0
SUB TOTAL	1.123.933	71.884		
EXCAVACIÓN Y SOSTENIMIENTO - C	1.236.486	64.401	95	5
WINCHE - Mecanica - D	64.623	246.639	18	82
WINCHE - Eléctrica - E	7.004	466.358	1	99
EQUIPAMIENTO DEL PIQUE Nv -14 / +4 - F	106.906	263.477	29	71
ESTACIÓN DE DESCARGA y TRANSFERENCIA NV 0 - G	37.886	174.767	18	82
ESTACIÓN DE CARGUÍO NV -14 - H		160.268	0	100
SUB TOTAL	1.441.745	1.395.111		
TOTAL	2.563.772	1.466.995	64	36
INVERTIDO POR INVERTIR	2.563.772	1.467.036		
TOTAL INVERSION	4.030.811			

Tabla 5.1 Cuadro de costos resumido

5.4 EXCAVACION, OBRAS CIVILES Y MONTAJE

Para la ejecución de estos trabajos se realizaron los siguientes concursos de licitación:

- Licitación para la excavación e implementación del pique inclinado.
- Licitación para las obras civiles y montaje del Winche de Izaje.

- Licitación para el suministro, fabricación y montaje de las estaciones
- Licitación para el suministro y montaje de los sistemas hidráulicos

Para la implementación y suministro de todo el equipamiento electrónico e instrumental de control se contrató los servicios de una consultora extranjera el cual también se encargaría de verificar el correcto funcionamiento de los controles electrónicos y del motor principal en la etapa final del proyecto el cual se llamo "Comisionamiento" o puesta en marcha del sistema de extracción.

La excavación se realizo con métodos convencionales en todos los frentes de trabajo del pique y estaciones, verificando en todo momento la dirección con los planos del proyecto, para esto fue de uso muy frecuente el equipo de topografía de la empresa quienes emitían informes semanales acerca del avance de las obras es por esto que en la culminación del las obras del pique solo se observo una desviación de 5 mm en una longitud de aproximadamente 470 metros de longitud.

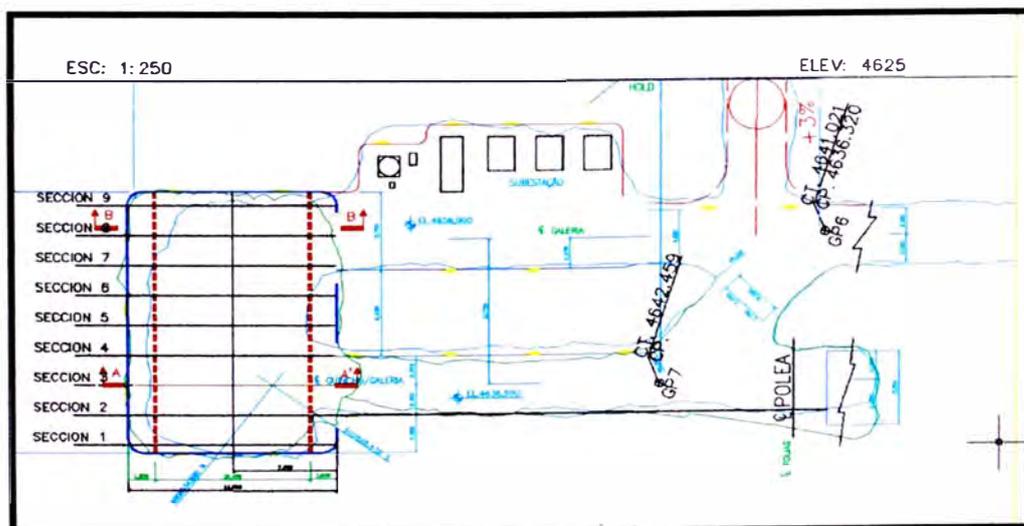


Fig. 5.1 Control topográfico de la Casa Winche Nv+4

El pique se diseñó para ejecutar en roca competente cuarcita, de acuerdo a la información geomecánica, la sección de esta labor es de 5.5 x 4.0 m por una longitud de la primera fase de 470 m y de todo el proyecto de 1020 m.

El pique será profundizado por etapas, a través de un hueco piloto de 2.0 x 2.0 excavado hacia el fondo y desde superficie ensanchado hasta las dimensiones finales hacia abajo. El acceso para el hueco piloto será provisto a través de la rampa de acceso, en los distintos niveles.

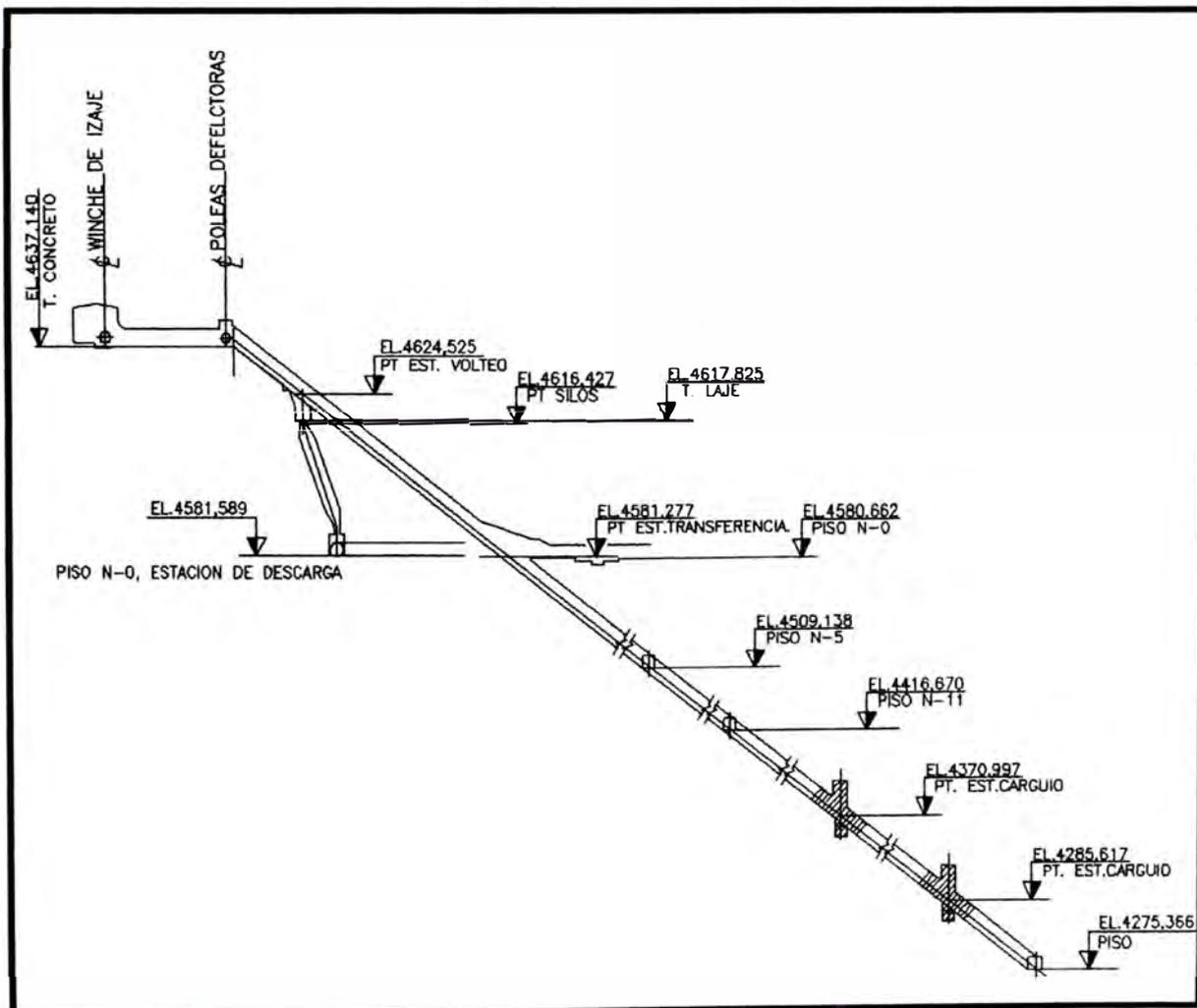


Fig. 5.2 Esquema General del Pique Inclinado

El equipamiento del pique se hará simultáneamente con las operaciones de ensanche, los materiales serán bajados con el Winche principal.

Para proteger el equipamiento de la excavación y las tripulaciones se necesita un mamparo de acero para ser instalado justo debajo de la más baja estación de carguío en operación.

Desde que el ciclo del Winche fue calculado para la máxima profundidad, algunos tiempos libres estarán disponibles para las operaciones de excavación y equipamiento. Como se puede observar, por lo menos una guardia por día puede estar disponible para este propósito.

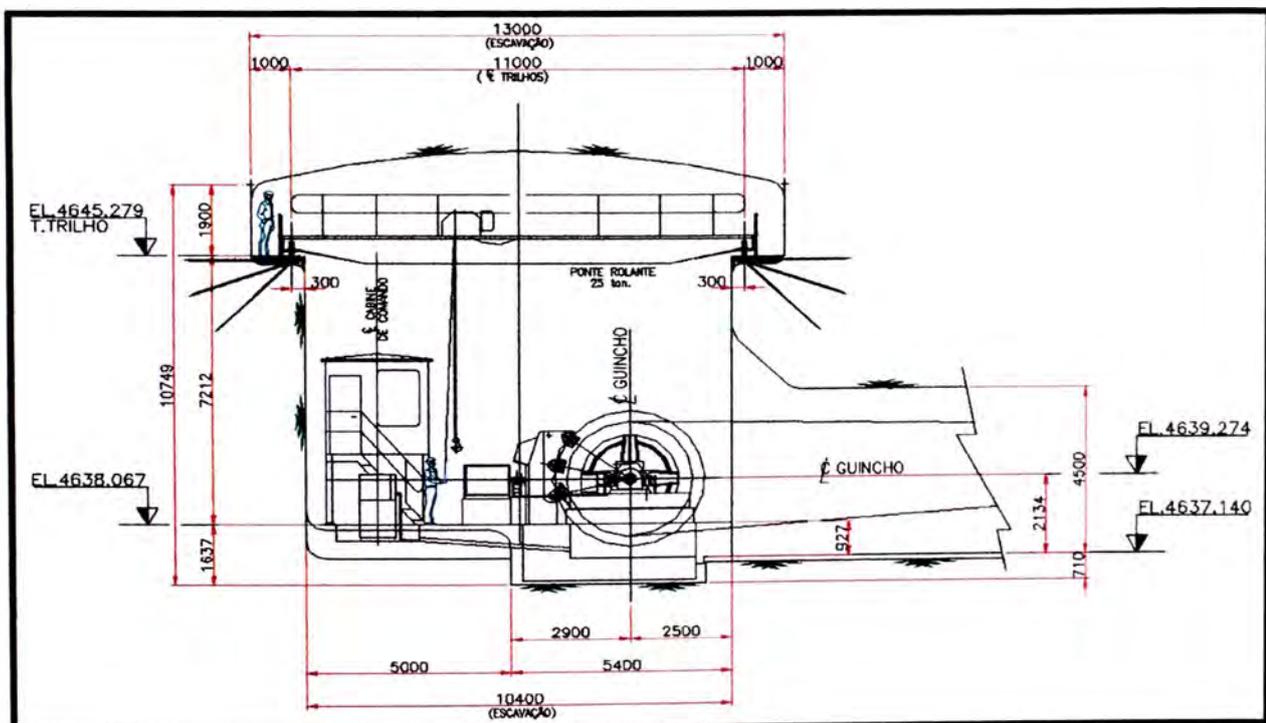


Fig. 5.3 Sección de la Casa Winche Nv +4

Para el control de las excavaciones, en particular de la cámara Winche, se utilizó el software OPTECH para generar plantas a través de los levantamientos topográficos, en los cuales se creó el modelo de bloques que permitió tener cortes cada 2 metros. En cada una de estas plantas se delimitaron los contornos como quedaba la excavación o acabado final de las paredes.

Se diseñó para ejecutar la cámara Winche en roca competente cuarcita. Las dimensiones de ésta cámara son 10.40 x 19.25 m de base por una altura de 11.65 m. Para la construcción de esta cámara se proyectó realizar en cuatro etapas:

- Etapa 1 : Construcción acceso principal
- Etapa 2 : Construcción acceso al tambor
 Método Breasting
- Etapa 3 : Construcción subnivel inferior
- Etapa 4 : Banqueo Large Hole Blast (LHB)

Para las obras civiles se siguieron las especificaciones del proyecto de ingeniería, en donde el control de distancias, planitud de las planchas de soporte y ubicación exacta se respetaron con mínimas tolerancias que llegaban alrededor de centésimas de milímetro.

Los pernos de sujeción del Winche fueron de fabricación local según los diseños solicitados, toda la cimentación descansa sobre una loza de una mezcla tipo mortero y pernos inyectados en la misma roca de la casa Winche, de esta manera se garantiza una gran solidez y fijación a la base del Winche de izaje de un peso total de mas de 50 toneladas de acero.

Es importante recalcar la planitud y rugosidad solicitada por el proyecto de las planchas de un espesor de hasta 75 milímetros que soporta todo el peso del Winche.

Se realizaron montajes de estructuras metálicas y obras civiles además del Pique en si, en las siguientes estaciones:

- Nv +4 Casa Winche: Lugar donde esta ubicado el Winche de Izaje, la Sub Estación Eléctrica, el CCM, la Cabina de Control y Mando así como las Poleas Deflectoras.
- Nv +3 Estación de Volteo: Lugar donde se los Skip descargan el mineral o desmonte.
- Nv 0 Estación de Descarga: Lugar donde están las Tolvas A y B que son activadas hidráulicamente para el llenado de los carros mineros para sacar el mineral a la superficie.
- Nv 0 Estación de Transferencia: Lugar donde se hace el mantenimiento de los Skips.
- Nv – 14 Estación de Carguío: Lugar donde son llenados los Skips mediante el empleo de tolvas y dosificadores hidráulicos. Se construyo el la primera fase del Pique Inclinado.
- Nv – 20 Estación de Carguío: Lugar donde son llenados los Skips mediante el empleo de tolvas y dosificadores hidráulicos. Se construyo el la segunda fase del Pique Inclinado.
- Nv – 27 Estación de Carguío: Lugar donde son llenados los Skips mediante el empleo de tolvas y dosificadores hidráulicos. Se construyo el la tercera fase del Pique Inclinado.

El proyecto inicial indicaba la construcción de unas gradas metálicas a lo largo del pique, pero fue cambiado por una de concreto que resultaba más conveniente para la operación por razones de mantenimiento y operación.

La obra civil en el pique propiamente dicho consistió en la construcción de gradas de concreto además del montaje de los durmientes distanciados cada 1,4 metros, estos durmientes son de Pino traídos del estado de Oregon en el Canadá.

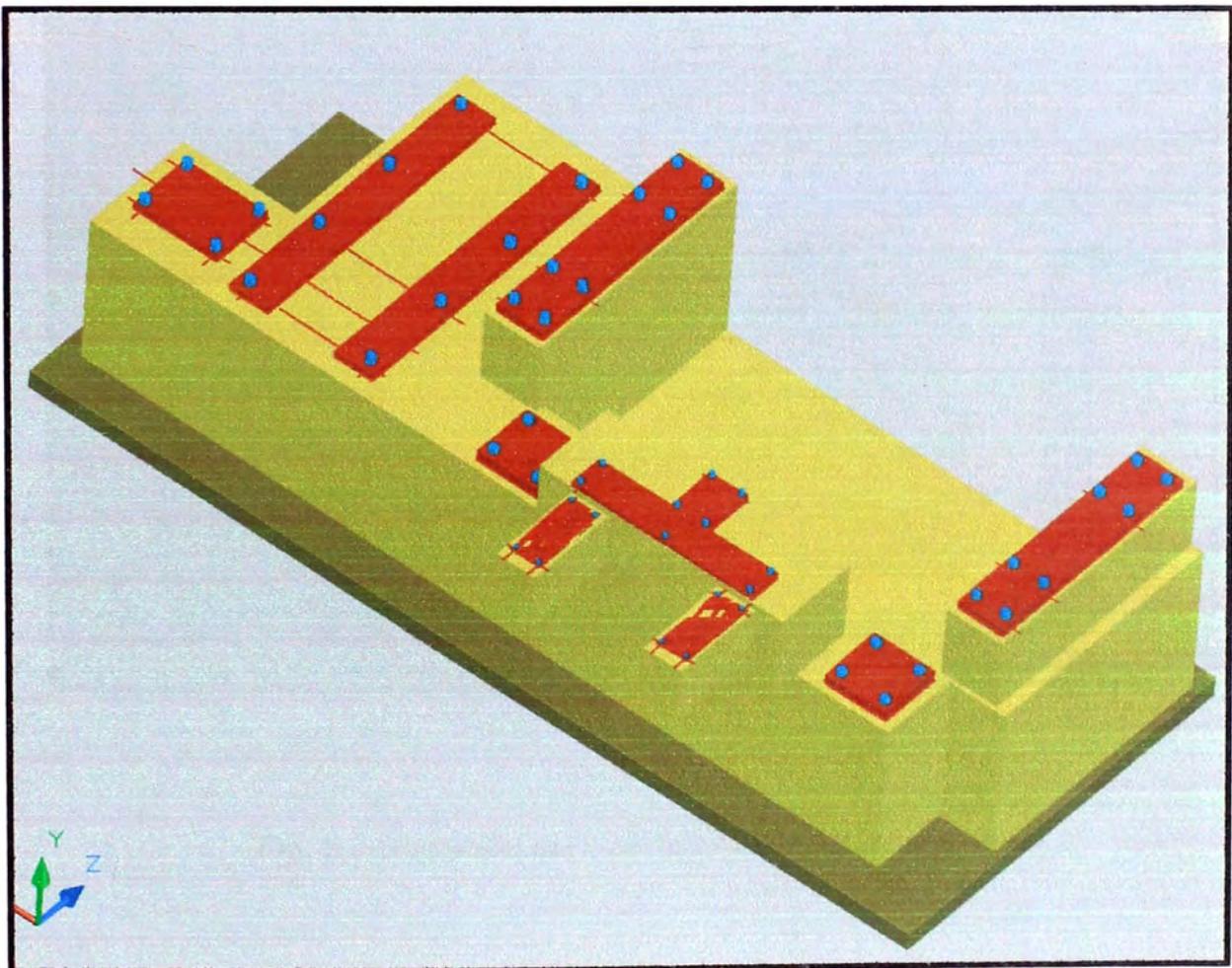


Fig. 5.4 Simulación 3D de la cimentación del Winche

5.4.1 Montaje del Puente Grúa

El montaje del puente grúa se realizó en plena excavación de la Casa Winche, fue el primer equipo mecánico en montar, se realizó cuando la excavación estaba a solo 1.5 metros del techo final, esto debido a que podíamos usar un equipo LHD como un Scoop de 6 yardas para maniobrar los componentes en el mismo lugar del montaje para su ensamble.

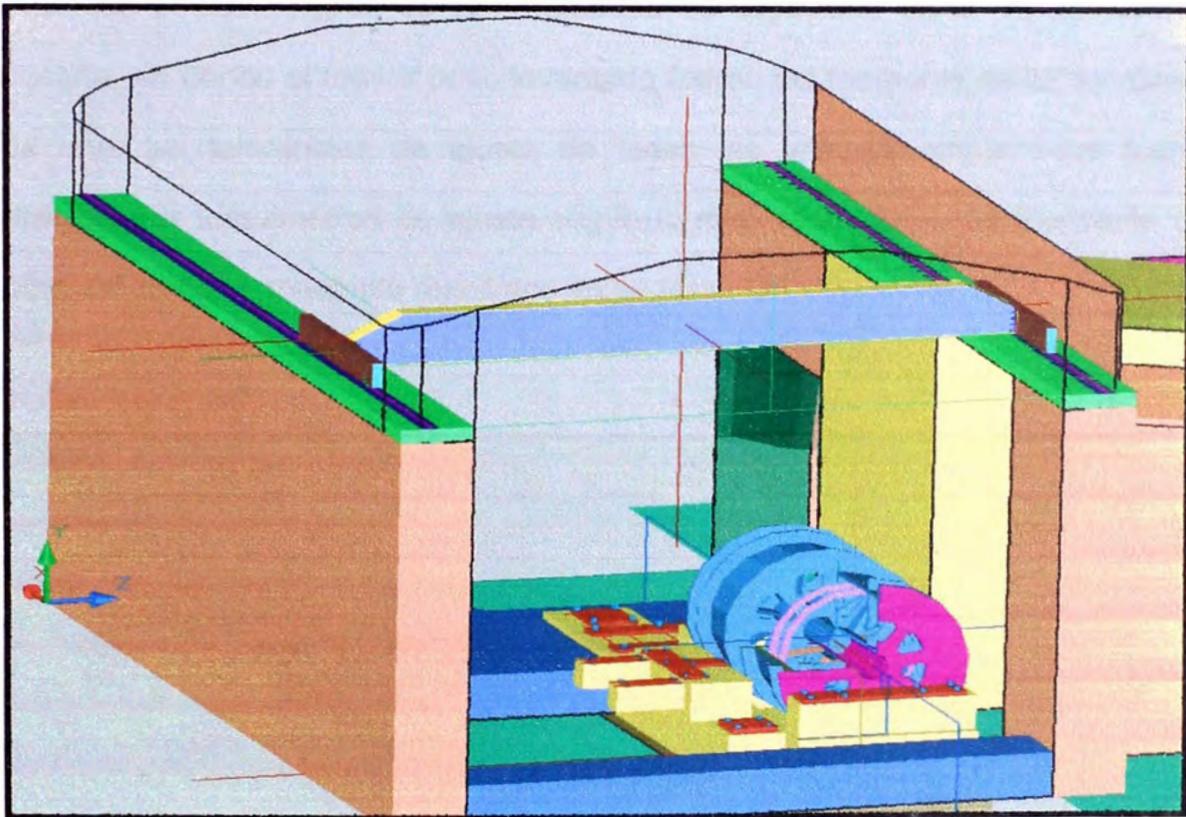


Fig. 5.5 Ubicación del puente grúa de 25 toneladas

Como trabajo previo se había culminado con la cimentación de las bases en donde se ubicaron los rieles de las ruedas de la Viga Testera.

Culminada el montaje del Puente Grúa se continuó con la excavación de la Casa Winche.

5.4.2 Montaje del Winche

El montaje del Winche se llevo a cabo con personal con experiencia en este tipo de montajes, en donde las maniobras de pesos elevados representaba un riesgo constante, la supervisión de este tipo de trabajos adopta un papel muy importante asociada a la seguridad del personal.

Contar con el puente grúa de 25 Toneladas de capacidad en la Viga fue muy necesaria, en donde el mayor peso levantado fueron las tamboras de 22 toneladas cada una, las tolerancias de ajuste de todas las uniones empernadas fueron realizadas por torquímetros de ajuste según lo recomendado por el fabricante del equipo así como el ensamblé mecánico en general.

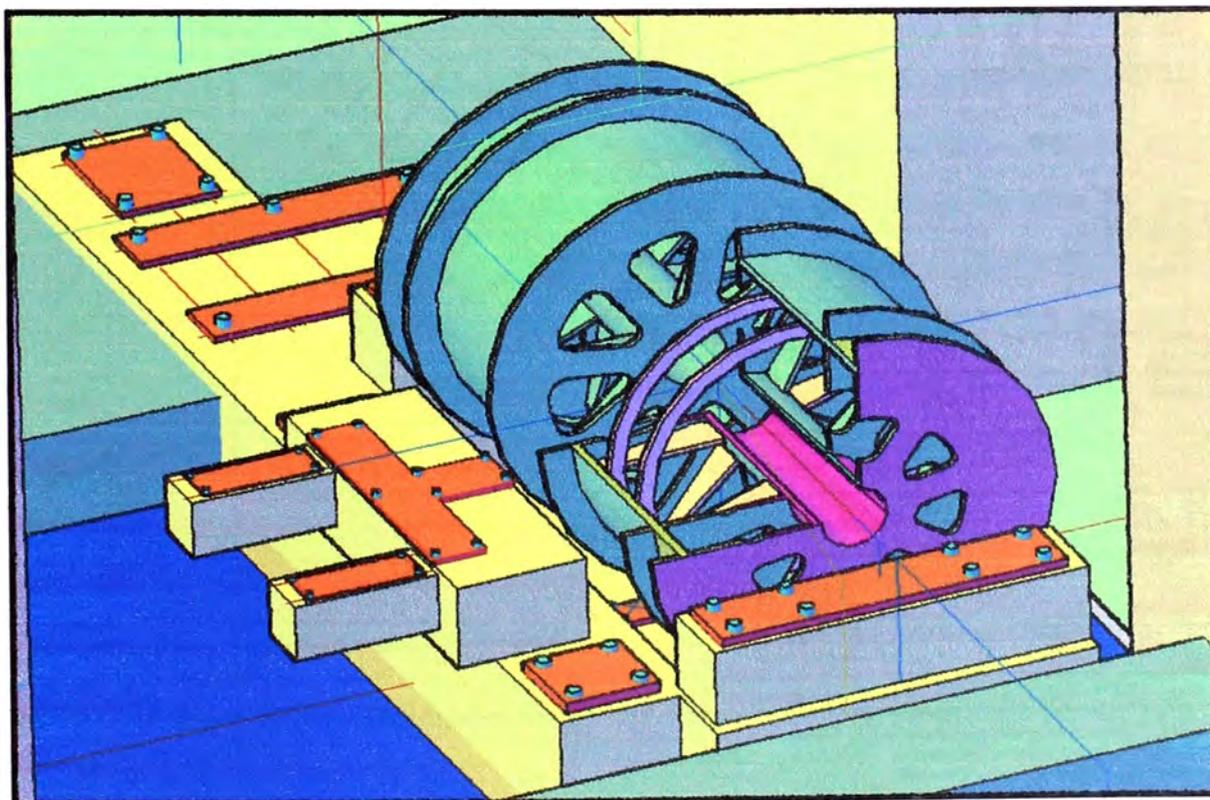


Fig. 5.6 Simulación de montaje de las tamboras del Winche

5.4.3 Montaje de Estructuras Metálicas

La empresa encargada del suministro de estructuras y montaje realizó entregas parciales para cumplir con los plazos de montaje, a medida que estos llegaban a la unidad minera y con la excavación concluida y sostenida, daba inicio al traslado al pie de obra y realización de maniobras para su montaje, al igual que en el montaje del Winche el traslado y manipulación de pesos elevados era una constante, así que el personal de montaje mecánico debía tener mucha experiencia en montajes de este tipo.

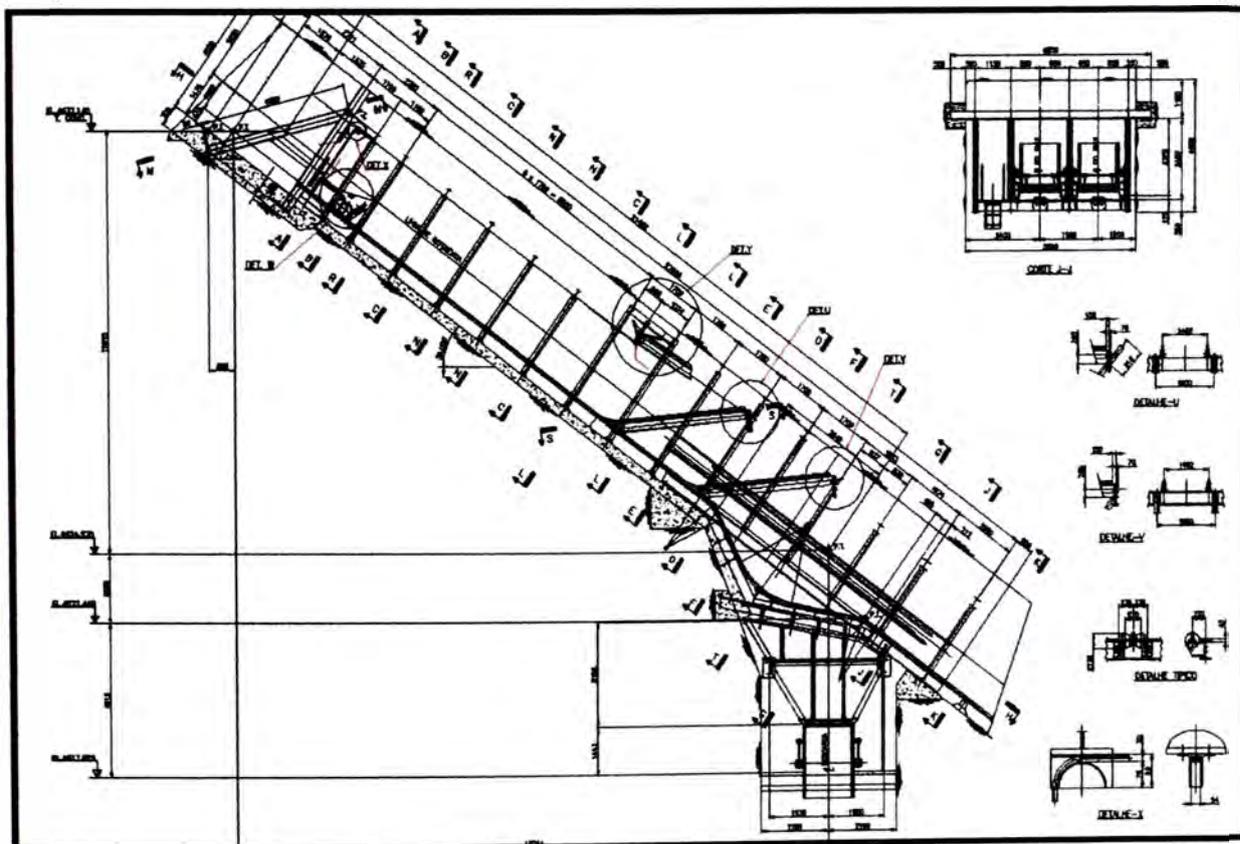


Fig. 5.7 Vista lateral de la estación de Volteo Nv +3

En la Estación de Volteo del Nv +3 fue especial mente critico debido a que cualquier pieza metálica que resbalaba de esa zona caía hasta el fondo del pique donde en el trayecto se contaba con personal trabajando en la implementación del pique y podría causar accidentes, es por esta razón que se implemento barreras protectoras para evitar posibles accidentes al personal.

Para el montaje de la Estación de Trasferencia en el Nv 0 se uso materiales que llegaron del Brasil, esto también perteneció a la antigua instalación donde trabaja el Winche anteriormente, el trabajo además de la habilitación y pintado consistió en identificar las partes según las especificaciones de los planos de ensamble.

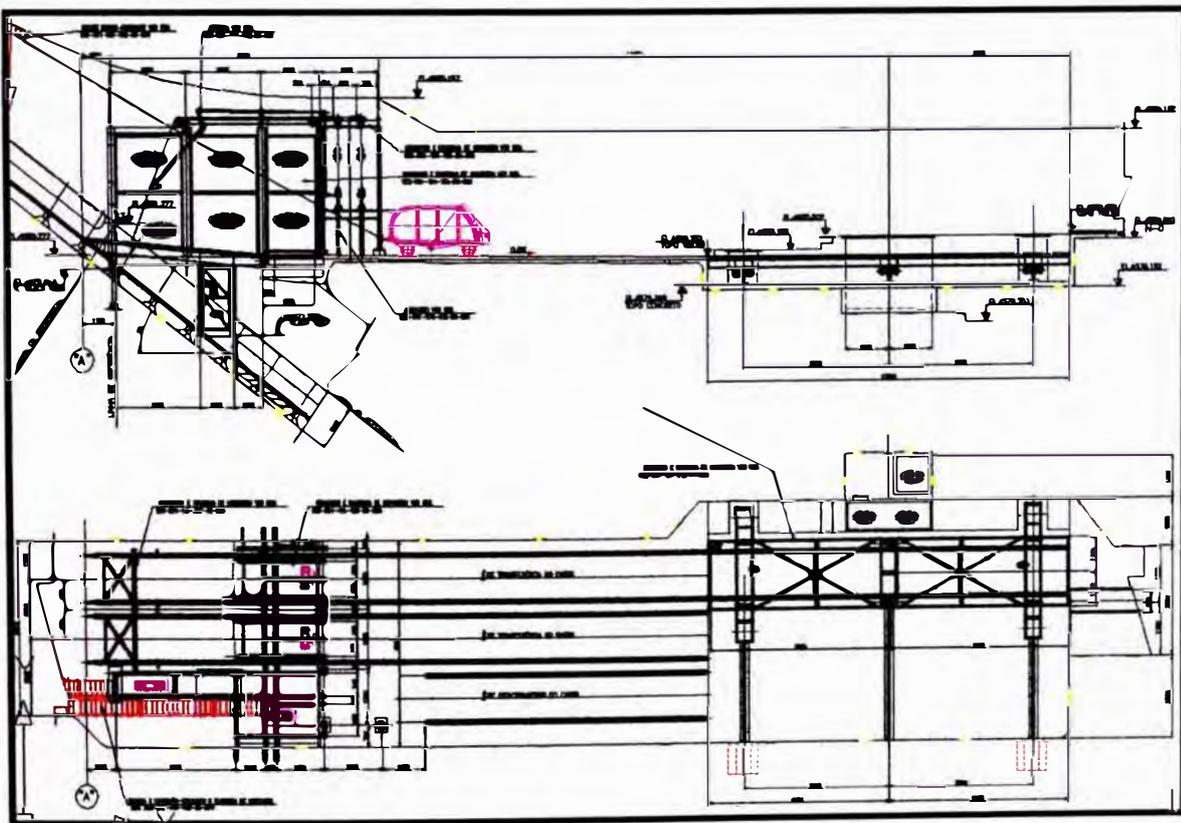


Fig. 5.8 Estación de Transferencia Nv 0

En las estaciones de cargaío estuvieron las vigas y columnas metálicas mas pesada, es aquí donde se puso a prueba la pericia del personal mecánico de montaje, dado que fue de gran ayuda la colocación de poleas y elementos de izaje en lugares muy estratégicos, así como una adecuada estrategia de ensamble.

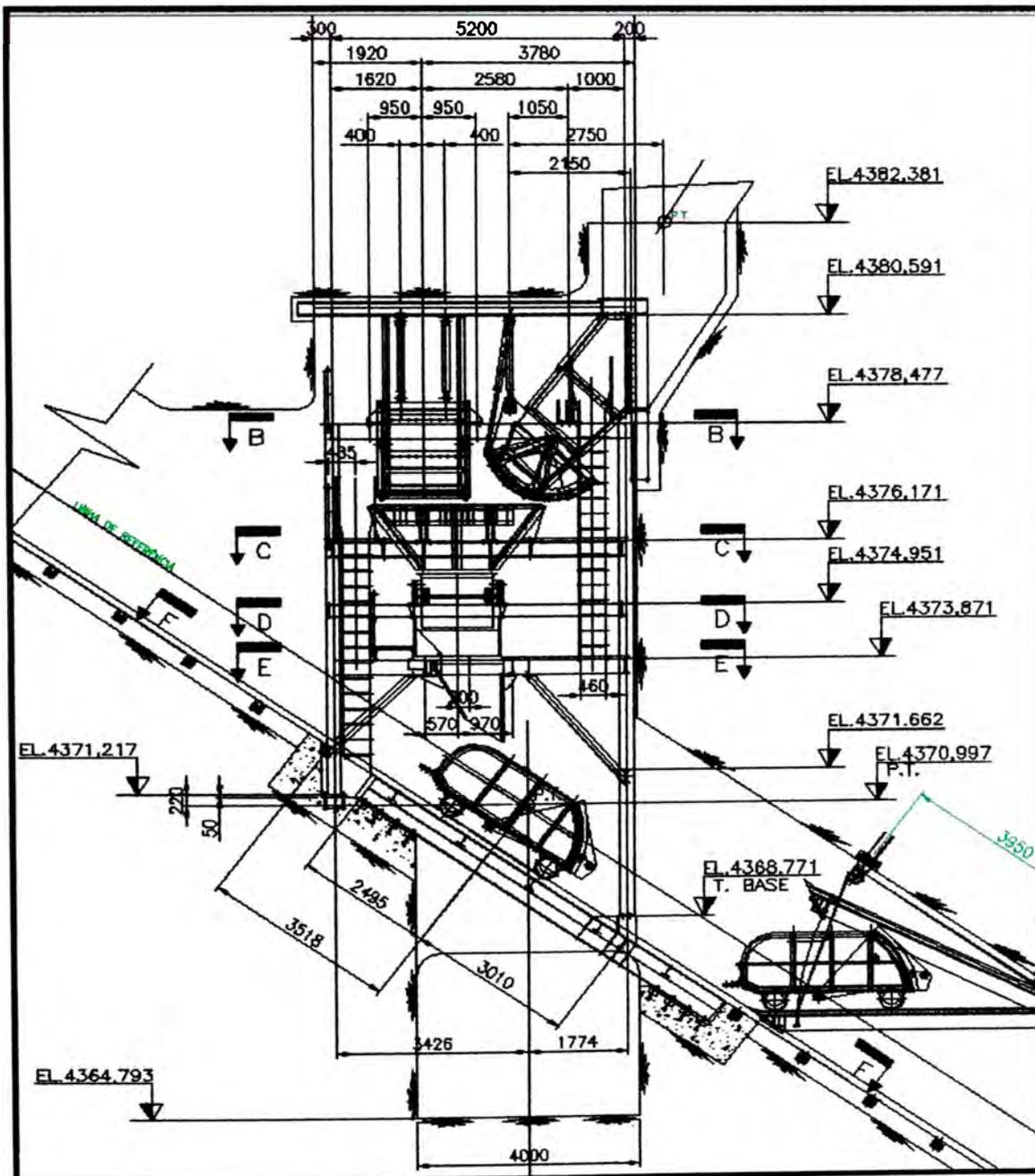


Fig. 5.9 Estación de Cargaío Nv -14, Nv -20 y Nv -27

5.4.4 Montaje Hidráulico

El Rediseño, Suministro y montaje fueron realizadas por una empresa nacional con experiencia, verifíco los cálculos y selección del proyectista pero adicionalmente a estos, proporcionamos los siguientes parámetros:

Presión de trabajo actual 2 000 psi.

Presión de trabajo máxima 3 000 psi.

Caudal dentro del sistema 22 gpm a 1 750 rpm.

- Temperatura máxima de trabajo 55° C.

Potencia del motor 40 Hp.

- Fuerza de extensión del pistón (apertura del chute).....17,3 Ton. @ 140 bar (2 000 psi).

Fuerza de retracción del pistón (cierre del chute).....10 Ton. @ 140 bar (2 000psi).

Carrera del pistón..... 1 100 mm.

Diámetro del cilindro..... 3 ½".

Diámetro del vástago..... 2 ¼".

Velocidad de extensión del pistón..... 162 mm/s.

Velocidad de retracción del pistón..... 273 mm/s.

Tiempo de extensión del pistón (1100 mm)..... 4 seg.

Tiempo de retracción del pistón (1100 mm)..... 6,8 seg.

Presión de extensión del pistón.....140 bar (2 000 psi)

Presión de retracción del pistón.....68 bar (1 000 psi)

Capacidad nominal del reservorio.....270 Lts. (71 gal)

Viscosidad del aceite a emplear.....ISO 32.

Aceite empleado actualmente.....Shell Thellus 37

Material de fabricación.....planchas laminadas en caliente ASTM a 569 de espesor de 5/16".

En la superficie externa cuenta con un revestimiento industrial y marino (pintura epóxica) durapox esmalte de color verde nilo.

En el interior el reservorio se encuentra revestido con una pintura base de resina de poliéster que no la hace soluble con el aceite

El reservorio cuenta con dos tapas de limpieza que se encuentran en las caras laterales por donde se realiza tanto la limpieza como el recambio del filtro de succión (tapa izquierda).

En la base inferior del tanque se encuentra un tapón de drenaje que facilita la evacuación del aceite al realizar el mantenimiento de la unidad.

Se solicito motores eléctricos de alta eficiencia trifásicos con las siguientes características:

- Marca BALDOR.**
- Designación Nema código B.**
- Modelo CM 411OT**
- Eficiencia 93**
- Potencia 40 HP**
- Factor de potencia 85**
- Revoluciones 1 760**
- Factor de servicio 1.15**

- Voltaje 230 / 460
- Amperaje 94 / 47 A
- 60 Hz.

Para los tableros eléctricos y disposiciones generales se establecieron los siguientes:

- La limpieza mecánica se realizara para toda la superficie metálica con arenado comercial o granallado.
- Se aplicara base de pintura anticorrosiva epoxica de 2 mills de espesor de película.
- Se aplicara pintura de acabado epoxico de 3 mills de espesor de película naranja RAL 2004.
- La fabricación de los tableros, componentes y equipos a suministrar tendrán como protección NEMA 4R-UL para la operación a 4800 msnm, se considerara la operación de mando local como se indican en los planos y mando remoto (mando a distancia y salida a PLC).
- Los tableros tendrán sistema Lock Out de manija vertical.
- Los tiempos de apertura y cierre serán:
 - Tiempo de apertura: 6 a 8 segundos.
 - Tiempo de sierre: 3 a 4 segundos.

Considerar el redimensionamiento del tanque de almacenamiento y/o componentes así como el sistema eléctrico para 2 pistones hidráulicos adicionales que moverán una compuerta dosificadora.

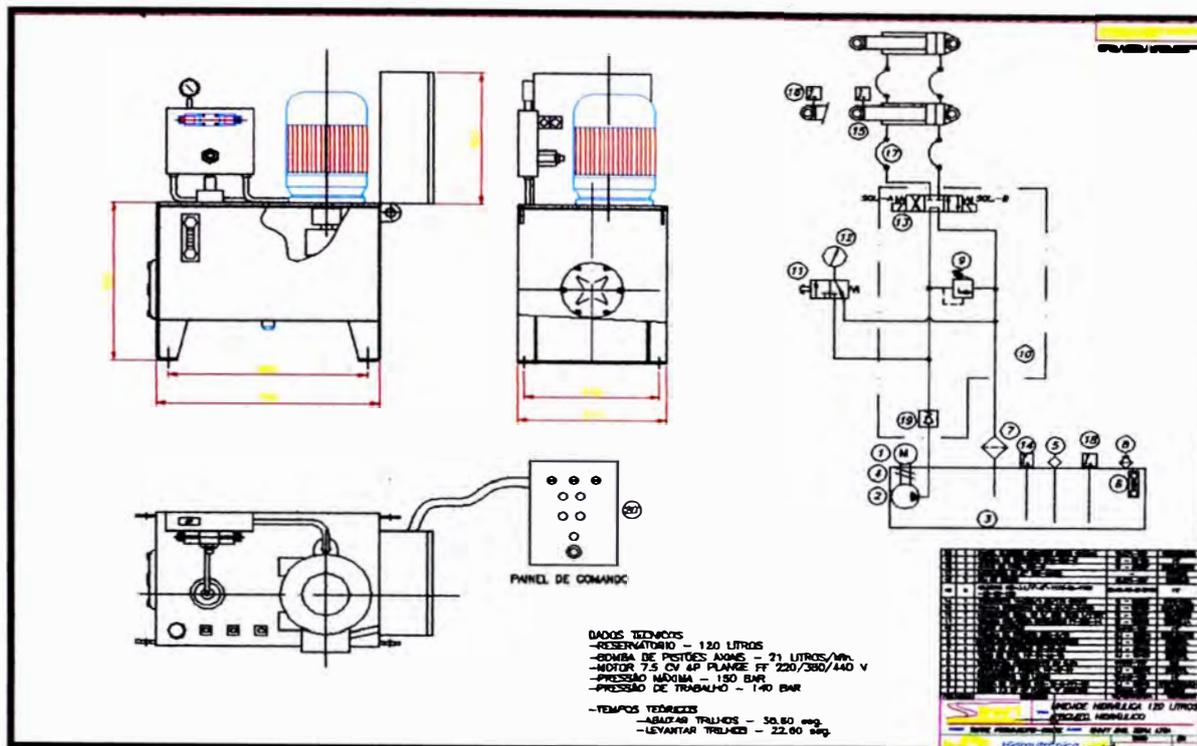


Fig. 5.10 Unidade hidráulica – Estação de Volteo

5.4.5 Montaje de Poleas Deflectoras

Las poleas son montadas en cimentaciones según lo especificado en los planos de detalle, se debe tener especial cuidado en la verticalidad con la cual son montadas así como también el eje de centros estas poleas se instalan en el Nv +4, en la Casa Winche y servirán para desviar la trayectoria del cable provenientes de las tamboras hacia el pique. Un buen montaje evitara posibles problemas de descarrilamiento, vibración excesiva y duración de los componentes de desgaste como los Linners, que son elementos montados en la garganta de la polea para evitar el contacto metálico de los cables con este.

Se debe contar con tres poleas en total pues dos de ellas trabajaran en operación y la otra quedara de recambio.

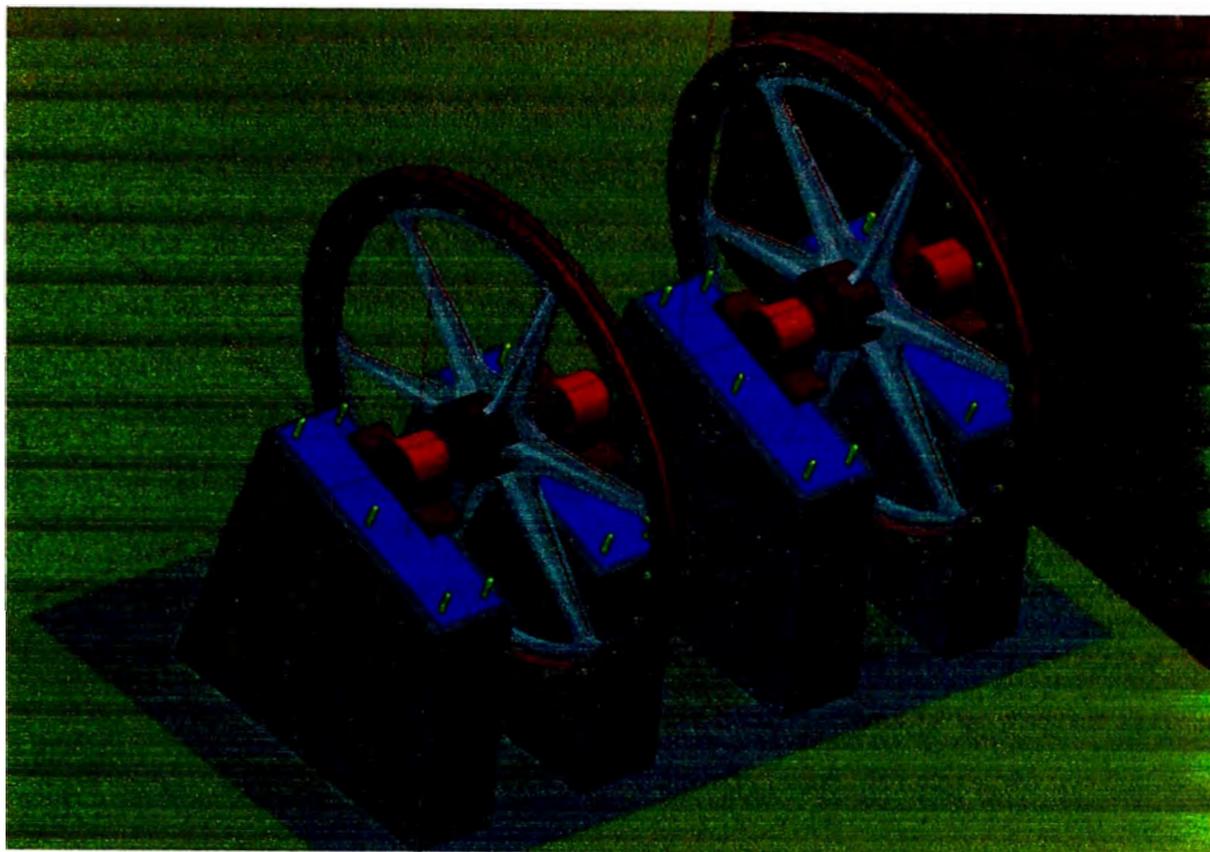


Fig. 5.11 Simulación 3D – Montaje de poleas deflectoras

5.4.6 Montaje de Cables

Para el montaje de cables hay que tomar las siguientes precauciones:

- Reservar una distancia suficientemente grande entre la devanadera de cable nuevo y el tambor.
- Colocar el cable nuevo sobre calces de madera; evitar que se arrastre por el suelo, pues la grasa que lo recubre se cargará de gravilla o arena.
- Conservar el mismo sentido de enrollamiento (devanando el cable de la devanadera por debajo; arrollando el cable sobre el tambor por la parte de abajo).

- El Angulo de deflexión no debe sobrepasar los 4° para tambores acanalados, afín de evitar rozamientos excesivos sobre la garganta de la polea y arrollamientos demasiado flojos sobre el tambor. Por el contrario no deberá ser inferior a $\frac{1}{2}^{\circ}$ a fin de evitar que se recubran espiras al cambiar de capa.
- Verificar la fijación del extremo del cable introducido en el tambor, afín de evitar posible desajuste y resbalamientos.
- Proporcionar suficientes vueltas muertas en el tambor para asegurar una operación segura, las normas de seguridad peruanas exigen como mínimo 03 vueltas muertas. Como podrá ver en el grafico siguiente existe una relación entre las vueltas muertas del cable y la tensión que soporta el cable en el amarre dentro del tambor.

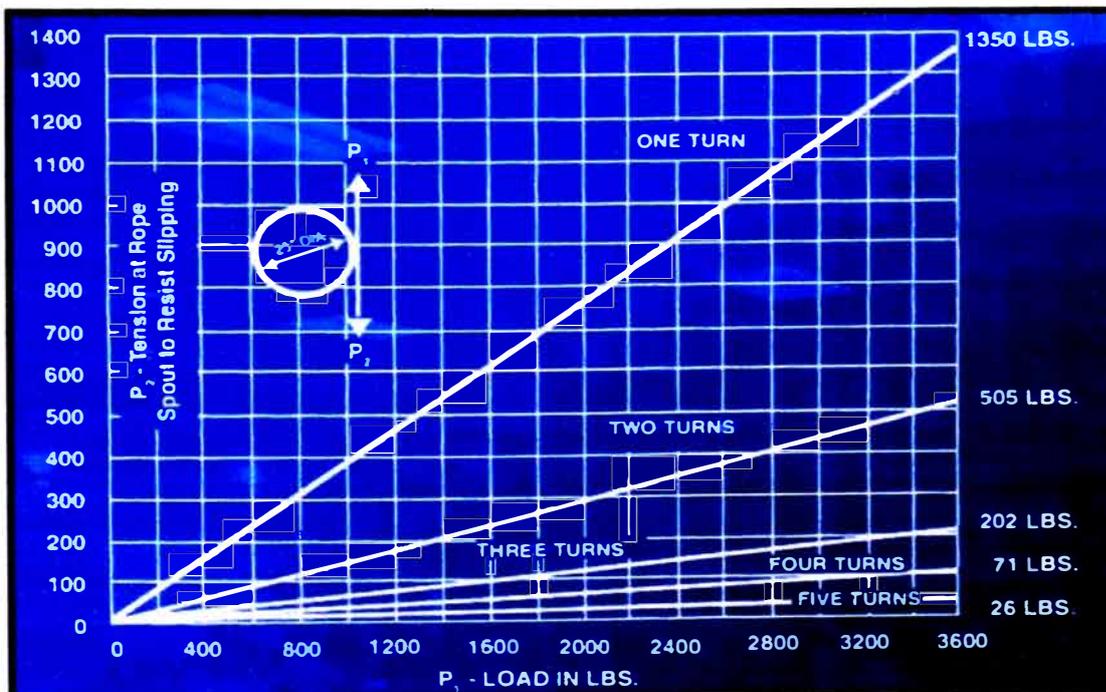


Fig. 5.12 Relación de las vueltas muertas con la tensión en el cable

Es necesario proporcionar una tensión inicial cuando se enrolla en las tamboras por primera vez a fin de evitar desacomodos posteriores en las capas de cable inferior y que afecten posteriormente a las capas superiores.

5.4.7 Montaje de Skips

Los Skips se llevaron a la estación de Transferencia del Nv 0 y desde ahí se colocaron en el pique, la forma como el Skips se amarra al cable es a través de un conjunto de piezas metálicas llamadas "Sockets", estos elementos se unen entre si formando un conjunto articulado.

Existen trabajos previos como la preparación de la unión del cable con el Socket, esta se realiza usando una resina especial de alta dureza que forma un tapón con el cable anclándolo al Socket.

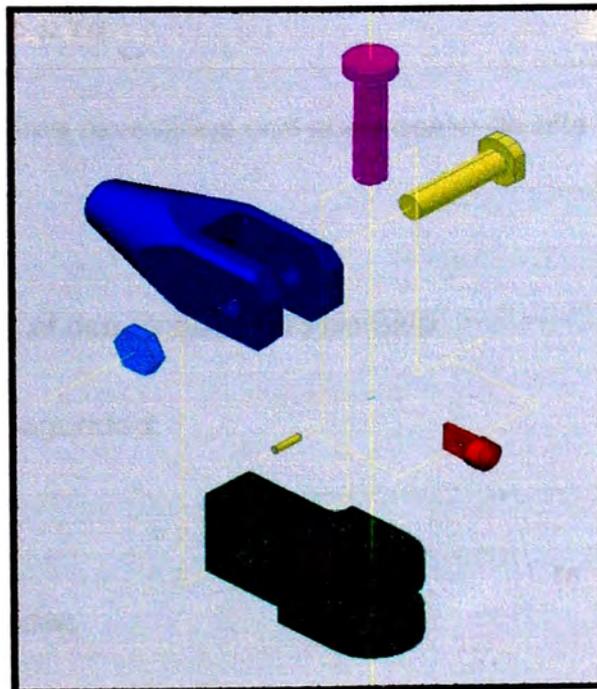


Fig. 5.13 Conjunto del Socket

La estación de Transferencia en el Nv 0 cuenta con dos tipos de puentes, uno se denomina el puente rodante, este permite el traslado de los Skips de un carril a otro y el puente oscilante, el cual permite el paso del Skip de la Estación de Transferencia al pique inclinado y viceversa.

Para hacer las maniobras con los Skips en esta zona debe existir un procedimiento adecuado en el cual establezca la comunicación y coordinación total entre el operador del Winche y el personal técnico encargado de las maniobras con los Skips.

5.4.8 Implementación del Pique

En esta fase del proyecto se montaron los siguientes elementos:

- **Durmientes de sección 8' x 8' x 4 140 mm**
- **Rieles de 80 Lb x Yd.**
- **Polines Guidores revestidos con poliuretano de alta densidad**
- **Maderas guías**
- **Sistema contra el desalineamiento de Skip**
- **Barandas de Seguridad**
- **Luminarias**
- **Cámaras de Video**
- **Cable Flexco de comunicaciones por radio**

El sistema de fijación de la riel con el durmiente se realizo usando pernos de cabeza “L” y placas fundidas de una geometría determinada a fin de proporcionar estabilidad y rigidez a las uniones de la riel con el durmiente.

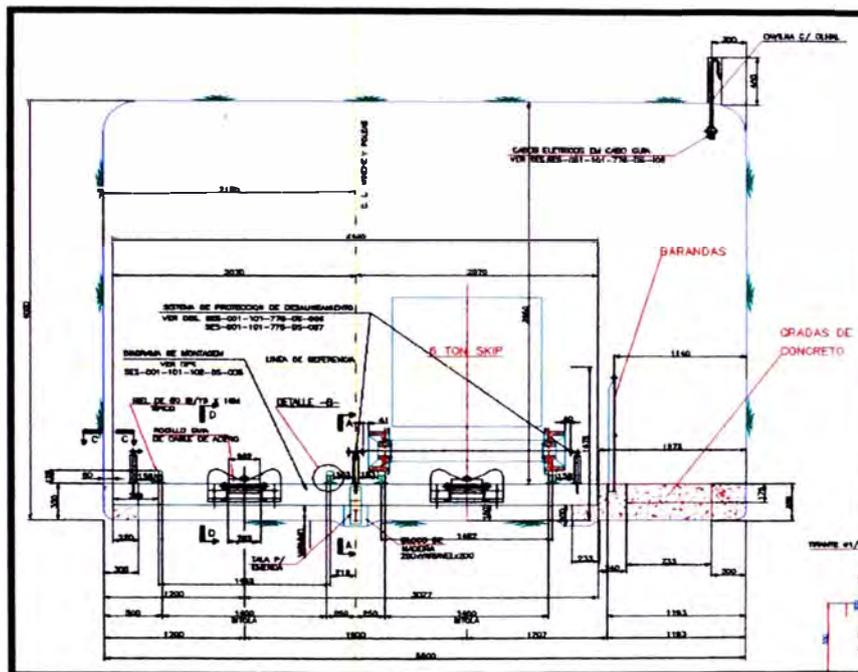


Fig. 5.14 Sección típica del pique

Estas placas fundidas de unión Riel – Durmiente son de acero fundido nodular, resistente a cargas de impacto y vibración.

Los pernos cabeza “L” son de un acero forjado muy resistentes a esfuerzos de tracción, son de grado “8”.

Otros elementos de gran importancia montados en el pique fueron los “Tacos de Apoyo”, estos elementos se colocaron en el centro del durmiente ofreciendo a estos

mayor resistencia a la flexión debido a la disminución de la luz de trabajo de estos Durmientes. Una disposición típica del montaje de durmientes es como se ilustra en la animación 3D del montaje.

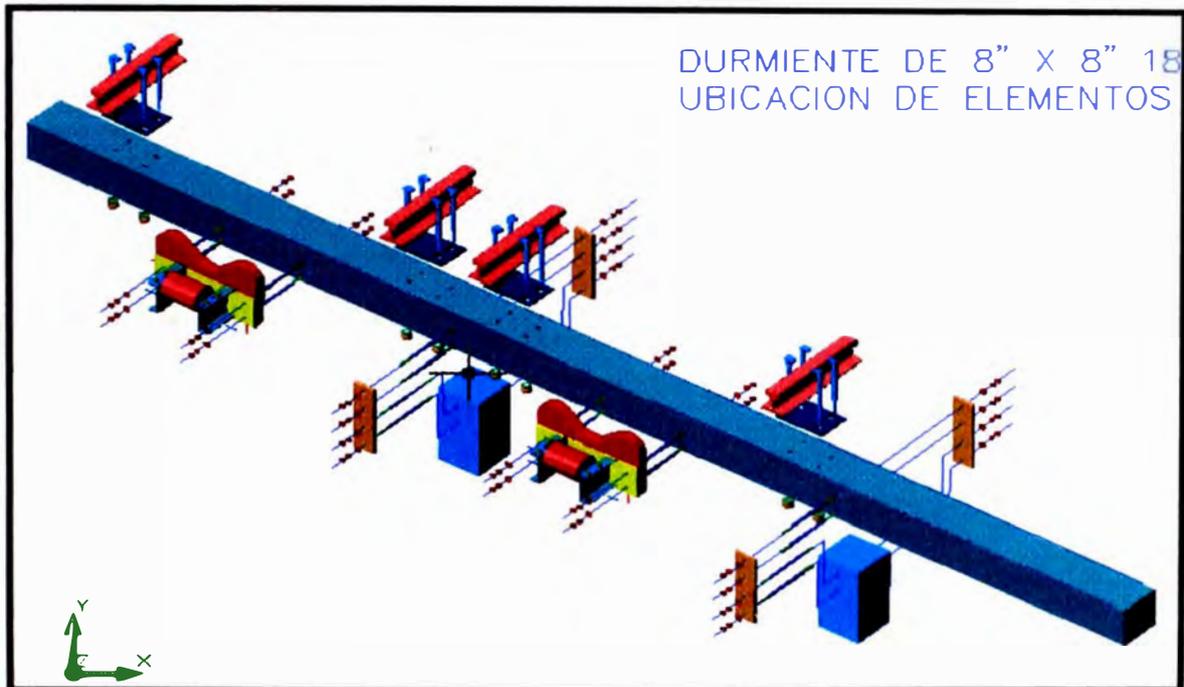


Fig. 5.15 Ubicación de elementos en durmiente

5.5 SIMULACION 3D

De un uso muy difundido y útil fue la simulación de los elementos del pique y sus estaciones en tres dimensiones usando el Software de diseño Autocad, esto nos previno de diversos problemas de diseño omitidos en unos casos y en otros con errores dimensionales involuntarios por parte del proyectista o diseñador. En muchos casos se tuvieron que asumir dimensiones y en otros modificar las planteadas inicialmente, el modelamiento tridimensional dio una mayor visión de

conjunto a las empresas contratistas ejecutoras de las obras, así como al personal técnico y de supervisión.

Estos problemas de carácter técnico al ser detectados a tiempo significo un ahorro de recursos y ayudaron a cumplir los plazos así como el presupuesto asignado al proyecto.

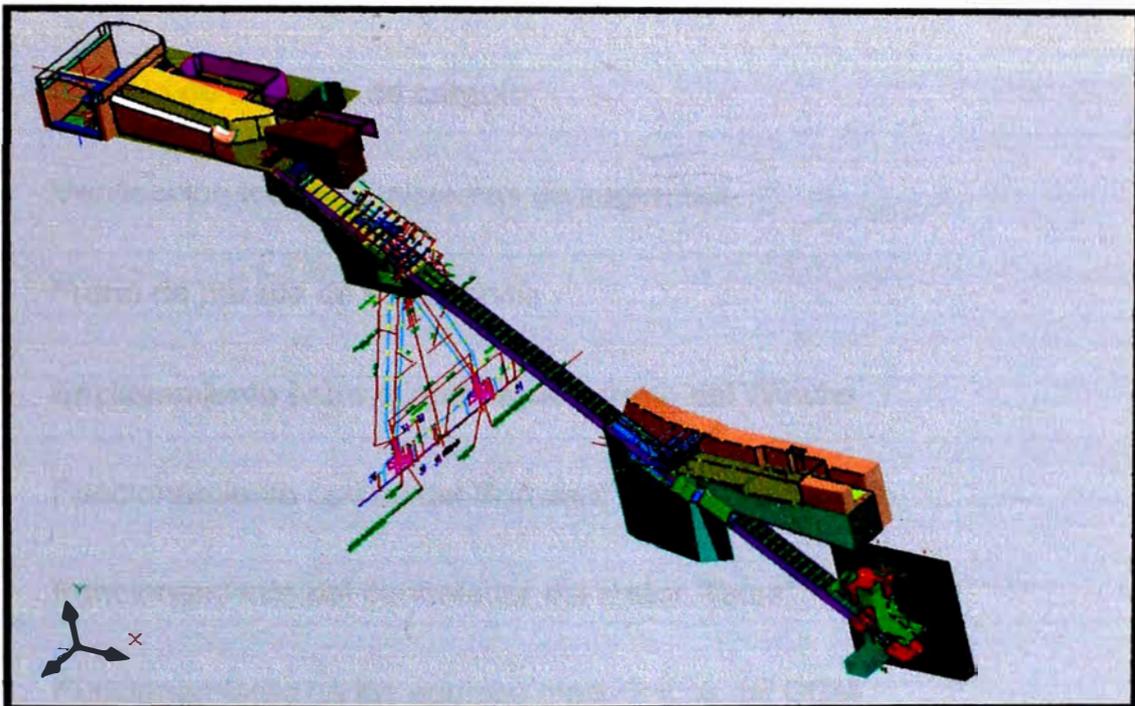


Fig. 5.16 Vista general del Pique – 3D

5.6 PRUEBAS Y PUESTA EN MARCHA

Las pruebas y puesta en marcha estuvo a cargo de una empresa canadiense misma que realizo la instalación de los sistemas de control electrónico (PLC), y responsable de todo el funcionamiento hidráulico del sistema Winche.

Se realizaron varios viajes de prueba a fin de calibrar adecuadamente los sistemas siguientes:

- Control de velocidad
- Control de profundidad o posición
- Velocidad máxima
- Potencia del motor
- Velocidad mínima
- Cambio de estación de carguío
- Verificación todos los sistemas de seguridad
- Freno de parada de emergencia
- Enclavamiento entre el embrague y freno del Winche
- Funcionamiento optimo del Software Scada " Concept"
- Funcionamiento del controlador del motor "Drive"
- Funcionamiento de los equipos electrónicos del CCM
- Verificación del control de temperatura
- Verificación de los transductores de presión
- Calibración de los frenos del Winche
- Verificación de las señales sonoras de comunicación del pique
- Verificación de la rampa de aceleración del Skip
- Verificación del ciclo de trabajo

- Verificación de las alarmas preventivas del PLC
- Funcionamiento adecuado de la consola de mando
- Funcionamiento de las cámaras de video

Además de la verificación del buen funcionamiento del sistema, también se realizó el entrenamiento al personal operador del nuevo sistema de Izaje, para esto se realizaron evaluaciones psicológicas, medicas y pruebas de aptitud a fin de que el personal operador del Winche sea el mas idóneo.

Posteriormente a la capacitación del personal operador del Winche se dio luz verde a la operación del Sistema de Izaje inaugurándose el 15 de Septiembre del 2003.

CAPITULO 6

MANTENIMIENTO

6.1 ANTECEDENTES

Es sabido de los accidentes que a nivel nacional se ha producido en equipamientos como estos, mucho de ello tiene que ver con un adecuado sistema de mantenimiento, es muy importante tomar en cuenta estos aspectos debido al alto riesgo de pérdidas de vidas humanas en la que se puede incurrir.

Lo que se busca es anticiparse a los diversos problemas que se puedan producir durante el funcionamiento del sistema de izaje una de estas formas es usar un mantenimiento preventivo y mejor aun si este esta basado en un mantenimiento basado en la Confiabilidad.

Es necesario y no solo como aspecto netamente operativo o de mantenimiento sino legal llevar controles, inspecciones y registros. (Véase el último reglamento nacional en Seguridad Minera emitido por el Ministerio de Energía y Minas).

El seguimiento de algunos parámetros como Presión y Temperatura de las partes más importantes del Winche es relevante para un efectivo programa de mantenimiento Preventivo.

CAPITULO 6

MANTENIMIENTO

6.1 ANTECEDENTES

Es sabido de los accidentes que a nivel nacional se ha producido en equipamientos como estos, mucho de ello tiene que ver con un adecuado sistema de mantenimiento, es muy importante tomar en cuenta estos aspectos debido al alto riesgo de pérdidas de vidas humanas en la que se puede incurrir.

Lo que se busca es anticiparse a los diversos problemas que se puedan producir durante el funcionamiento del sistema de izaje una de estas formas es usar un mantenimiento preventivo y mejor aun si este esta basado en un mantenimiento basado en la Confiabilidad.

Es necesario y no solo como aspecto netamente operativo o de mantenimiento sino legal llevar controles, inspecciones y registros. (Véase el último reglamento nacional en Seguridad Minera emitido por el Ministerio de Energía y Minas).

El seguimiento de algunos parámetros como Presión y Temperatura de las partes más importantes del Winche es relevante para un efectivo programa de mantenimiento Preventivo.

6.2 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Se deben establecer procedimientos claros de cómo hacer los trabajos en el Pique, desde que el operador ingresa debe realizar procedimientos antes, durante y después de la operación.

En el trabajo del día a día se debe quedar claro el nivel de responsabilidad y que cada área involucrada en la operación del equipamiento cumpla sus funciones encomendadas.

6.2.1 Cartillas de Inspección

Las cartillas de inspección a implementar son:

- Pruebas Estáticas y Dinámicas.
- Inspección Mecánica
- Inspección Eléctrica
- Inspección Instrumental
- Inspección Skips
- Inspección de Cables

6.2.2 Registros

Se deberán llevar los siguientes registros:

- Registro de Cables
- Registro de Engrases

- Registro del Operador
- Registro de Reinicio de Operación
- Registro de Mantenimiento

6.2.3 Programas de Mantenimiento e Inspección

Se establece un programa de mantenimiento en función a duración de componentes, inspección, revisión programada y las paradas para mantenimiento mayor, se sugiere el siguiente programa:

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MECANICO		PERIODO --/ /-- A --/ /--						
N°	FRECUENCIA DIARIA	LU	MA	MI	JU	VI	SA	DO
1	Verificar la presión de los acumuladores del tanque hidráulico							
2	Verificar la presión de los manifold de frenos							
3	Verificar o ajustar la presión máxima de los frenos							
4	Verificar o ajustar la presión del sistema de embrague							
5	Pruebas estáticas y dinámicas de los frenos del winche							
6	Verificar o completar el nivel de aceite de los Flender							
7	Verificar o completar el nivel de aceite del tanque principal							
8	Verificar o completar el nivel de aceite del reductor Falk							
9	Verificar o completar el nivel de aceite de las chumaceras del eje principal							
10	Verificar y registrar la temperatura del aceite del tanque principal							
11	Verificar y registrar la temperatura de los rodamientos del motor principal							
12	Verificar y registrar la temperatura de las chumaceras del eje del winche							
13	Verificar y registrar la temperatura de aceite del reductor Falk							
14	Verificar la existencia de fugas de aceite en el tanque hidráulico principal							
15	Verificar y registrar el horómetro del winche, registrar la corriente de campo del motor							
16	Limpiar los discos de freno							
17	Verificar la existencia de grasa o aceite en el disco de freno.							
18	Verificar la posición de las válvulas reguladoras de flujo							
19	Verificar el funcionamiento de los límites de posición de la compuerta del volteo							
20	Probar botones de parada de emergencia							
21	Probar la señalización del código de llamadas (luces y sonido)							
22	Probar y registrar tiempo de aplicación de frenos							
23	Probar y registrar el tiempo de liberación de los frenos							
24	Probar y registrar el funcionamiento de los límites del control de posición del pique							
25	Probar el enclavamiento entre los frenos y embrague del winche							
26	Inspección de cable de izaje en zonas de vueltas muertas a velocidad de inspección							

Tabla 6.1 Programa Mantenimiento Diario

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MECANICO		ME S: _____ / _____ / _____		
N°	FRECUENCIA SEMANAL			
1	Engrase de los sellos del reductor Falk			
2	Engrase de los collares del embrague			
3	Engrasar las chumaceras planas del embrague			
4	Engrasar los dientes de los anillos de embrague			
5	Engrasar los bujes de los tambores			
6	Engrasar las chumaceras de las transmisiones			
7	Engrasar los engranes de las transmisiones			
8	Verificar el ajuste de las tuercas de los seguros de las pastillas de freno			
9	Verificar las condiciones de los engranajes y engranamiento de las transmisiones			
10	Verificar los pernos de fijación de las ranuras Lebus de las tamboras del winche			
13	Probar y registrar el funcionamiento del control de velocidad			
14	Probar y registrar el funcionamiento de los encoders			
15	Probar el funcionamiento del interenclavamiento entre los frenos y embragues del winche			
16	Probar y registrar el funcionamiento de los límites del pique y magnet de posición			
17	Probar y registrar el funcionamiento de los límites de parada (Track Limits)			
18	Probar y registrar el funcionamiento del sensor de posición en el volteo.			
19	Probar el funcionamiento del sistema de protección contra cable flojo			
20	Engrase de las poleas deflectoras			
21	Probar y registrar la activación del presostato de pre-carga de los aculadores			
22	Probar el funcionamiento del botón de parada de emergencia e hidráulico			
24	Probar y ajustar los tiempos de las paradas de emergencia			
25	Verificar y corregir las fugas internas del sistema hidráulico			
26	Verificar la existencia de fugas de aceite de los calipers de freno.			
27	Verificar y registrar el funcionamiento de las válvulas direccionales de los manifold de frenos			
28	Inspección del cable de izaje			
29	Engrase de cable (cada dos semanas)			

Tabla 6.2 Programa Mantenimiento Semanal

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MECANICO		JAN	FEV	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DEZ
N°	FRECUENCIA MENSUAL												
1	Ajuste de pernos de las chumaceras de las barras principal y secundarias de encoders												
2	Ajustar pernos de la corona de transmisiones centrales												
3	Prueba de frenos individuales del winche												
4	Prueba de frenos con los stops en el fondo del pique, registrar el valor de la corriente.												
5	Prueba de funcionamiento del sensor de temperatura del tanque principal												
6	Prueba de funcionamiento del sensor de nivel del tanque principal												
7	Prueba de funcionamiento de la válvula de alivio del sistema hidráulico												
8	Realizar inspección visual de engranes y rodamientos del reductor Falk												
9	Inspección magnética del cable de izaje (cada 2 meses).												
10	Pretensionado de cable (cada 2 meses)												
11	Corte de cable winche (cada 2 meses)												

Tabla 6.3 Programa Mantenimiento Mensual

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MECANICO		ME S: _____ / _____ / _____		
N°	FRECUENCIA CADA 3 MESES			
1	Engrasar los rodamientos de motor principal del winche			
2	Reajustar los pernos de fijación del motor principal del winche			
3	Reajustar los pernos de fijación de los bujes de bronce de los tambores del winche			
4	Reajustar los pernos de los motores y bombas de la unidad hidráulica principal			
5	Reajustar los pernos de las coronas de transmisión del embrague del winche			
6	Medir y registrar la altura radial de los bujes de bronce de los tambores			
7	Medir y registrar la altura axial de los tambores del winche.			
8	Medir y registrar la altura radial de los dientes acoplados del embrague			
9	Medir y registrar la altura axial de los dientes acoplados del embrague			
10	Medir y registrar las chapas de desgaste de los anillos de embrague			
11	Muestreo de aceite del reductor Falk			
12	Muestreo de aceite del tanque principal hidráulico.			

Tabla 6.4 Programa Mantenimiento Trimestral

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MECANICO		MES: ____ / ____ / ____	MES: ____ / ____ / ____
Nº	FRECUENCIA CADA 6 MESES		
1	Ajustar pernos de los discos de freno del winche		
2	Ajustar los pernos de los caliper del winche		
3	Verificar el estado de la soldadura de los desvíos del cable en la tambora		
4	Medir y registrar el desgaste de las pastillas de freno		
5	Prueba de los encoders de posición con el método de falsa estación de votivo.		
6	Medir y registrar las oiguras de las pastillas de freno, ajustar si es necesario.		
7	Reajustar lo pernos de la fijación de las pastillas de freno		
8	Cambio de skips		
9	Ensayos no destructivos a los skips		

Tabla 6.5 Programa Mantenimiento Semestral

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO MECANICO		MES: ____ / ____ / ____
Nº	FRECUENCIA ANUAL	
1	Ensayos no destructivos de los pernos de fijación del disco de freno del winche	
2	Ensayos no destructivos al gancho del puente rodante de 15 toneladas	CADA 6 AÑOS
3	Ensayos no destructivos al eje de los tambores	CADA 2 AÑOS
4	Inspeccion del Winche por el fabricante o representante	
5	Inspeccion del reductor Falk por terceros	
6	Cambio de los pernos del disco de freno	
7	Inspeccionar acoplamiento motor reductor	
8	Engrase de acoplamiento motor reductor	
9	Engrase de acoplamiento reductor eje winche	
10	Inspeccionar acoplamiento reductor eje winche	
11	Ajustar pernos de los anillos de los bujes de bronce	
12	Ajustar pernos de los anillos del embrague	
13	Ensayos no destructivos a los discos de freno	
14	Inspeccion visual de los rodamientos de las chumaceras del eje principal	
15	Cambio de aceite de los Flender o reductores.	
16	Cambio de aceite de las chumaceras del eje principal	
17	Ensayos no destructivos a los pines, sockets.	
18	Prueba hidrostática de los acumuladores del winche de izaje	CADA 6 AÑOS

Tabla 6.6 Programa Mantenimiento Anual

6.2.4 Mantenimiento de Cables

El cable es uno de los elementos Junto con el freno del Winche y el Skip que tiene el pique inclinado.

Se debe hacer un mantenimiento adecuado a estos elementos dependiendo de las condiciones de operación, pues en cada unidad minera es distinta, por ejemplo existen minas con mucha humedad y altamente corrosiva, en nuestro caso, en la unidad minera Iscaycruz la humedad es mínima por tanto adecuamos un mantenimiento como el que se sugiere:

- **Engrase de cable:**

Usando un equipo lubricador de cables, alimentado con grasa PGL400 Whitmore NLG1 -2, Presión de aire de 100 psi y ubicado en un punto adecuado en el cable se engrasa a velocidad de entre 1 y 2 m/s del cable.

- **Inspección Electromagnética:**

Aunque el reglamento de seguridad del Ministerio de Energía y Minas establece un periodo de una inspección cada 6 meses por una empresa certificada, en la unida minera la realizamos cada 2 meses, con la finalidad de anticiparse roturas que se puedan aparecer en lapso de meses. Se debe hacer un cuadro de seguimiento como el que mostramos (Ver Figura 6.1).

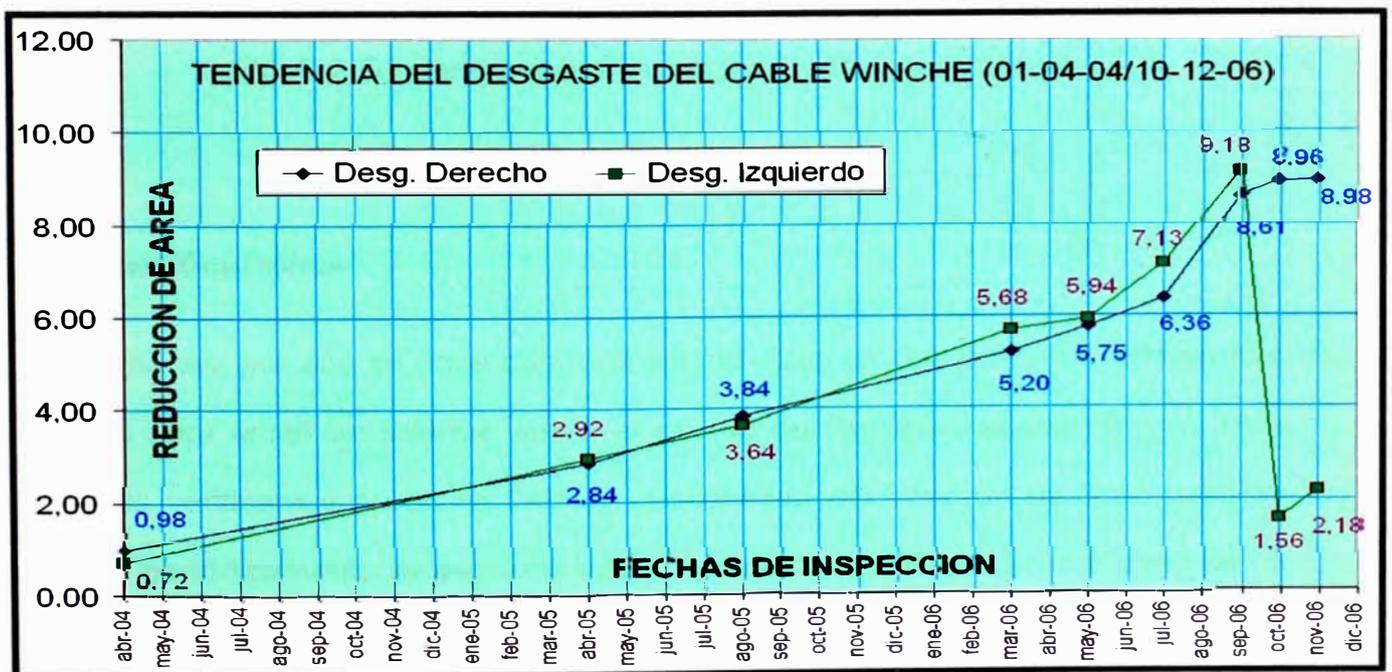


Fig. 6.1 Tendencia desgaste de cable Winche 2 004 – 2 006

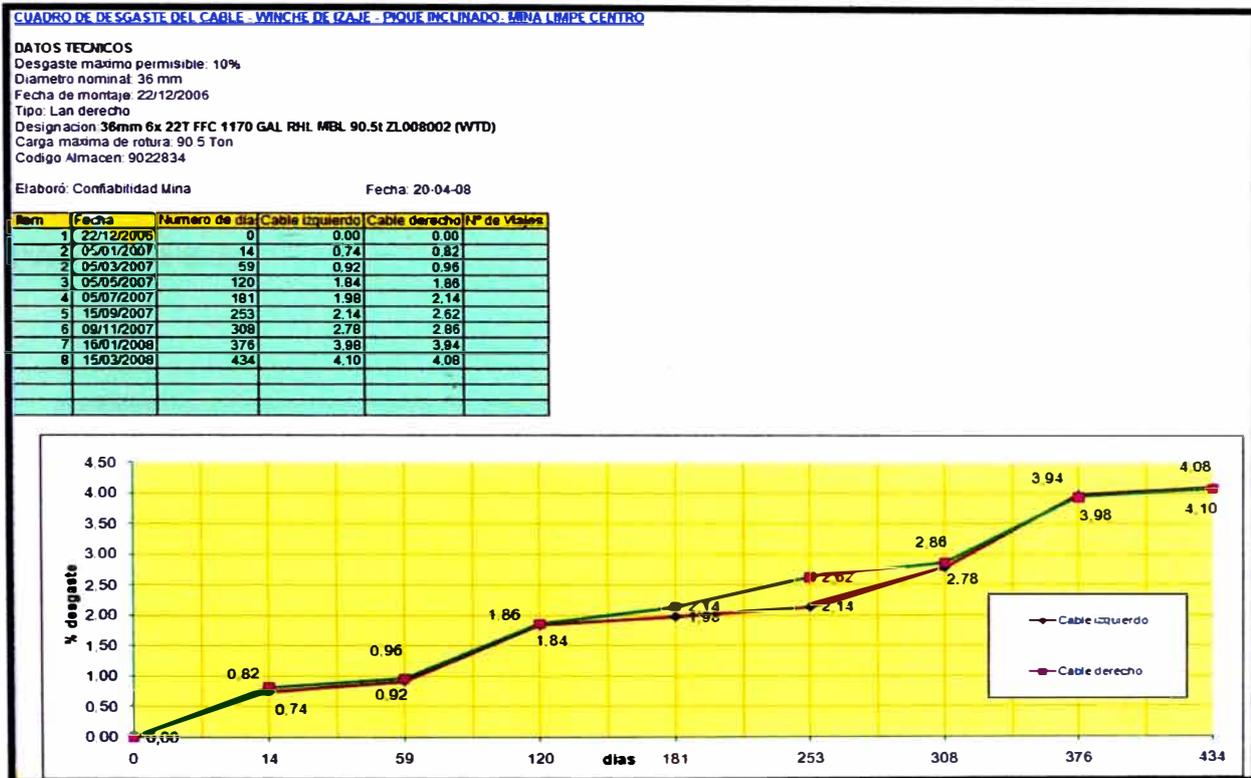


Fig. 6.2 Tendencia actual de desgaste de cable Winche

6.2.5 Certificaciones

Una vez por año se debe contratar los servicios de una empresa certificadora externa para emitir un informe sobre el estado de operatividad del Winche, esta empresa verificara y aprobara toda la operatividad del Winche, se debe también realizar periódicamente inspecciones de alineamiento y vibración como parte de un plan de mantenimiento predictivo (Ver Anexo E).

6.4 DISPONIBILIDAD MECANICA Y CONFIABILIDAD

En los últimos 3 años se ha tenido el siguiente cuadro de disponibilidad, donde las mayores demoras operativas corresponden a campaneos de tolvas de llenado, falta de abastecimiento, refrigerio de operadores y mantenimientos programado (Ver figura 6.3).

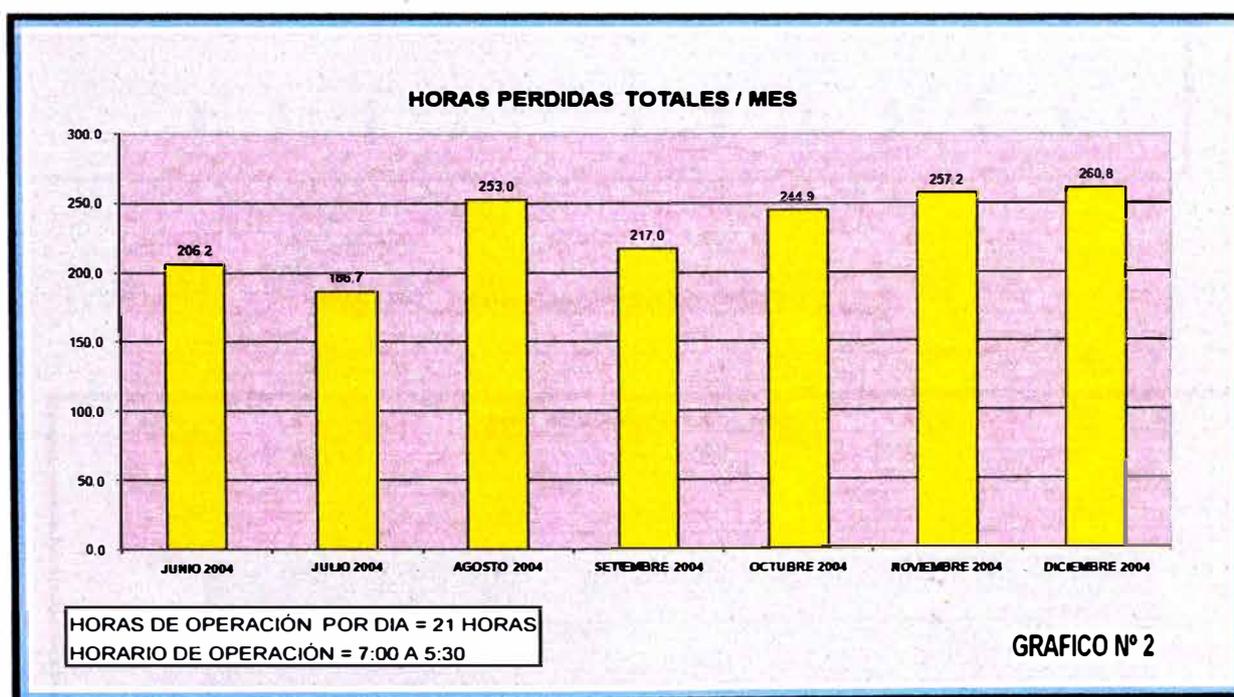


Fig. 6.3 Horas perdidas en operación

En el desarrollo de las operaciones de izaje de mineral se aprecian altos rendimientos o numero de izajes, hasta enero del 2 007 se usaban Skips de 6 toneladas, actualmente se trabajan con Skips de 9 toneladas de capacidad (Ver figuras 6.4, 6.5 y tabla 6.7).

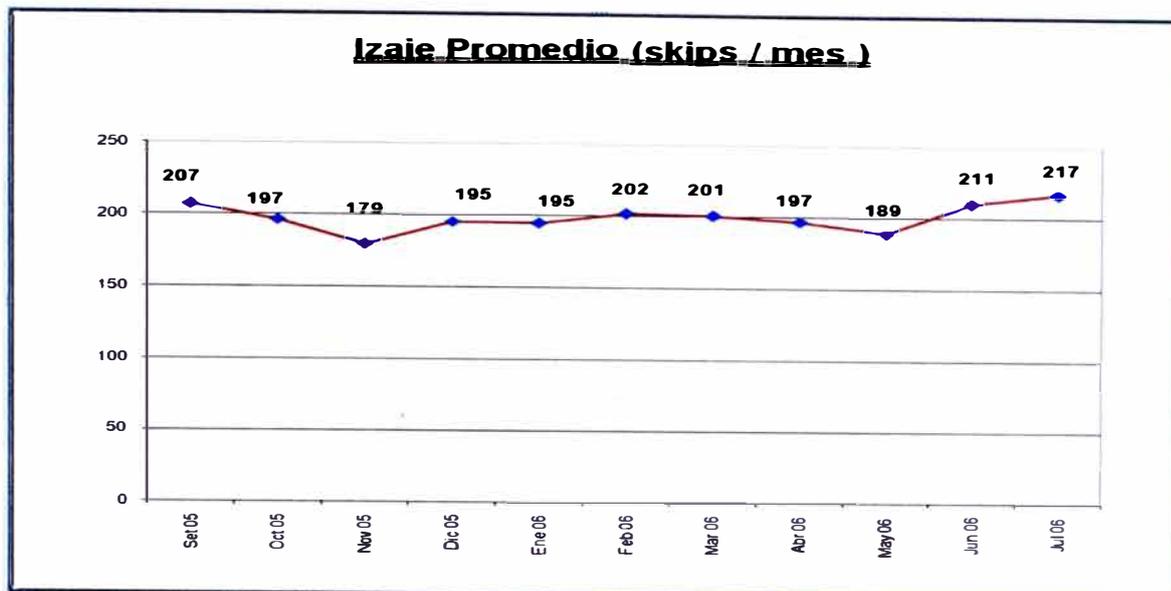


Fig. 6.4 Izajes realizados 2005 - 2006

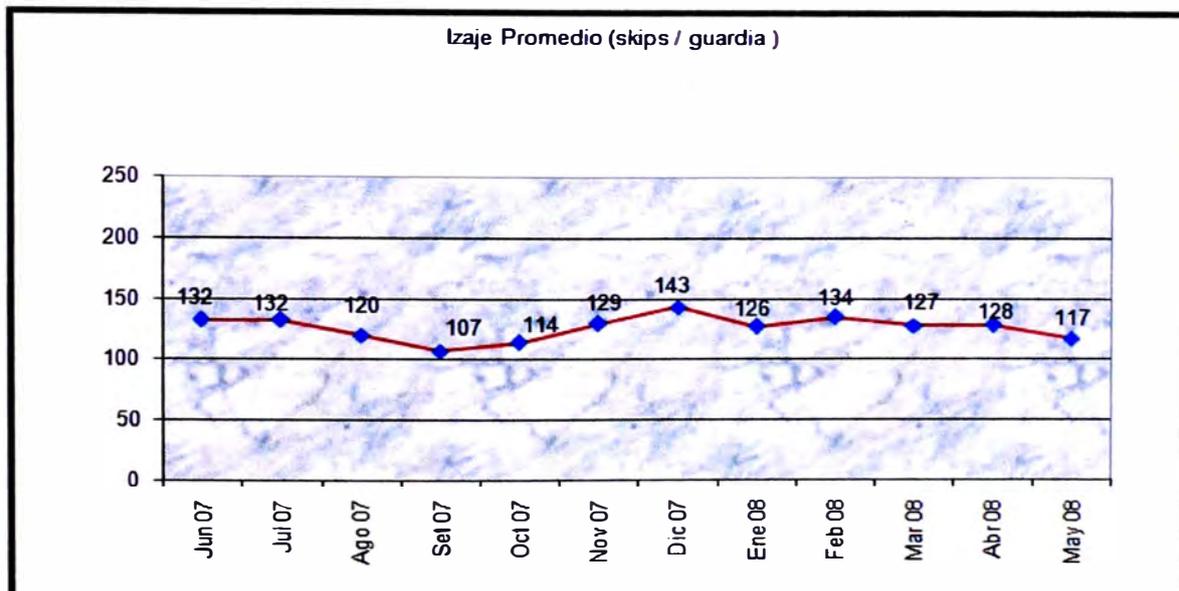


Fig. 6.5 Izajes realizados 2 007 – 2 008

MES	IZAJE (Prom/gdia)		
	MIN+DESM	MIN	DESM
Jun 07	132	117	14
Jul 07	132	117	15
Ago 07	120	106	13
Set 07	107	106	0
Oct 07	114	107	6
Nov 07	129	123	6
Dic 07	143	123	20
Ene 08	126	115	12
Feb 08	134	119	15
Mar 08	127	114	13
Abr 08	128	117	2
May 08	117	115	2

Tabla 6.7 Promedio Mensual de Izajes

Se verifica en la práctica la alta disponibilidad mecánica de estos sistemas de Izaje, donde las mayores paradas son relacionadas a problemas netamente operativos como campaneos de chimeneas de mineral o desmonte o la falta de alimentación en dichas chimeneas (Ver figura 6.8)

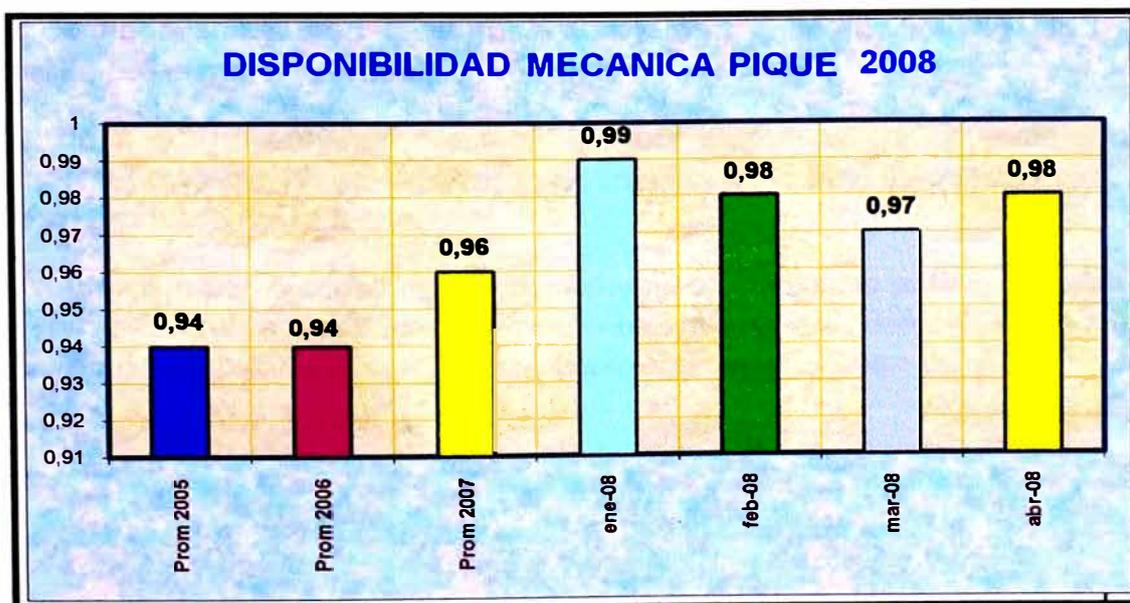


Fig. 6.6 Disponibilidad Mecánica del Pique

CONCLUSIONES

- 1.- Se logro alcanzar la cifra de 400 izajes máximo promedio por el pique por dia con Skips de 6 toneladas lo que equivale a una extracción diaria de 2 400 TM superándose la estimación inicia. Debido al incremento de producción en la Mina Limpe Centro se pudo realizar la ampliación de planta concentradora de 3000 TPD a 4500 TPD**
- 2.- En el análisis técnico económico la forma de extracción por pique inclinado resulto la mas conveniente de las tres opciones resulto con el mayor VAN y el mejor KPI de US\$ por tonelada de mineral extraído, representando una reducción de mas del 30 % respecto al método actual de extracción lográndose el objetivo planteado.**
- 3.- Se mejoro sustancialmente la ventilación en la profundización de la mina y se redujo las emisiones de monóxido al contar con menos equipos que funcionan a base de petróleo, en consecuencia se ofrece mejores condiciones para el personal y cuidado del medio ambiente.**
- 4.- El costo final del proyecto se realizo según lo presupuestado y en el plazo estipulado, funcionando a la fecha con altas disponibilidades a la fecha y bajos costos de mantenimiento donde el gasto más alto es en lo relacionado a la energía consumida por el motor principal.**
- 5.- Debido a que el proyecto fue realizado por empresas competentes y a una adecuada supervisión, no se registraron accidentes en la fase de construcción ni en la fase de producción a la fecha.**
- 6.- La simulación por Autocad de los componentes mecánicos para su montaje, así como las estructuras metálicas, ahorró recursos y fue determinante para el cumplimiento de los plazos y presupuesto destinados al proyecto.**

RECOMENDACIONES

- 1.- Las mayores pérdidas de tiempo en operación son generadas por los campaneos de las chimeneas que abastecen al pique de mineral o desmonte, por tanto deben elaborarse estrategias adecuadas para eliminar este problema este problema afecta la utilización y rendimiento del pique.**
- 2.- No se cuenta aun con un mecanismo que inmovilice al Skip en caso de que el cable se rompa en plena marcha, por esto los controles y mantenimiento del cable deben ser lo mas exigente posible.**
- 3.- A nivel mundial el uso de pique inclinado es poco usual, dándose de preferencia a los del tipo vertical y winches de fricción, una adecuada evaluación técnico y económica determinara la mejor alternativa a implementar para cada mina subterránea en particular.**
- 4.- Una buena logística para la compra de materiales y compras en el extranjero afecta directamente en los plazos de ejecución del proyecto, es necesario anticipar cualquier demora en la entrega de materiales a fin de ajustar los plazos de tiempo establecidos.**
- 5.- Se ubicaron muchos errores en los planos del proyecto, una revisión minuciosa y a tiempo de parte de personal competente ayudara a evitar demoras y perdidas en el proceso de ejecución.**

BIBLIOGRAFIA

[1].-PROYECTOS DE INVERSION - Simón Andrade Espinoza, Segunda Edición 1988.

[2].- Curso Taller Internacional de Piques y Chimeneas – Intercade / Universidad Nacional de Piura, Junio 2 008 Lima - Perú

[3].- Hoisting (MNM) – Student Text Material, Mine Safety and Health Administration, Revised 2 002 EEUU.

[4].- Manual del operación y mantenimiento hidráulico–Derteano y Stucker, Año 2007.

[5].- Cables de Acero – Rene Meune, Ediciones Urmo S. A. – Bilbao/España, Edición 1966.

[6].- Manual de Instalación, Operación y Mantenimiento – Winche de Jacobina /Brasil. N° Serie N° B 0730 001 – Rexnord/Nordberg

[7].- Sociedad Franco – Española de Alambres Cables y Transporte Aéreo S.A. Bilbao / España.

[8].- Estructuras de Acero, Comportamiento y Diseño – Oscar de Buena / López de Heredia, editorial Limusa, Edición 1 980, México.

[9].- Reglamento de Seguridad e Higiene Minera – Ministerio de Energía y Minas, D.S. N° 046-2001-EM, Lima –Perú.

[10].- Notas y apuntes de diversos trabajos realizados del 2 002 al 2 008 – Unidad Minera Iscaycruz, Lima-Perú

ANEXOS

ANEXO A – CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ANEXO B – CUADRO DE COSTOS

INCLINADO - 2001 y 2002-2003

Limpe Centro Shaft Project: 3443000-3003 Y PEIZ 02-006

FECHA: MARTES 28 DE ENERO DEL 2003 (FINAL)

HORA: 11: 27 PM

Item	ESTUDIOS DE INGENIERIA - A	Hasta Septiembre del 2002		2002-2003		2002			2003						Proy. 2003	Proy. 2003 TOTAL	
		2002	2003	2002	2003	Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03			
1	Estudio Ventilación BBE	28.120															
2	Estudios Rampa/Pique - Ademe Aeta	4.700															
3	K&I Ing. - Solano	13.000															
4	Proyctos Básico y Detallado - Ademe Aeta - Shafting	125.800															
5	Viáticos	4.531		15.298	15.207	2.378	1.832	202		3.000	561			3.019			
6	Asesoría SIEMAS/NORDBERG RENATO DO BRASIL	48.447		24.000	24.000					3.000	3.000			3.000	10.000		
7	Asesoría y Proyecto Eléctrico y Electrónico (P. Tiley)			112.000	112.000			79.800									
8	Servicios Pique Inclinado			1.700	1.108					800	300						
9	Resguardo de Camiones					2.370	77.832	202		41.800	4.165	3.000		11.919	16.000	71.200	
SUB TOTAL		228.288		182.298	182.298					48.119	41.800	4.165	3.000	6	11.919	16.000	71.200

Item	EXCAVACION Y SOSTENIMIENTO - C	Hasta Agosto 2002		2002-2003		2002			2003						Proy. 2003	Proy. 2003 TOTAL
		2002	2003	2002	2003	Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03		
15	Acceso al winche y bóveda	3.543,5	381	13.283	34	423										
16	Tramoya de cables para (Etag. 3) Accesorios y Planchas de Aluminio al Nivel 4	4.041,0	432	17.394	189	483										
17	Desdunche de cámara de winche piso (Etapa 1)	2,3	23	4.147	180 m ³	23										
18	Excavación de techo a cámara winche (Etapa 2)	3.543,5	391	3.307	10	423										
19	Excavación de Techo de Cámara de Winche y Soporte (Etapa 3)	3.543,5	423	5.495	13	423										
20	Desdunche de cámara de winche techo y sostenimiento (Etapa 3)	2,3	23	19.252	411	23										
21	Desdunche de cámara de winche exterior (Etapa 4)	1,2	12	1.268	800 m ³	23										
22	Excavación y sostenimiento de la Sub Estación Eléctrica				983	23										
23	Acceso Riese de Ventilación (Extracción)	4.041,0	432	4.317	18	483										
24	Acceso para estación de desdunche Nv 0	3.543,5	391	71.008	203	423										
25	Acceso para estación de transferencia en el Nv. 0	3.543,5	391	24.370	68	423										
26	Desdunche de cámara estación de transferencia Nv 0	2,3	23	0	0	23										
27	Excavación del Riese Plano Nv 0 / Nv-4	2.042,5	372	30.885	83	372										
28	Desdunche y Soporte del Pique Inclinado (Sec. completa) Nv 0 / Nv-4	5.504,0	518	48.201	11	558										
29	Excavación Rasese Pilotes de sctos para demolición y material Nv 0	7,8 x 3,3	1.801	18.000	583	18.000	35	5.790	1.428	5.508				5.510		
30	Acceso al pique inclinado Nv. 5	3.543,5	391	11.770	30	423										
31	Excavación del Riese Plano Nv. 5 / Nv 0	2.042,5	372	45.885	75	372										
32	Desdunche y Soporte del Pique Inclinado (Sec. completa) Nv. 5 / Nv 0	5.504,0	518	30.818	121	558										
33	Acceso al pique inclinado Nv. 11	3.543,5	391	15.827	40	423										
34	Excavación del Riese Plano Nv. 11 / Nv. 5	2.042,5	300	60.045	75	372										
35	Desdunche y Soporte del Pique Inclinado (Sec. completa) Nv. 11 / Nv. 5	5.504,0	518	0	158	558										
36	Acceso Estación de Desdunche (Men y Des) Nv. 12	4.041,0	432	8.478	18	483										
37	Acceso Ore Pass 528 Nv. 8 / Nv. 8 / Nv. 10 / Nv. 12	3.543,5	391	14.455	37	423										
38	Desdunche Ore Pass 528 Nv. 10 / Nv. 8	1.741,7	328	5.844	115	328										
39	Acceso a la parte inferior del pique en Nv. 16 (CX-450)	3.543,5	391	15.408	42	423										
40	Excavación del Riese Plano Nv. 14 / Nv. 11	2.042,5	300	19.704	98	205										
41	Desdunche y Soporte del Pique Inclinado (Sec. completa) Nv. 14 / Nv. 11	5.504,0	518	0	98	725										
42	Excavación del Ore Pass 528 Nv. 14 / Nv. 12	1.741,7	328	0	0	328										
43	Excavación del Waste Pass 528 Nv. 14 / Nv. 12	1.741,7	328	0	42	328										
44	Excavación Desdunche y Soporte de Estación de Carga Nv. 14			15.782	135 m ³	23										
48	Avances U.M.T.A. Oque 2001			14.454												
48A	Gastos varios e imprevisos			18.884	13.884											
SUB TOTAL 1				547.070	537.382	276.647	276.648	88.328	12.988	31.229	43.666	5.510	11.335	0	0	0

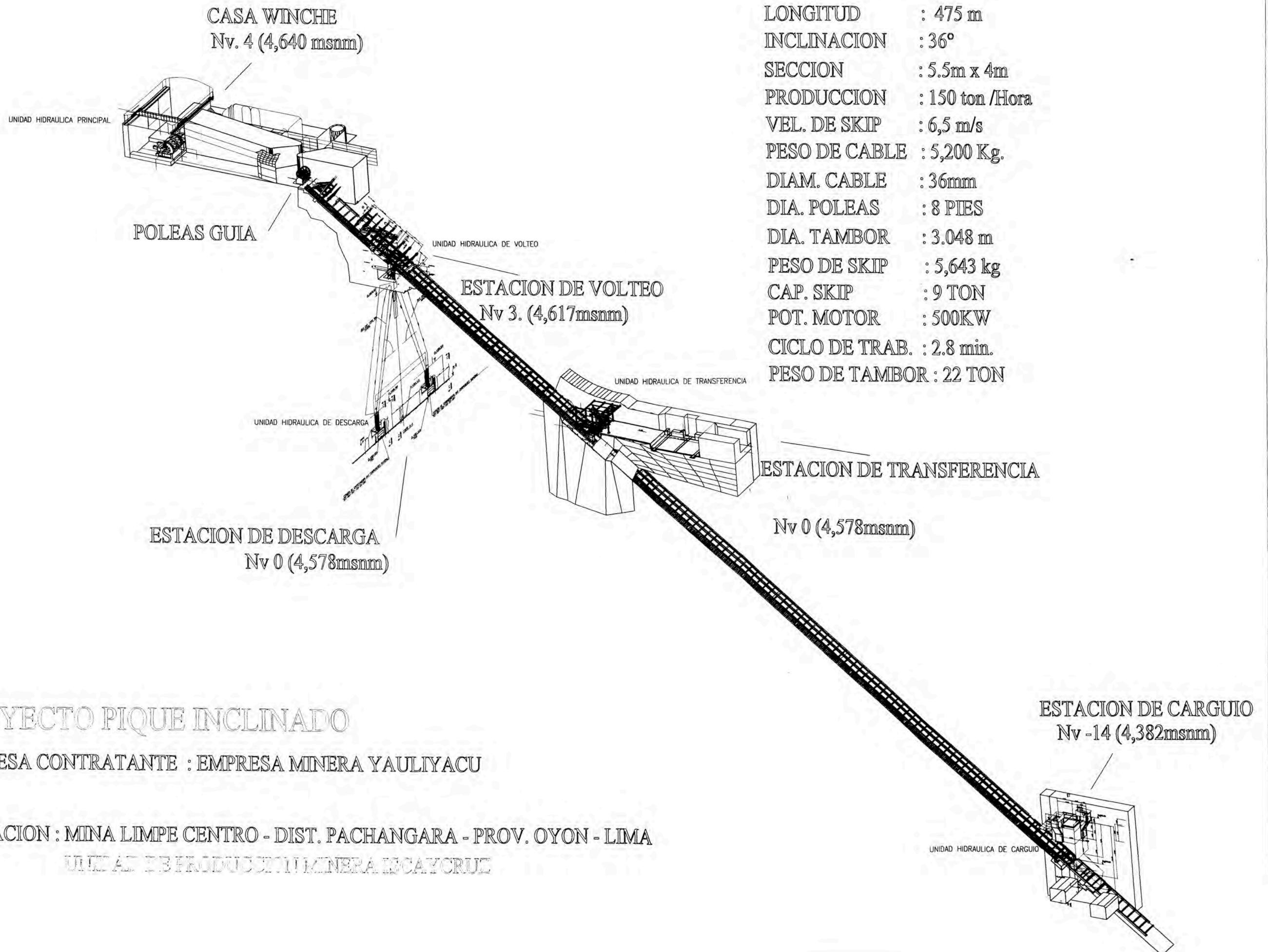
Item	DESCRIPCIONES	Unidad		Cantidad	Precio Unit.	Sub total	2002			2003						Proy. 2003	Proy. 2003 TOTAL
		Unidad	Cantidad				Oct-02	Nov-02	Dic-02	Ene-03	Feb-03	Mar-03	Abr-03	May-03	Jun-03		
47	Cámara Diamantina			18.853													
48	Samplicadores SAMBROA			16.817													
49	Movimiento de Escombros			8.850													
50	Alcance de mano 2001-2002			40.170													
SUB TOTAL 2				118.997	118.998	41.884	48.428	27.000	3.861	0	0	0	0	0	0	1.887	

NOTAS: 1. Se ha incluido rubro de ítem 41 hasta ítem 31 y ítem 40 para cubrir las necesidades por un monto de US\$ 5.950,00.
 2. Para los meses de noviembre se realizó rubro de los ítem 71-20, 32, 41 y 50 para los ítem 48 A y B3 por un monto de US\$ 20.342,34.
 NOTA 3. El ítem 56 se transferirá al ítem 63 más de Diciembre y del ítem 29 se transferirá 0.147,68.
 Costos correspondientes a estos trabajos pasan a cuenta de profundización.

ANEXO C – PLANOS DEL PROYECTO

DATOS TECNICOS:

LONGITUD	: 475 m
INCLINACION	: 36°
SECCION	: 5.5m x 4m
PRODUCCION	: 150 ton /Hora
VEL. DE SKIP	: 6,5 m/s
PESO DE CABLE	: 5,200 Kg.
DIAM. CABLE	: 36mm
DIA. POLEAS	: 8 PIES
DIA. TAMBOR	: 3.048 m
PESO DE SKIP	: 5,643 kg
CAP. SKIP	: 9 TON
POT. MOTOR	: 500KW
CICLO DE TRAB.	: 2.8 min.
PESO DE TAMBOR	: 22 TON

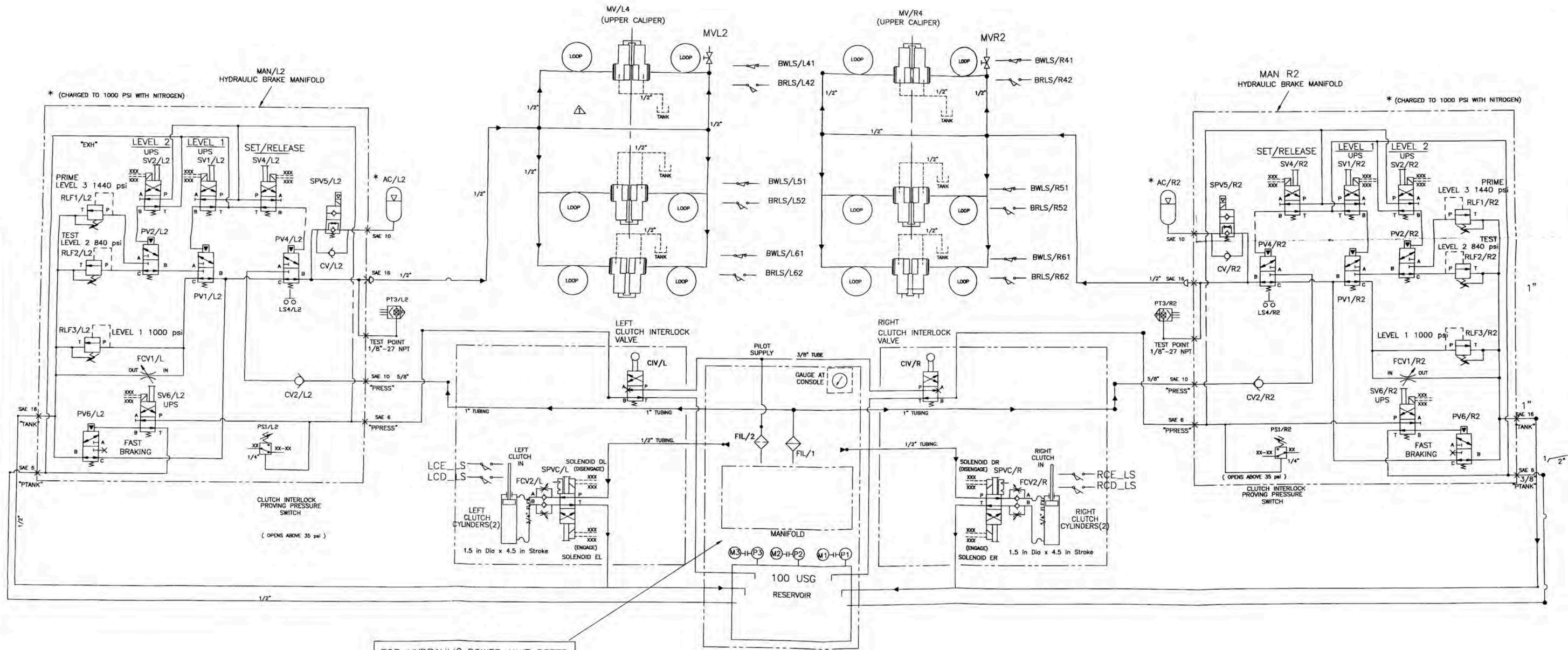


PROYECTO PIQUE INCLINADO

EMPRESA CONTRATANTE : EMPRESA MINERA YAULIYACU

UBICACION : MINA LIMPE CENTRO - DIST. PACHANGARA - PROV. OYON - LIMA

UNIDAD DE PRODUCCION MINERA ECAYCRUZ



FOR HYDRAULIC POWER UNIT REFER TO DWG.3137-M-603 (SCHEMATIC)
REFER TO SPECIFICATION J3137,B5

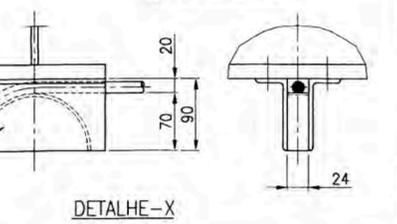
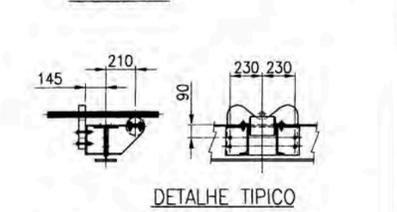
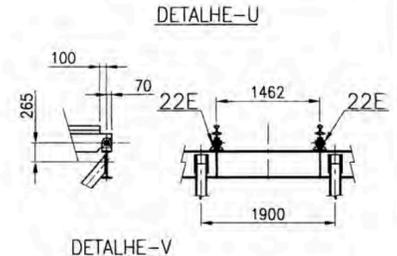
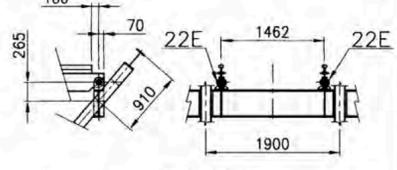
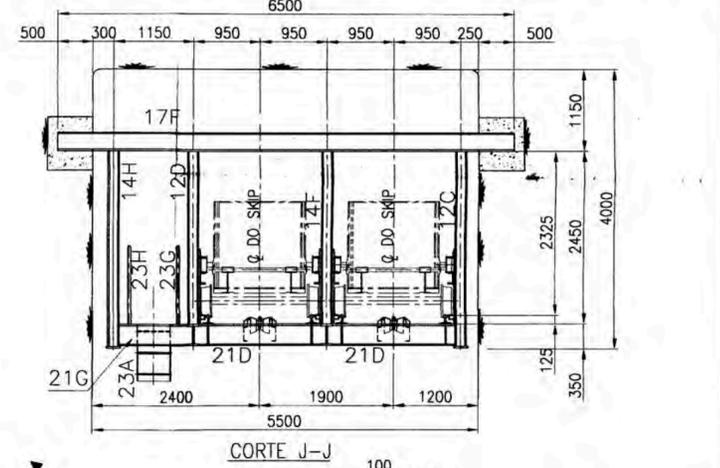
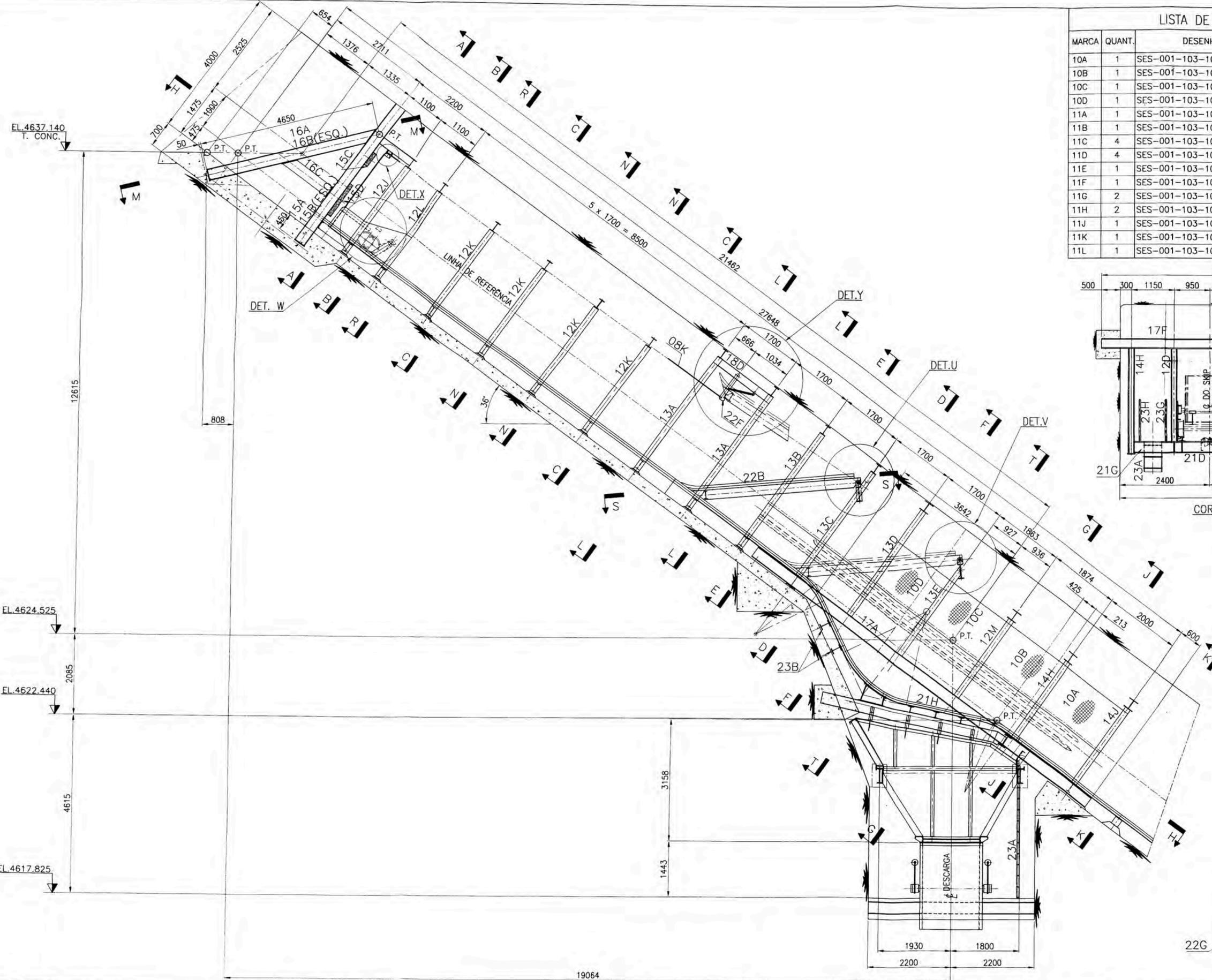
FOR INTER CONNECTING PIPING SEE DWG. 3137-M-601

WORK TO DIMENSIONS - DO NOT SCALE
PERMISSION IS HEREBY GRANTED FOR THIS DRAWING TO BE REPRODUCED TO FACILITATE THE COMPLETION OF THE PROJECT FOR WHICH IT WAS MADE. NO RESPONSIBILITY WILL BE ASSUMED FOR ANY INFORMATION AND/OR REVISIONS NOT SHOWN ON THE ORIGINAL DRAWING MAINTAINED BY G.L.TILEY & ASSOCIATES LTD.

DRN. PMT	DATE 08NOV02	CLIENT		PROJECT: ISCAZCRUZ MINE PRODUCTION HOIST DWG NO. 3137-M-600
DATE 27 JAN	DATE 8NOV	TITLE		
C LOCATION OF PS1/L2 and /R2 Revised	PMT	DATE	APPROVED	REV C
B REMOVED L1 AND R1 BRAKES				
A ISSUED FOR BIDDING	PMT	DATE		
NO. DESCRIPTION	BY	APP.	DATE	SCALE 2

G.L.TILEY & ASSOCIATES LTD.
CONSULTING ENGINEERS, (905) 689 7375
FLAMBOROUGH, ONTARIO CANADA

LISTA DE MARCAÇÃO E MONTAGEM									
MARCA	QUANT.	DESENHO N°	MARCA	QUANT.	DESENHO N°				
10A	1	SES-001-103-102-DS-010	11M	1	SES-001-103-102-DS-011				
10B	1	SES-001-103-102-DS-010	11N	1	SES-001-103-102-DS-011				
10C	1	SES-001-103-102-DS-010	11P	1	SES-001-103-102-DS-011				
10D	1	SES-001-103-102-DS-010	12A	1	SES-001-103-102-DS-012				
11A	1	SES-001-103-102-DS-011	12B	1	SES-001-103-102-DS-012				
11B	1	SES-001-103-102-DS-011	12C	1	SES-001-103-102-DS-012				
11C	4	SES-001-103-102-DS-011	12D	1	SES-001-103-102-DS-012				
11D	4	SES-001-103-102-DS-011	12E	1	SES-001-103-102-DS-012				
11E	1	SES-001-103-102-DS-011	12F	1	SES-001-103-102-DS-012				
11F	1	SES-001-103-102-DS-011	12G	1	SES-001-103-102-DS-012				
11G	2	SES-001-103-102-DS-011	12H	1	SES-001-103-102-DS-012				
11H	2	SES-001-103-102-DS-011	10A	1	SES-001-103-212-DS-010				
11J	1	SES-001-103-102-DS-011	10B	1	SES-001-103-212-DS-010				
11K	1	SES-001-103-102-DS-011	10C	1	SES-001-103-212-DS-010				
11L	1	SES-001-103-102-DS-011	10D	3	SES-001-103-212-DS-010				



REVISÕES				
N°	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS
0	23/03/2002	LIBERADO PARA CONSTRUÇÃO	F	

OBSERVAÇÕES	
1-	DIMENSÕES EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.
2-	VER CORTES BB,DD,JJ,LL,VISTAS MM E OO DES. SES-001-103-102-DS-005
3-	VER CORTES AA,CC,EE,FF,GG E VISTA HH DES. SES-001-103-102-DS-004
4-	VER CORTES KK,NN DET. Y E W DES. SES-001-103-102-DS-006

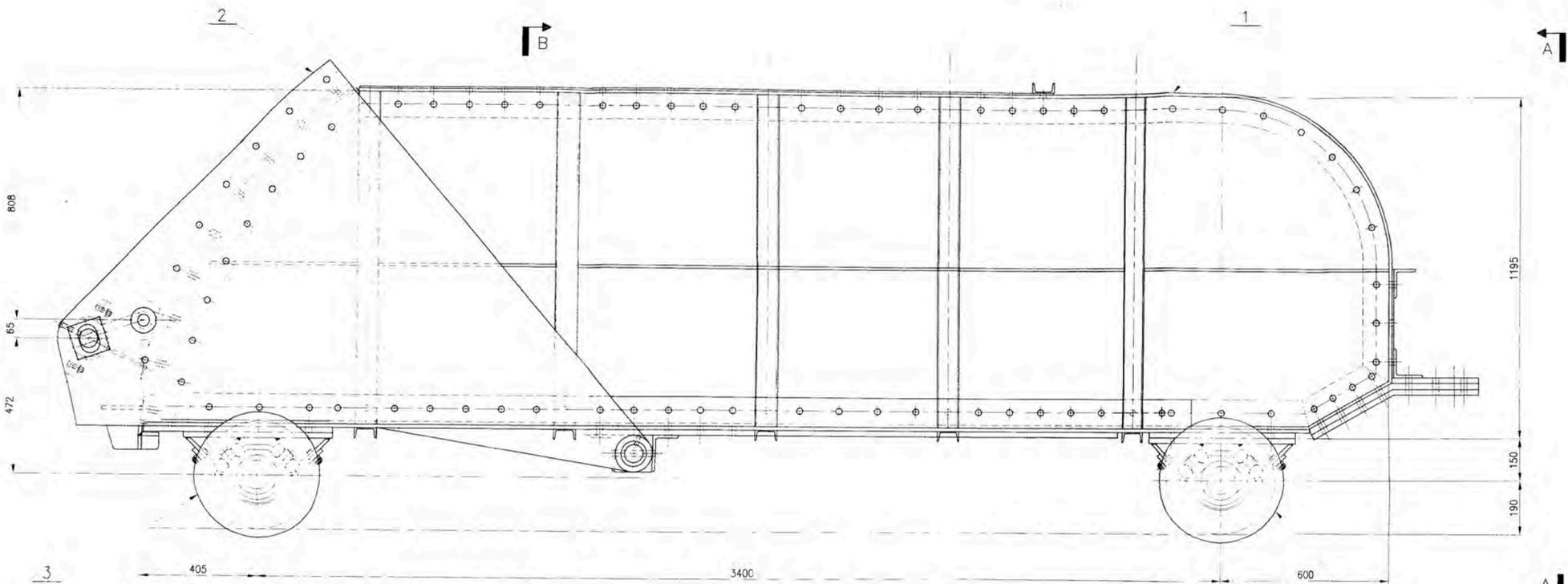
NUMERO	TITULO
SES-001-103-212-DS-001	TORRE PERMANENTE-ESTRUTURA METÁLICA-PROJETO

SHAFT			
Engenharia e Serviços Ltda			
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESENHO	NCS		24/12/2001
PROJETO	JRS		09/12/2001
VERIFICAÇÃO	AC		09/12/2001
SUP.DISCIPLINA	RABELO		09/12/2001
COORD. ENG.	ADEMIR		09/12/2001
SUBSTITUI		SUBSTITUIDO	

PROPOSTO DAS EMISSÕES		EMPRESA MINERA ISCAYCRUZ S.A.	
CLIENTE	DATA	CLIENTE	DATA

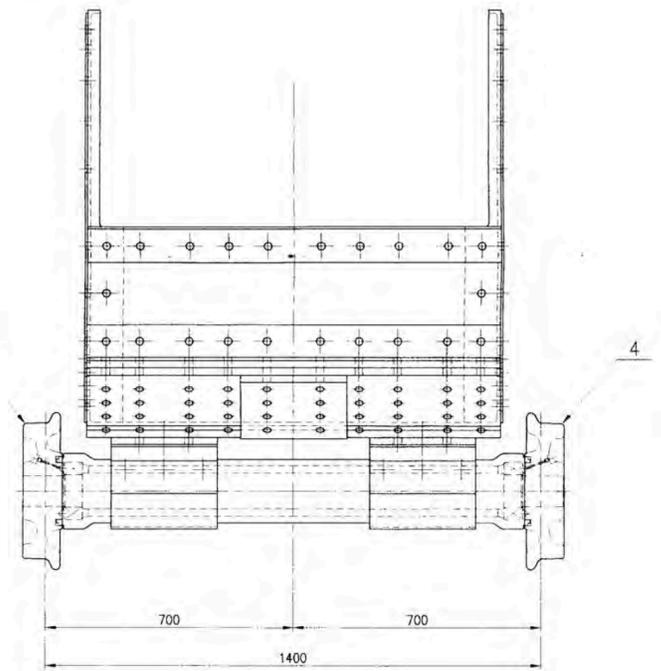
TITULO: MINA LIMPA CENTRO - POÇO INCLINADO
TORRE PERMANENTE
DIAGRAMA DE MONTAGEM- ELEVACÃO E CORTE JJ

DESENHO N° SES-001-103-102-DS-007 REV. 0

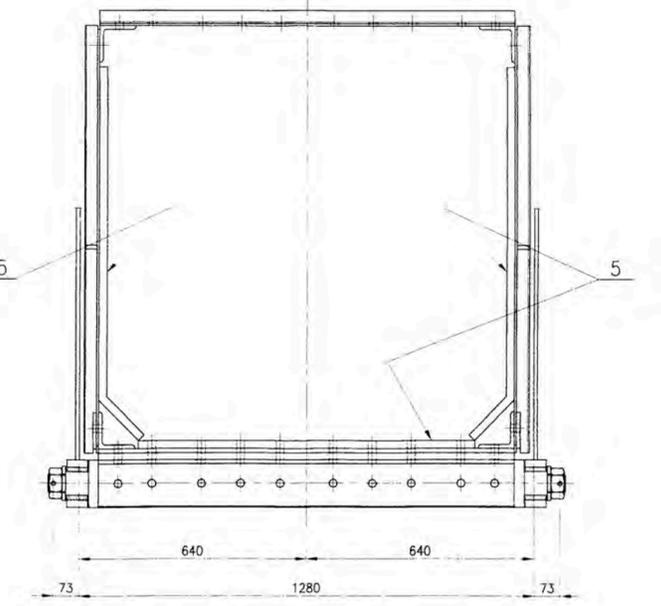
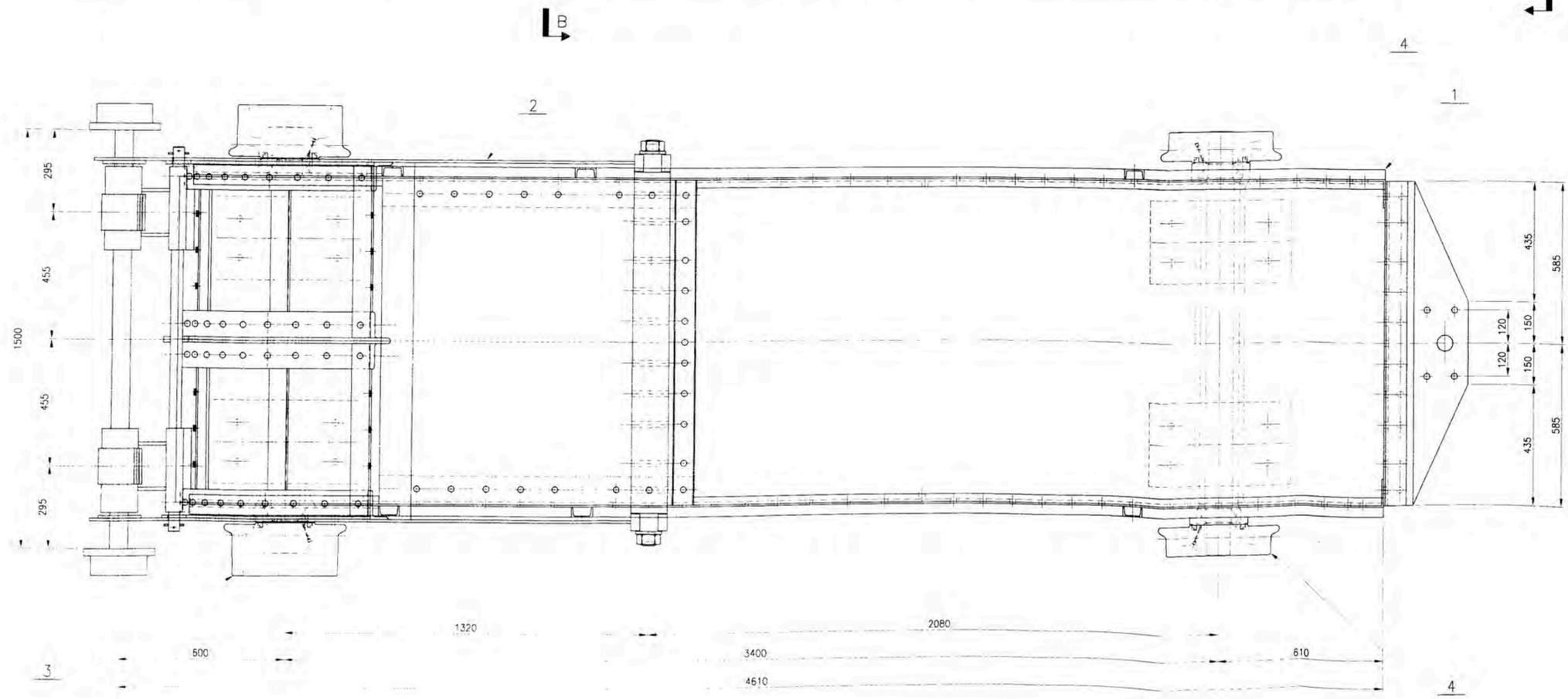


LISTA DE MATERIAL						
POS.	QTE.	DISCRIMINAÇÃO	MATERIAL	DES.	PESO	
					UNIT.	TOTAL
1	1	CAÇAMBA - CONJUNTO E DET.	ASTMA36	SES-001-101-438-DS-013/014	2167,4	2167,4
2	1	FORTA RADIAL - CONJUNTO	ASTMA36	SES-001-101-438-DS-004	1220,8	1220,8
3	1	RODEIROS - CONJUNTO	ASTMA36	SES-001-101-438-DS-006	502,2	502,0
4	1	RODEIROS - CONJUNTO	ASTMA36	SES-001-101-438-DS-006	502,2	502,0
5	1	CH. DE DESGASTE - CONJUNTO E DETALHE	ASTMA36	SES-001-101-438-DS-015	2537,1	2537,1

PESO TOTAL CALCULADO: 6929,3 Kg.



VISTA A-A
ESC.: 1:10



CORTE B-B
ESC.: 1:10

OBSERVAÇÕES:
VISTOS: 1- DIMENSÕES EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.
2- FUROS #22 PARA PARAF. M20, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

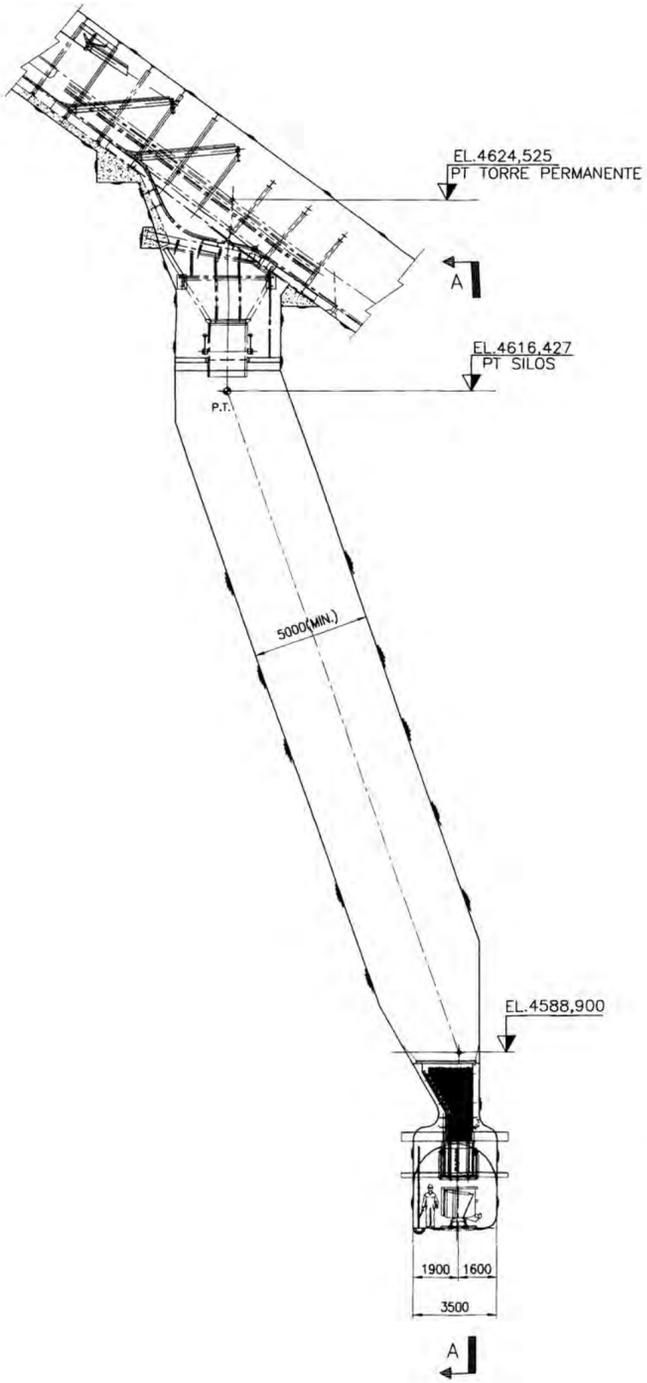
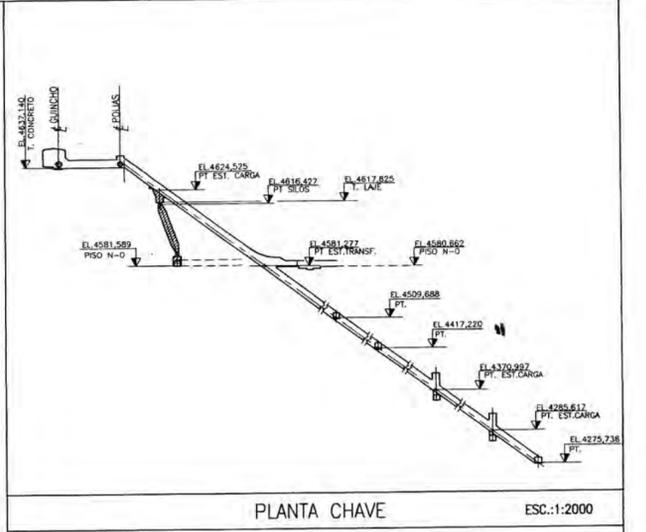
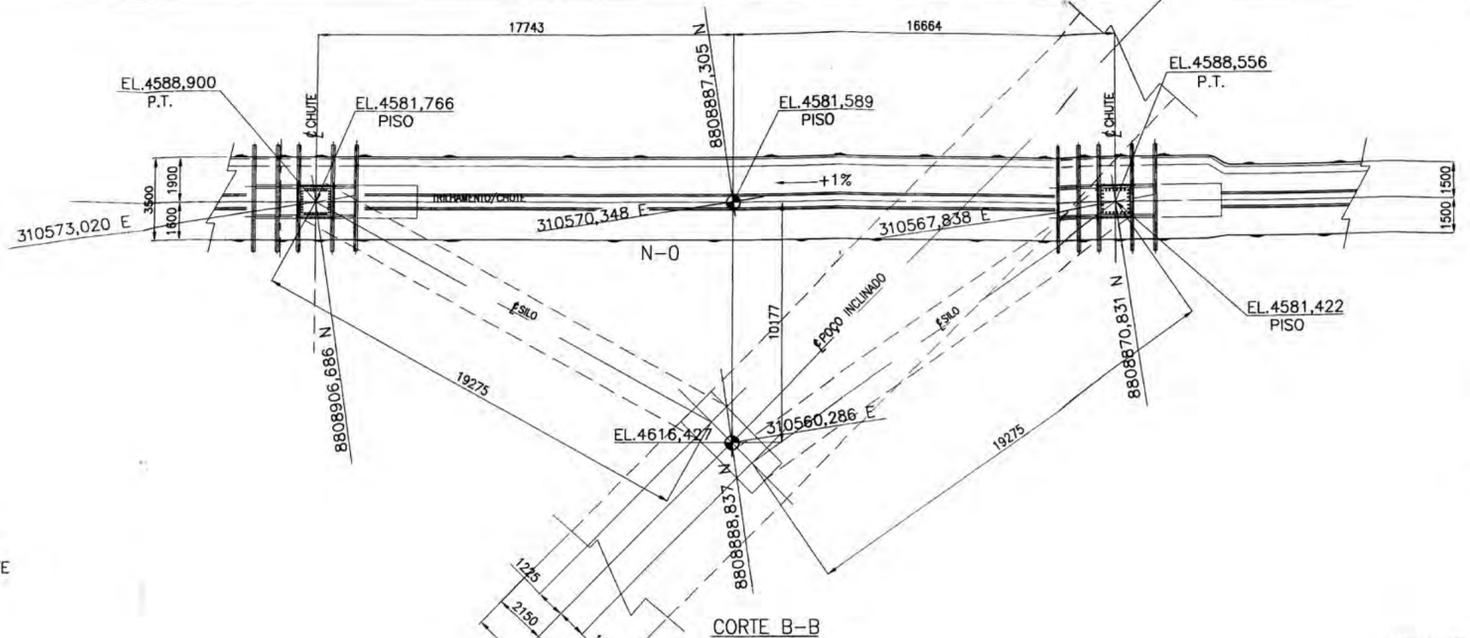
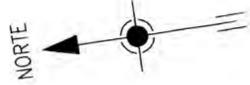
NUMERO	TITULO

<p>Engenharia e Serviços Ltda</p>		<p>ESCALA: 1:10</p>	<p> JRS</p> <p>Desenhos</p> <p>PROPOSTO DAS EMISSRES</p>
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESENHO	MAC		03/04/02
PROJETO	RABELO		03/04/02
VERIFICAÇÃO	RABELO		03/04/02
SUP. DISCIPLINA	RABELO		03/04/02
COORD. ENG.	ADEMIR		03/04/02
SUBSTITUI		SUBSTITUÍDO	

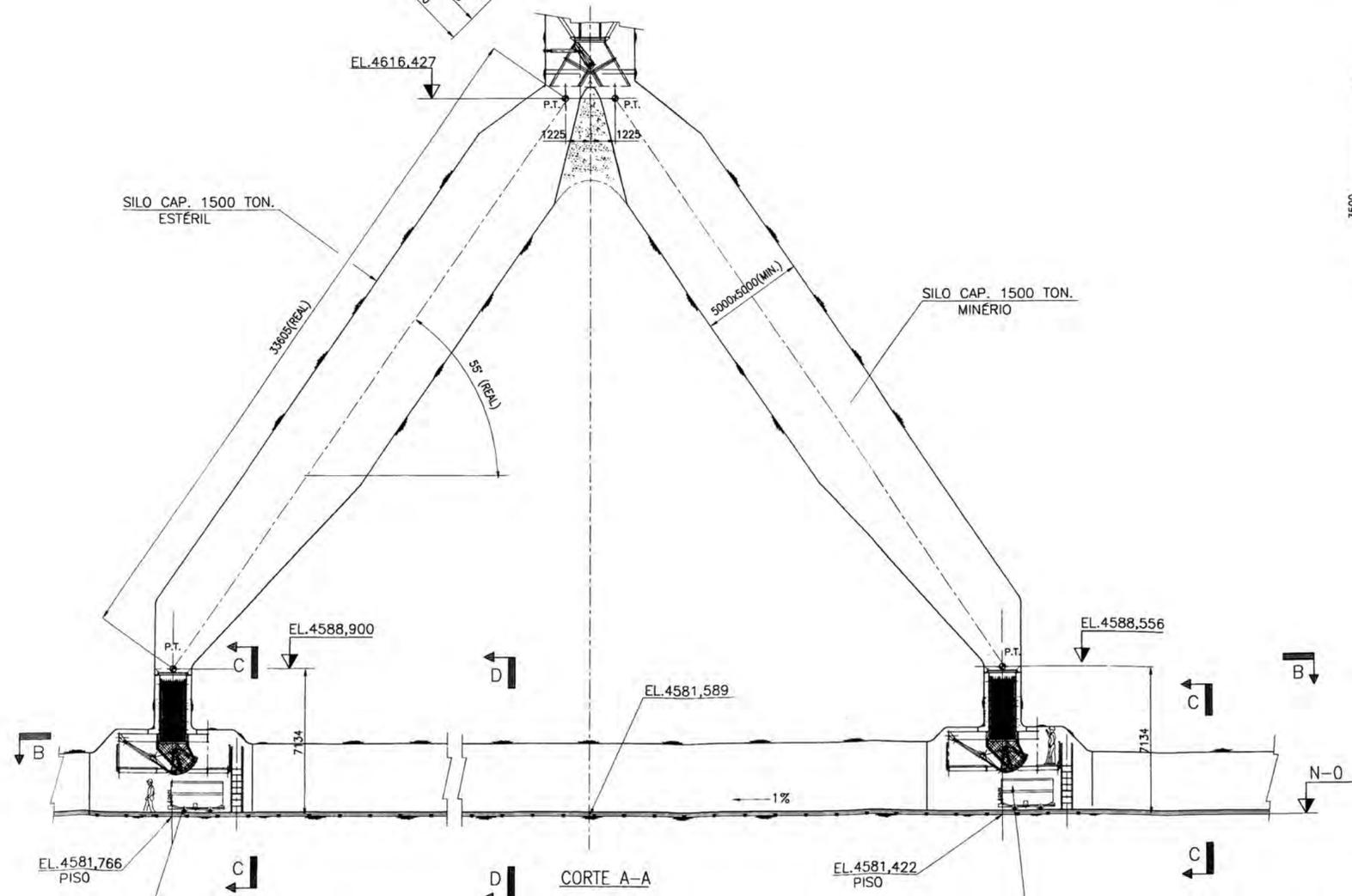
COORD. PROJ.	DATA
EMPRESA MINERA ISCAICRUZ S.A.	
CLIENTE	DATA

TITULO: MINA LIMPE CENTRO - POÇO INCLINADO
SKIP 9 ton.
CONJUNTO
DESENHO Nº SES-001-101-438-DS-012 REV 0

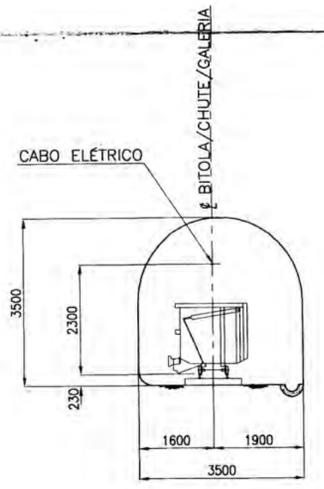
DESENHOS DE REFERÊNCIA



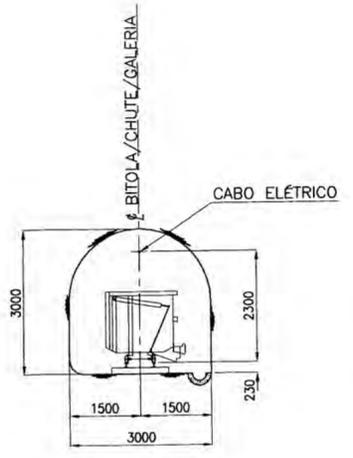
CORTE B-B



CORTE A-A



CORTE D-D



CORTE C-C

ESTACIÓN DE CARREGAMENTO DAS COMPOSIÇÕES (ESTÉRIL) SES-001-107-102-DS-002

ESTACIÓN DE CARREGAMENTO DAS COMPOSIÇÕES (MINÉRIO) SES-001-107-102-DS-001

REVISÕES			
Nº	DATA	DISCRIMINACAO	EMIS. VISTOS
0	08/12/01	ORIGINAL	A

OBSERVAÇÕES	
1-	DIMENSÕES EM MILÍMETROS, ELEVAÇÕES EM METROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.
2-	

NUMERO	TITULO
SES-001-101-102-DS-005	POÇO INCLINADO - PLANTA E CORTES

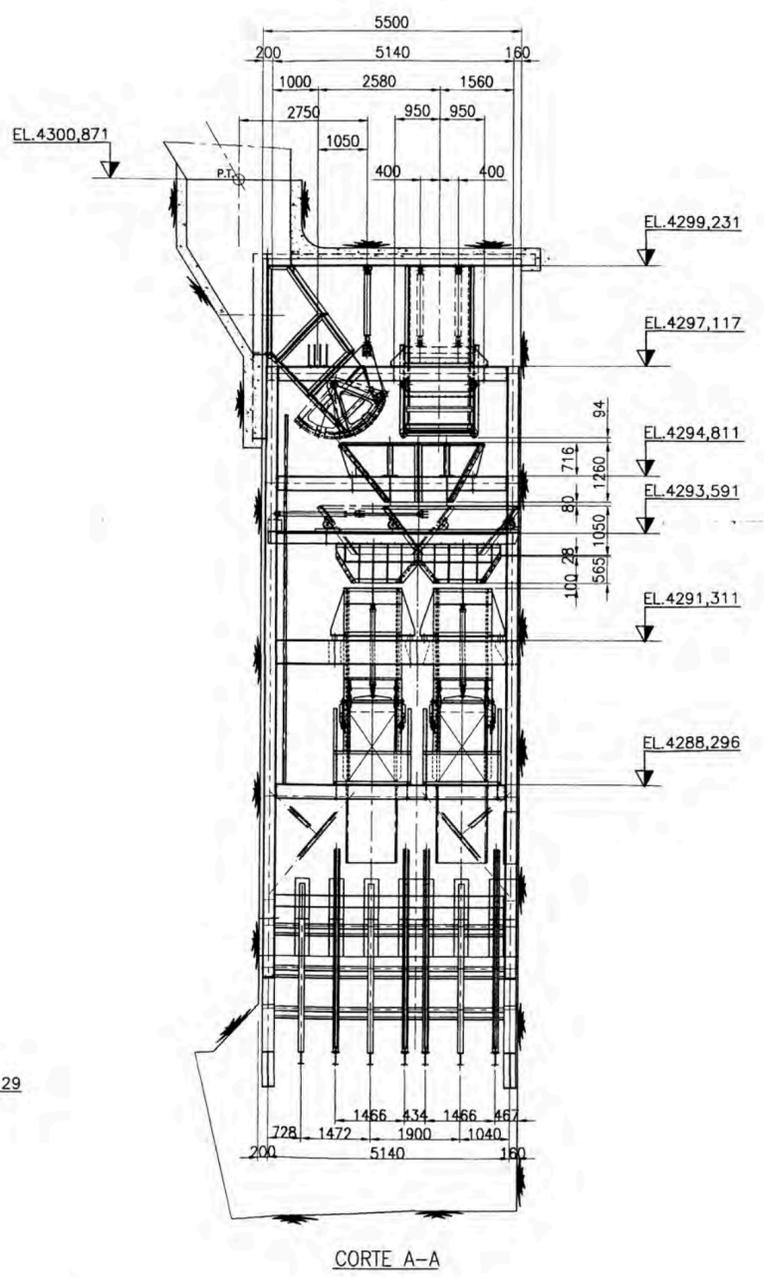
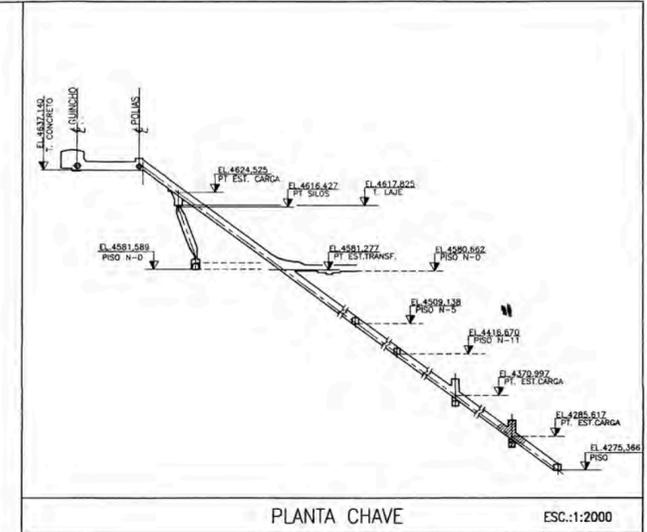
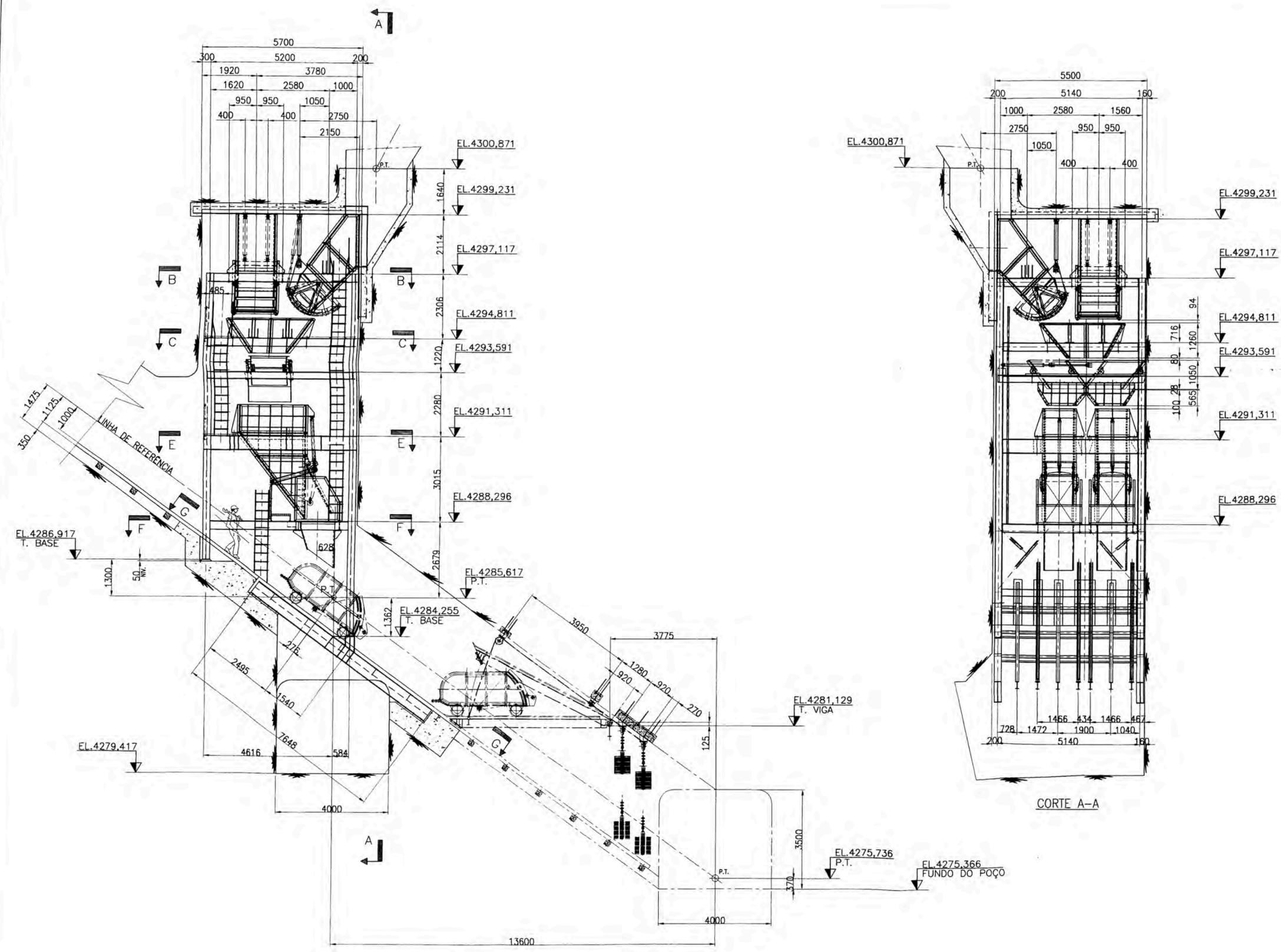
SHAFT Engenharia e Serviços Ltda		
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA
DESENHO	MISERRETTI	
PROJETO	MISERRETTI	
VERIFICACAO	ADEMIR	
SUP. DISCIPLINA	ADEMIR	
COORD. ENC.	ADEMIR	
SUBSTITUI		

ESCALA:	JRS Desenhos	EMPRESA MINERA ISCAYCRUZ S.A.	COORD. PROJ. DATA
1=150	PROPOSITO DAS EMISSOES		
	(A) PRELIMINAR		
	(B) PARA CONHECIMENTO		
	(C) P/COMENTARIO/APROVACOES		
	(D) APROVADO		
	(E) PARA COTACAO		
	(F) LIBERADO P/CONSTRUCAO		
	(G) LIBERADO P/COMPRA		
		TITULO: MINA LIMPE CENTRO-POÇO INCLINADO SILOS DE MINÉRIO E ESTÉRIL - NIVEL 0 ARRANJO GERAL	COORD. PROJ. DATA
		DESENHO N.º SES-001-106-102-DS-001	CLIENTE DATA
			REV. 0

ESTA CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR

TODA INFORMACAO CONTIDA NESTE DESENHO E CONFIDENCIAL E NAO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPOSITO, A NAO SER O AQUI EXPRESSO, SEM A PREVA AUTORIZACAO POR ESCRITO DA JRS

DESENHOS DE REFERENCIA



REVISÕES				
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS
0	17/04/2002	LIBERADO PARA CONSTRUÇÃO	F	

OBSERVAÇÕES
1- DIMENSÕES EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.

TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPOSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM A PREVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA JRS

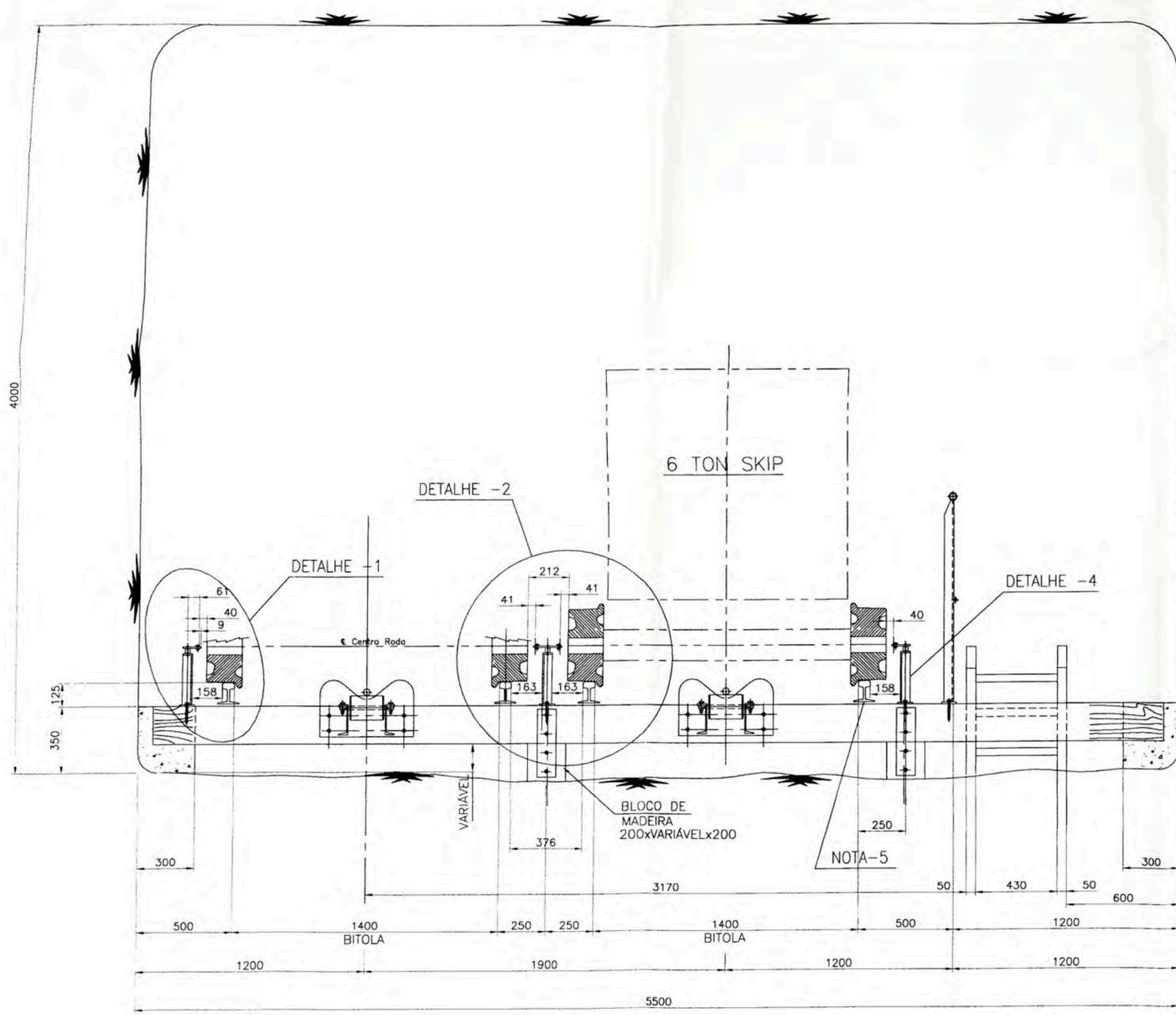
NUMERO	TITULO
SES-001-102-DS-002	POÇO INCLINADO-CORTE LONGITUDINAL

DESENHOS DE REFERENCIA

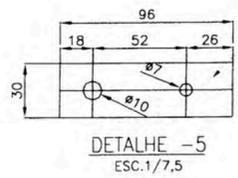
 Engenharia e Serviços Ltda			ESCALA: 1=75
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	DATA
DESENHO	RABELO		17/04/2002
PROJETO	RABELO		17/04/2002
VERIFICAÇÃO	RABELO		17/04/2002
SUP.DISCIPINA	RABELO		17/04/2002
COORD. ENG.	ADEMIR		17/04/2002
SUBSTITUI		SUBSTITUÍDO	

 Desenhos	 EMPRESA MINERA ISCAYCRUZ S.A.	COORD. PROJ. DATA CLIENTE DATA
TITULO: MINA LIMPE CENTRO-POÇO INCLINADO ESTAÇÃO DE CARGA PERMANENTE ARRANJO GERAL		
DESENHO N.º SES-001-108-102-DS-001		REV. 0

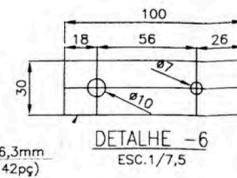
ESTA CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR



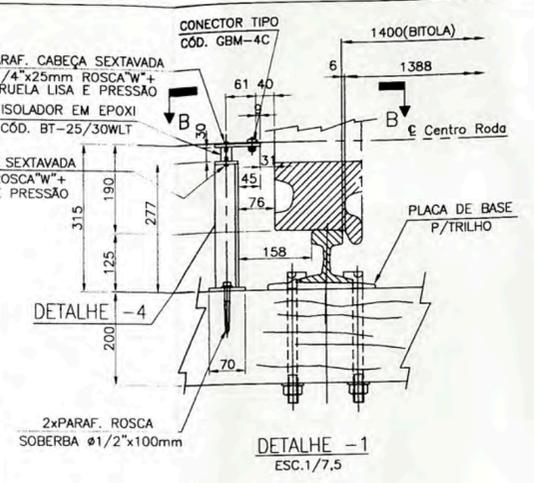
CORTE TÍPICO DO POÇO INCLINADO
CORTE-AA
ESC.1/15



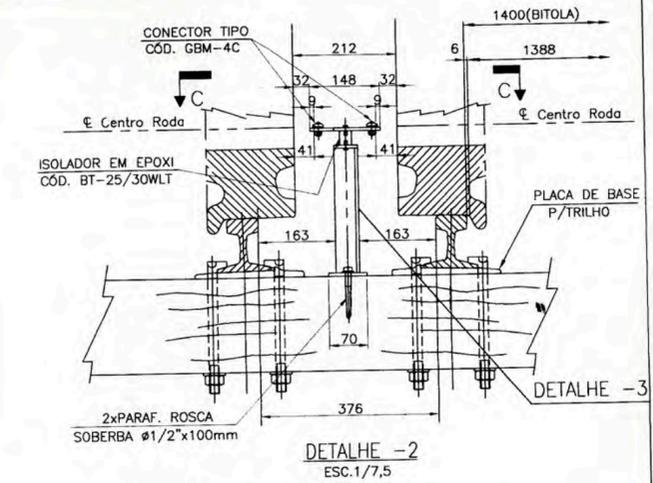
DETALHE -5
ESC.1/7,5



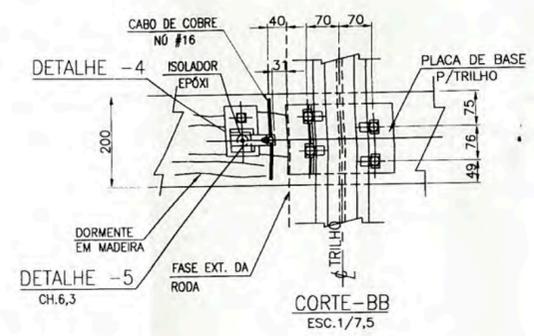
DETALHE -6
ESC.1/7,5



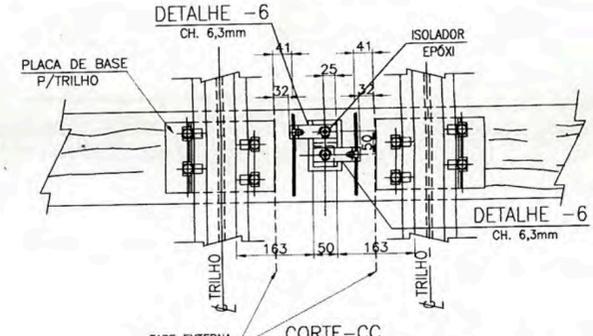
DETALHE -1
ESC.1/7,5



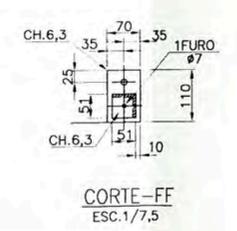
DETALHE -2
ESC.1/7,5



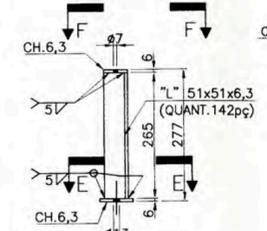
CORTE-BB
ESC.1/7,5



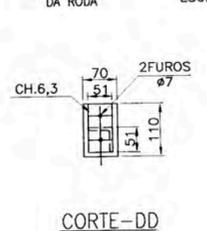
CORTE-CC
ESC.1/7,5



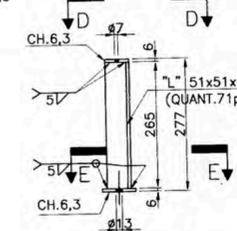
CORTE-FF
ESC.1/7,5



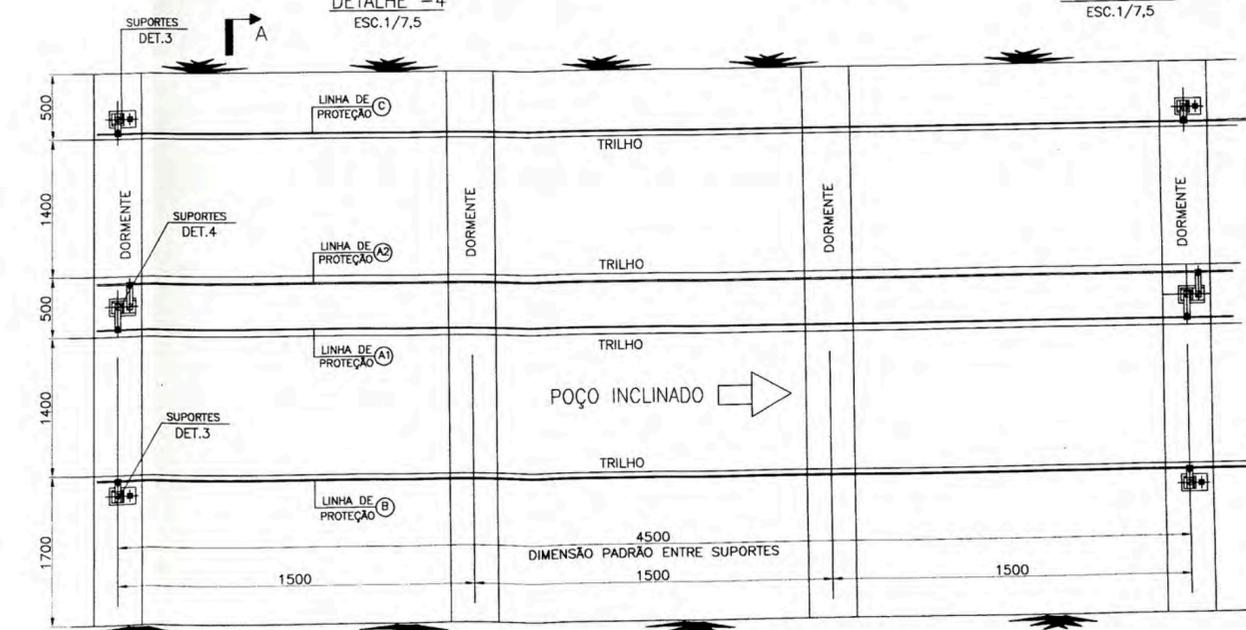
CORTE-EE
ESC.1/7,5



CORTE-DD
ESC.1/7,5



DETALHE -3
ESC.1/7,5



POÇO INCLINADO-PLANTA
ESPAÇAMENTO ENTRE SUPORTES S/ESC.

REVISÕES		OBSERVAÇÕES	
Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS / VISTOS
01	04/02	LIBERADO P/ CONSTRUÇÃO	F

Nº	DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS / VISTOS
1		DIMENSÕES EM MILÍMETROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.	
2		TRABALHAR ESTE DESENHO JUNTAMENTE COM OS DESENHOS N-SES-001-101-778-DS-003/004/005	
3		PARA LISTA DE MATERIAL VER DOCUMENTO N-SES-001-101-778-LM-002	
4		SUPORTES DISTRIBUÍDOS A CADA 4,5m PARA MANTER CABOS ESTICADOS.	
5		TUDO TRILHAMENTO DEVERÁ SER SOLIDAMENTE ATERRADO.	

NÚMERO	TÍTULO
SES-001-101-778-DS-005	SIST. PROTEÇÃO ARRANJO- CORTES E DETALHES
SES-001-101-778-DS-004	SIST. PROTEÇÃO ARRANJO- CORTE E DETALHE
SES-001-101-778-DS-003	SIST. PROTEÇÃO ARRANJO- CORTES E DETALHES

SHAFT		ESCALA:	
Engenharia e Serviços Ltda		1 = 15	
RESPONSÁVEL	NOME	ROUBRICA	DATA
DESENHO	WAC	WANDER A. CRUZ	01/04/2002
PROJETO	WAC	WANDER A. CRUZ	01/04/2002
VERIFICAÇÃO	JRS	RABELO	01/04/2002
SUP.DISCIPLINA	ADEMIR	ADEMIR KEDA	01/04/2002
COORD. ENG.	ADEMIR	ADEMIR KEDA	01/04/2002
SUBSTITUI		SUBSTITUIDO	

JRS		EMPRESA MINERA ISCAYCruz S.A.	
Desenhos		CLIENTE	
PROPOSTO DAS EMISSÕES		DATA	
(A) PRELIMINAR			
(B) PARA CONHECIMENTO			
(C) P/COMENTARIO/APROVAÇÕES			
(D) APROVADO			
(E) PARA COTAÇÃO			
(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO			
(G) LIBERADO P/COMPRA			

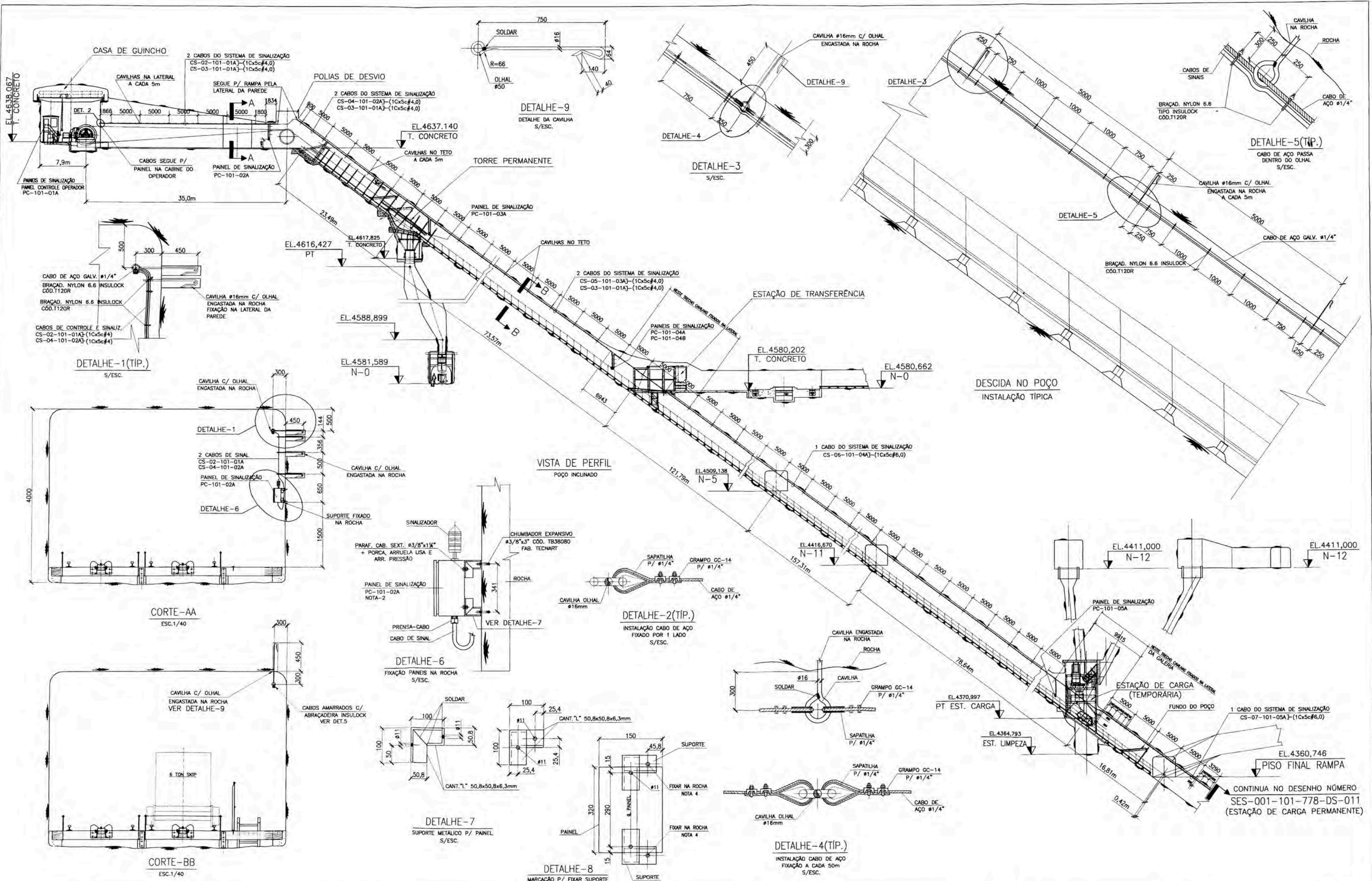
ESTA CÓPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR

TODA INFORMAÇÃO CONTIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPOSITO A NÃO SER O AQUI EXPRESSO. SEM A PREVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA JRS.

DESENHOS DE REFERÊNCIA

TÍTULO: MINA LIMPE CENTRO-POÇO INCLINADO
SISTEMA DE PROTEÇÃO DE DESALINHAMENTO DO SKIP
DETALHE CONSTRUTIVO-SUPORTE INTERMEDIÁRIO

DESENHO N.º SES-001-101-778-DS-006 REV. 0



REVISÕES		OBSERVAÇÕES	
DATA	DISCRIMINAÇÃO	EMIS.	VISTOS
17/04/2002	LIBERADO P/ CONSTRUÇÃO	F	

1- DIMENSÕES EM MILÍMETROS, ELEVAÇÕES EM METROS, SALVO INDICAÇÃO CONTRÁRIA.
 2- PARA LISTA DE CABOS VER DOCUMENTO N° SES-001-101-771-LC-001
 3- PARA LISTA DE MATERIAL VER DOCUMENTO N° SES-001-101-778-LM-001
 4- ANTES DA INSTALAÇÃO DOS PAINÉIS DEVERÁ SER PREPARADO A PAREDE PARA NIVELAMENTO DOS SUPORTES.
 5- TRABALHAR ESTE PROJETO JUNTAMENTE COM O DESENHO N° SES-001-101-778-DS-011.

TODA INFORMAÇÃO CONTEIDA NESTE DESENHO É CONFIDENCIAL E NÃO SERÁ USADA PARA QUALQUER PROPOSITO, A NÃO SER O AQUI EXPRESSO, SEM A PRÉVIA AUTORIZAÇÃO POR ESCRITO DA JRS.

NÚMERO	TÍTULO
SES-001-101-778-DS-011	DISTRIBUIÇÃO DA SINALIZAÇÃO - CORTE LONGITUDINAL (2ª TAP)
SES-001-101-771-DS-002/005	DIAGRAMAS FUNCIONAIS
SES-001-101-771-DS-001	DIAGRAMA DE BLOCO
SES-001-101-778-01-002	DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO
SES-001-101-778-01-001	DIAGRAMA DE INTERLIGAÇÃO
SES-001-101-778-DS-001	PAINEL DE SINALIZAÇÃO LOCK-BELL, ARRANJO E DETALHES

SHAFT		ESCALA:	JRS
Engenharia e Serviços Ltda		1=300	Desenhos
RESPONSÁVEL	NOME	RUBRICA	PROPOSITO DAS EMISSÕES
DESENHO	MAC	WANDER AUGUSTO ORUZ	(A) PRELIMINAR
PROJETO	MAC	WANDER AUGUSTO ORUZ	(B) PARA CONHECIMENTO
VERIFICAÇÃO	JRS	RABELO	(C) P/COMENTARIO/APROVAÇÕES
SUP.DISCOPLINA	ADEMIR	ADEMIR IKEDA	(D) APROVADO
COORD. ENG.	ADEMIR	ADEMIR IKEDA	(E) PARA COTAÇÃO
SUBSTITUIÇÃO			(F) LIBERADO P/CONSTRUÇÃO
			(G) LIBERADO P/COMPRA

COORD. PROJ.	DATA
EMPRESA MINERA ISCAYCRUZ S.A.	
CLIENTE	DATA
TÍTULO: MINA LIMPE CENTRO-POÇO INCLINADO	
DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA DE SINALIZAÇÃO CALL-BELL & LOCK-BELL	
CORTE LONGITUDINAL (1ª TAP)	
DESENHO N°	REV. 0
SES-001-101-778-DS-002	

STA. COPIA SÓ TERÁ VALIDADE COM A ÚLTIMA REVISÃO ASSINADA PELO COORDENADOR

DESENHOS DE REFERÊNCIA

ANEXO D – CARTILLAS DE MANTENIMIENTO



PIQUE INCLINADO "SANTA ROSA DE LIMA"

PROCEDIMIENTO DE COLOCACION DE SOCKET Y CORTE DE CABLE

ITEM	PROCEDIMIENTO	HERRAMIENTAS	DIFICULTADES PRESENTADAS
	Verificar estado de la resina a emplearse, cuando al mezclarse los componentes el resultado final es una mezcla de color verde turquesa, quiere decir que esta en óptimo estado, en caso se ponga color amarillo paja no debe usarse.	Plancha metálica pequeña y limpia, varilla metálica limpia, cuchilla y desarmador fino.	Gases generados son muy tóxicos, evitar contacto con la piel y ojos, uso de EPP.
1	Ubicar los Skips en la Estación de Transferencia Nv 0, a 10m del punto pivot del puente oscilante e inmovilizar los skips, así como el winche (para de alto total).	Radio de comunicación, topes para inmovilizar los skips.	Demasiado cable suelto, flojo entre la Estación de Volteo y Transferencia, coordinar muy bien maniobras con el operador del winche.
3	Retiro de pines de amarre y liberación de socket.	Comba, pin botador, llaves Stilson de 24" y 36", alicata, cartones o plásticos y equipo oxicorte. Pasadores de seguridad Si By.	Mineral cubre parte del socket, dificultando el retiro del pin de amarre, realizar limpieza, asimismo pasador deformado por impacto de rocas, se empleara oxicorte para su extracción
4	Posicionar firmemente el socket para poder realizar el corte del cable en el socket.	Amoladora con disco de corte adecuado, extensión con alimentación 220V, tacos para posicionar socket.	Socket mal posicionado, ocasiona movimientos al momento del corte, corte oblicuo, trabamiento del disco de corte, uso del EPP.
5	Amarar el cable en los puntos de corte, y realizar los cortes de 1.5 metros de largo.	Alambre de amarre y lo descrito en el punto 4.	Cortes oblicuos, trabamiento del disco. Uso de EPP.
6	Limpieza del Socket	Barra de 1 1/2" de Ø de 60 cm. de longitud aprox., con mango de agarre, comba pesada (10 lb. aprox.). Equipo oxicorte	Dificultad en limpieza de socket, uso de equipo oxicorte para retiro de cable (en la punta), es necesario calentar el socket. Es posible uso de prensa hidráulica.
7	Enfriamiento del Socket	Trapo industrial, balde de agua, oxígeno.	Es necesario que la temperatura del socket sea la misma que la del medio ambiente del lugar de trabajo con 24 horas de anticipación. Para esto usaremos trapos húmedos y oxígeno sobre el socket.
8	Amarre del cable	Alambre de amarre # 12 o similar, alicata universal, wincha, tiza de calderero.	Medir del extremo del cable cortado 26 cm. y de ahí amarar el cable en una longitud de 10cm, 1cm (aprox.) quedara dentro del socket.
9	Pasar el cable dentro del Socket.	Cinta de embalaje o cinta maskentape.	Grasa del cable puede ensuciar el socket que debe estar limpio y seco, para esto aislamos con la cinta de embalaje un tramo de 70 cm. posterior al amarre del cable.
10	Deshilachado y limpieza de la punta del cable	Desarmador mediano y grande (2 de cada uno), dos alicates, 3 galones de desengrasante o disolvente, trapo industrial en tiras, dos bandejas o baldes chatos, 2 Kg.	Es la parte mas difícil y la que toma mayor tiempo el realizarlo, conviene hacerlo en dos grupos de trabajo de 2 personas cada uno, puntas filudas por el método de corte empleado, uso de EPP. Es importante

	de trapo industrial, oxígeno.	realizar muy bien la limpieza y el secado con oxígeno.
Ubicación de cable y socket para vaciado de la resina	Sogas, nivel, plomada, caballete, comba de 6 lb., barras de 1"Ø x 1.5 m de longitud. Masilla del Kit de resinas.	Se tiene que izar el socket a 1.80 m del piso para evitar la curvatura del cable al ingreso en el socket, la línea de eje del socket y el cable debe ser una sola, además de estar el socket completamente nivelado horizontal y verticalmente, para esto talvez sea necesario habilitar un bastidor adecuado. Llegar a la parte superior del socket para realizar el vaciado de la resina fue dificultoso por n contar con caballetes adecuados. Se uso el caballete que sirve para colgar el socket. Se tiene que tener presente que las puntas del cable estén al ras de la parte superior del socket pues de no ser así puede haber interferencia en el ensamble con el skip, cellar con masilla la base del socket, dejando un orificio de respiradero.
Preparación de la resina Wirelock	2 bandejas metálicas limpias (puede ser latas de soldadura cortadas adecuadamente para vaciado), Kit de resinas.	Se mezcla en la bandeja (lata), la resina líquida y la resina en polvo durante dos minutos, mezclando uniformemente se vierte el chisguete del acelerante (generalmente tendremos un ambiente por debajo de los 8 grados), usar EPP pues gases emitidos por la mezcla es extremadamente toxico.
Vaciado de la resina		Vaciado al centro y a los contornos del cono, para una mejor penetración de la resina, vaciado uniforme y completo (al ras), hacer dos parapetos en la parte superior del socket para vaciar completamente el contenido de la bandeja o lata, de esta manera aseguramos un completo llenado del cono. Verificar que la resina salga por la parte inferior del socket.
Secado de la resina.		Después de 30 minutos de vaciado ,se puede manipular la junta, la resina seca después de 60 minutos, espereamos 2 horas después del vaciado para realizar los ensambles con los skips.
Ensamble en el Skip	Pasadores, llave Stilson de 24" y 36", comba de 6 lb.	Hilos del pin de amarre pueden estar dañados, dificultad en colocación de tuerca de seguridad, puntas del cable pueden impedir colocación de pin de amarre.
6 Orden y Limpieza	Escoba y pala	Limpia la zona para libre transito de los skips.
7 Izaje de skips	Radio de Comunicación	Coordinación con el operador para las maniobras de izaje y los viajes en vacío antes de la puesta en operación.

WINCHE DE IZAJE NORDBERG – PIQUE INCLINADO
 “SANTA ROSA”

PRUEBAS DIARIAS (SOLO TURNO DE DIA)

WINCHE DE IZAJE NORDBERG – PIQUE INCLINADO “SANTA ROSA”

FECHA : HORA INICIO..... HORA FINAL.....
 INSTRUMENTISTA : FIRMA:
 MECANICO : FIRMA:
 OPERADOR : FIRMA:

1. PRUEBAS DE FRENADO

ESTÁTICA : (Skips vacíos ubicados al centro, embragues acoplados)

FRENO PRINCIPAL	AMPERIOS (A)	AMPERIOS (A)	PRESION (PSI)	PRESION (PSI)
Freno Izquierdo Liberado y Joystick aceleración máxima				
Freno Derecho Liberado y Joystick aceleración máxima				

DINAMICA : (Winche con velocidad de 1.5 M/s)

FRENO PRINCIPAL	AMPERIOS UP (A)	AMPERIOS DW (A)	PRESION UP (PSI)	PRESION DW (PSI)	PROMEDIO (A)
Freno derecho					
Freno izquierdo					

2. TEST DE LIMITES DE DESPLAZAMIENTO

(Embragues acoplados)

FRENO PRINCIPAL	Izquierda (feet)	Derecha (feet)	NIVEL DE EXTRACCION
Registro en metros de LIMITE SUPERIOR (LS)			
Registro en metros de del punto de TRACK LIMIT			
Registro en metros de PUNTO DE CARGA (ENC)			
Registro en metros de LIMITE INFERIOR (LI)			

3. INDICADOR DE PROFUNDIDAD

	SKIP VACIO		SKIP CON CARGA	
	IZQUIERDA (m)	DERECHA (m)	IZQUIERDA (m)	DERECHA (m)
Recorrido de SKIP (desplazamiento)				

4. REGISTRO DE VOLTAGES

	LINEA 3φ (AC)	ARMADURA (DC)
VOL TAGE MAXIMO		

5. TEMPERATURAS

	MOTOR RTD # 1	MOTOR RTD # 2	MOTOR COJINETE # 3	MOTOR COJINETE # 4	HOIST COJINETE # 5 (M/MACE23)	HOIST COJINETE # 6 (M/MACE23)	REDUCTOR FALK # 7
TEMPERATURAS ¼ GUARDIA							

6. MAGNETOS Y PULSADORES

	Izquierda	Derecha
1.- Funcionamiento de magneto		
2.- Protección de cable flojo		
3.- Protección desalineamiento		
4.- Funcionamiento de camaras		
5.- Pulsadores comunicación con transferencia		
6.- Pulsadores comunicación con volteo		
7.- Pulsadores comunicación con nivel -14		

OBSERVACIONES:



MES	:	
SEMANA	:	Del al

SUPERINTENDENCIA DE ENERGÍA Y MANTTO.

CARTILLA DE INSPECCION - ENGRASE - SKIPS

SEGURIDAD

: PETS, seguir los procedimientos estandar para trabajos en piques inclinados.

INDICACIONES:

: Todas las articulaciones, pines y rodillo deben ser lubricados interdiario.

Reparaciones y observaciones deben ser incluidas en el cuaderno de registro de skips.

Inspeccionar cada ítem listado abajo por desgaste y deformaciones

SKIP DERECHO N°	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Faldones							
Socket, pines de amarre							
Chaquetas							
Amortiguadores							
Quinta rueda							
Ejes de la quinta rueda							
Compuerta radial							
Ejes de la compuerta radial							
Ruedas traseras y delanteras							
Estructura							
Pernos en general							
Engrase general							
SKIP IZQUIERDO N°	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Faldones							
Socket, pines de amarre							
Chaquetas							
Amortiguadores							
Quinta rueda							
Ejes de la quinta rueda							
Compuerta radial							
Ejes de la compuerta radial							
Ruedas traseras y delanteras							
Estructura							
Pernos en general							
Engrase general							
SKIP STAND BY N°	LUN	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM
Faldones							
Socket, pines de amarre							
Chaquetas							
Amortiguadores							
Quinta rueda							
Ejes de la quinta rueda							
Compuerta radial							
Ejes de la compuerta radial							
Ruedas traseras y delanteras							
Estructura							
Pernos en general							
Engrase general							

OBSERVACIONES:

V°B° Mecanico Responsable

V°B° Jefe de Mantenimiento

V°B° Operador del Winche



PIQUE INCLINADO "SANTA ROSA DE LIMA"
INSPECCIÓN MECÁNICA DIARIA - WINCHE NORDBERG DOBLE TAMBOR 10'Φ

FECHA:		MECÁNICO:	
HORA:		SUPERVISOR:	
		REVISADO POR:	

SEGURIDAD : Ser muy cauteloso en las partes móviles y esté consciente por el lugar donde camina.

INSTRUCCIONES : Revisar el libro de registros del Winchero para enterarse de todo lo acontecido en la guardia anterior.
 Inspeccionar cada ítem por desgaste, operación normal y segura.
 Los resultados deben ser anotados en el registro del operador del winche y cuaderno de mantenimiento.

1.0 TACOMETRO Y CONTROL DE PROFUNDIDAD.

	Motor 500 Kw	Tambora Izqui.	Tambora Derech.
Acoplamientos	_____	_____	_____
Pernos	_____	_____	_____
Ruido Inusual	_____	_____	_____
Vibración Inusual	_____	_____	_____

2.0 FRENSOS

2.1 Presión

	Presión Hidráulica (Psi)
Presión de Suministro	_____
Presión de Aplicación de Freno Izquierdo	_____
Presión de Aplicación de Freno Derecho	_____
Presión de operación de embrague	_____

2.2 Inspección Visual Calipers

	Izquierdo	Derecho
1. Pastillas	1 _____	_____
2. Pernos	2 _____	_____
3. Conectores	3 _____	_____
4. Tuberías	4 _____	_____
5. Mangueras	5 _____	_____
6. Limits Switchs	6 _____	_____
7. Línea de drenaje de aceite	7 _____	_____
8. Ruido Inusual	8 _____	_____
9. Vibración Inusual	9 _____	_____

PIQUE INCLINADO "SANTA ROSA DE LIMA"

INSPECCIÓN MECÁNICA SEMANAL- WINCHE NORDBERN DOBLE TAMBOR 10'Φ

FECHA:		MECÁNICO:	
HORA:		SUPERVISOR:	
		REVISADO POR:	

SEGURIDAD : Ser muy cauteloso en las partes móviles y esté consciente por el lugar donde camina.

INSTRUCCIONES : Revisar el registro del operador del winche para enterarse de todo lo acontecido en la guardia anterior.
 Inspeccionar cada ítem por desgaste, operación normal y segura.
 Los resultados deben ser anotados en el registro del operador del winche y en el cuaderno de mantenimiento.

	Motor 500 Kw	Tambora Izqui.	Tambora Derec.
1.0 ENCODRES - TACOMETRO			
a) Condición general	_____	_____	_____
b) Condición general del sistema de control profundidad	_____	_____	_____
2.0 SEGURIDAD DEL WINCHE			
a) Sistema de seguridad contra cable flojo		_____	_____
b) Límite Superior		_____	_____
c) Sistema contra desalineamiento de skip		_____	_____
d) Parada de emergencia	_____		
e) Parada de emergencia hidráulico	_____		
f) Parada de emergencia local	_____		
g) Sistema de comunicación	_____		
3.0 OPERACIÓN DEL SISTEMA DE FRENO			
a) Calibración de pastillas		_____	_____
b) Válvula SV1		_____	_____
c) Válvula SV2		_____	_____
d) Válvula SV4		_____	_____
e) Válvula SV6		_____	_____
f) Micro switches		_____	_____
g) Válvulas del embrague		_____	_____
h) Desgaste de pastillas		_____	_____
i) Fugas de aceite		_____	_____
4.0 INSPECCIÓN DE TAMBOR (Exterior)			
a) Inspección del estado de pernos del disco de freno.		_____	_____
b) Inspección del enrollamiento del cable.		_____	_____
5.0 EMBRAGUE			
a) Chequear espacio libre entre clientes.		_____	_____
b) Chequear pernos flojos, rotos o perdidos.		_____	_____
6.0 REDUCTOR FALK			
a) Inspección de engranajes por señales de cambio y muestras de desgaste.		_____	_____
b) Inspeccionar y/o engrasar acoplamiento motor reductor		_____	_____
c) Inspeccionar y/o engrasar acoplamiento reductor eje principal		_____	_____
7.0 INSPECCIÓN DE TAMBOR (Interior)			
a) Chequear pernos flojos, rotos o perdidos		_____	_____
b) Estado de tuberías de engrase		_____	_____

PIQUE INCLINADO "SANTA ROSA DE LIMA"
INSPECCIÓN ELECTRICA DIARIA - WINCHE NORDBERG DOBLE TAMBOR 10"Φ

FECHA:		ELECTRICISTA:	
HORA:		SUPERVISOR:	
		REVISADO POR:	

- SEGURIDAD** : Ser muy cauteloso en las partes móviles y esté consciente por el lugar donde camina.
- INSTRUCCIONES** : Revisar el libro de registros del Winchero para enterarse de todo lo acontecido en la guardia anterior.
 Inspeccionar cada ítem por desgaste, operación normal y segura.
 Los resultados deben ser anotados en el registro del operador del winche y cuaderno de mantenimiento.

1.0 SUB ESTACION ELECTRICA :

	OBSERVACIONES
Fugas de aceite en Transformador (4.16 Kv/460 V)	
Lectura de temperatura del Transformador	
Ruidos anormales en Transformador	
Estado de Silica Gel en el Transformador	

2.0 SALA CCM :

Inspección del funcionamiento del ventilador del Drive	
Inspección de funcionamiento del Aire Acondicionado.	
Inspección de funcionamiento de tableros eléctricos	
Inspección de Temperatura del tablero del Drive	
Inspección de la Iluminación	

3.0 WINCHE NORDBERG-TANBORAS :

Inspección de los filtros del ventilador	
Inspección del Colector del Motor de 500 Kw.	
Inspección de estado de carbones del Motor de 500 Kw.	
Medición de amperaje del motor del ventilador	
Medición de voltaje entrada del motor principal	

4.0 OBSERVACIONES FINALES:

PIQUE INCLINADO "SANTA ROSA DE LIMA"
INSPECCIÓN ELECTRICA DIARIA - WINCHE NORDBERG DOBLE TAMBOR 10"Φ

FECHA:		ELECTRICISTA:	
HORA:		SUPERVISOR:	
		REVISADO POR:	

SEGURIDAD

: Ser muy cauteloso en las partes móviles y esté consciente por el lugar donde camina.

INSTRUCCIONES

: Revisar el libro de registros del Winchero para enterarse de todo lo acontecido en la guardia anterior.

Inspeccionar cada ítem por desgaste, operación normal y segura.

Los resultados deben ser anotados en el registro del operador del winche y cuaderno de mantenimiento.

1.0 SUB ESTACION ELECTRICA :

	OBSERVACIONES
Fugas de aceite en Transformador (4.16 Kv/460 V)	
Lectura de temperatura del Transformador	
Ruidos anormales en Transformador	
Estado de Silica Gel en el Transformador	

2.0 SALA CCM :

Inspección del funcionamiento del ventilador del Drive	
Inspección de funcionamiento del Aire Acondicionado.	
Inspección de funcionamiento de tableros eléctricos	
Inspección de Temperatura del tablero del Drive	
Inspección de la Iluminación	

3.0 WINCHE NORDBERG-TANEDRAS :

Inspección de los filtros del ventilador	
Inspección del Colector del Motor de 500 Kw.	
Inspección de estado de carbones del Motor de 500 Kw.	
Medición de amperaje del motor del ventilador	
Medición de voltaje entrada del motor principal	

4.0 OBSERVACIONES FINALES:

PIQUE INCLINADO "SANTA ROSA DE LIMA"
INSPECCIÓN ELECTRICA SEMANAL - WINCHE NORDBERG DOBLE TAMBOR 10'Φ

FECHA:		ELECTRICISTA:	
HORA:		SUPERVISOR:	
		REVISADO POR:	

- SEGURIDAD** : Ser muy cauteloso en las partes móviles y esté consciente por el lugar donde camina.
- INSTRUCCIONES** : Revisar el libro de registros del Winchero para enterarse de todo lo acontecido en la guardia anterior.
 Inspeccionar cada ítem por desgaste, operación normal y segura.
 Los resultados deben ser anotados en el registro del operador del winche y cuaderno de mantenimiento.

1.0 SALA CCM :

	OBSERVACIONES
Inspección de motores, bombas hidráulicas.	
Inspección de los tableros arrancadores.	
Ajuste y verificación de conexiones eléctricas.	
Inspección del funcionamiento del UPS.	

2.0 MOTOR PRINCIPAL 500 Kw. :

Limpieza del colector.	
Sopleteo de filtros del ventilador.	
Tensado de faja del ventilador del motor.	
Engrase	

3.0 PIQUE INCLINADO :

Inspección de los cables del sistema desalineador de skip.	
Inspección en estaciones del Pique Inclinado	
3.1 Estación de Volteo: Inspección de tableros eléctricos Limits Switchs	
3.2 Estación de Transferecia: Inspección de tableros eléctricos Limits Switchs	
3.3 Estación de Descarga: Inspección de tableros eléctricos Limits Switchs	
3.4 Torva N° 2 Parker: Inspección de tableros eléctricos	
3.4 Estación de Cargulo Iv-14: Inspección de tableros eléctricos Limits Switchs	
Estación de Cargulo Iv-21: Inspección de tableros eléctricos Limits Switchs	

4.0 OBSERVACIONES FINALES:

PIQUE INCLINADO SANTA ROSA DE LIMA

FRECUENCIA QUINCENAL

DIA: _____
 HORA: _____
 CONDICION NOTA

ITEM	EQUIPOS	CONDICION	NOTA
f	PLC Firschmann A500		
f.1	PLC Firschmann A506/A1		
D	CUBICULO BRAKE PLC REMOTE I/O		
a	Fuente Phoenix 24VDC		
b	PLC DROP 3		
b.1	CPS 114 20		
b.2	CRP 931 00		
b.3	Modulo I/O Discretas		
b.4	Modulo I/O Analogas		
c	Coolers		
d	Iluminacion de Cubiculo		
E	DRIVE AVTRON		
e.1	Bridge armadura drive D.C.		
e.2	Procesador / panel control ADD VANTIAGE		
F	TACOGENERADOR DE MOTOR		
f.1	ENCODER IZQUIERDO		
f.1	ENCODER DERECHO		
G	PANEL DE FRENO IZQUIERDO		
a	transductor de presión		
b	valvulas selenoides		
b.1	Selenolde SV1/L2		
b.2	Selenolde SV2/L2		
b.3	Selenolde SV4/L2		
b.4	Selenolde SV6/L2		
b.5	Selenolde SPV5/L2		
b.6	Selenolde PV1/L2		
b.7	Selenolde PV2/L2		
b.8	Selenolde PV4/L2		
b.9	Selenolde PV6/L2		
c	Interruptor de freno liberado		
c.1	BRLS/L42		
c.2	BRLS/L52		
c.3	BRLS/L62		

ITEM	EQUIPOS	CONDICION	NOTA
d	Interru tor or freno des astado		
d.1	BWLS/L41		
d.2	BWLS/L51		
d.3	BWLS/L61		
f	interru tor de embria e a llcado interru tor de embria e suelto		
H	PANEL DE FRENO DERECHO		
a	transductor de presión		
b	valvulas selenoides		
b.1	Selenolde SV1/R2		
b.2	Selenolde SV2/R2		
b.3	Selenolde SV4/R2		
b.4	Selenolde SV6/R2		
b.5	Selenolde SPV5/R2		
b.6	Selenolde PV1/R2		
b.7	Selenolde PV2/R2		
b.8	Selenolde PV4/R2		
b.9	Selenolde PV6/R2		
c	Interru tor de freno liberado		
c.1	BRLS/R42		
c.2	BRLS/R52		
c.3	BRLS/R62		
d	Interru tor or freno des astado		
d.1	BWLS/R41		
d.2	BWLS/R51		
d.3	BWLS/R61		
f	interru tor de embria e a llcado interru tor de embria e suelto		

FIRMAS
 INSTRUMENTISTA: _____
 OPERADOR WINCHE: _____
 SUPERVISOR: _____

JEFE DE MANTENIMIENTO: _____
SEGURIDAD: _____

PIQUE INCLINADO SANTA ROSA DE LIMA

FRECUENCIA MENSUAL

DIA:

HORA:

ITEM	EQUIPOS	CONDICIÓN	NOTA
	UPS Principal POWERWARE		
A	CUBICLE DHS (Digital Holst Supervison)		
a	Fuente Phoenix 24VDC		
b	PLC 1 Modicon TSX Compact		
b.1	CPU		
b.2	Modulo I/O Discretas		
b.3	Modulo I/O Añalogas		
c	Reles de mando		
c	PLC 2 Modicon TSX Compact		
c.1	CPU		
c.2	Modulo I/O Discretas		
c.3	Modulo I/O Añalogas		
d	Relay de control		
d.1	Relay R1		
d.2	Relay R2		
d.3	Relay R3		
d.4	Relay R4		
d.5	Relay R5		
d.6	Relay R6		
d.7	Relay R7		
d.8	Relay WD1		
d.9	Relay WD2		
d.10	Relay BP1		
d.11	Relay BP1X		
d.12	Relay BP2		
B	CUBICLE CONTROL HOIST		
a	Fuente Phoenix 24VDC		
b	PLC DROP 1		
b.1	CPS 114 20		
b.2	CRP 931 00		
b.3	Modulo I/O Discretas		
b.4	Modulo I/O Analogas		
b.5	NOE 771 00		
c	Relays de control		
c.1	6ESR		
c.2	6RESR		
c.3	6TLL		
c.4	6MRX		
c.5	SPARE		

FIRMAS

INSTRUMENTISTA:

OPERADOR WINCHE:

SUPERVISOR:

ITEM	EQUIPOS	CONDICION	NOTA
c.6	SPARE		
c.7	SPARE		
d	Contactores		
d.1	6MR		
d.2	8BR		
d.3	6DCBR		
d.4	SPARE		
e	Coolers		
f	Iluminacion de Cubiculo		
C	CONTROL DRIVE AVTRON		
a	Fuente SOLA 24VDC		
b	PLC DROP 2		
b.1	CPS		
b.2	RIO DROP		
b.3	Modulo I/O discretas		
b.4	Modulos I/O Analogas		
c	Indicadores Analogicos		
c.1	indicador voltaje de armadura M1		
c.2	indicador Amperaje de armadura M2		
c.3	indicador Amperaje de campo M3		
d	Lampara de señalización		
d.1	Lampara de señalización S1		
d.2	Lampara de señalización DS2		
d.3	Lampara de señalización DS3		
d.4	Lampara de señalización DS4		
e	Contactores		
e.1	k11		
e.2	k12		
e.3	k13		
f	PLC Firschmann A500		
f.1	PLC Firschmann A506/A1		
D	CUBICULO BRAKE PLC REMOTE I/O		
a	Fuente Phoenix 24VDC		
b	PLC DROP 3		
b.1	CPS 114 20		
b.2	CRP 931 00		
b.3	Modulo I/O Discretas		
b.4	Modulo I/O Analogas		
c	Coolers		
d	Iluminacion de Cubiculo		

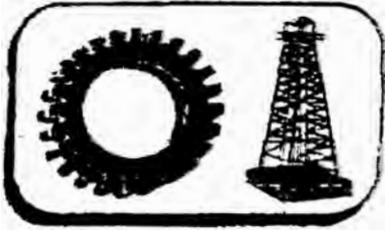
JEFÉ DE MANTENIMIENTO:

SEGURIDAD:

ANEXO E – INFORMES MANTENIMIENTO PREDICTIVO

SERVICIOS MULTIPLES EL SOL E.I.R.L.

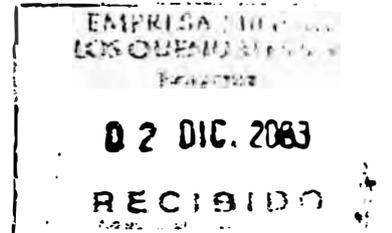
EMPRESA DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS, FABRICACION, MANTENIMIENTO, MAQUINAS, REPARACIONES, PRESTACION DE SERVICIOS DE PERSONAL CALIFICADO, NO CALIFICADO, OTRAS DE CARACTER ESPECIALIZADO.



Lima, 25 de Noviembre del 2003

Señor:

ING. JO GE. ANAYOSA
JEFE GENERAL DE MANTENIMIENTO
EMP. MINERA YAULIYACU - U.P. ISCAYCRUZ
 Lima - Perú



Agradeciéndole como siempre la confianza depositada a mi representada y disculpándome a la vez, por la demora en la presentación del informe, debido a problemas administrativos de la UNI, paso a comunicarle los pormenores de los trabajos efectuados.

INFORME TECNICO

ENSAYOS DE TRACCION EN CABLES DE ACERO

MAQUINA: WINCHE DE IZAJE - PIQUE PRINCIPAL

MINA: ISCAYCRUZ

CARACTERISTICAS DE UN CABLE NUEVO: WIRE ROPE - CANADA.

SERIE: 5 X 19 ó 6 X 25 Con alma de fibra

DIAMETRO NOMINAL		PESO APROX.	RESISTENCIA A LA RUPTURA MINIMA GARANTIZADA EN TONELADAS METRICAS ACERO DE ARADO MEJORADO
mm.	pulgadas	Kg. x mt.	
35	1 3/8"	4.730	

El día lunes, 17 de noviembre del pre. año, nos constituimos al laboratorio Nº 4 de la Universidad Nacional de Ingeniería, llevando dos trozos de cable de acero del winche principal cortado por el lado de skip de ambos compartimientos, para ser sometidos a la prueba de resistencia a la tracción y análisis químico respectivamente.



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA**

LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA, ENSAYOS MECANICOS Y METROLOGIA

LABORATORIO N° 4

INFORME TECNICO
L-4-674-2003

ENSAYOS DE TRACCION EN CABLES DE ACERO

SOLICITANTE SERVICIOS MULTIPLES EL SOL
REFERENCIA Orden de Laboratorio N° 092566
FECHA Lima, 18 de Noviembre del 2003.

ANTECEDENTES

Se recibieron dos(02) muestras de Cables de Acero, para realizarles el sayo de tracción.

DE LA MUESTRA

Se identificó según el cliente como:

SMS-251103-III Cable 1
SMS-251103-IV Cable 2

EQUIPO UTILIZADO

- Máquina Universal de Ensayos, marca AMSLER capacidad 100 TON.

CONDICIONES DE ENSAYO

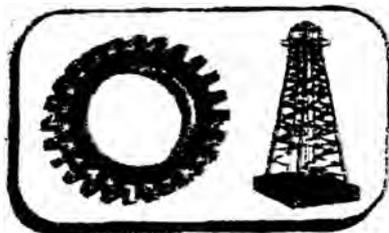
Medio ambiente

RESULTADOS

- 1 Ensayo de Tracción

MUESTRA	DESCRIPCION	FUERZA MAXIMA (Kg)
SMS-251103-III	CABLE 1	65 000
SMS-251103-IV	CABLE 2	42 200

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
JEFATURA
SR. ENRIQUE SARMIENTO S.
Jefe del Laboratorio N° 4



SERVICIOS MÚLTIPLES EL SOL E.I.R.L

EMPRESA DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS, FABRICACION, MANTENIMIENTO, LIMPIEZA,
REPARACIONES, PRESTACION DE SERVICIOS DE PERSONAL CALIFICADO, NO CALIFICADO,
OTRAS DE CARACTER ESPECIALIZADO.

Nos contactamos con el Ing. Carlos Morillo Jefe asistente del laboratorio y se coordinó la ejecución de la misma, fabricándose inmediatamente unos conos de plomo fundido para ser amarrados a los extremos de cada uno de los cables, dejándolos así para que pudiesen adherirse entre ellos durante dos días. El Ing. nos citó para el día 24 de noviembre y realizar el ensayo respectivo, ayudados por la máquina universal de ensayos marca AMSLER de 100 ton. de capacidad. Se inició la prueba, aumentándose paulatinamente la fuerza de tracción rompiéndose los cables con una fuerza de 65 000 Kg. La muestra N° 1 (lado izquierdo de la wincha) y de 42 200 Kg. La muestra N° 2 (lado derecho de la wincha) tal como nos indica el informe técnico adjunto.

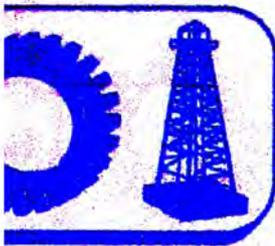
CONCLUSION

Los cables sometidos al ensayo de tracción nos demuestran que la muestra N° 1 se encuentra en un 15 % por debajo del límite de resistencia recomendados por los fabricantes, mientras que la muestra N° 2 se encuentra en 40 % por debajo de su capacidad de resistencia a la tracción. Ambos resultados, especialmente el del cable N° 2 nos demuestran que los cables están muy fatigados y por debajo del límite permisible de resistencia a la ruptura, recomendado por el reglamento de seguridad e higiene minera (10% de pérdida máxima). Nuestra experiencia nos hace suponer, que estos cables han sido utilizados por un tiempo prolongado, quizás por más de tres años.

Se recomienda cambiar ambos cables y llevar un cuaderno de control minucioso de todos los trabajos que efectuados en cada uno de los cables a partir de la fecha de instalación. Además de cumplir con las recomendaciones del reglamento minero en lo que a cables de izaje se refiere.

Atentamente

SERVICIOS MÚLTIPLES EL SOL E.I.R.L.
R. Alvarado
Rene Alvarado A.
TITULAR GERENTE



SERVICIOS MULTIPLES EL SOL E.I.R.L.

EMPRESA DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS, FABRICACION, MANTENIMIENTO, LIMPIEZA, REPARACIONES, PRESTACION DE SERVICIOS DE PERSONAL CALIFICADO, NO CALIFICADO, OTRAS DE CARACTER ESPECIALIZADO.

ANALISIS ELECTROMAGNETICO DE CABLES

Nº 083 - 06 - 03

EMPRESA: EMPRESA MINERA YAULIYACU S.A.
LUGAR: UNIDAD DE PRODUCCION "TSCAYCRUZ"
MAQUINA: Cables de Winche (WINCHE PRINCIPAL)
FECHA: 26 de Setiembre del 2003

Instrumentos utilizados:

- Sensor Electromagnético
- Computadora portátil Laptop
- Software para análisis de cable

CARACTERISTICAS DE LOS CABLES:

WINCHE PRINCIPAL

Cable Lado Izquierdo

Longitud inspeccionada: 480 mts.
Diámetro nominal: 1.500"
Fecha de instalación: Setiembre del 2003

Cable Lado Derecho

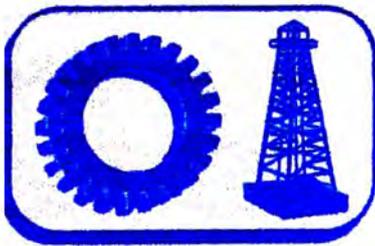
Longitud inspeccionada: 480 mts.
Diámetro nominal: 1.500"
Fecha de instalación: Setiembre del 2003

OBJETIVOS

1.- Evaluar cables del winche: Pique Inclinado Nivel. + 4

METODOLOGIA

- 1.- Instalación del sensor electromagnético
- 2.- Pruebas de medidas electromagnéticas a lo largo de todos los cables en uso.
- 3.- Almacenamiento de datos en una Laptop, para el posterior reporte técnico



SERVICIOS MÚLTIPLES EL SOL E.I.R

EMPRESA DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS, FABRICACION, MANTENIMIENTO, LIMPIEZ REPARACIONES, PRESTACION DE SERVICIOS DE PERSONAL CALIFICADO, NO CALIFICADO, OTRAS DE CARACTER ESPECIALIZADO.

DIAGNOSTICO

A.- Cable de Winche lado Izquierdo:

El resultado de la inspección nos mostró lo siguiente:

- Hilos rotos (LF):

NO EXISTEN HILOS ROTOS EN EL CABLE

- Área de sección (LMA):

Presencia de oxidación en todo el recorrido del cable, con un aumento de volumen de 1.98 % aproximadamente.

El área de sección tiene un desgaste aprox. de:

Cable de lado izquierdo: 2.53 %

B.- Cable del Winche lado derecho

El resultado de la inspección nos muestra lo siguiente:

- Hilos Rotos (LF):

NO EXISTEN HILOS ROTOS EN NINGUN CABLE

- Área de Sección:

Presencia de oxidación en todo el recorrido del cable con un aumento de volumen de 2.3 %. Aprox.

El área de sección tienen desgaste de:

Cable de lado derecho: 4.65 %



SERVICIOS MÚLTIPLES EL SOL E.I.R.L.

EMPRESA DE ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS, FABRICACION, MANTENIMIENTO, LIMPIEZA, REPARACIONES, PRESTACION DE SERVICIOS DE PERSONAL CALIFICADO, NO CALIFICADO, OTRAS DE CARACTER ESPECIALIZADO.

OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Realizar lo antes posible las pruebas de rotura por tracción a cada uno de los cables, en los laboratorios de la ciudad de Lima. Para definir la continuidad de trabajo de los mismos, ya que actualmente no se tiene ninguna información sobre el historial de fabricación ni de trabajo de ninguno de ellos. Esto nos permitirá conocer cuán fatigado se encuentran los cables.
- 2.- Es recomendable realizar las inspecciones visuales y mantenimiento (limpieza, rasqueteado, medición y engrase respectivo) de los cables operando en la Unidad, las cuales deben estar programadas mensualmente como máximo.
- 3.- Se encontró sin grasa, toda la longitud de las vueltas muertas del cable en ambos compartimientos, es necesario mantenerlos engrasados.
- 4.- Programar las inspecciones electromagnéticas en periodos no muy prolongados (recomendamos hacerlo cada tres meses), para tener mejor información sobre el comportamiento de cada uno de los cables trabajando en la mina.

CONCLUSIONES

De acuerdo al análisis electromagnético realizado, se concluye que los cables de izaje del winch se encuentran operativos, por encontrarse dentro del límite permisible de pérdida de área metálica (10% como máximo). No podemos recomendar la continuidad de su utilización por no tener datos de fabricación ni utilización anterior.

Atentamente

SERVICIOS MÚLTIPLES EL SOL E.I.R.L.

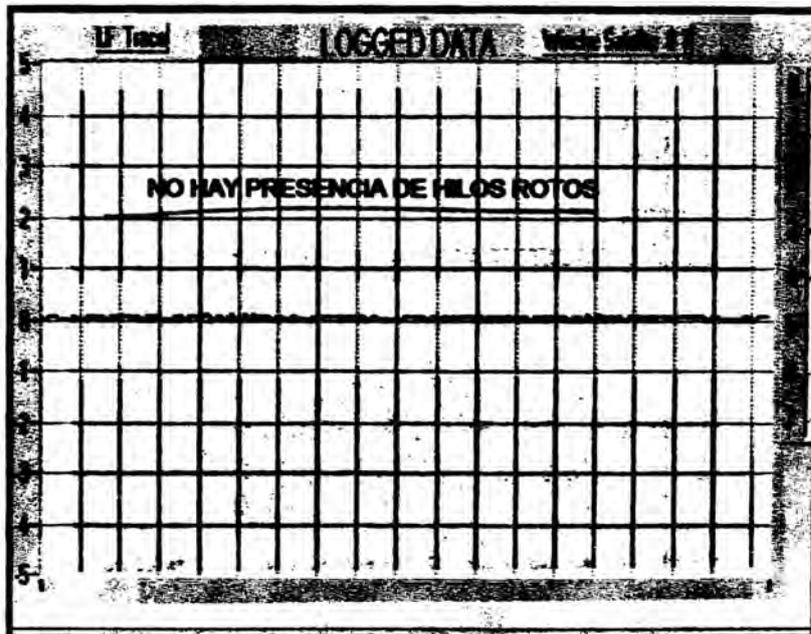
Arturo Cajahuanca A.
Titular Gerente

ANÁLISIS ELECTROMAGNÉTICO

SKIP 1:

LADO IZQUIERDO

Registro LF :



Registro LMA :

Área de Sección de Cable registra una disminución de área de 2.53% aprox., en toda su longitud de trabajo.

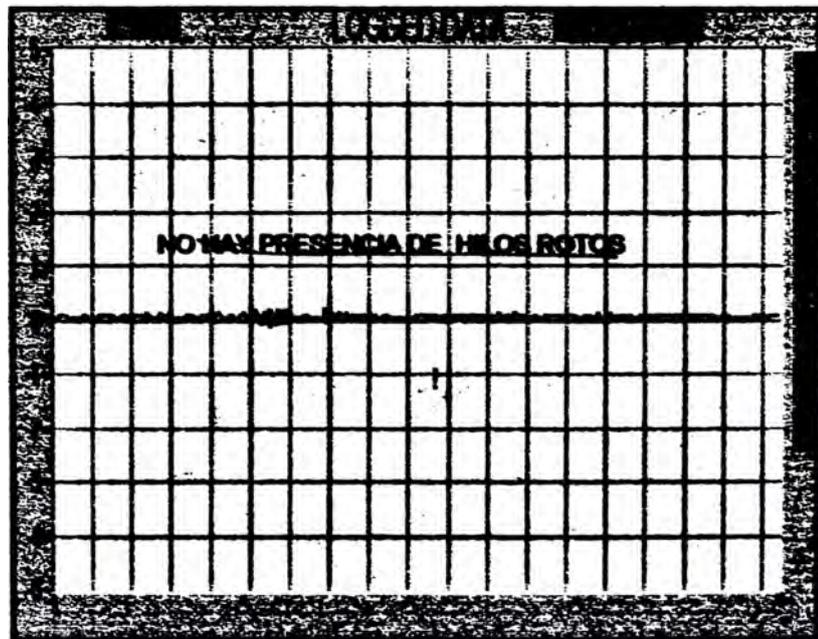


ANÁLISIS ELECTROMAGNÉTICO

WINCHE :

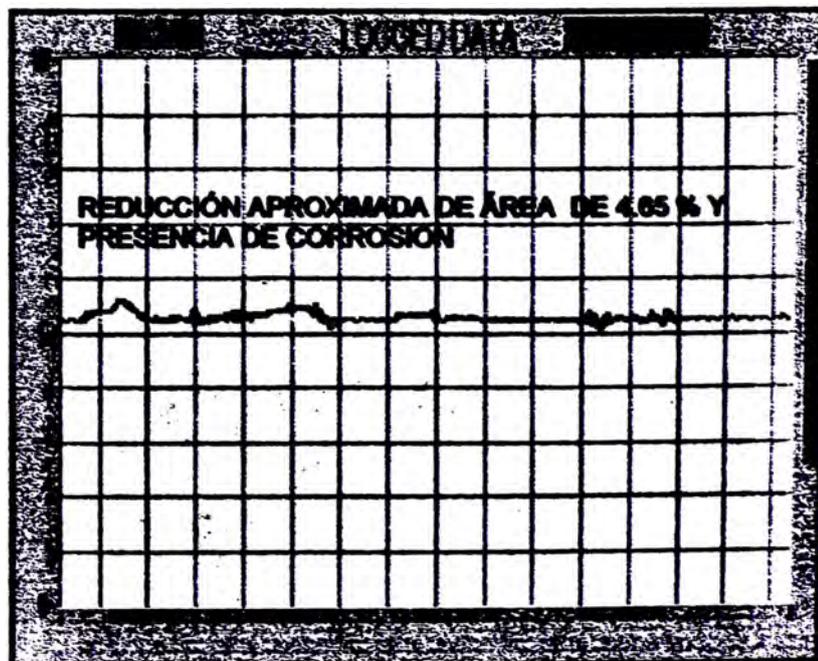
1. CABLE LADO DERECHO

Registro LF :



Registro LMA

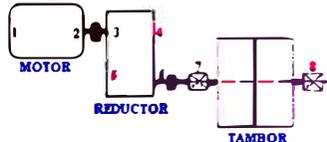
Área de Sección de Cable registra una ~~reducción~~ reducción de área de 4.65 % aprox., en toda su longitud de trabajo.



19.-EQUIPO: WINCHE DE IZAJE NORDBERG

CLIENTE	UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ	REPORTE	19	FECHA	28.02.08
AREA	MINA LIMPE CENTRO				
PROYECTO	Análisis Vibracional y Diagnostico a Equipos Rotativos				
NORMA/ CRITERIO DE EVALUACION	ISO 10816, PARTE 3				

DIAGRAMA DEL EQUIPO:



EQUIPO	WINCHE NORDBERG
MOTOR	
MARCA	GE MOTORS
RPM	1000
POTENCIA	500 KW
REDUCTOR FALK	
RPM	1000 / 39
POTENCIA	-
LIMITES DE ALARMA Y PARADA MODO VELOCIDAD (mm/seg - RMS)	
ALARMA	4.6
PARADA	
LIMITES DE ALARMA Y PARADA (ESTADO DE RODAMIENTO) MODO ENVOLVENTE DE ACCELERACION (gE's - Pico / pico)	
ALARMA	2.5
PARADA	

NIVELES TOTALES Y ANÁLISIS FRECUENCIAL

PUNTO	NIVEL TOTAL	ANÁLISIS FRECUENCIAL	PUNTO	NIVEL TOTAL	ANÁLISIS FRECUENCIAL
1	H 0.52	-	5	H 0.48	-
	V 0.59	-		V 0.79	-
	A 0.35	-		A 1.44	-
	EE -	-		EE -	-
2	H 0.45	-	6	H 0.23	-
	V 0.58	-		V 0.28	-
	A 0.88	-		A 0.37	-
	EE -	-		EE -	-
3	H 0.18	-	7	H 0.10	-
	V 0.49	-		V 0.23	-
	A 0.24	-		A 0.12	-
	EE -	-		EE -	-
4	H 0.39	-	8	H 0.08	-
	V 1.24	-		V 0.05	-
	A 1.21	-		A 0.31	-
	EE -	-		EE -	-

CONCLUSIONES:

Todos los registros están por debajo de los límites permisibles, operando el equipo confiablemente, por lo que se califica a este como ACEPTABLE.

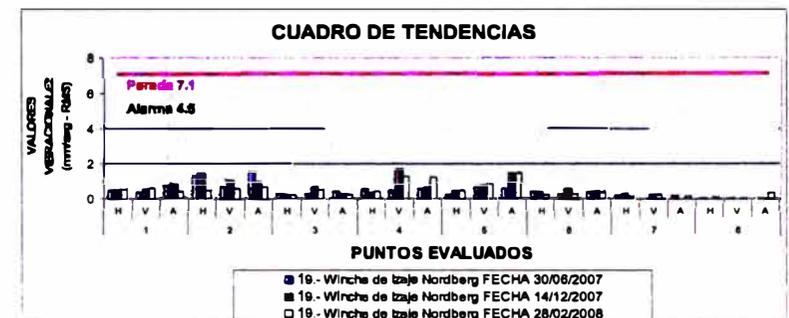
RECOMENDACIONES:

Se recomienda continuar con el monitoreo de análisis Vibracional, con el fin de evaluar tendencias en el tiempo.

HOJA DE TENDENCIAS

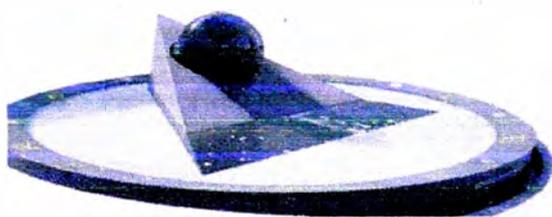
19.- Winche de izaje Nordberg				
PUNTOS		FECHA		
		30/08/2007	14/12/2007	28/02/2008
1	H	0.48	0.48	0.52
	V	0.34	0.54	0.59
	A	0.73	0.82	0.35
2	H	1.28	1.42	0.45
	V	0.88	1.04	0.58
	A	1.5	0.92	0.66
3	H	0.27	0.24	0.18
	V	0.27	0.67	0.49
	A	0.39	0.25	0.24
4	H	0.54	0.32	0.39
	V	0.49	1.88	1.24
	A	0.6	0.88	1.21
5	H	0.24	0.44	0.48
	V	0.72	0.78	0.79
	A	0.58	1.45	1.44
6	H	0.38	0.38	0.23
	V	0.28	0.58	0.28
	A	0.38	0.44	0.37
7	H	0.17	0.29	0.10
	V	-	0.22	0.23
	A	0.16	-	0.12
8	H	0.05	-	0.08
	V	0.08	-	0.05
	A	0.08	-	0.31

CUADRO DE TENDENCIAS



■ 19.- Winche de izaje Nordberg FECHA 30/08/2007
 ■ 19.- Winche de izaje Nordberg FECHA 14/12/2007
 □ 19.- Winche de izaje Nordberg FECHA 28/02/2008

O/ S IND 001624
INFORME TÉCNICO DE EVALUACION ESTRUCTURAL
E INSPECCIÓN N° 008573
MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A:



GLENCORE
INTERNATIONAL AG

"PUENTE GRUA DE 15 TONELADAS"
DE LA SALA DE WINCHE.

PERTENECIENTES A LA UNIDAD MINERA
ISCAYCRUZ

ELABORADO POR



ENERO 2,008

INFORME TECNICO DEL SERVICIO DE EVALUACION ESTRUCTURAL E INSPECCION MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS (END) A UN (01) PUENTE GRUA, PERTENECIENTE A LA UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ. (OYON).

ENERO 2,008.

1.- INTRODUCCION

Entre el día 31 de Diciembre del 2007, personal de **Inspectorate Services Perú S.A.C.**, se constituyó en las instalaciones de la Unidad Minera Iscaycruz (Oyon) a solicitud de la Jefatura de Mantenimiento de ISCAYCRUZ., con el propósito de efectuar la evaluación estructural e inspección integral mediante END al siguiente equipo de izaje:

- Puente Grúa de 15 Toneladas, perteneciente a la Sala de Maquinas.

Las técnicas utilizadas fueron:

- 1.1.- Inspección Visual:** Evaluación superficial a los principales cordones de soldadura, elementos principales / auxiliares; y a las principales zonas constitutivas de los Puentes Grúa.
- 1.2.- Tintes Penetrantes:** Para determinar si existen fisuras en los principales cordones de soldadura estructurales de los Puentes Grúa.
- 1.3.- Partículas Magnéticas:** Para determinar si existen fisuras en los principales elementos estructurales de los Puentes Grúa, como son: cuerpo-soporte de polea de gancho, gancho, etc.
- 1.4.- Prueba de Ultrasonido:** *<Normal y angular>* Para ubicar si existen discontinuidades ó fisuras en los principales elementos estructurales de los Puentes Grúa, como son: ejes, bulones, pines, etc.

El trabajo fue realizado por personal calificado siguiendo un procedimiento de inspección dado por el Código ASME Sección V, el cual se describe en el siguiente informe.

Asimismo se utilizo los lineamientos dados por la Norma AWS D1.1 Ed. 2002 para el caso de las estructuras, de la Norma ASME B30 y por el OSHA Standard 1926.552 – 29 CFR para el caso específico de seguridad en lo referido a los elementos de izaje.

2.- ANTECEDENTES

A pedido de la Jefatura de Mantenimiento de la Unidad Minera – ISCAYCRUZ, se ha efectuado la evaluación estructural e inspección por END al siguiente equipo de izaje:

- Puente Grúa de 15 Toneladas, perteneciente a la Sala de Maquinas.

3.- UNIDAD INSPECCIONADA.

Características de construcción

COMPONENTE	PUENTE GRUA
UBICACIÓN	SALA DE MAQUINAS
CAPACIDAD	15 Toneladas
LOCACION	Unidad Minera Iscaycruz (Oyon)
MATERIAL DEL PUENTE	Cajón de Acero al Carbono estructural.
ESPESOR ORIGINAL	-----
MARCA	-----
TIPO	Trolley suspendido en viga puente
CABLE DE IZAJE	Ø

Características de operación

Temperatura de trabajo: Temperatura ambiente.

Tipo de Operación : Componentes sometidos principalmente a tensiones y esfuerzos durante el izaje de equipos / repuestos / insumos / etc.

Alcance de Inspección

Inspección Visual – al 100 % de los principales cordones de soldadura y a los elementos constitutivos / sistemas del Puente Grúa.

Tintes Penetrantes – al 100% de los principales cordones de soldadura estructurales y de sujeción de los rieles de vigas carrileras.

Partículas Magnéticas – al 100 % del gancho de izaje con su respectiva polea y a la caja de soporte de la polea.

Ultrasonido – al 100% de los ejes de traslación, bulones de ruedas, ruedas y pines de ganchos de izaje.

4.- CONCLUSIONES.

La Inspección por las técnicas de PT, UT, MT (tintes penetrantes, ultrasonido y partículas magnéticas) detectó en general la presencia de material en buen estado, lo que significa la no presencia de fisuras en los cordones de soldadura y en los demás elementos evaluados, sin embargo la Inspección por la técnica de VT. (inspección visual) registro zonas pandeadas en el Cajón de Acero del Puente Grúa. Es posible que dicho Puente haya sido sometido a cargas excesivas y esto ocasionara la deformación plástica, por lo tanto esta viga debe estar en Observación permanente hasta que se efectúe inspección de análisis por fatiga, es decir, la estructura requiere inspección de microdurezas y metalografía por réplica, a fin de descartar presencia de micro fisuras y verificar el estado micro estructural en la zona pandeada.

Respecto al Puente Grúa de la Sala de Maquinas:

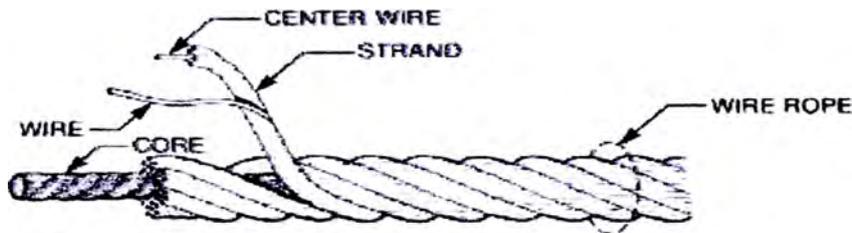
- Se encontró modificaciones en el Puente Grúa.
- Se pudo comprobar que el Cajón de Acero del Puente Grúa presenta zonas pandeadas, esto es debido a deformación plástica. (todo Puente Grúa tiende a tener deformaciones elásticas cuando este es sometido a carga. Sin embargo luego de retirada dicha carga el puente vuelve a su estado normal).
- Falta de señalización de capacidad de carga en uno de los lados del Puente Grúa.
- Se comprobó la ausencia del motor de movimiento del Puente Grúa.
- Se encontró topes mecánicos de caucho y de acero en el Puente Grúa haciendo solo contacto el tope de acero del puente con el tope de acero del final del riel.
- Se comprobó que no existen topes de carrera en ambos lados del trolley.
- Falta limpieza y lubricación a cadena de izaje y ruedas de trolley.
- Se detectaron filtraciones de agua en el techo del Puente Grúa. Así mismo se pudo comprobar que dichas filtraciones estarían afectando los rieles y otros componentes del sistema.

5.- RECOMENDACIONES

Respecto al Puente Grúa de la Sala de Maquinas, se deberá:

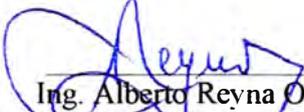
- Solicitar documentación del diseño, fabricación y control de calidad de las modificaciones realizadas al Puente Grúa.
- Re-torquear los principales pernos de sujeción del Puente Grúa, especialmente los que unen a la viga puente con las vigas carrileras. Así mismo, ajustar los principales pernos de sujeción del sistema.
- Indicar la capacidad del Puente Grúa en ambos lados.
- Habilitar sistema eléctrico y/o mecánico para el desplazamiento de la viga puente a fin de garantizar la confiabilidad operativa del Puente Grúa evaluado.

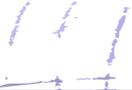
- Instalar solo topes de goma en el Puente Grúa a fin de que los mismos puedan hacer contacto con los topes de acero que se encuentran al final de los rieles del Puente Grúa.
- Instalar topes de carrera en el trolley.
- Limpiar y lubricar la cadena de izaje y ruedas de trolley.
- Corregir las filtraciones de agua provenientes del techo del Puente Grúa.
- Prever a mediano plazo la verificación de paralelismo entre rieles y altura de los mismos.
- Limpiar los rieles del Puente Grúa con una periodicidad de 6 meses, a fin de evitar la acumulación de partículas metálicas/polvo presentes en el aire y la posterior picadura de las ruedas.
- Inspeccionar los sistemas en general cada dos meses, preparar checklist de puntos críticos del sistema para que personal de Mantenimiento de Planta programe la intervención de los equipos.
- Inspeccionar dentro de un año el Puente Grúa, mediante evaluación estructural, verificación de sistemas en general e inspección mediante END.
- La viga del puente grúa presenta deformación plástica, por lo que debe estar en Observación permanente, hasta que se efectúe **inspección no destructiva de análisis por fatiga**.



A modo de resumen podemos mencionar que no existen reglas precisas que determinen el tiempo exacto para el reemplazo de los cables, toda vez que hay muchas variables y factores involucrados. Para el caso de cables de Puentes Grúa, se permite hasta 8 wires rotos distribuidos indistintamente en un lay (paso) de un cable, o se permite hasta 4 wires rotos en un strand (toron) de un cable. Esta indicación permite que el cable continúe en uso sin embargo, y por seguridad debemos de tener la adecuada precaución, ya que una falla de este sistema de izaje desencadenaría pérdidas humanas, económicas y de producción.*

• Ref. ASME B30.9 – 2003 SLINGS


 Ing. Alberto Reyna O.
 ASNT Level N° 121763
 Certified Welding Inspector – AWS
 CIP 34856
 Inspectorate Services Perú S.A.C


 Rodolfo Balta E.
 Level II NDT – PT, MT, UT, VA
 Dpto. de Inspecciones y Certificaciones
 Inspectorate Services Perú S.A.C

***INFORME TÉCNICO DE EVALUACION ESTRUCTURAL
E INSPECCIÓN
MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A:***

***"PUENTE GRUA DE 15 TONELADAS"
DE LA SALA DE WINCHE.***

***PERTENECIENTES A LA UNIDAD MINERA
ISCAYCRUZ***

INSPECCION VISUAL

ELABORADO POR:



ENERO 2,008

PROCEDIMIENTOS DE INSPECCION VISUAL

UNIDAD INSPECCIONADA:

COMPONENTE	PUENTES GRUA
UBICACIÓN	SALA DE MAQUINAS
MATERIAL DEL PUENTE	Cajón de Acero al Carbono estructural.
ESPESOR ORIGINAL	-----
MARCA	-----
TIPO	Trolley suspendido en Viga puente
CABLE DE IZAJE	Ø

UBICACION: UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ (Oyon).

FECHA: 31 de Diciembre del 2007.

MATERIAL:

Acero

AREAS INSPECCIONADAS:

Al 100 % de los principales cordones de soldadura y elementos/zonas constitutivas de los Puentes Grúa.

NORMAS Y CÓDIGOS APLICADOS: Similar a lo especificado para:

ASTM - E 165 anexo A1, en la preparación de la superficie, DIN 8524 - parte 1 y ASTM - E433 - 71, en la caracterización de discontinuidades bajo inspección visual directa.

EQUIPO / INSTRUMENTO USADO:

Wincha métrica, lupas y magnificadores.

PROCEDIMIENTO Y EVALUACIÓN:

Alcances.- El procedimiento cubre las operaciones de inspección Visual para este trabajo.

Limpieza de las superficies.- Se retiro cuerpos extraños e irregularidades superficiales, que interfieren con la inspección, principalmente: capa de óxido, además de polvo, grasas, suciedad, escoria, etc. Para esta inspección se uso escobilla manual y trapo limpio sin hilachas.

Se inspecciono bajo luz natural entre 30 y 50 candelas-pie, la inspección visual fue directa en las partes constitutivas de los Puentes Grúa.

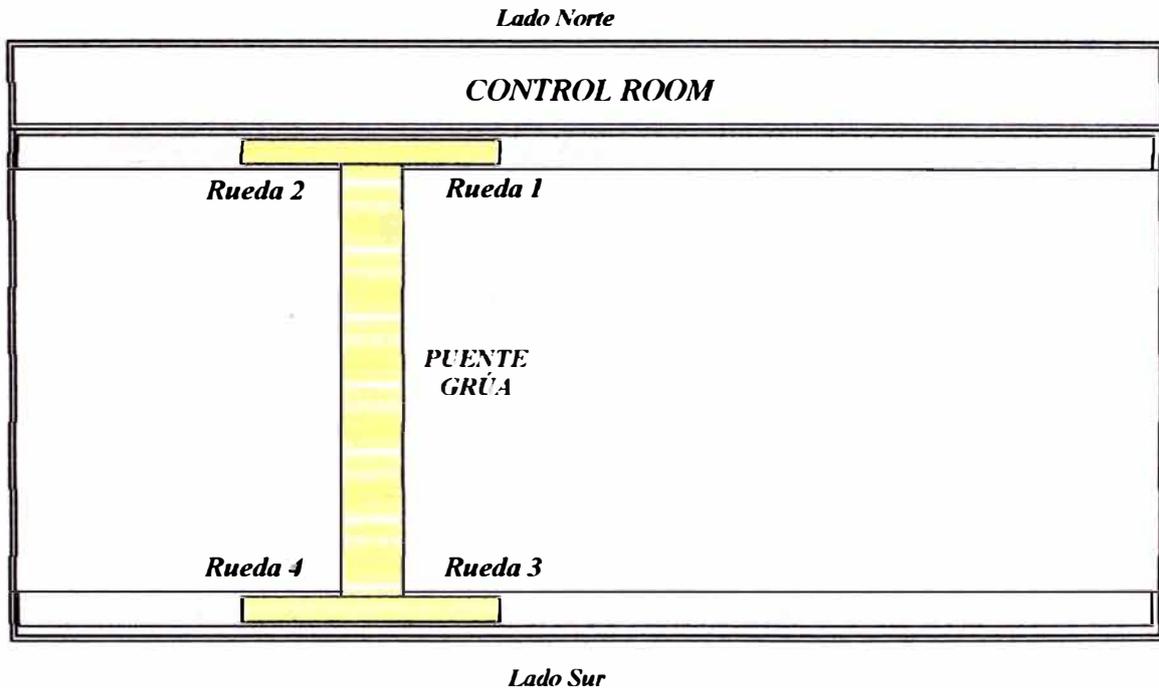
Evaluación de discontinuidades.- No se aceptan grietas o fisuras y porosidades de acuerdo a lo especificado por el fabricante y/o cartas de severidad de densidad de poros del ASTM G46 (Recommended Practice for Examination and Evaluation of Pitting Corrosion).

RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN VISUAL

ZONA	ELEMENTO	PUENTE GRUA DE SALA DE MAQUINAS	
		DISCONTINUIDAD	TIPO / UBICACIÓN
ELEMENTOS DE IZAJE	Gancho	NO	---
	Bulón de Polea	NO	---
	Cuerpo de Gancho	NO	---
	Cables	SI	Falta de lubricación y limpieza
TROLLEY O POLIPASTO	Topes	SI	Ausencia de topes
	Frenos	NO	---
	Motor de Izaje	NO	---
	Winche-tambor de cables	NO	---
	Motor de Traslación	NO	---
	Ruedas	NO	---
	Bulones	NO	---
VIGA CARRILERA	Rieles	SI	Suciedad y presencia de corrosión
	Elementos de Arriostre (cordón soldadura/pernos)	NO	---
	Vigas	SI	Re-torquear
VIGA PUENTE	Motor de traslación	SI	No cuenta con motor de movimiento
	Estructura	SI	Zonas pandeadas
	Cordones de Soldadura	NO	---
	Ruedas	SI	Falta de lubricación y limpieza
	Bulones de Ruedas	NO	---

** Ver detalle de anomalías encontradas en siguiente hoja.*

***DETALLE DE INSPECCION VISUAL A RUEDAS MOTRICES DE VIGA PUENTE – PUENTE GRUA DE SALA DE MAQUINAS**



RUEDA Nº	OBSERVACIONES ENCONTRADAS EN LAS RUEDAS
1	Filos regulares en zona lado norte (marcas de rozamiento). Ranuras o entalles en zona lado Sur.
2	Filos regulares en zona lado norte. Ranuras o entalles en ambas zonas (lado sur y lado norte).
3	Filos (regulares) en zona lado sur con rebabas. Ranuras o entalles en zona lado sur y norte (mayor en lado sur).
4	No hay filos, pero si una marca en zona lado sur (parece ranura o entalle).


Ing. Alberto Reyna O.
 ASNT Level III Nº I21763
 Certified Welding Inspector – AWS
 CIP 34856
 Inspectorate Services Perú S.A.C


Rodolfo Balta E.
 Level II NDT – PT, MT, UT, VA
 Dpto. de Inspecciones y Certificaciones
 Inspectorate Services Perú S.A.C

**INFORME TÉCNICO DE EVALUACION ESTRUCTURAL
E INSPECCIÓN
MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A:**

**"PUENTE GRUA DE 15 TONELADAS"
DE LA SALA DE WINCHE.**

**PERTENECIENTES A LA UNIDAD MINERA
ISCAYCRUZ**

PRUEBA DE LIQUIDOS PENETRANTES

ELABORADO POR:



ENERO 2,008

PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES

UNIDAD INSPECCIONADA:

COMPONENTE	PUENTES GRUA
UBICACIÓN	SALA DE MAQUINAS

UBICACION: UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ (Oyon).

FECHA: 31 de Diciembre del 2007.

MATERIAL:

Planchas de Acero al Carbono estructural.

AREAS INSPECCIONADAS:

En los cordones de soldadura mediante spot.

NORMAS Y CÓDIGOS APLICADOS:

ASTM E-165 Anexo A1 Standard Practice for Liquid Penetrant Inspection Method Annexes A1 Cleaning of Parts and Materials.

EQUIPO USADO:

Kit de Tintes Penetrantes marca Karl Deutsch (Alemania).

PROCEDIMIENTO APLICADO:

LIMPIEZA: Mecánica por esmerilado/escobillado y luego de acuerdo a ASTM E-165 Anexo A1.

APLICACION: En zona de interés (cordón de soldadura) durante 15 minutos de exposición como mínimo, para el proceso de penetración por capilaridad.

TÉCNICA: Retiro de exceso de tinte con trapo seco y con cleaner stage 2, aplicación de revelador sobre material seco y limpio de exceso de tinte, posterior observación y reconocimiento de fisuras y discontinuidades (poros, socavaciones externas, etc.).

REPORTE DE INSPECCION

No se encontró discontinuidades en los cordones de soldadura evaluados.

RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN POR TINTES PENETRANTES

ZONA	PUENTE GRUA DE SALA DE MAQUINAS	
	DISCONTINUIDAD	UBICACIÓN
CORDONES DE SOLDADURA DE APRIETE DE RIELES (VIGA CARRILERA)	NO	Ninguna
CORDONES DE SOLDADURA ESTRUCTURALES DE VIGA PUENTE	NO	Ninguna



Ing. Alberto Reyna O.
ASNT Level III N° 121763
Certified Welding Inspector – AWS
CIP 34856
Inspectorate Services Perú S.A.C



Rodolfo Balta E.
Level II NDT – PT, MT, UT, VA
Dpto. de Inspecciones y Certificaciones
Inspectorate Services Perú S.A.C

***INFORME TECNICO DE EVALUACION ESTRUCTURAL
E INSPECCIÓN
MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A:***

***"PUENTE GRUA DE 15 TONELADAS"
DE LA SALA DE WINCHE.***

***PERTENECIENTES A LA UNIDAD MINERA
ISCAYCRUZ***

PRUEBA DE PARTICULAS MAGNETICAS

ELABORADO POR:



ENERO 2,008

PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN POR PARTICULAS MAGNETICAS

UNIDAD INSPECCIONADA:

COMPONENTE	PUENTES GRUA
UBICACIÓN	SALA DE MAQUINAS
ELEMENTOS EVALUADOS	Elementos mecánicos de izaje: gancho de izaje, cuerpo de soporte y polea del gancho de izaje.

UBICACION: UNIDAD MINERA ISCA YCRUZ (Oyon).

FECHA: 31 de Diciembre del 2007.

MATERIAL:

Acero al Carbono estructural y acero aleado.

AREAS INSPECCIONADAS:

Al 100 % en los cordones de soldadura y elementos / sistemas de izaje indicados.

NORMAS Y CÓDIGOS APLICADOS:

ASTM, E 709-80 Standard Practice for Magnetic Particle Examination y ASTM E-1444.

EQUIPO USADO:

Yugo Magnético, Lámpara de luz negra y partículas fluorescentes en medio húmedo

Yugo marca MAGNAFLUX (USA).

Luz negra marca KDN Labino PS 135 (Germany / Sweden).- 4200 μ Watt/cm²

Partículas Magnéticas Fluorescentes FLUXA PULVER FS; 9101 (Germany).

PROCEDIMIENTO APLICADO:

LIMPIEZA: Manual y luego de acuerdo a ASTM E-165 Anexo A1.

MAGNETIZACIÓN: Longitudinal/transversal, con Yugo Magnético,

TÉCNICA: Método continuo, corriente alterna, partículas fluorescentes en medio húmedo y observación con luz negra.

ILUMINACIÓN DE FONDO DURANTE LA PRUEBA: Menor a 2 Candelas/Pie.

REPORTE DE INSPECCION:

No se encontraron discontinuidades en los elementos / sistemas evaluados de los Puentes Grúa.

RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN POR PARTICULAS MAGNETICAS

ZONA	PUENTE GRUA DE SALA DE MAQUINAS	
	DISCONTINUIDAD	UBICACIÓN
CUERPO DEL GANCHO	NO	Ninguna
POLEA DEL CUERPO DEL GANCHO	NO	Ninguna
GANCHO	NO	Ninguna



Ing. Alberto Reyna O.
ASNT Level III N° 121763
Certified Welding Inspector – AWS
CIP 34856
Inspectorate Services Perú S.A.C



Rodolfo Balta E.
Level II NDT – PT, MT, UT, VA
Dpto. de Inspecciones y Certificaciones
Inspectorate Services Perú S.A.C

**INFORME TÉCNICO DE EVALUACION ESTRUCTURAL
E INSPECCIÓN
MEDIANTE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS A:**

**"PUENTE GRUA DE 15 TONELADAS"
DE LA SALA DE WINCHE.**

**PERTENECIENTES A LA UNIDAD MINERA
ISCAYCRUZ**

PRUEBA DE ULTRASONIDO

ELABORADO POR:



ENERO 2,008

PROCEDIMIENTOS DE INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO

UNIDAD INSPECCIONADA:

COMPONENTE	PUENTES GRUA
UBICACIÓN	SALA DE MAQUINAS
ELEMENTOS EVALUADOS	Principales ejes y bulones en general (gancho de izaje, ruedas de viga puente y de trolley).

UBICACION: UNIDAD MINERA ISCAYCRUZ (Oyon).

FECHA: 31 de Diciembre del 2007.

MATERIAL:

Acero al carbono estructural y acero aleado.

AREAS INSPECCIONADAS:

Al 100% de las áreas indicadas.

NORMAS Y CÓDIGOS APLICADOS:

ASTM E114, Recommended Practice for Ultrasonic Pulse-Echo straight beam Testing by the contact method.

ASTM E587, Standard Practice for Ultrasonic Angle-Beam Examination by the Contact Method.

ASTM E 500, Standard Definitions of Terms Relating to Ultrasonic Testing

EQUIPO USADO:

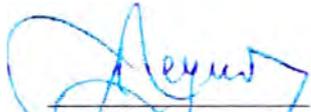
- Equipo de Ultrasonido marca KRAUTKRAMER modelo USK7D.
- Transductor de Ø ½, 3/8", ¾", 1" c/ frecuencias de 1, 2.25 y 5 MHz.
- Patrón de calibración IIW tipo I y II.
- Acoplante: Sonotach Gr60.

PROCEDIMIENTO Y EVALUACION:

Alcances y Personal.- El procedimiento solo cubre las operaciones de calibración de equipo y escaneo de componentes para este trabajo. Solo personal calificado podrá efectuar las pruebas.

RESULTADOS DE LA INSPECCIÓN POR ULTRASONIDO

ZONA	ELEMENTO	PUENTE GRUA DE SALA DE MAQUINAS	
		DISCONTINUIDAD	UBICACIÓN
POLIPASTO	Bulón de ruedas	---	---
	Bulón de gancho de izaje	NO	---
VIGA PUENTE	Ruedas	NO	---
	Bulón de Ruedas	NO	---



Ing. Albe Reyna O.
ASNT Level III N° 21763
Certified Welding Inspector – AWS
CIP 34856
Inspectorate Services Perú S.A.C



Rodolfo Balta E.
Level II NDT – PT, MT, UT, VA
Dpto. de Inspecciones y Certificaciones
Inspectorate Services Perú S.A.C

ANEXO F – FOTOS

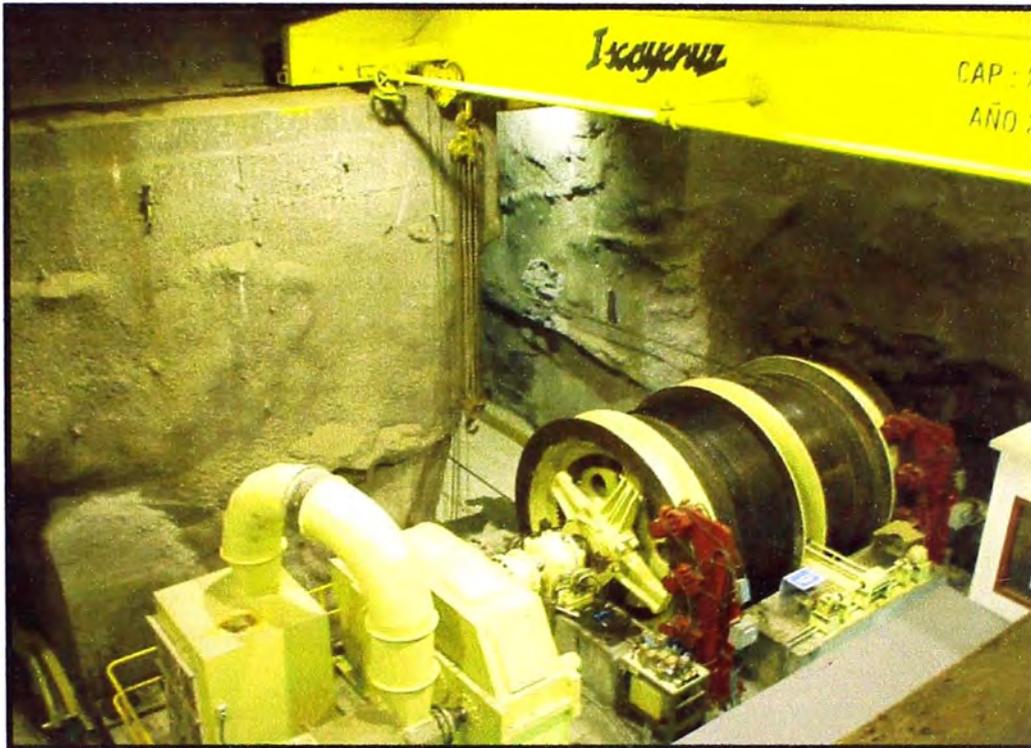


Foto Nº 01 - CASA WINCHE Nv +4 MINA LIMPE CENTRO



FOTO Nº 02 - PIQUE INCLINADO

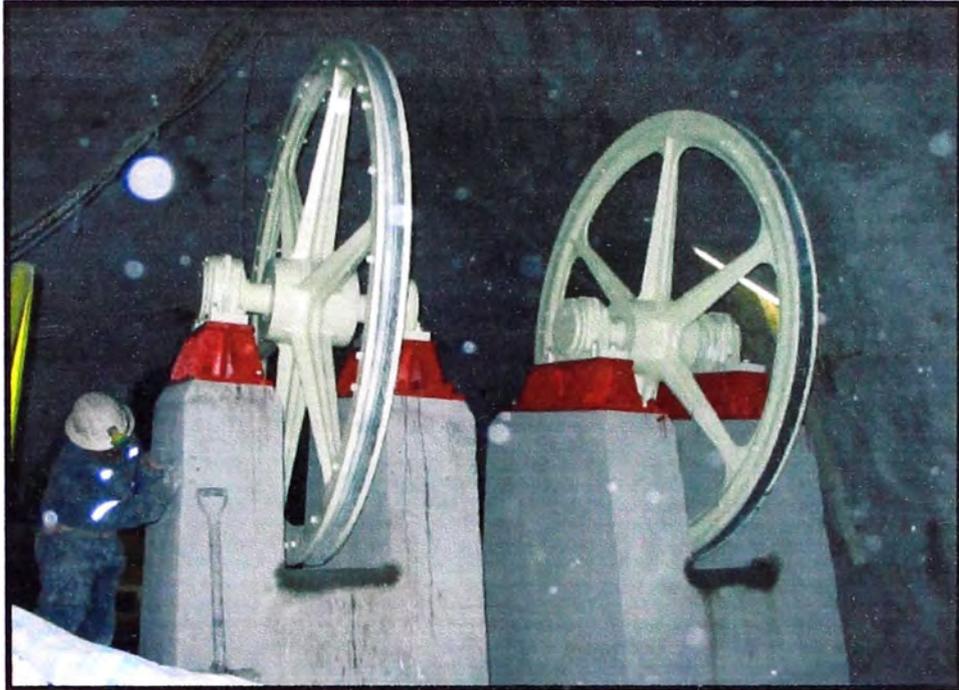


FOTO Nº 03 – POLEAS GUIADORAS

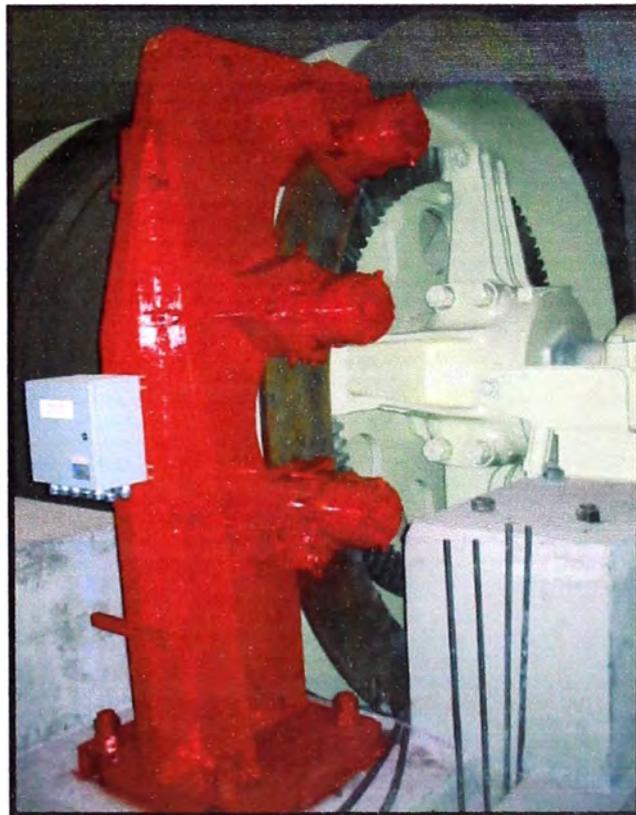


FOTO Nº 04 – COLUMNA DE FRENOS Y CALIPERS DEL WINCHE



FOTO Nº 05 – SOCKETS DE UNION CABLE Y SKIPS



FOTO Nº 06 – CIMENTACION DEL WINCHE