

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
**UNIVERSIDAD
CATÓLICA**
DEL PERÚ

PROYECTO PARA LA EXPLORACION Y EXPLOTACION DE MINERALES

Tesis para optar el Título de **Ingeniero Civil**, que presenta el bachiller:

DANIEL JASSON ZEVALLOS BARCELLI

ASESOR: IVAN BRAGAGNINI

Lima, Junio del 2009

RESUMEN DE TESIS

El tema de tesis desarrollado corresponde a las diversas experiencias recogidas durante mi permanencia en la Construcción de la Planta de Mineral de Plata, Plomo y Zinc en el País de Bolivia, bajo el sistema de explotación a cielo abierto, ubicada a más de 4,000 m.s.n.m.

Debido a la complejidad de la obra, se ha decidido tratar solamente las Obras Civiles, recogiendo en este trabajo para cada estructura de concreto que compone el Proyecto, los siguientes temas: memoria descriptiva; planeamiento y programación de obra; procedimientos constructivos y sus dificultades conjuntas; ratios, índices y sus correspondientes costos; control de calidad, plan de seguridad, conclusiones y recomendaciones y las fotografías de los diferentes procesos de su construcción.

A continuación se detallan los temas que se desarrollaron en cada capítulo:

Capítulo 1.- Se presenta una breve introducción al Proyecto y se detalla el proceso de mineralización para la obtención de los minerales: Plomo, Zinc y Bulk; a través de los diferentes procesos que lo conforman en forma detallada.

Capítulo 2.- Se presenta la memoria descriptiva del Proyecto por cada área de trabajo que vendrá a ser típico en los diferentes capítulos a continuación. Siendo las mismas: Chancador Primario; Túnel de Recuperación; Área de Molinos (SAG y Bolas); Área de Flotación o Procesos de Plomo, Zinc y Bulk; Área de Espesadores y Concentrados del Mineral y el Área de Concentrado de Relaves.

Capítulo 3.- Se presenta el planeamiento y programación de la obra; dando un detalle sobre el cronograma general del Proyecto; el tren de actividades, el Look Ahead (o programa por semanas detallado), el cronograma valorizado o Curva "S" y los resultados de las curvas "S" de cada área de trabajo entre el avance real y previsto.

Capítulo 4.- Se presentan los procedimientos constructivos para las diferentes áreas de trabajo, con detalles de esquemas de trabajo, gráficos, fotografías, planos de construcción y las dificultades constructivas encontradas en cada caso.

Capítulo 5.- Se presenta los ratios, índices y costos del Proyecto; partiendo por un detalle de las diferentes herramientas para el control de costos referidos por recursos de mano de obra, equipos y materiales. Control de la productividad de la mano de obra y los análisis de resultados de los rendimientos para las diferentes áreas de trabajo. Finalmente se muestran los costos generales del Proyecto.

Capítulo 6.- Se presenta el control de calidad de algunas áreas de trabajo; indicando los diseños del concreto y sus estadísticas de los ensayos realizados.

Capítulo 7.- Se presenta el plan de seguridad general del proyecto y sus alcances respectivos; así mismo, se presente una aplicación de dicho plan en los trabajos del área de molienda – área 230 y finalmente las conclusiones finales del presente tema..

Capítulo 8.- Se presenta las conclusiones y recomendaciones en los temas de: programación; productividad; planeamiento y contractual.

Capítulo 9.- Se presenta las fotografías de los trabajos ejecutados en las diferentes áreas del Proyecto.

Bibliografía

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL
POR EXPERIENCIA PROFESIONAL

Título : "Proyecto para la exploración y explotación de minerales".
Área : Construcción
Asesor : Ing. Iván Bragagnini
Alumno : DANIEL JASSON ZEVALLOS BARCELLI
Código : 1990.1807.9.412
Tema N° : 16
Fecha : Lima, 5 de febrero de 2009



INTRODUCCIÓN:

La mina para este trabajo deberá ser de plata, zinc y plomo a cielo abierto, ubicada a más de 4000.m.sn.m.

El trabajo de ingeniería civil para la explotación de la mina, consiste en movimiento de tierras, estructuras de concreto, montaje de estructuras, montaje mecánicos, sistemas eléctricos y automatización.

OBJETIVO

El objetivo del presente trabajo es mostrar la experiencia adquirida por el alumno en la construcción y planificación de las obras.

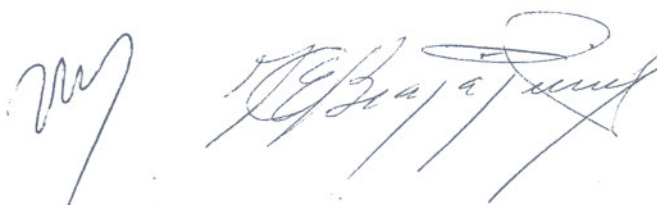
CONTENIDO

El documento final deberá incluir los siguientes aspectos del proyecto:

- Antecedentes.
- Memoria descriptiva.
- Planeamiento (programación de obra).
- Procedimiento constructivo.
- Análisis de costos y presupuesto.
- Conclusiones.

NOTA

Extensión máxima: 100 páginas.



CAPITULO 1. INTRODUCCION

El tema de tesis corresponde a la experiencia tomada de mi permanencia en la construcción de la Planta de Mineral de Plata, Plomo y Zinc en Bolivia.

Debido a que el Proyecto abarco en su totalidad la ejecución de las Obras Preliminares, Movimiento de Tierras, Obras Civiles y Obras de Montaje con Electromecánicas; solamente se tratara en la presente tesis, los procesos constructivos generales para la ejecución de las obras civiles entre ellas: obras de concreto armado, colocación de encofrado metálico y armado de acero; también la productividad y costos correspondientes a cada estructura principal que consta este Proyecto.

La Planta de Mineral se encuentra localizada en la localidad de San Cristóbal, en el departamento de Potosí, en el país de Bolivia, a 4,200 m.s.n.m. al sur de la ciudad Uyuni y a 200 km del límite con el país de Chile.

El monto de inversión del Proyecto es de 800 millones de dólares, iniciándose con la inversión de caminos, puentes y energía eléctrica. La Obra fue continuada con los trabajos de movimiento de tierras, la construcción de obras civiles desde el chancador primario, faja transportadora, zona de acopio, chancador pebbles, área de molinos, cámara de flotación y reactivos, espesador de relaves, planta de concentrados y carguío, para luego continuar con las obras de montaje de estructuras, y montajes mecánicos de cada una de las áreas indicadas anteriormente; encargándose estos trabajos al Consorcio Uyuni, con la participación de GyM S.A. (del Perú) asociada a dos empresas Bolivianas: Bolser y Serpetbol.

La Planta de Mineral tendrá la obtención de un concentrado de Bulk (que corresponde a un concentrado de Plata y Plomo, pero donde la Plata tiene un mayor porcentaje de concentrados entre 60% a 80%) en 50 ton por día; concentrado de Plomo en 250 ton por día y en concentrado de Zinc con 1,100 ton por día.

PROCESO DE MINERALIZACION DE PLOMO, ZINC Y BULK (O CONCENTRADO DE PLATA Y PLOMO)

Área del Chancador Primario.

El proceso de extracción del mineral empieza en el Open Pit (área de explotación del material masivo) transportándose a través de los Haulpak (camiones mineros con capacidad de transportar 250 y 300 Ton de material), los cuales depositan el mineral sobre el edificio de una altura de 24.70 mts con 5 niveles, hacia la tolva de carga del Chancador Primario de 2,400 toneladas por hora recibiendo el material con tamaño máximo de 40" (pulgadas). Materiales mayores a esta, son triturados por un equipo del tipo pica rocas que tiene hasta un giro de maniobras de 270 grados. Se cuenta además con una cámara de compensación, sistema de supresión de polvo, balanza, detector de metales y una tolva de descarga hacia la faja transportadora de 1500 mm. Las áreas de exposición del concreto a la abrasión (paredes internas del edificio) están protegidas con planchas de desgaste. El Chancador Primario reduce el material hasta 12" el material colocado, el cual luego es transportado a través del Overland Conveyor (o faja transportadora), con una capacidad de 2,290 Ton por hora, y con una longitud de 1,725 mts, hasta llegar al Stock Pile (a una altura de 18 mts), y dejando caer el material para ingresar al Túnel de Recuperación, pasando por debajo de la planta de cal, que es el primer reactivo para el proceso de mineralización y luego continuar a través del Conveyor, el transporte de mineral al Área de Molienda.

Área de la Molienda.

El proceso continúa en el Molino SAG, a través de un proceso gravitatorio que va triturando el material mayor de 3/4", y los mayores a dicho tamaño, retornan al Molino Pebbles para su remolienda. Los materiales menores son depositados en el cajón de descarga para luego ser bombeados al cajón de alimentación de las baterías de ciclones; continuando hasta el ciclón Clúster del área de ciclones, donde el material por centrifugación se reduce a 104 micrones. Los materiales mayores a dicho tamaño, pasan a los 02 Molinos Bolas para ser triturados por medio de unas bolas de acero, retornando al cajón de descarga de molinos y continuar el circuito al ciclón Clúster, siendo transportados por bombeo a la Planta de Procesos o Flotación de Plomo y Zinc.

Area de la Planta de Procesos o Flotación de Plomo y Reactivos.

El material es recibido al sistema de transferencia de las celdas de flotación donde se encuentra el analizador de muestras por inmersión, para obtener el concentrado conforme a las leyes químicas del mineral. El área de Flotación de Plomo cuenta con dos líneas de producción pudiendo funcionar independientemente y/o paralelamente; constituidas cada una por ocho celdas de flotación con sus respectivos agitadores, donde el material va pasando de celda en celda por gravedad. A un costado y pegado a la Planta de Flotación de Plomo está ubicada el área de Reactivos que permitirán transferir a la Planta de Flotación, aditivos para obtener los concentrados del Plomo, Zinc y Bulk. Los aditivos que se inyectan se encuentran en las nueve áreas siguientes: lechada de cal, sulfato de cobre, silicato de sodio, aeroflot, MIBC, PAC, floculantes, cianuro de zinc, reactivos SIPX. A través de las celdas de flotación con los agitadores y reactivos, se procede a la separación por diferencia de peso específico, donde el zinc se aloja en la parte superior de las celdas, las cuales son bombeadas al área de Flotación Zinc previo muestreo. La línea de producción de plomo cuenta con tres sistemas independientes de obtención de concentrados; los cuales, son enviados a un receptor para ser bombeado al ciclón Clúster. Las partículas de tamaño grueso pasan al molino correspondiente, para ser triturados y reingresando al receptor de concentrados. Para continuar su ciclo en el ciclón Clúster el material pasa al sistema de lavado.

El sistema de celdas del lavado plomo, es constituido por tres limpiadores o celdas de lavado con sus respectivas bombas y así, el mineral pasa por cada una, en circuito cerrado para depositarlo en los tanques de distribución de lavado. Concluido el proceso de flotación y lavado, el mineral concentrado llega a los Espesadores constituidos por los sistemas motrices de accionamiento de concentrados de Plomo y Bulk respectivamente; los cuales, están conectados al sistema de bombas compuesto por dos líneas paralelas: bomba de concentrado limpieza de plomo, bomba de muestreo y bomba de muestreo de colas. A través del sistema de bombeo, el concentrado es transportado y llevado finalmente hasta la zona de filtros de concentrados. Después del sistema de secado, los concentrados son bombeados aproximadamente a 800 mts. hacia el área de carguío, donde son pasados por filtros para luego ser prensados, retirando el agua excedente y cargarse en contenedores para ser enviados a una planta de fundición.

Area de la Planta de Flotación de Zinc y Reactivos.

El proceso de obtención del Zinc es muy similar al del Plomo; el material es recibido de la planta de flotación de plomo y después de una primera etapa de procesamiento, al sistema de transferencia de las celdas de flotación donde se encuentra el analizador de muestras por inmersión. El área de Flotación Zinc cuenta también, con cuatro líneas de producción independientes que puede funcionar paralelamente; constituidas cada una por ocho celdas de flotación con sus respectivos agitadores. El material va pasando celda por celda, por gravedad recibiendo los reactivos necesarios permitiendo obtener la separación final del concentrado de Zinc, Bulk y relaves. A través de este proceso de flotación, con los agitadores y por diferencias de peso específico, el Zinc se aloja en la parte superior, para posteriormente pasar a los tres circuitos de lavado y sus respectivas bombas, depositándolo en los tanques de distribución de lavado.

Concluido el proceso de flotación y lavado, el mineral concentrado llega a los Espesadores, constituidos por los sistemas motrices de acción y planeamiento de concentrados de Zinc y Bulk respectivamente; los cuales, están conectados al conjunto de bombeo, compuesto por dos líneas paralelas: bomba de concentrado de limpieza de zinc, bomba de muestreo y bomba de muestreo de colas. A través del sistema de bombeo, el concentrado es transportado hasta la zona de filtros concentrados y finalmente a la zona de carguío a 750 mts, donde son pasados por filtros, para luego ser prensados retirando el agua excedente y cargados en contenedores vacíos para enviarlos hasta una planta de fundición.

El relave es transportado al espesador de relaves donde es batido con el mecanismo del mezclado con agua, siendo eliminado por las bombas Buster a la cancha de relaves.

CAPITULO 2. MEMORIA DESCRIPTIVA

2.1 CHANCADOR PRIMARIO – AREA 210

2.1.1 Descripción General

Esta área comprende desde la recepción del mineral desde el tajo abierto de la mina, en la tolva de recepción hasta la descarga hacia la correa transportadora sobre la pila de acopio (o stock pile).

El área de chancado se compone de un edificio de concreto armado en donde se ubica la tolva de recepción de mineral (también en concreto armado) cuyas áreas de exposición a la abrasión están cubiertos por planchas de desgaste; esta tolva cuenta con un picador de rocas, un sistema de supresión de polvo, un detector de metales y una balanza.

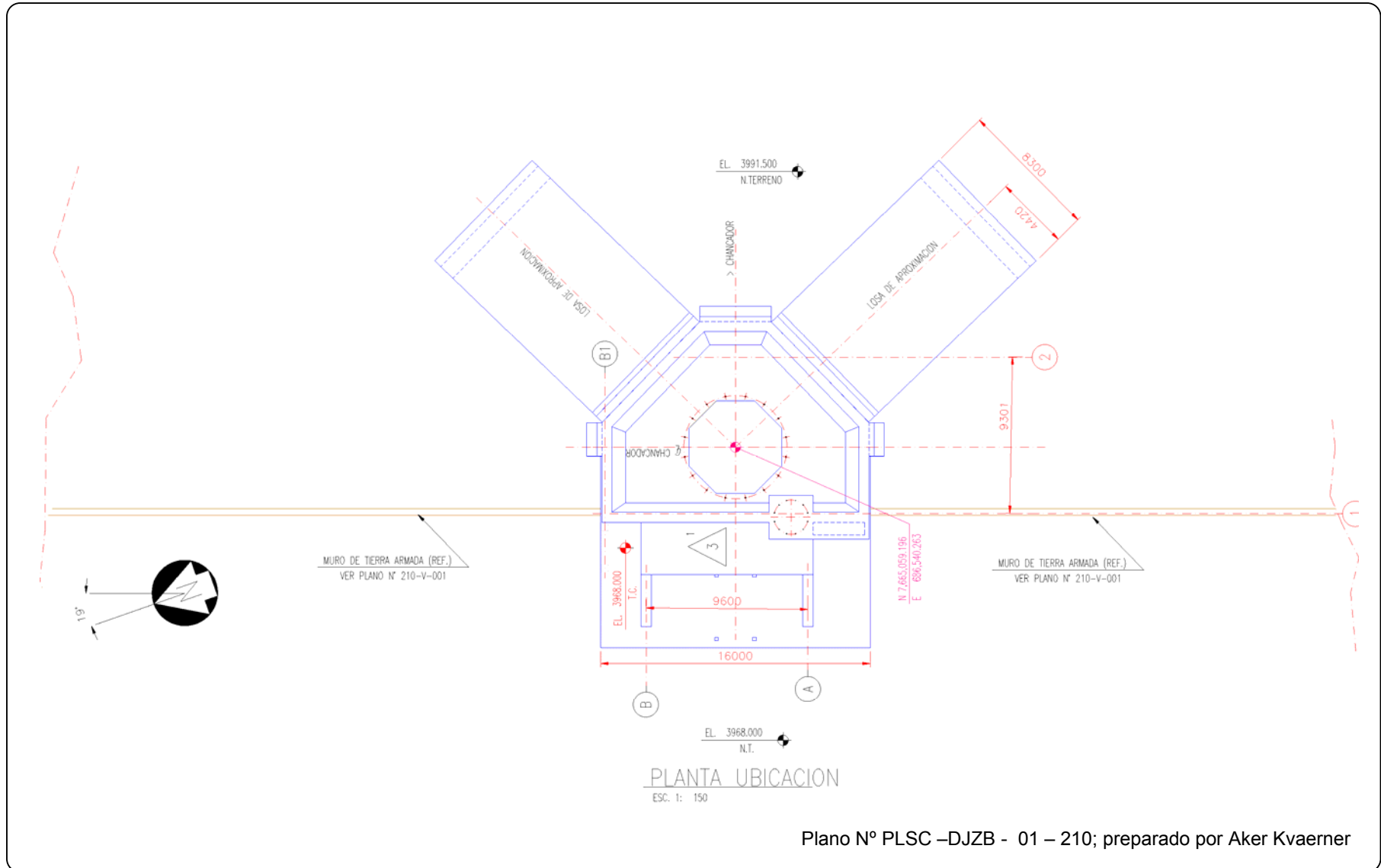
Directamente bajo la tolva de recepción se encuentra un chancador giratorio, el cual es fundado al piso inferior. El chancador alimenta la tolva de descarga. Esta tolva consta además de un sistema de acceso para dar mantenimiento a la excéntrica del chancador.

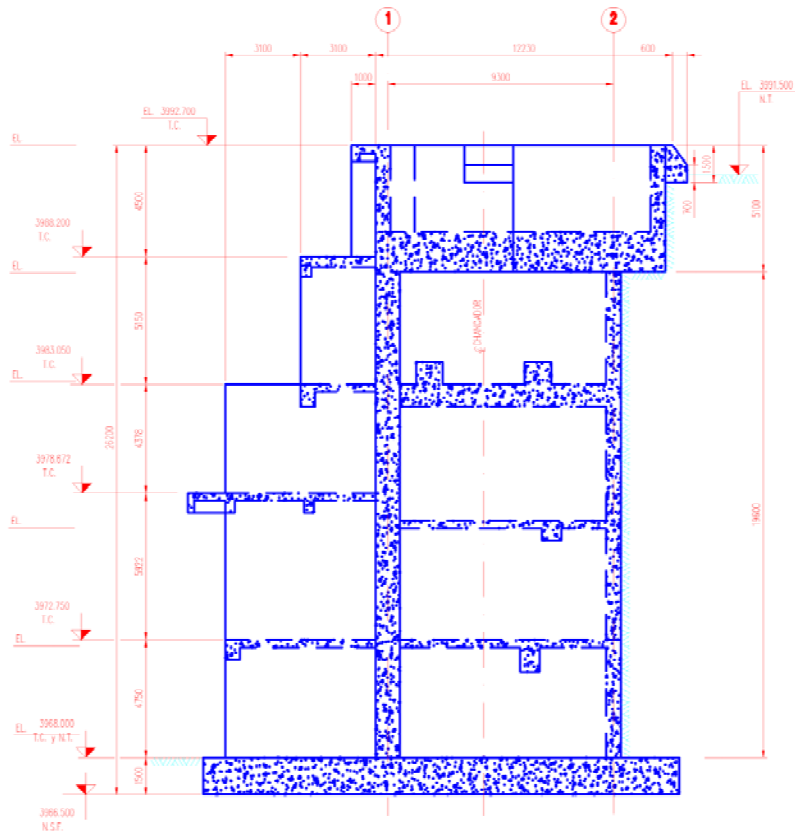
La tolva de descarga sobre el alimentador del chancador primario es accionado por el motor hidráulico; que cuenta con un electroimán; y descarga el material sobre la correa transportadora (conveyor) de transferencia de 1500 mm de ancho a través del chute de descarga.

2.1.2 Datos Técnicos del Chancador Primario:

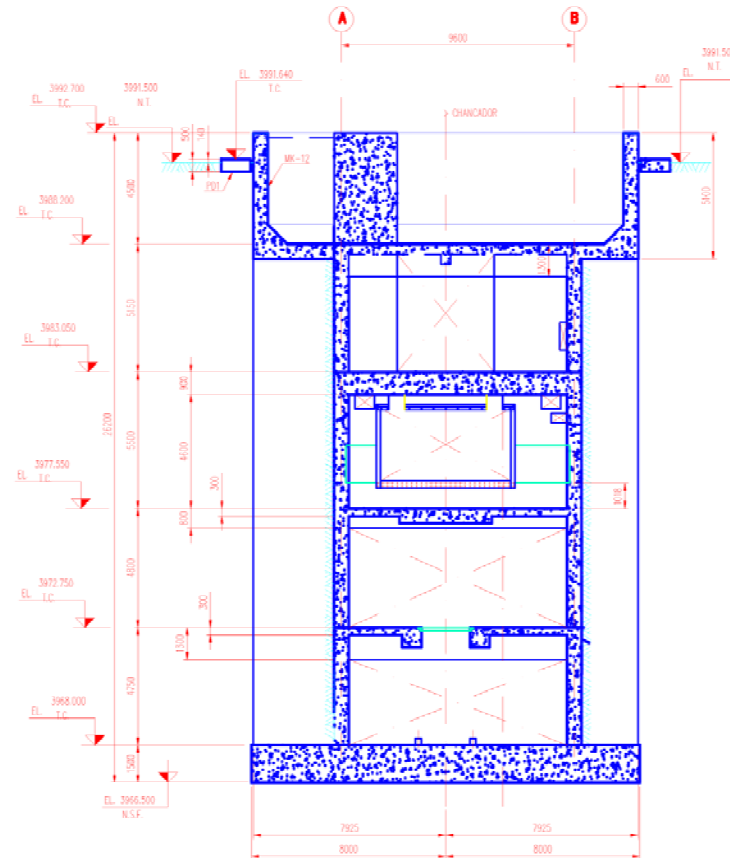
<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>
Área en planta	m2	510.00
Altura	Mt.	24.70
Cantidad de concreto	m3	2,581.30
Cantidad de Acero	kg	384,826.92
Muro de tierra Armada	m3	55,896.00
Insertos	kg	42,191.53

Cuadro N° CTSC – DJZB – 01 - 210





SECCION A-A
ESC. 1: 75



SECCION B-B
ESC. 1: 100

Plano N° PLSC - DJZB - 02 - 210; preparado por Aker Kvaerner

2.2 TUNEL DE RECUPERACION – AREA 220

2.2.1 Descripción General

El área comprende el suministro de acopio grueso (stock pile), el túnel de recuperación y el sistema de colector de polvo (Dust Collectors and Fans). Esta área tiene la función de transferir, alimentar y cargar el mineral desde el stock pile que llega del chancador primario, hasta el molino SAG.

La obra civil consta de una estructura en concreto armado de sección rectangular exterior, de 9.30 mt de alto por 7.60 mt de ancho y una longitud de 69.40 mt. para luego continuar, conectándose a un tubo corrugado ARMCO M.P.152 de diámetro 3.60 mt. con una longitud de 26.25 mt. para ser cerrado en su tramo final por un muro de contención; formando en su conjunto el túnel de recuperación.

Toda esta estructura es rellena completamente, por capas de tierra debidamente compactadas, armando una plataforma para formar el Stock Pile. La obra civil se complementa con un túnel de emergencia con un diámetro 2.30 mt de ancho y 39.50 mt de largo que desemboca a una escalera de escape al exterior.

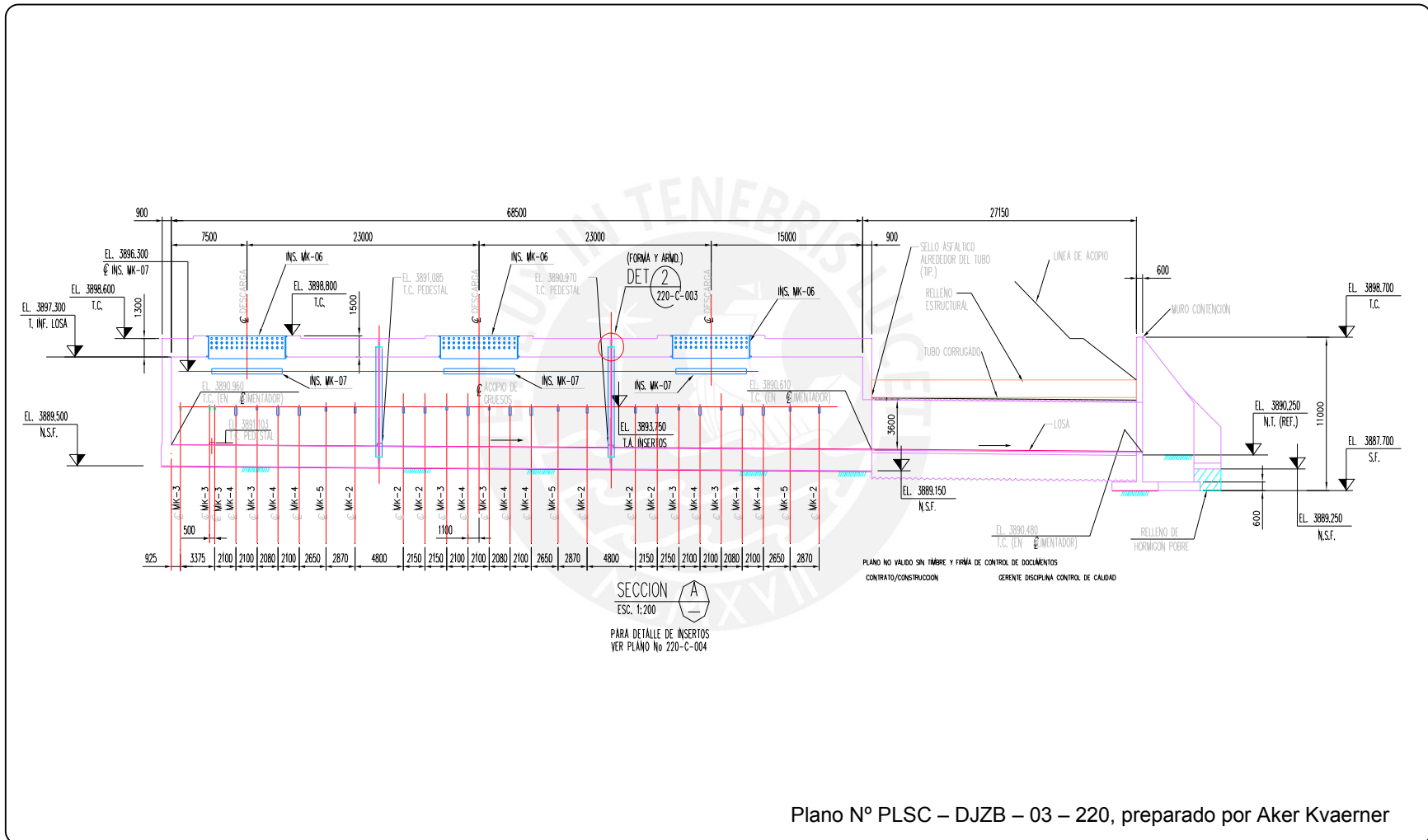
El túnel de recuperación consta de dos niveles, el segundo nivel recibe el mineral que cae del stock pile; donde este es captado por las 3 bocas de alimentación. El mineral pasa a la cinta transportadora del primer nivel a través de los bell feather, para después ser conducido por la misma cinta transportadora hasta el chute del molino SAG.

Por último el sistema colector de polvos está encargado de recuperar todo el polvo que se genere de la caída del material al túnel de recuperación, mediante conos succionadores; y de este modo recircular estos polvos, para ser conducidos mediante la cinta transportadora hasta el chute del molino SAG.

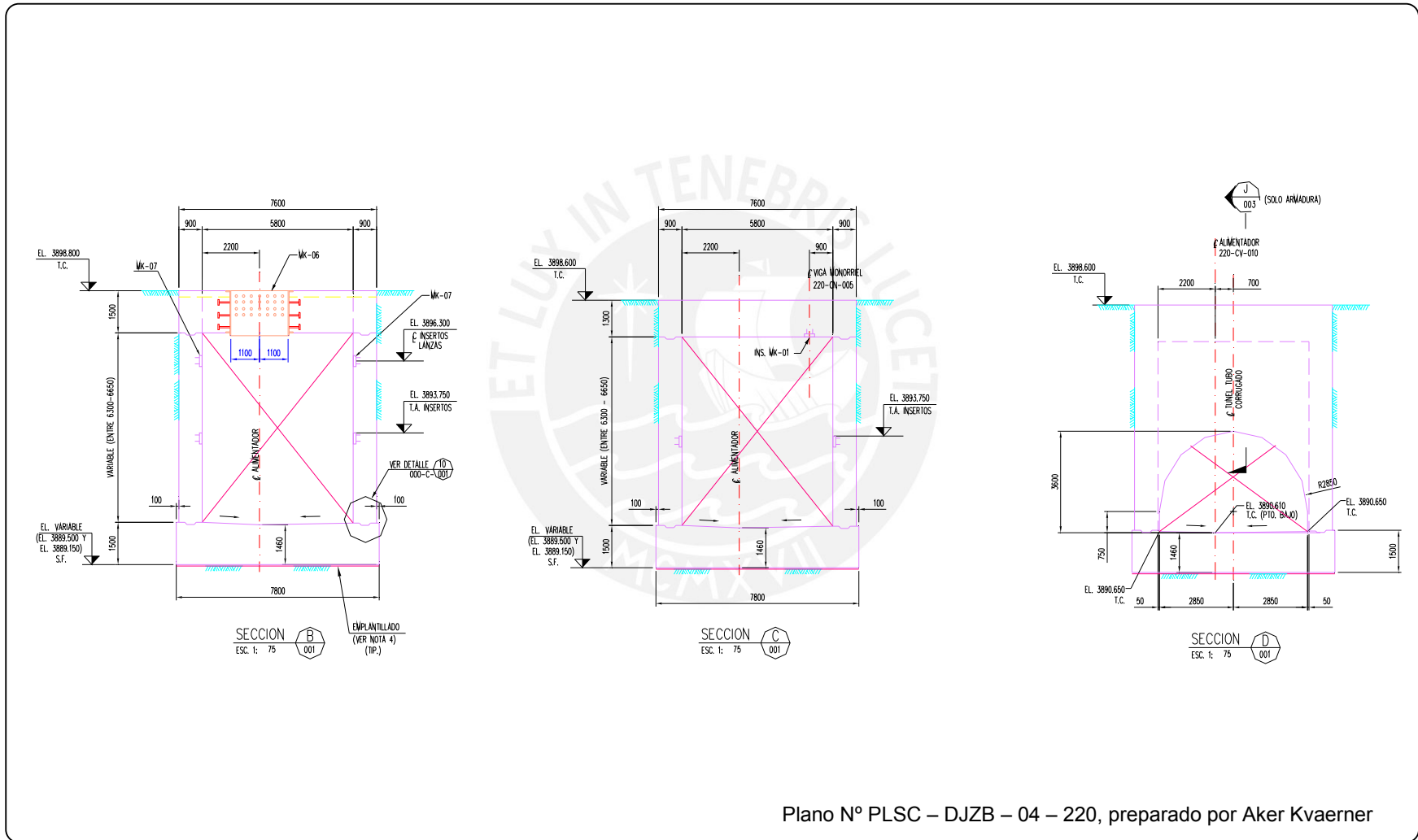
2.2.2 Datos Técnicos del Túnel de Recuperación:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Área en planta	m ²	770,48
Altura del Túnel	Mt.	9,10
Alt. del Muro de Contención	Mt.	11,00
Cantidad de concreto	m ³	2,887,91
Cantidad de Acero	Kg.	542,290,00
Insertos	Kg.	18,140,00

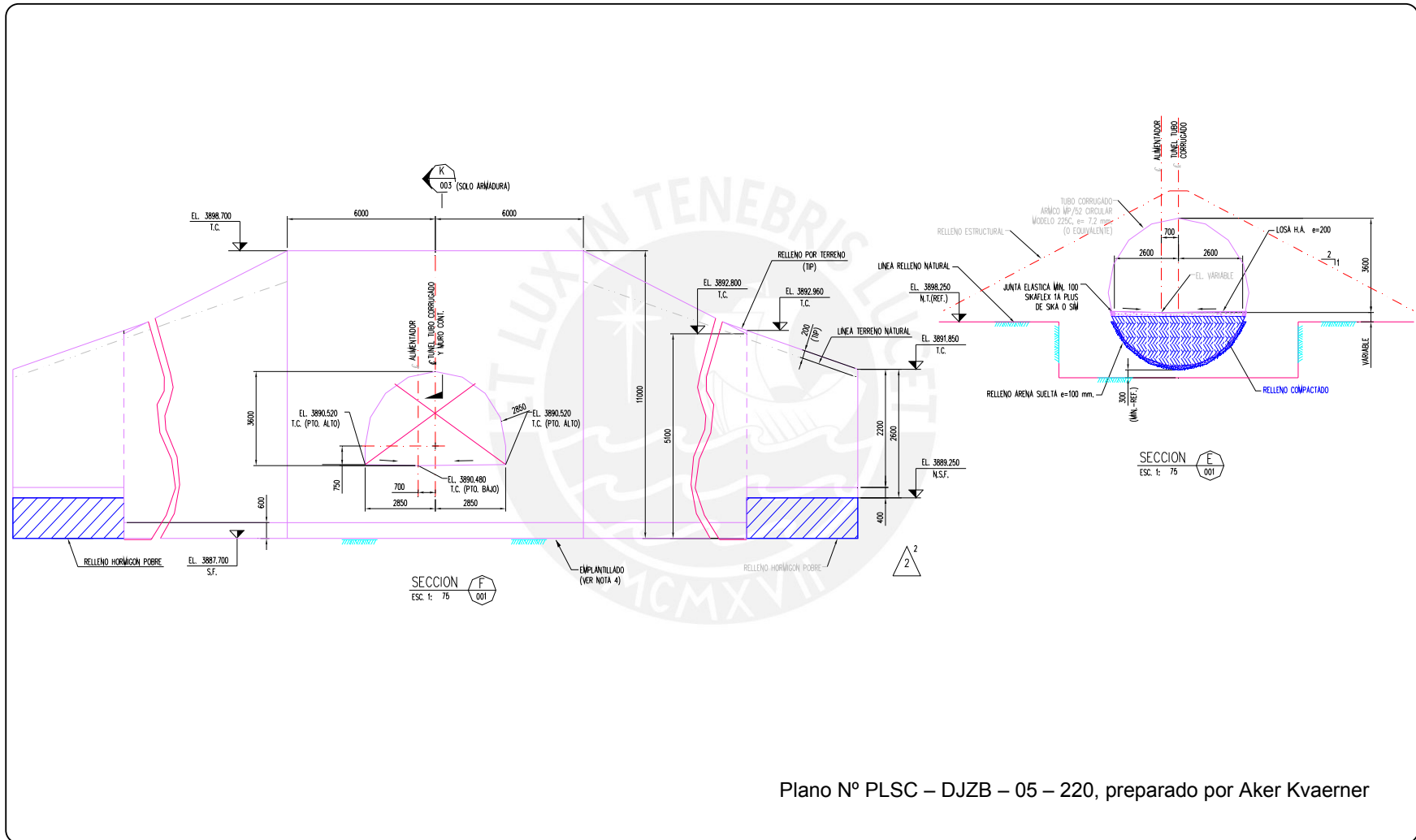
Cuadro N° CTSC – DJZB – 01 - 220



Plano N° PLSC – DJZB – 03 – 220, preparado por Aker Kvaerner



Plano N° PLSC – DJZB – 04 – 220, preparado por Aker Kvaerner



2.3 AREA DE MOLIENDA – AREA 230

2.3.1 Descripción General

Las obras constan de tres grandes bloques de concreto armado para el soporte del molino SAG (1), molinos Bolas (2), una cámara de carga y un área de ciclones de cinco pisos; al perímetro del edificio. Como obras complementarias se encuentran: una sala eléctrica con cinco transformadores, tres salas de lubricación, uno para cada molino y en la zona de ciclones adicionalmente cinco transformadores.

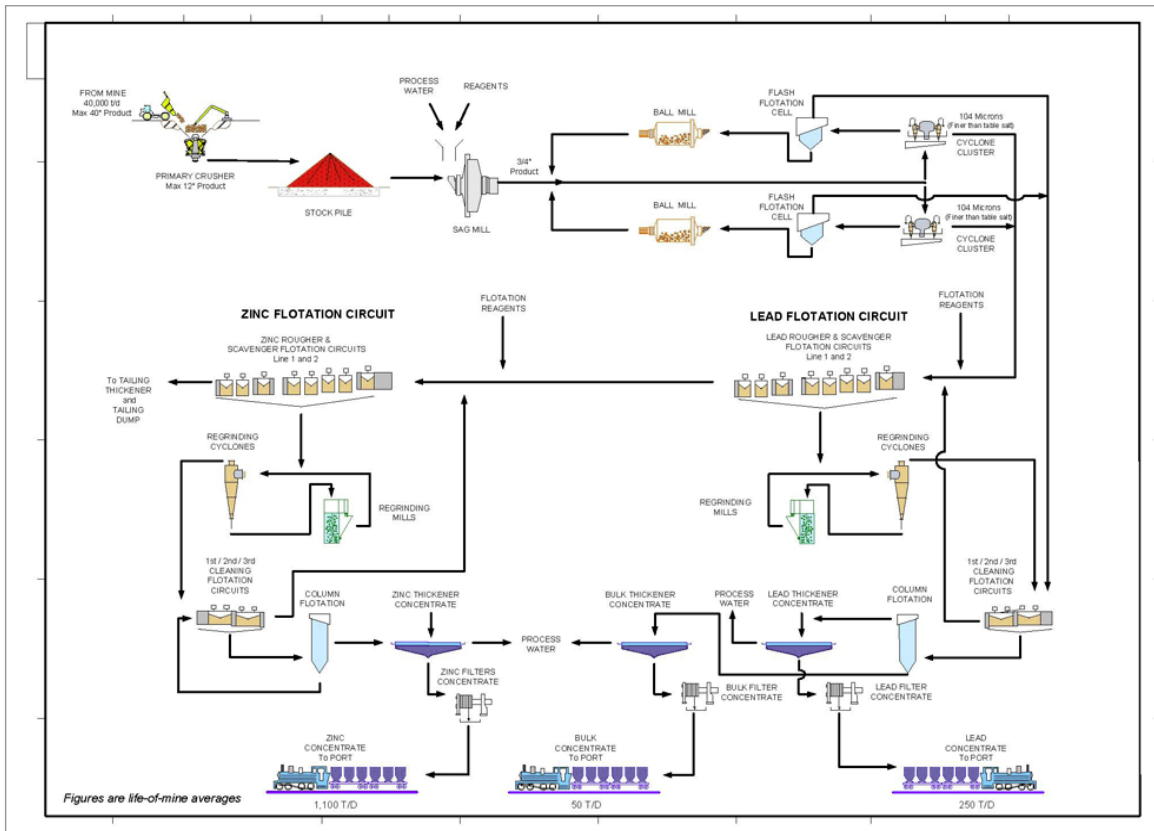
En el perímetro se construyeron las cimentaciones y pedestales para albergar las estructuras del edificio de molienda el cual queda completamente cerrado.

Los pisos o radiers de la edificación están constituidos por una losa armada de 15.0 cm. formando una serie de planos inclinados que desembocan en un sumidero; esto se repite en tres sectores. Sobre los pisos se construyeron pedestales con zapatas para soportar columnas metálicas para los pisos intermedios; así mismo, se tienen bases de concreto para soportes de tuberías.

El área de molienda, recibe del conveyor o faja transportadora que viene desde el stock pile, el mineral hasta el molino SAG, el cual gira por acción del sistema ESTATOR (Sistema Eléctrico de Iones Positivos y Negativos que produce el giro del molino). Por un proceso gravitatorio se muele el mineral, llegando a un tamaño menor a 3/4", y en donde las partículas mayores retornan al chancador pebbles, para luego reingresar al molino SAG. Partículas menores a 3/4" son transportadas por bombeo, hasta la zona de los ciclones, donde el mineral pasa al cyclone cluster. El material o mineral menor a 104 micrones pasan de frente al área de flotación. Las partículas mayores retornan por las celdas rápidas de flotación, para luego ingresar a los molinos bolas y que después del proceso de molienda, llegan al cajón alimentador para repetir el proceso en el área de ciclones.

En la parte superior se ha instalado un puente grúa para las maniobras futuras de mantenimiento del proceso de mineralización. Es importante indicar, que este puente grúa debe de ser instalado lo más antes posible, porque permitirá dar apoyo durante las obras del montaje de las tuberías y otras estructuras de acuerdo a la capacidad del mismo.

Circuito del Area de Molienda

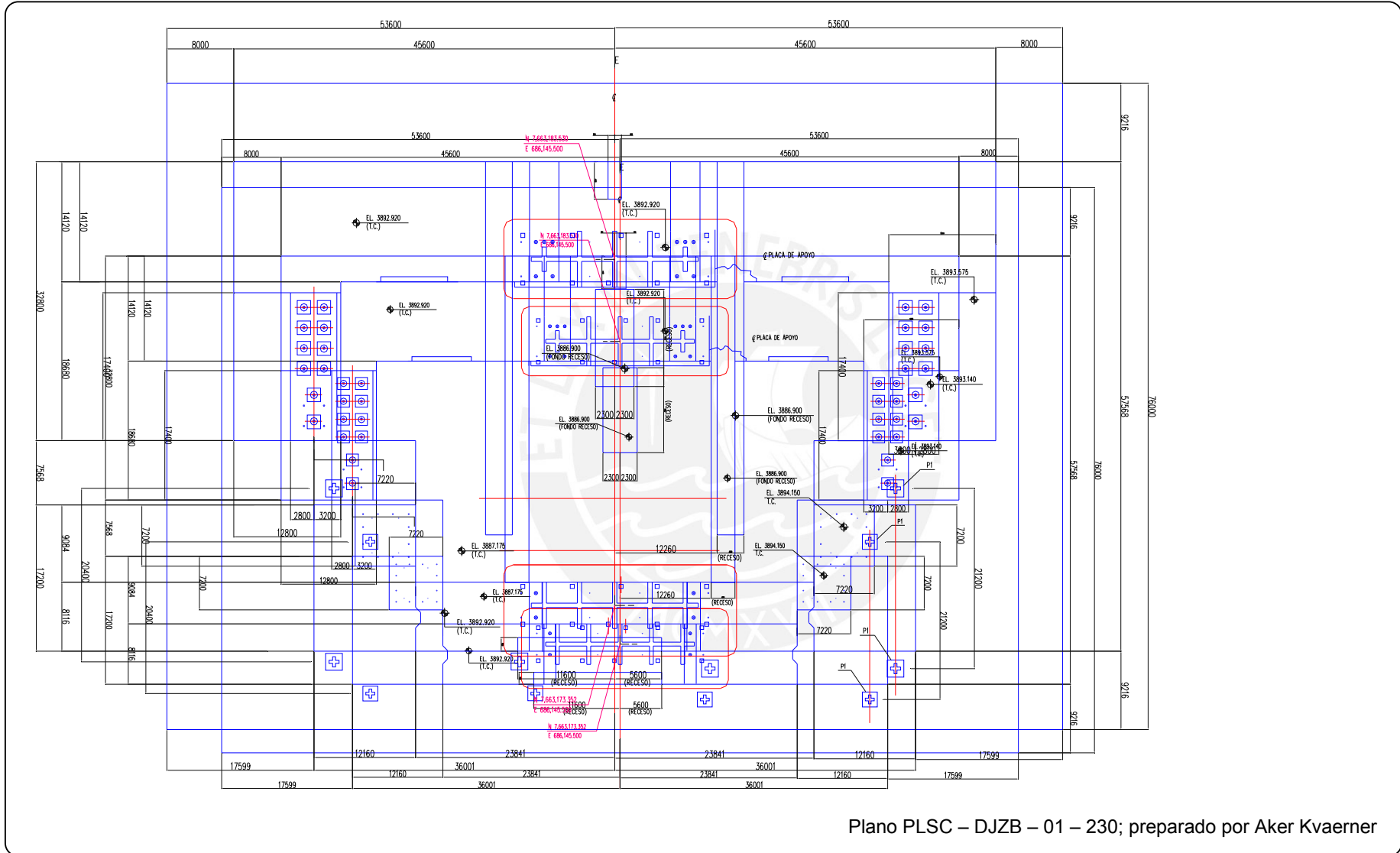


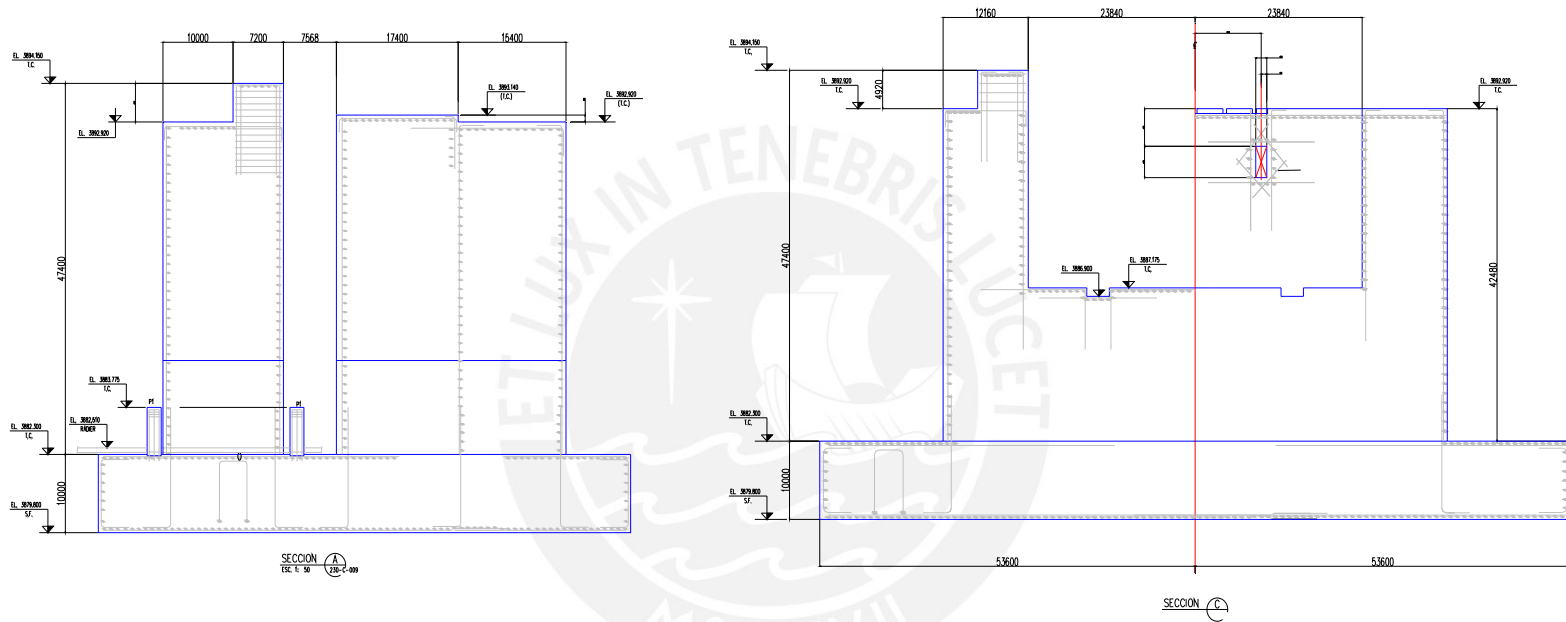
Nº CTSC-DJZB-01-230; Esquema de Mineralización preparado por Minera San Cristóbal

2.3.2 Datos Técnicos Área de Molinos:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Área en planta	m2	6,289.00
Altura del Molino SAG	Mt.	14.35
Altura de Molinos Bolas	Mt.	13.35
Cantidad de concreto	m3	12,859.25
Cantidad de Acero	Kg..	919,950.00
Insertos	Kg.	163,880.00

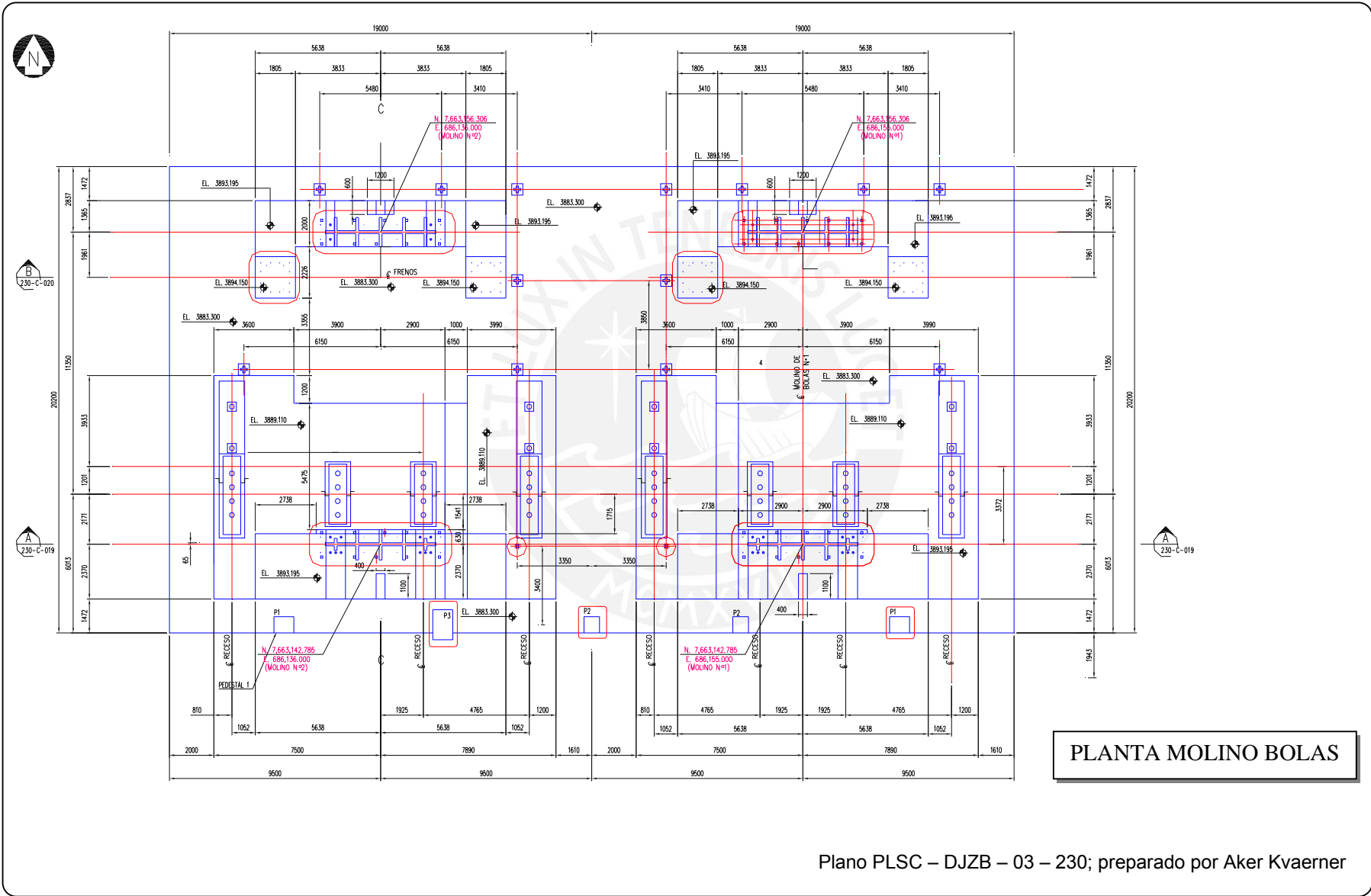
Cuadro Nº CTSC – DJZB – 02 - 230

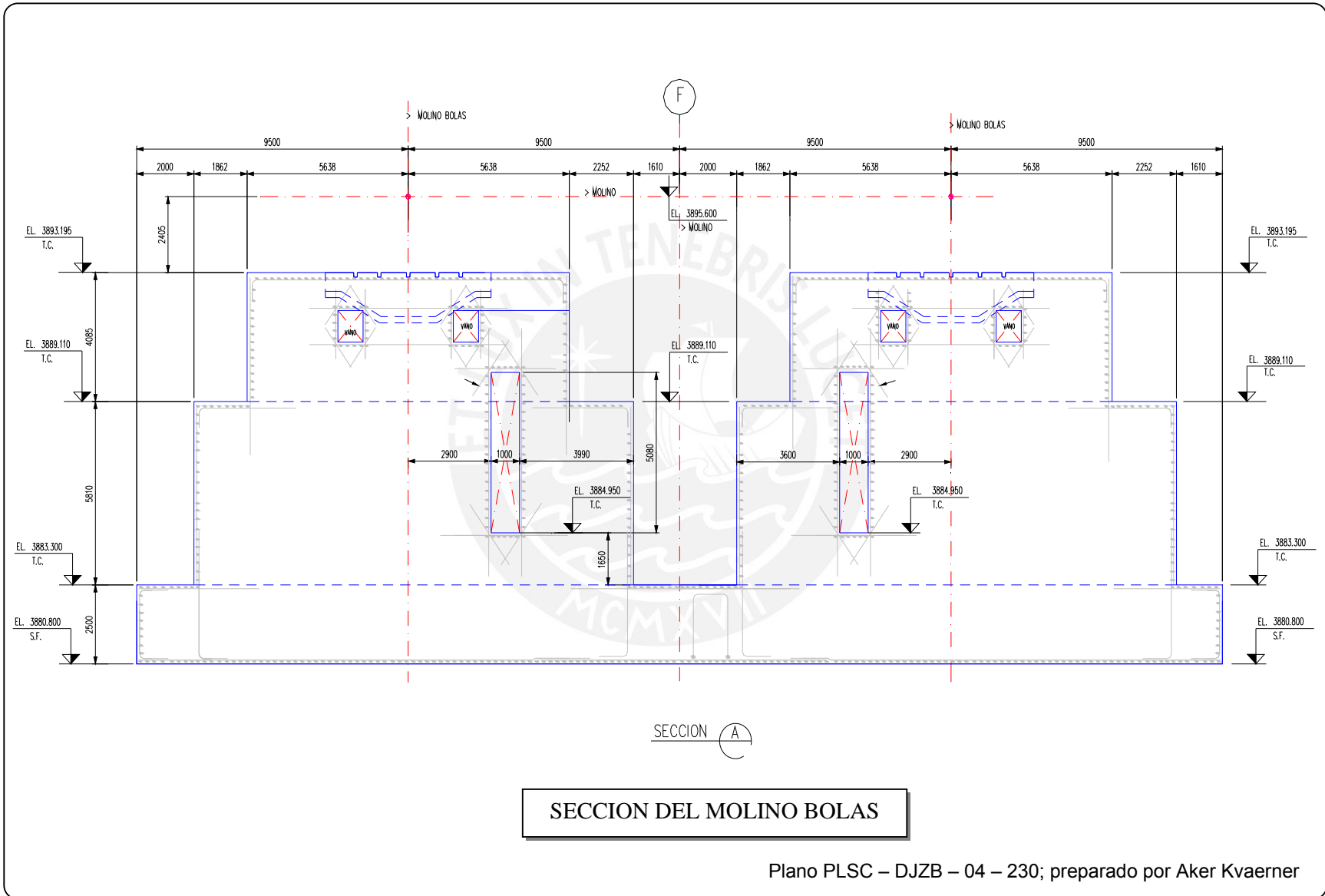




SECCION DEL MOLINO SAG

Plano PLSC – DJZB – 02 – 230; preparado por Aker Kvaerner





2.4 PLANTA DE FLOTACION, ZINC Y BULK – AREA 240 - 250

2.4.1 Descripción General

El área 240 y 250 específicamente es la planta de procesos o flotación, en la cual el material que viene del área de molinos en un tamaño de 104 micrones, entra al proceso de separación del mineral a través de las ocho celdas de flotación para plomo y zinc respectivamente y sus celdas de lavado; a las cuales se adiciona los reactivos (o químicos) que permitirán separar los minerales como plomo, zinc y bulk.

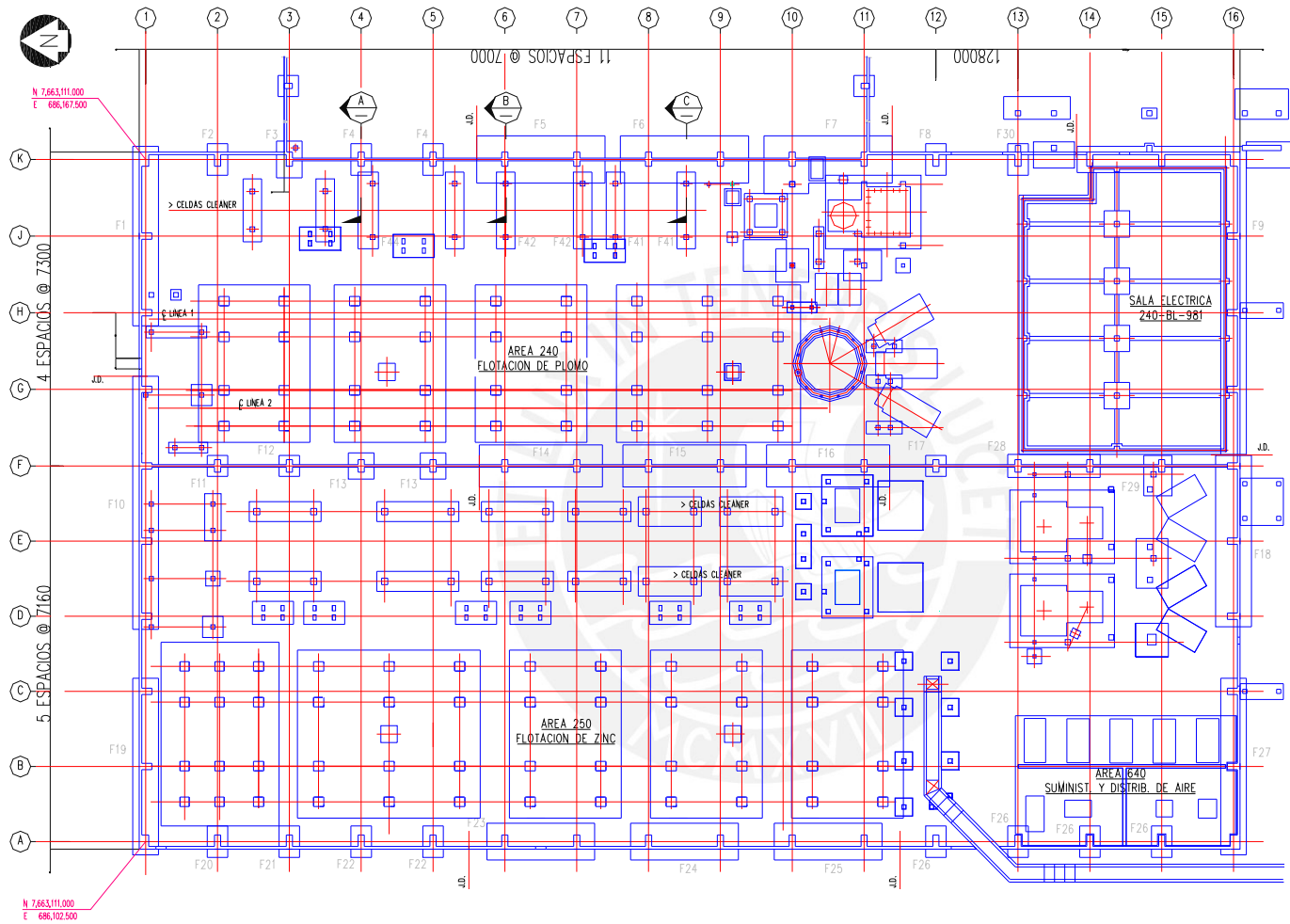
En este sector además se encuentra una sala eléctrica que permitirá alimentar el funcionamiento de los agitadores en las celdas de flotación, celdas lavado, molinos; para los sistemas hidráulicos se tiene la sala de compresores y el sistema de aire. El material excedente no mineral es expelido o separado con dirección a los espesadores de relaves que es el área 410.

El concentrado es bombeado a la zona de carguío.

2.4.2 Datos Técnicos del Área de Flotación Plomo y Zinc:

<i>DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD</i>
Área en planta	m ²	57,131.36
Altura de Pórticos	Mt.	De 11.00 a 8.05
Cantidad de concreto	m ³	7,263.11
Cantidad de Acero	Kg.	365,880.00
Insertos	Kg.	20,380.00
Rellenos	m ³	11,153.97

Cuadro N° CTSC – DJZB – 01 - 240



PLANTA FLOTACIÓN PLOMO Y ZINC

Plano PLSC – DJZB – 01 – 240; preparado por Aker Kvaerner

2.5 MANEJO DE REACTIVOS – AREA 270; ESPESADORES DE CONCENTRADO – AREA 310; FILTRO DE CONCENTRADOS – AREA 320

2.5.1 Descripción General

Estas tres áreas estructuralmente son similares, las cuales están compuestas por muros, pedestales perimetrales para recibir estructuras metálicas para el cerramiento y dentro de su interior se cuenta con: pedestales para tuberías, bases para tanques y bases para motores.

2.5.2 Concentrado de Reactivos – Área 270

Esta zona se encuentra a un costado y pegado a la planta de flotación y cuenta con nueve áreas de diferentes reactivos que permitirán alimentar a la planta de procesos para poder obtener los concentrados de plomo, zinc y bulk. Estas áreas son: área de lechada de cal; área de sulfato de cobre CuSO_4 ; área de silicato de sodio; área de aerofloat; área de MIBC; área de PAC; área de floculantes; área de cianuro de zinc y el área de reactivos SIPX.

Cada una de estas áreas en términos generales comprende las siguientes zonas:

- a.- Zona de recepción del reactivo.
- b.- Silo o estanque de almacenamiento
- c.- Estanque de mezcla del reactivo
- d.- Bombas de distribución a flotación
- e.- Circuitos de tuberías de distribución
- f.- Duchas de lavado y sumideros

El área de Reactivos cuenta con zonas de acceso a los diferentes tanques de almacenamiento y/o a través del puente grúa.

2.5.3 Datos Técnicos Área 270 Reactivos:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Área en planta	m ²	1,470.00
Altura de Muros y base para Tanques	Mt.	2.80 a 3.95 1.80 a 3.50
Cantidad de concreto	m ³	1,181.83
Cantidad de Acero	Kg	6,270.00
Insertos	Kg	5,407.00

Cuadro N° CTSC – DJZB – 01 - 270

2.5.4 Espesadores de concentrado Bulk y Plomo – Área 310

Esta área comprende dos sectores:

Espesador de Concentrado Bulk - Plomo

Concluido el proceso en flotación, el mineral concentrado llega a los espesadores; constituidos por el sistema motriz o de accionamiento espesadores de concentrados de plomo y el sistema motriz o de accionamiento espesadores de concentrados de bulk, los cuales están conectados al sistema de bombeo; compuesto por:

- 1.- Bomba de concentrado limpieza de plomo
- 2.- Bomba de muestreo
- 3.- Bomba de concentrado limpieza de plomo
- 4.- Bomba de muestreo
- 5.- Bomba de muestreo de colas

A través del sistema de bombeo, el concentrado es transportado hasta la zona de filtros y concentrados en el área 320.

Espesador de Concentrado Zinc

Concluido el proceso en flotación, el mineral concentrado llega a los espesadores; por el sistema motriz o de accionamiento del espesador de concentrados de zinc, luego el tanque de rebose con sus respectivas bombas (2), dos celdas de flotación de columna de limpieza, línea 1 y línea 2, asociadas a dos baterías de bombas:

a.- Baterías de bombas tres unidades.

Bomba de concentrados

Bomba de concentrado de limpieza zinc 1

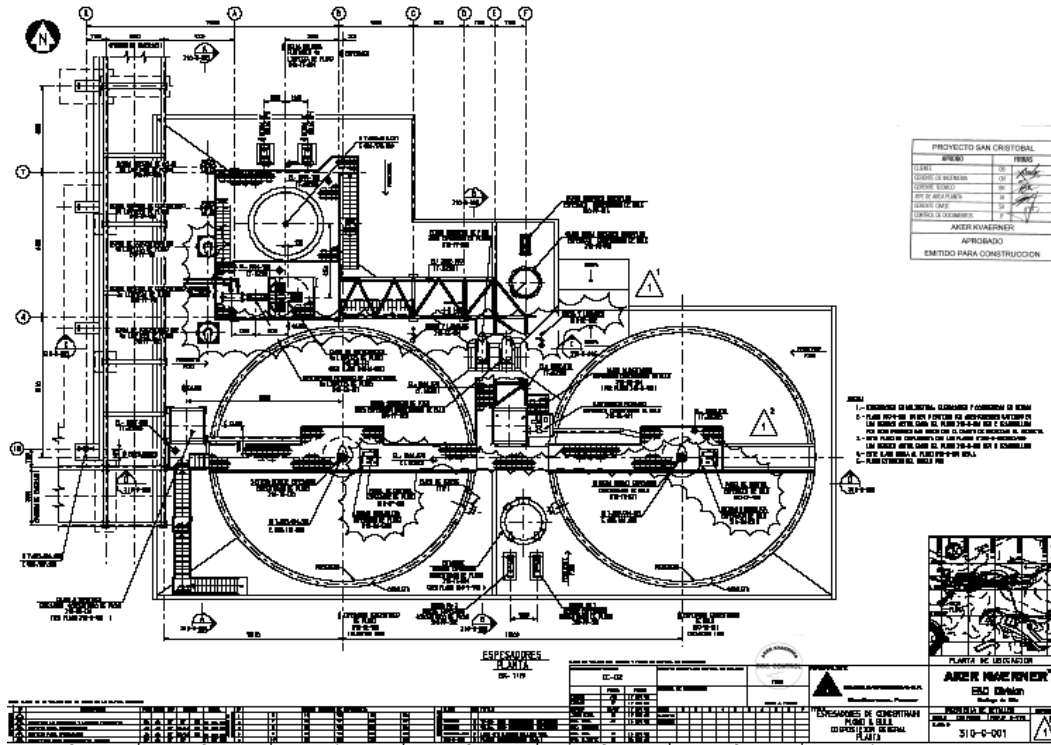
Bomba de concentrado de limpieza zinc 2

b.- Batería de bombas seis unidades

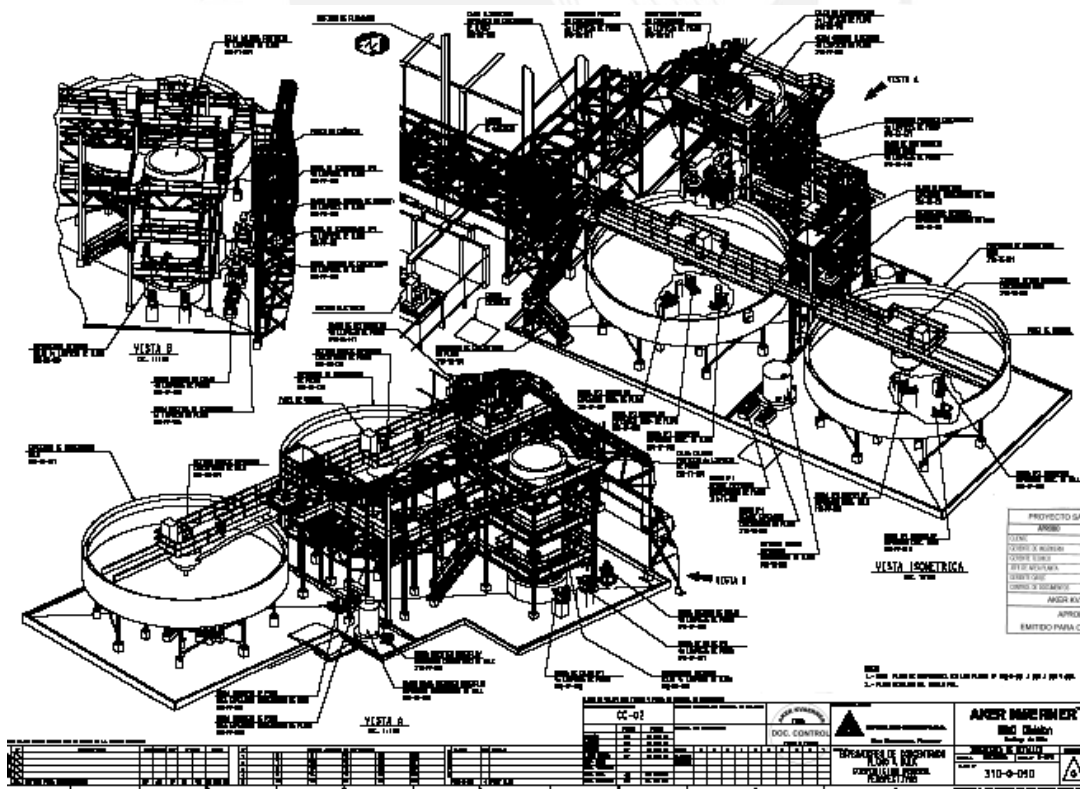
Muestreo de colas limpieza Línea 1 (3 un.)

Muestreo de colas limpieza Línea 2 (3 un.)

A través del sistema de bombeo el concentrado es transportado hasta la zona de filtros y concentrados en el área 320.

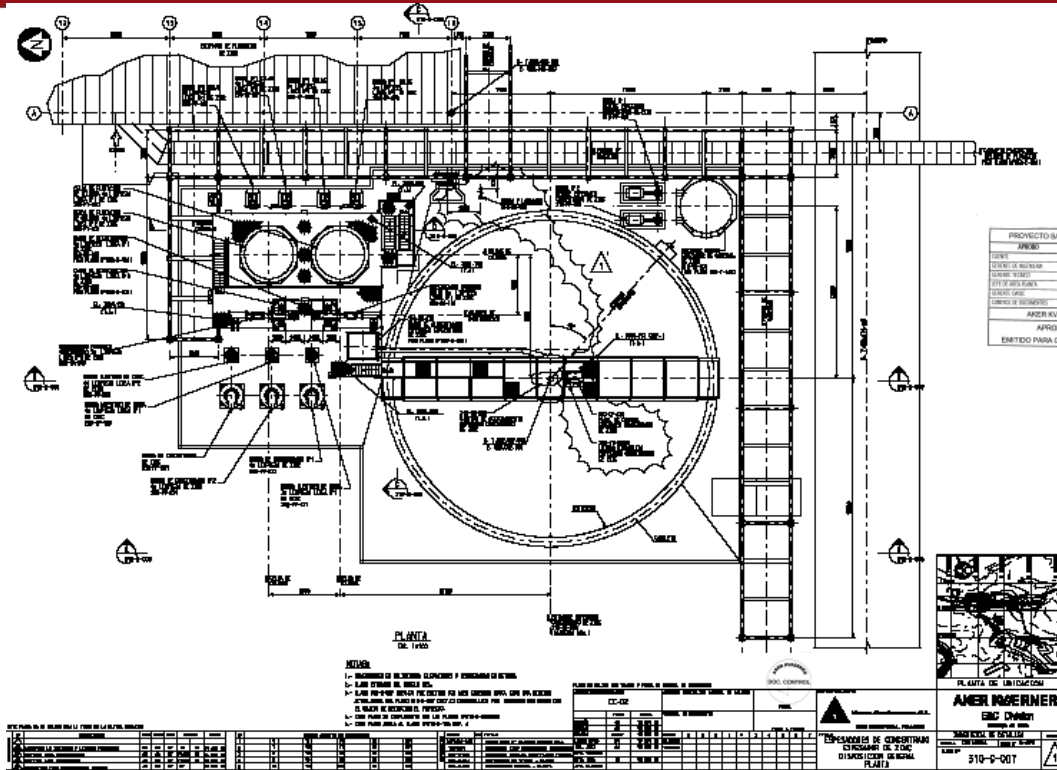


ESPEADORES PLOMO Y BULK

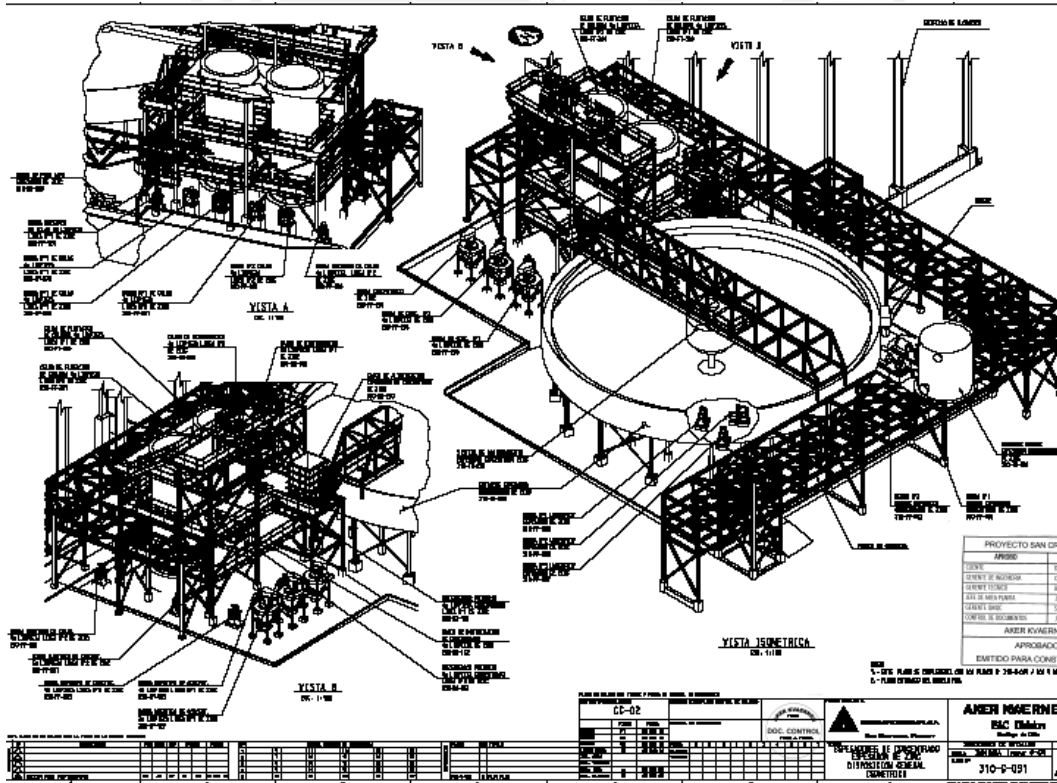


ESPEADORES PLOMO Y BULK

Planos PLSC – DJZB – 01 – 270; preparados por Aker Kvaerner

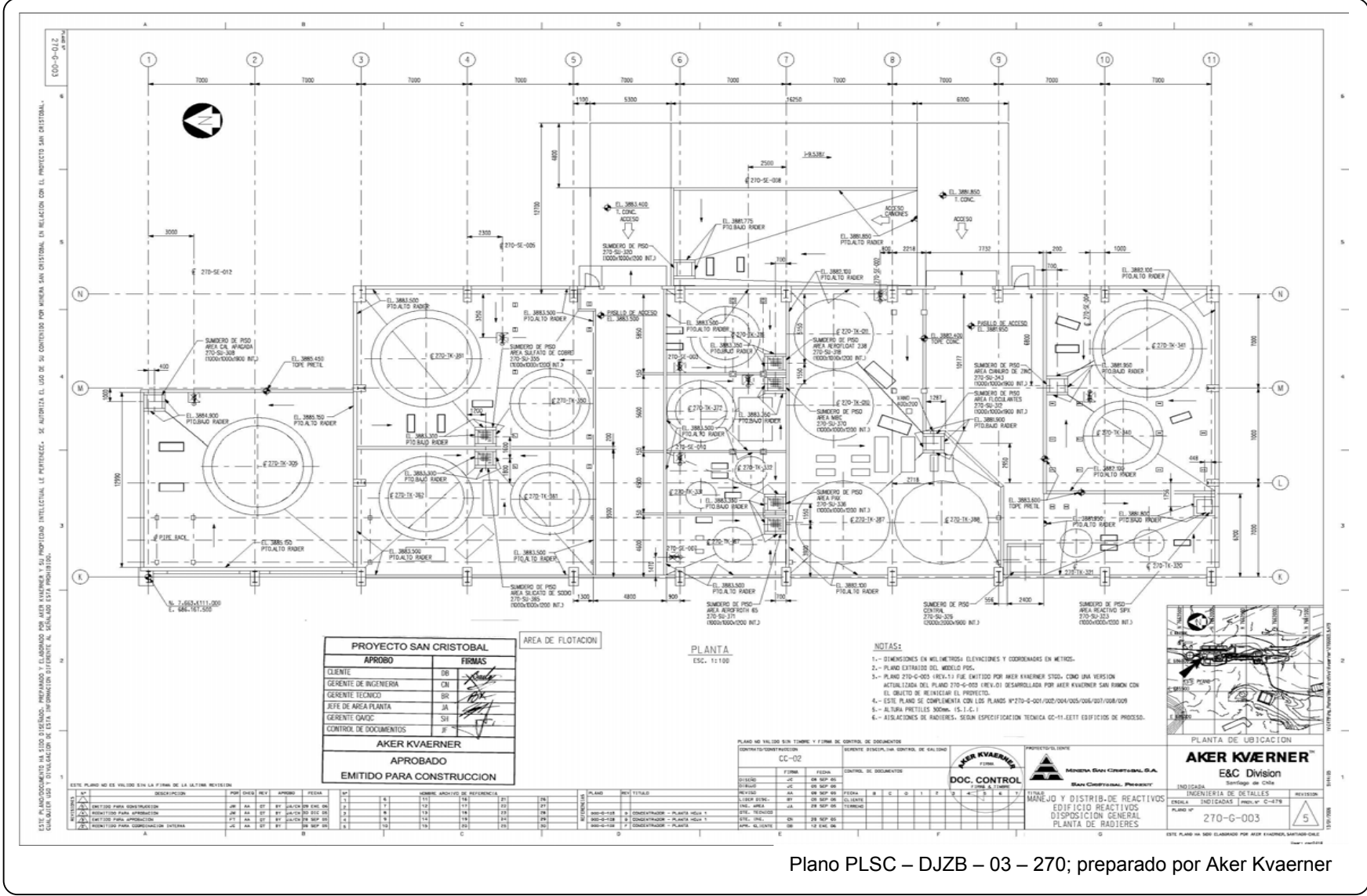


ESPEADORES PLOMO



ESPEADORES PLOMO

Planos PLSC – DJZB – 02 – 270; preparados por Aker Kvaerner



PROYECTO SAN CRISTOBAL

APROBADO		FIRMAS	
CLIENTE	DB		
GERENTE DE INGENIERIA	CH		
GERENTE TECNICO	BR		
JEFE DE AREA PLANTA	JA		
GERENTE CAJON	SR		
CONTROL DE DOCUMENTOS	FF		

AKER KVAERNER

APROBADO

EMITIDO PARA CONSTRUCCION

PLANTA
ESC. 1:100

- NOTAS:**
- 1.- DIMENSIONES EN MILIMETROS ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.
 - 2.- PLANO EXTRAÍDO DEL MODELO PDS.
 - 3.- PLANO 270-G-003 (REV.1) FUE EMITIDO POR AKER KVAERNER STD, COMO UNA VERSION ACTUALIZADA DEL PLANO 270-G-003 (REV.01) DESARROLLADA POR AKER KVAERNER SAN RAMON CON EL OBJETIVO DE REVISAR EL PROYECTO.
 - 4.- ESTE PLANO SE COMPLEMENTA CON LOS PLANOS #270-G-001/002/004/005/006/007/008/009
 - 5.- ALTURA PRETILES 300mm. 15.1-C.1.
 - 6.- ATILACIONES DE RADIERES- SECON ESPECIFICACION TECNICA CC-11.6E11 ESPECIFICOS DE PROYECTO.

ESTE PLANO NO ES VALIDO SIN TITULO Y FIRMA DE CONTROL DE DOCUMENTOS

NO.	FECHA	DESCRIPCION
1	2018-08-01	REVISIÓN
2	2018-08-01	REVISIÓN
3	2018-08-01	REVISIÓN
4	2018-08-01	REVISIÓN
5	2018-08-01	REVISIÓN
6	2018-08-01	REVISIÓN
7	2018-08-01	REVISIÓN
8	2018-08-01	REVISIÓN
9	2018-08-01	REVISIÓN
10	2018-08-01	REVISIÓN
11	2018-08-01	REVISIÓN
12	2018-08-01	REVISIÓN
13	2018-08-01	REVISIÓN
14	2018-08-01	REVISIÓN
15	2018-08-01	REVISIÓN
16	2018-08-01	REVISIÓN
17	2018-08-01	REVISIÓN
18	2018-08-01	REVISIÓN
19	2018-08-01	REVISIÓN
20	2018-08-01	REVISIÓN
21	2018-08-01	REVISIÓN
22	2018-08-01	REVISIÓN
23	2018-08-01	REVISIÓN
24	2018-08-01	REVISIÓN
25	2018-08-01	REVISIÓN
26	2018-08-01	REVISIÓN
27	2018-08-01	REVISIÓN
28	2018-08-01	REVISIÓN
29	2018-08-01	REVISIÓN
30	2018-08-01	REVISIÓN
31	2018-08-01	REVISIÓN
32	2018-08-01	REVISIÓN
33	2018-08-01	REVISIÓN
34	2018-08-01	REVISIÓN
35	2018-08-01	REVISIÓN
36	2018-08-01	REVISIÓN
37	2018-08-01	REVISIÓN
38	2018-08-01	REVISIÓN
39	2018-08-01	REVISIÓN
40	2018-08-01	REVISIÓN
41	2018-08-01	REVISIÓN
42	2018-08-01	REVISIÓN
43	2018-08-01	REVISIÓN
44	2018-08-01	REVISIÓN
45	2018-08-01	REVISIÓN
46	2018-08-01	REVISIÓN
47	2018-08-01	REVISIÓN
48	2018-08-01	REVISIÓN
49	2018-08-01	REVISIÓN
50	2018-08-01	REVISIÓN

PLANO NO VALIDO SIN TITULO Y FIRMA DE CONTROL DE DOCUMENTOS

NO.	FECHA	DESCRIPCION
1	2018-08-01	REVISIÓN
2	2018-08-01	REVISIÓN
3	2018-08-01	REVISIÓN
4	2018-08-01	REVISIÓN
5	2018-08-01	REVISIÓN
6	2018-08-01	REVISIÓN
7	2018-08-01	REVISIÓN
8	2018-08-01	REVISIÓN
9	2018-08-01	REVISIÓN
10	2018-08-01	REVISIÓN
11	2018-08-01	REVISIÓN
12	2018-08-01	REVISIÓN
13	2018-08-01	REVISIÓN
14	2018-08-01	REVISIÓN
15	2018-08-01	REVISIÓN
16	2018-08-01	REVISIÓN
17	2018-08-01	REVISIÓN
18	2018-08-01	REVISIÓN
19	2018-08-01	REVISIÓN
20	2018-08-01	REVISIÓN
21	2018-08-01	REVISIÓN
22	2018-08-01	REVISIÓN
23	2018-08-01	REVISIÓN
24	2018-08-01	REVISIÓN
25	2018-08-01	REVISIÓN
26	2018-08-01	REVISIÓN
27	2018-08-01	REVISIÓN
28	2018-08-01	REVISIÓN
29	2018-08-01	REVISIÓN
30	2018-08-01	REVISIÓN
31	2018-08-01	REVISIÓN
32	2018-08-01	REVISIÓN
33	2018-08-01	REVISIÓN
34	2018-08-01	REVISIÓN
35	2018-08-01	REVISIÓN
36	2018-08-01	REVISIÓN
37	2018-08-01	REVISIÓN
38	2018-08-01	REVISIÓN
39	2018-08-01	REVISIÓN
40	2018-08-01	REVISIÓN
41	2018-08-01	REVISIÓN
42	2018-08-01	REVISIÓN
43	2018-08-01	REVISIÓN
44	2018-08-01	REVISIÓN
45	2018-08-01	REVISIÓN
46	2018-08-01	REVISIÓN
47	2018-08-01	REVISIÓN
48	2018-08-01	REVISIÓN
49	2018-08-01	REVISIÓN
50	2018-08-01	REVISIÓN

AKER KVAERNER

DOC. CONTROL

PROYECTO/SITIO: **MINERA SAN CRISTOBAL S.A.**

SECTOR: **San Cristobal - Puno**

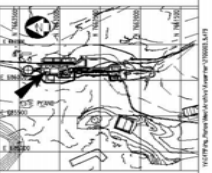
INDICADA: **San Jorge de Chita**

INGENIERIA DE DISEÑO: **INGENIERIA DE DISEÑO**

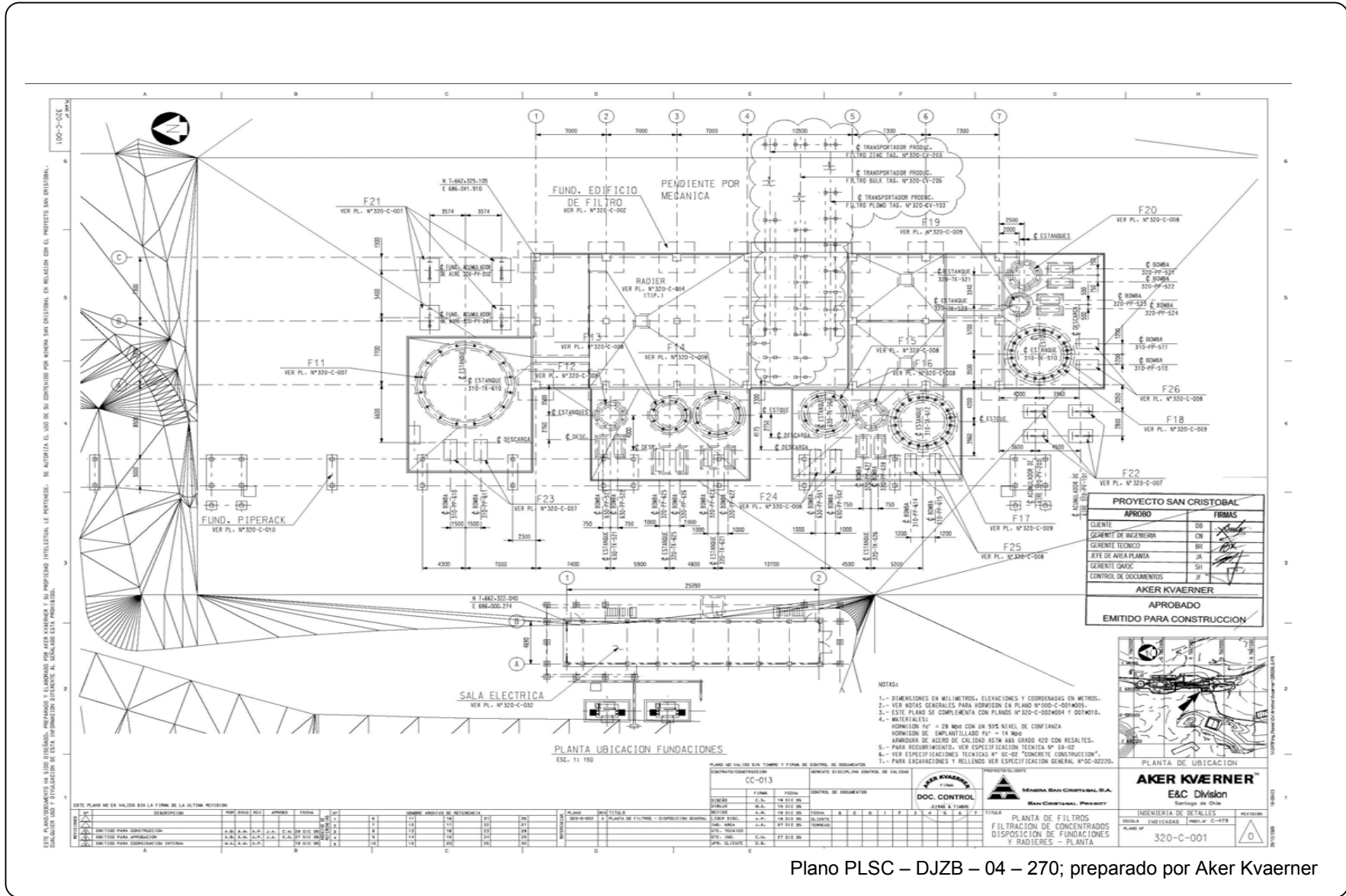
INDICADAS: **INDICADAS**

PLANO Nº: **270-G-003**

ESTE PLANO HA SIDO ELABORADO POR AKER KVAERNER, SANTO DOMINGO DE LOS ANDES



Plano PLSC – DJZB – 03 – 270; preparado por Aker Kvaerner



Plano PLSC – DJZB – 04 – 270; preparado por Aker Kvaerner

2.6 ESPESADOR DE RELAVES – AREA 410

2.6.1 Descripción General de Obra Civil

Esta área comprende desde la recepción de los relaves provenientes de la planta de flotación zinc, la cual es depositada en el canal de relaves para ser llevado al mecanismo de relaves.

El área de relaves comprende de un túnel de 33.30 mts, dentro del cual se encuentra un conjunto de tuberías. Así mismo, en forma subterránea se encuentra la casa de bombas; y sobre la parte superior de este túnel, se construyó una estructura circular de 57.60 mts de diámetro cuya superficie es cónica (tipo embudo), el cual descarga al túnel. Los muros perimetrales desde el fondo de la cimentación, tienen una altura de 4.40 mts. Las estructuras son de concreto armado.

En la superficie se complementa con tres estructuras adicionales:

- 1.- La estación de bombas booster
- 2.- Un estanque de agua
- 3.- La sala eléctrica

2.6.2 Datos técnicos Espesador de Relaves:

DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
Área en planta	m2	5,750.00
Altura	Mt.	14.25
Cantidad de concreto	m3	2,396.95
Cantidad de Acero	kg	243,706.72
Rellenos	m3	55,896.00
Encofrados	M2	10,898.91
Insertos	kg	2,327.10

Cuadro N° CTSC – DJZB – 01 - 410

CAPITULO 3. PLANEAMIENTO (PROGRAMACION DE OBRA)

El planeamiento consiste en el análisis a través del cual se determinan de manera integral las estrategias de gestión y ejecución del Proyecto. De manera paralela y durante toda la duración del Proyecto se llevan a cabo los procesos de programación (asegurar y proteger el planeamiento) y de control de productividad (medir la eficiencia en la ejecución – cuyo tema será explicado en el capítulo de Costos). Los resultados de estos procesos sirven además como retroalimentación para los procesos de actualización del planeamiento.

Cronograma General

El cronograma es la representación grafica de la secuencia y duración de las actividades del Proyecto. Se baso en la revisión del cronograma contractual y se tuvo en cuenta, los cambios que el Proyecto considero necesarios, respetándose los hitos y los alcances contractuales como los plazos de los suministros, obtención de permisos, entregas preliminares para las obras metalmecánicas, etc. Este se desarrollo hasta un nivel de detalle necesario para poder identificar los recursos correspondientes, sirviéndonos como base para los cronogramas de recursos y de información suficiente para permitir una fácil lectura, entendimiento y actualización.

Para su elaboración, se tiene primero como definición, que las actividades son las tareas específicas que van a ser realizadas durante la ejecución del Proyecto. Por tanto, las actividades se definieron en función de las necesidades del Proyecto y con el detalle necesario para poder plasmar las estrategias que se utilizaron a lo largo del Proyecto.

Los criterios que en común se deben tomar en cuenta, para definir las actividades del Proyecto (y que fueron aplicados a este mismo) serian:

- Incluir todas las actividades que pertenecen al desarrollo constructivo del Proyecto, es decir todas las actividades de producción necesarias para realizar el Proyecto.
- Incluir todas las actividades que representen hitos contractuales del Proyecto.
- Incluir aquellas actividades que, aunque no sean parte del alcance del Proyecto y su ejecución sea por parte del Cliente, supervisión u otros contratistas, afecten al desarrollo de nuestras actividades. Estas pueden representarse como actividades y/o también como hitos.

- Se deben identificar las autorizaciones, permisos y aprobaciones identificados en el proceso de análisis y que dada su situación crítica, puedan afectar el inicio y/o desarrollo del Proyecto, por las mismas exigencias del Cliente. Las fechas de cumplimiento que se consideren críticas deberán incluirse como hitos del cronograma.

Luego viene la etapa de estimar la duración de las actividades, que consiste en la estimación del número de periodos de trabajo que son necesarios para completar la actividad individual.

Se debió tomar en cuenta lo siguiente:

- Identificar las actividades previamente, así como el volumen de trabajo de las mismas (metrados), para preparar los requerimientos de recursos humanos y materiales asignados a dichas actividades.
- Los métodos constructivos discutidos y seleccionados para su elección y aplicación en el Proyecto.
- La velocidad de ejecución (capacidad, potencia, rendimiento) de los recursos seleccionados para la ejecución.
- La cantidad de recursos disponibles.
- La experiencia acumulada en la gestión de haber ejecutado proyectos anteriores similares. Este punto es vital, pues marca una diferencia en ejecutar este tipo de Proyectos Especiales (a diferencia de otras compañías o empresas constructoras) pues al contar con personal ingenieros, técnicos y especialistas calificados y con tanta experiencia en este ramo (Proyectos en Minería tanto en obras civiles y de montaje), se pudo obtener información relevante que no necesariamente fue proporcionada por el Cliente o se pudo determinar a partir de planos contractuales, para finalmente concluir en el mejor sistema de trabajo aplicado al presente Proyecto.

El cronograma del proyecto se desarrollo en el Programa Microsoft Project (ver Cuadros N° 1A y 1B), para el cual se hacia el control de avance y seguimiento correspondiente. En un principio se trato de implementar el Programa de Primavera, pero era muy elaborado en su instalación y para la inserción de recursos. Con el Programa de Microsoft Project se pudo instalar recursos y cuadrillas de trabajo para finalmente obtener los cronogramas de recursos a utilizarse en mano de obra y equipos.

Tren de Actividades

En función a las características particulares presentadas en este Proyecto, en algunas porciones o áreas de trabajo; se pudo obtener los cronogramas representados por un Tren de Actividades. Este cronograma es aplicado principalmente en Proyectos donde la variabilidad es reducida y que es posible descomponer en partes equivalentes de trabajo. Esta herramienta nos orienta a optimizar actividades repetitivas y secuenciales, pero la metodología también permite convertir un Proyecto no repetitiva en repetitiva.

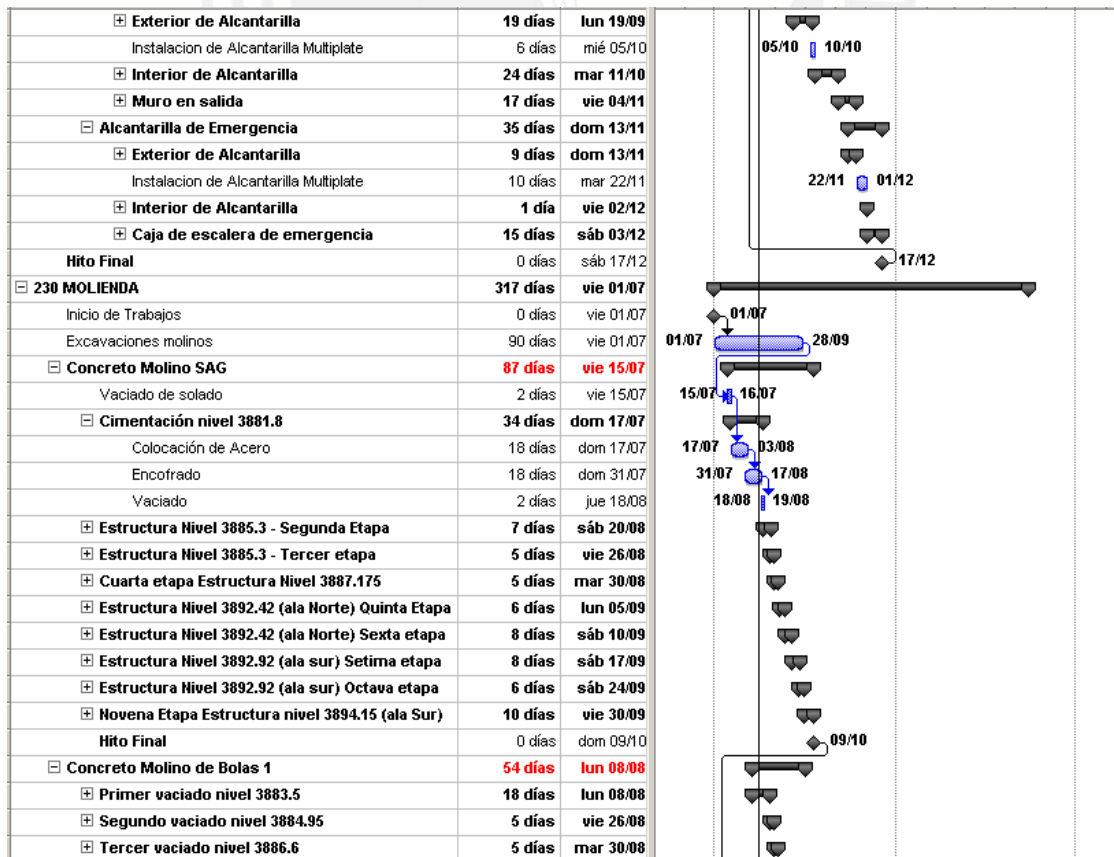
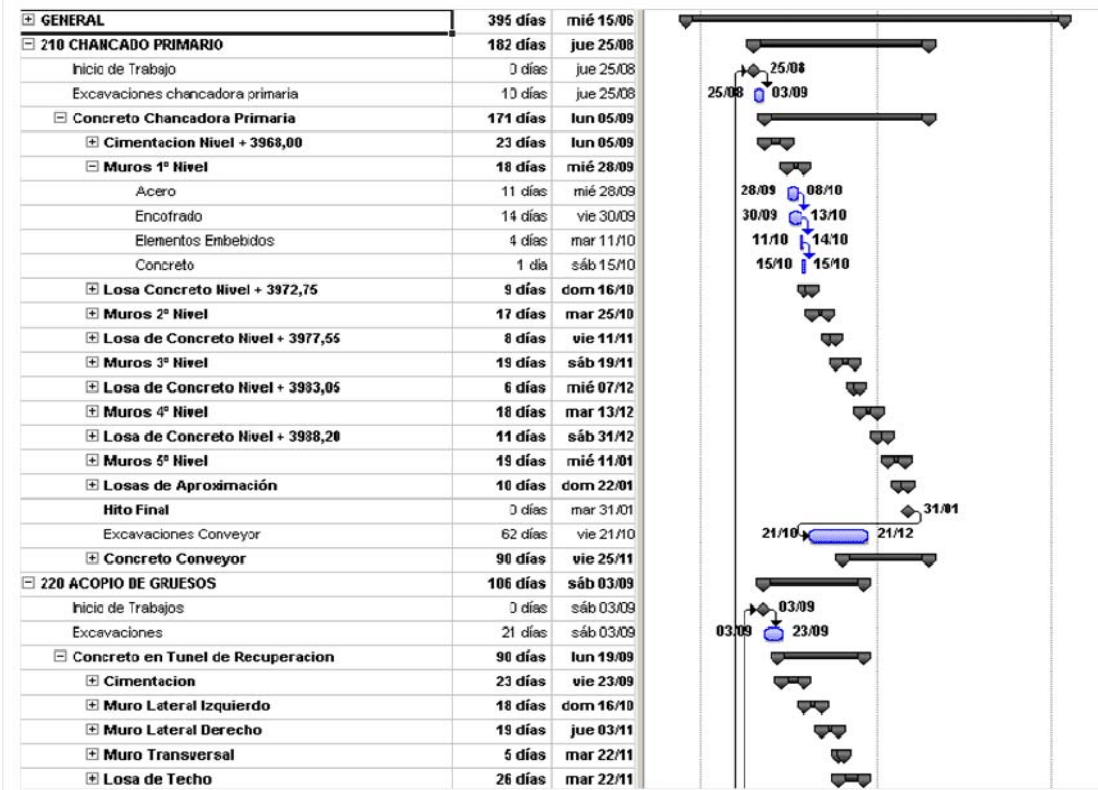
Esta metodología se basa en dividir los volúmenes de trabajo en porciones pequeñas más manejables. La programación de cada actividad se logra mediante el balance de la capacidad de las cuadrillas asignadas a cada actividad, eliminando así tiempos de espera y tiempos muertos. Siendo una ventaja para este proyecto, pues se presentaban muchos áreas de trabajos con similares características donde se pudo optimizar y ser más eficientes en el consumo de recursos de mano de obra y equipos (andamios y encofrado metálico inclusive)

Entre sus características se pudo deducir lo siguiente:

- Se trata de una programación lineal basada en lograr volúmenes de producción similares por cada día, en cada cuadrilla de trabajo.
- La cantidad de trabajo "X" que se ejecuta en cada una de las estaciones debe ser aproximadamente la misma.
- La capacidad de cada estación está diseñada para la cantidad de trabajo "X"
- Todos los días se tenía el mismo avance para este cronograma de trabajo.

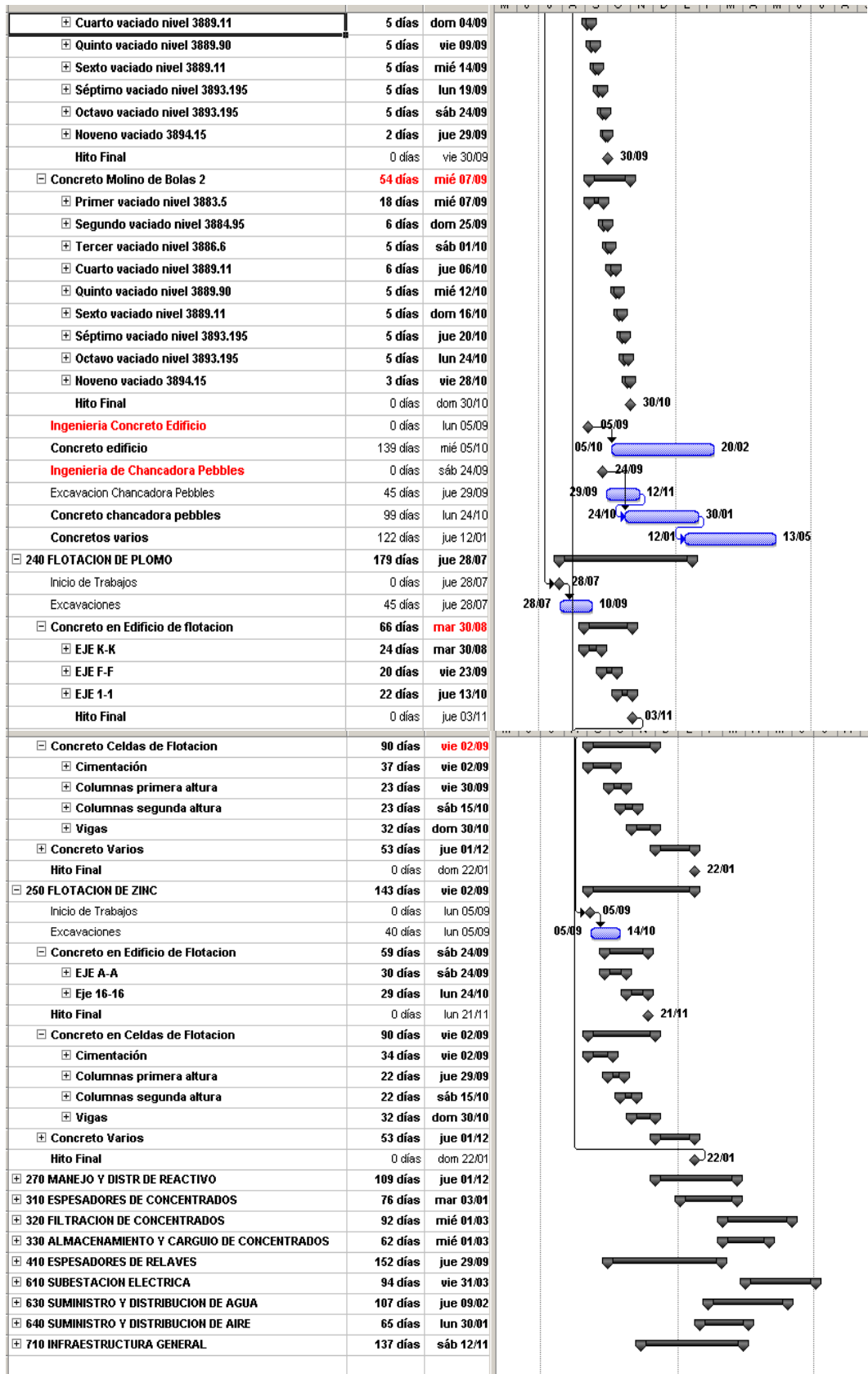
En conclusión, con esta herramienta se pudo reducir las cantidades de personal en cuestión de disponibilidad de cuadrillas de trabajo (por tanto, reducción de costos), la reducción de tiempo muertos o de stand by por actividades previas que no habían sido culminadas (reducir ineficiencias y ser más productivo) y poder tener un mejor control en el orden de las actividades para definir y controlar rendimientos para su comparación con otros frentes de trabajo similares.

Cronograma General del Proyecto (Cuadro N° 1A)

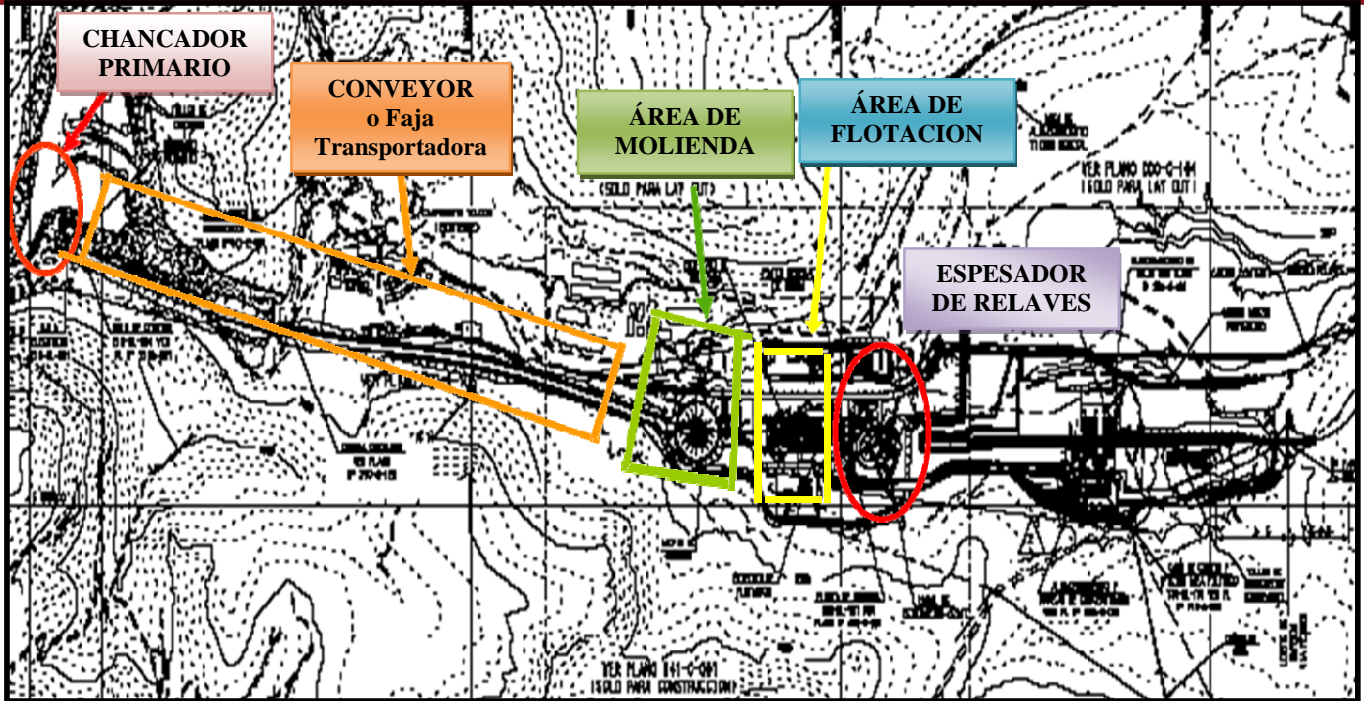


Cuadro N° CTSC – DJZB – 01 – PRO; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

...Continuación del Cronograma General (Cuadro N° 1B)



Cuadro N° CTSC – DJZB – 02 – PRO; preparado por el Ing Jasson Zevallos B



Esquema N° CTSC – DJZB – 03 – PRO; sobre ubicación de áreas, preparado por Aker Kvaerner

TREN DE ACTIVIDADES.-

EDIFICIOS DE FLOTACION																													
	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
	31-Jul	01-Ago	02-Ago	03-Ago	04-Ago	05-Ago	06-Ago	07-Ago	08-Ago	09-Ago	10-Ago	11-Ago	12-Ago	13-Ago	14-Ago	15-Ago	16-Ago	17-Ago	18-Ago	19-Ago	20-Ago	21-Ago	22-Ago	23-Ago	24-Ago	25-Ago	26-Ago	27-Ago	28-Ago
PORTICOS FLOTACION PLOMO																													
Cimentación																													
Excavación zapatas		F2	F2A	F2	F1																								
Solado zapatas			F2	F2A	F2	F1																							
Acero zapatas			F2	F2	F2	F2A			F2A	F2A	F2	F2	F2	F1		F1	F1												
Encofrado zapatas			F2	F2	F2	F2A			F2A	F2A	F2	F2	F2	F1		F1	F1												
Concreto zapatas						F1					F2			F2A			F2												
Columnas primera altura																													
Acero												a	b	c		d	e	f	g	h	i								
Encofrado													a	b		c	d	e	f	g	h			i					
Concreto													a		b	c	d	e	f	g				h	i				
Columnas segunda altura																													
Acero																								a	b	c	d	e	f
Encofrado																								a	b	c	d	e	
Concreto																								a	b	c	d		
Vigas																													
Encofrado																											a	b	
Acero																												a	
Concreto																												a	
PORTICOS FLOTACION ZINC																													
Cimentación																													
Excavación zapatas	F3	F2	F1	F1	F1																								
Solado zapatas	F3	F2	F1	F1	F1																								
Acero zapatas	F3	F3	F3	F2	F2				F2	F1	F1	F1	F1	F1		F1	F1	F3	F3										
Encofrado zapatas	F3	F3	F3	F2	F2				F2	F1	F1	F1	F1	F1		F1	F1	F1	F1										
Concreto zapatas					F1				F1			F1				F2						F3							
Columnas primera altura																													
Acero										a	b	c	d	e		f	g	h	i	j	k		l						
Encofrado										a	b	c	d		e	f	g	h	i	j		k	l						
Concreto										a	b	c			d	e	f	g	h	i		j	k	l					
Columnas segunda altura																													
Acero																								a	b	c	d	e	
Encofrado																								a	b	c	d		
Concreto																								a	b	c			

Cuadro N° CTSC – DJZB – 04 – PRO; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

HERRAMIENTAS DE PROGRAMACION

Look Ahead de Producción:

Es un cronograma de ejecución a mediano plazo, que cubre el horizonte de tiempo más conveniente para el Proyecto, el cual suele ser de 3 a 6 semanas. Este horizonte se tiene en función de las características del Proyecto (duración, ubicación, plazo de abastecimiento de materiales, plazos de logística del transporte, etc.). En general, la duración mínima del horizonte dependerá del plazo de abastecimiento de los materiales y la duración máxima de la variabilidad que pueda afectar el planeamiento del Proyecto, tal como cambios de ingeniería, plazos de llegada de suministros permanentes, etc.

Las actividades del Look Ahead se desprenden del cronograma general de ejecución del Proyecto actualizado (es decir, con todas las actividades en su real dimensión con cantidades actuales y los procedimientos a ser ejecutados en la realidad durante el Proyecto) y luego son explotadas a un mayor nivel de detalle en caso fuera necesario. Cada responsable de la producción (supervisor de campo) elaboraba el Look Ahead correspondiente de su frente o área. Los Look Aheads serán entregados semanalmente para su control y seguimiento en las reuniones de producción semanales del Proyecto.

En el proyecto se llevo esta herramienta por cada área de trabajo, según el supervisor de campo. A continuación se presenta el Look Ahead del área de molienda donde se proyecta los trabajos por actividades, para 04 semanas donde se tiene un mayor nivel de detalle cómo es mostrado en el cuadro adjunto inferior:

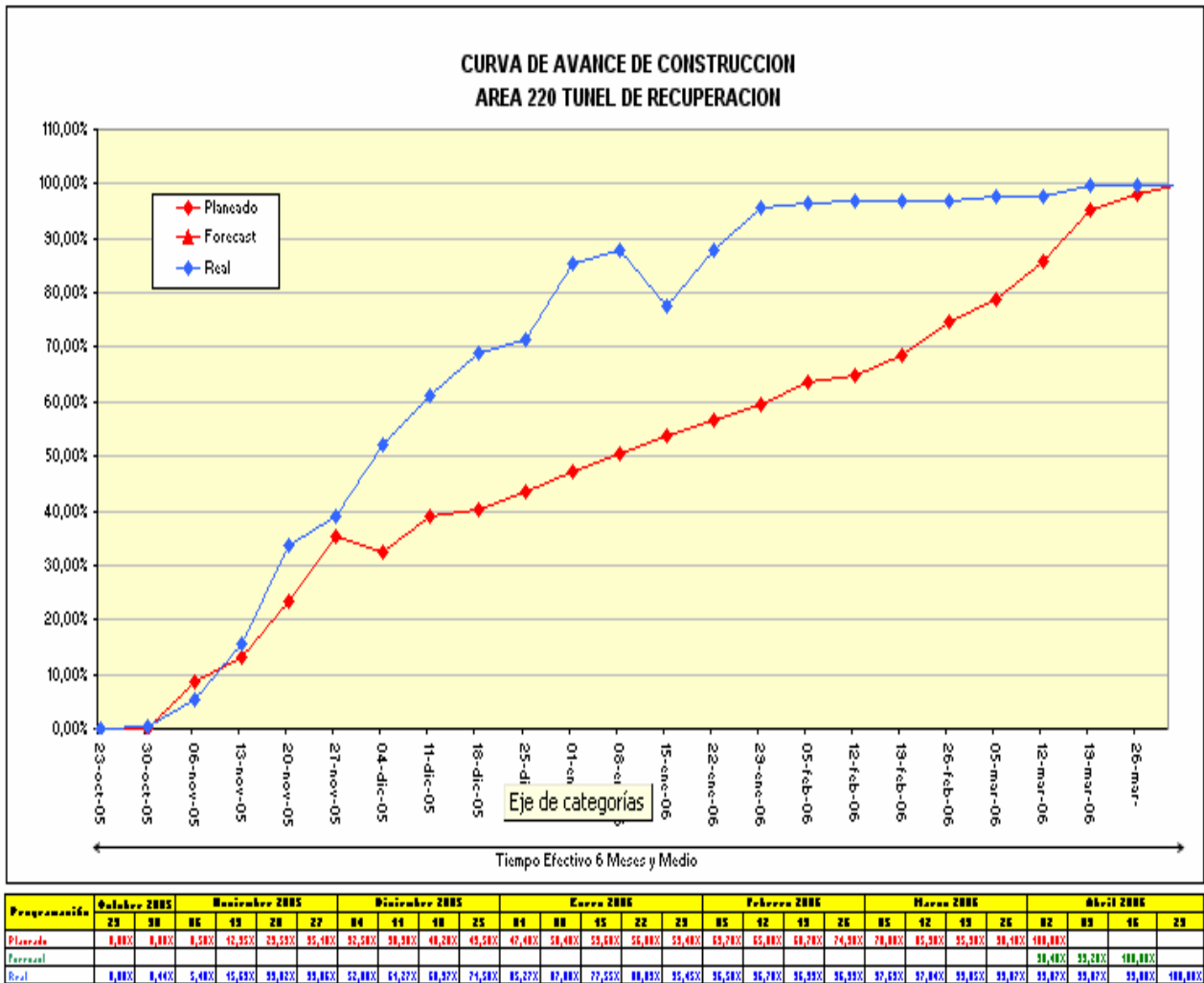
Cronograma Valorizado o Curva “S”:

Es el cronograma donde se muestra los montos a ser valorizados por el Proyecto, expresados en términos monetarios. Las valorizaciones son los pagos que efectúa el Cliente como retribución al servicio de construcción que nos ha sido contratado. Estos pagos corresponden a las actividades realmente ejecutadas durante un periodo de tiempo, el cual generalmente es mensual, y su sumatoria es igual al monto total del contrato. Se obtiene asociando las actividades que conforman el cronograma con las partidas presupuestales o ítems de pago que conforman el contrato, de manera que a cada actividad ejecutada le corresponde un monto a valorizar.

Con esta herramienta el Proyecto preveía las valorizaciones mensuales que obtenía durante la ejecución del Proyecto. Los montos valorizados mensuales y acumulados del cronograma valorizado se presentaban en un gráfico llamado Curva “S” de valorizaciones, tal como se muestran en los cuadros siguientes por cada área de trabajo desde el Chancador Primario hasta la Planta de Flotación y que servía para el control mensual del avance real contra el avance previsto de cada área del Proyecto.

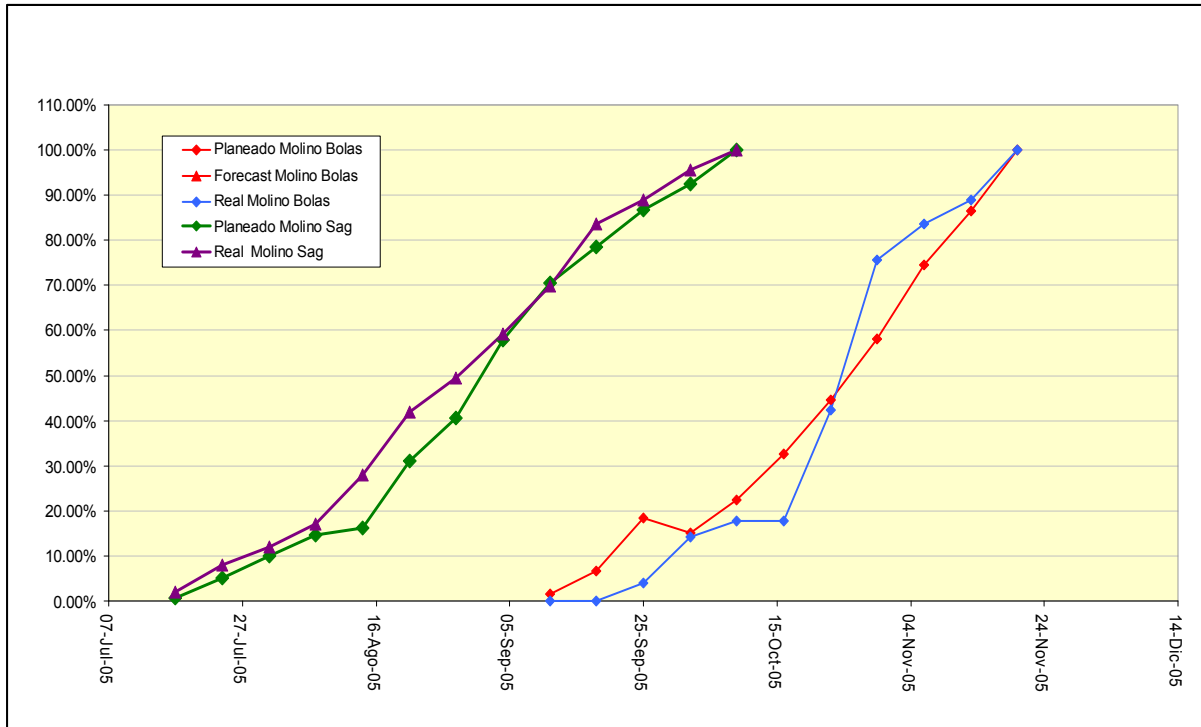
Así mismo, este tipo de control es usado para acordar las decisiones en conjunto entre el contratista y la supervisión con el cliente; para recuperar determinar de manera general los posibles causales de atraso en un frente determinar y coordinar las soluciones para recuperar el mismo con: incremento de recursos; cambios en la ingeniería; sugerir nuevos procesos constructivos; solicitar ampliaciones de plazo cuando la responsabilidad de las causales no es del Contratista. Finalmente cada aceptación de una ampliación de plazo es mostrada en la curva “S” con un diente o salto que se presenta en la continuación de la curva prevista de avance. Ejemplo, revisar la curva S del área del Chancador Primario en el mes de abril.

3.2 CURVA “S” DEL TUNEL DE RECUPERACION – AREA 220



Cuadro N° CTSC – DJZB – 07 – PRO; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

3.3 CURVA “S” DEL EDIFICIO DE MOLIENDA – AREA 230



Molino Bolas											
Programación	Sep-05			Oct-05				Nov-05			
	11	18	25	02	09	16	23	30	06	13	20
Planeado Molino Bolas	1.50%	6.70%	18.30%	15.00%	22.30%	32.70%	44.60%	58.20%	74.60%	86.40%	100.00%
Forecast Molino Bolas											
Real Molino Bolas	0.00%	0.00%	3.89%	14.29%	17.63%	17.63%	42.41%	75.61%	83.52%	88.86%	100.00%

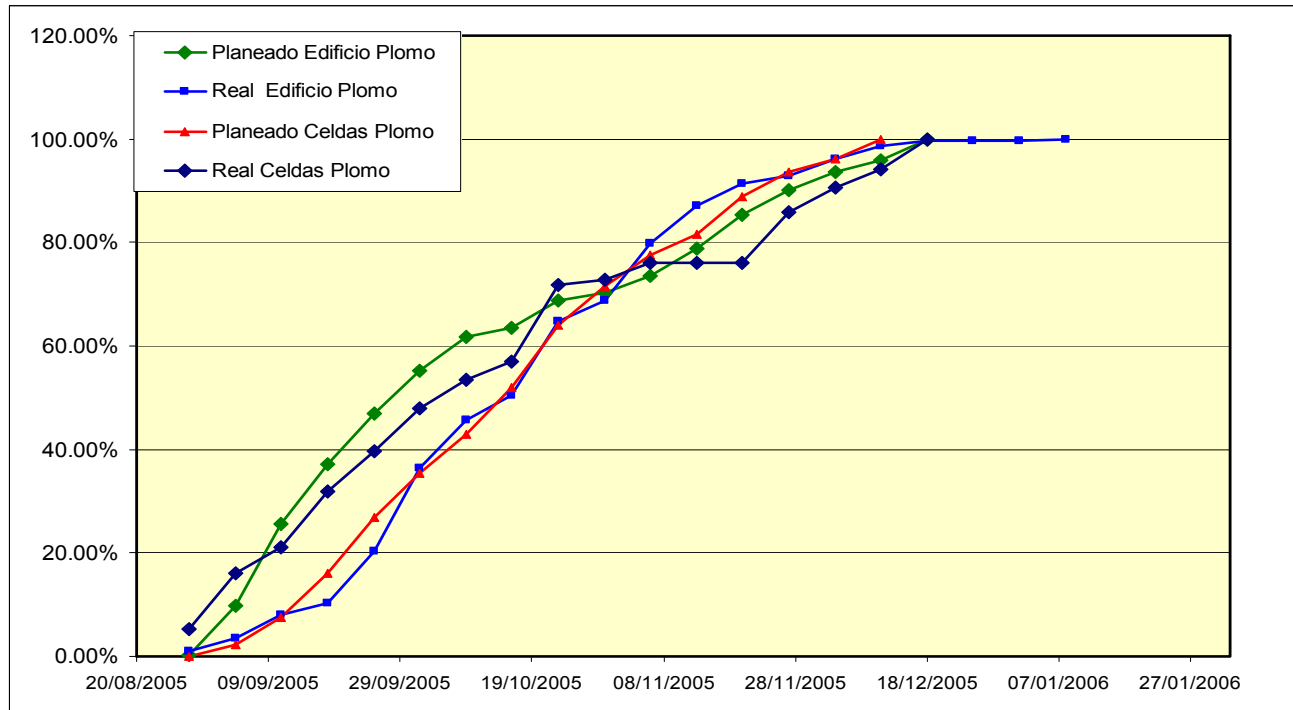
Tiempo efectivo de construcción Molino Bolas: 2 meses + 21 días

Molino Sag													
Programación	Jul-05			Ago-05				Sep-05				Oct-05	
	17	24	31	07	14	21	28	04	11	18	25	02	09
Planeado Molino Sag	0.69%	5.19%	9.91%	14.63%	16.13%	31.14%	40.56%	57.93%	70.45%	78.47%	86.82%	92.43%	100.00%
Forecast Molino Sag													
Real Molino Sag	2.00%	8.00%	12.00%	17.00%	28.00%	42.00%	49.50%	59.20%	69.87%	83.63%	89.04%	95.50%	100.00%

Tiempo efectivo de construcción Molino Sag: 3 meses + 7 días

Cuadro N° CTSC – DJZB – 08 – PRO; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

3.4 CURVA “S” DE LA PLANTA DE FLOTACION, ZINC Y BULK AREA 240 - 250



EDIFICIO DE CONCRETO PLOMO																				
Programación	Ago-05		Sep-05				Oct-05				Nov-05			Dic-05				Ene-06		
	28	04	11	18	25	02	09	16	23	30	06	13	20	27	04	11	18	25	01	08
Planeado Edificio Plomo	0.27%	9.71%	25.53%	37.21%	47.01%	55.20%	61.70%	63.50%	68.70%	70.20%	73.60%	78.80%	85.30%	90.10%	93.60%	95.80%	100.00%			
Forecast Edificio Plomo																				
Real Edificio Plomo	1.00%	3.52%	7.95%	10.20%	20.26%	36.36%	45.60%	50.50%	64.73%	68.91%	79.92%	87.13%	91.34%	92.94%	96.22%	98.62%	99.63%	99.73%	99.73%	100.00%

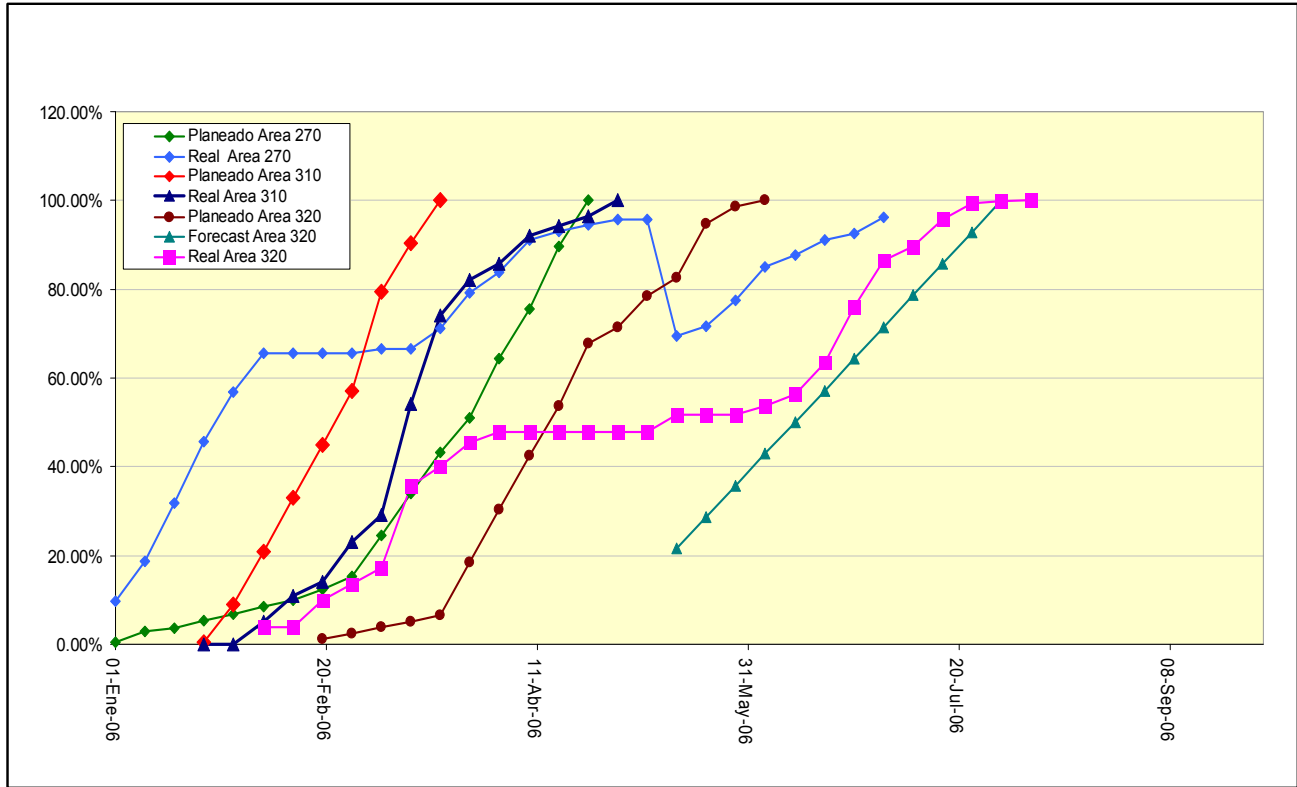
Tiempo efectivo de construcción Edificio de concreto flotación plomo: 4 meses + 21 días

CELDAS FLOTACION PLOMO																	
Programación	Ago-05		Sep-05				Oct-05				Nov-05			Dic-05			
	28	04	11	18	25	02	09	16	23	30	06	13	20	27	04	11	18
Planeado Celdas Plomo	0.00%	2.17%	7.62%	16.09%	26.82%	35.45%	43.04%	52.06%	63.94%	71.51%	77.50%	81.70%	88.90%	93.70%	96.10%	100.00%	
Forecast Celdas Plomo																	
Real Celdas Plomo	5.20%	16.00%	21.00%	31.88%	39.69%	47.88%	53.55%	57.04%	71.74%	72.73%	76.09%	76.09%	76.09%	85.79%	90.57%	94.12%	100.00%

Tiempo efectivo de construcción Celdas flotación plomo: 4 meses

Cuadro N° CTSC – DJZB – 09 – PRO; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

3.5 CURVA “S” DEL ÁREA MANEJO DE REACTIVOS – AREA 270; ESPEADORES DE CONCENTRADO – AREA 310; FILTRO DE CONCENTRADOS – AREA 320



ESPEADORES DE CONCENTRADO															
Programación	Ene-06		Feb-06				Mar-06				Abr-06				
	22	29	05	12	19	26	05	12	19	26	02	09	16	23	30
Planeado Area 310	0.56%	9.00%	21.00%	33.00%	45.00%	57.00%	79.40%	90.40%	100.00%						
Forecast Area 310															
Real Area 310	0.00%	0.00%	5.15%	10.83%	14.13%	23.18%	29.13%	54.13%	74.13%	82.06%	85.79%	92.06%	94.30%	96.45%	100.00%

Tiempo efectivo de construcción Espesador de Concentrado: 3 meses + 14 días

FILTROS DE CONCENTRADO																													
Programación	Feb-06				Mar-06				Abr-06					May-06				Jun-06				Jul-06			Jul-06				
	05	12	19	26	05	12	19	26	02	09	16	23	30	07	14	21	28	04	11	18	25	02	09	16	23	30	06		
Planeado Area 320			1.11%	2.46%	3.78%	5.12%	6.46%	18.46%	30.46%	42.46%	53.79%	67.80%	71.50%	78.50%	82.60%	94.80%	98.60%	100.00%											
Forecast Area 320															21.50%	28.64%	35.77%	42.91%	50.05%	57.18%	64.32%	71.45%	78.59%	85.73%	92.86%	100.00%			
Real Area 320	4.00%	4.00%	10.07%	13.68%	17.29%	35.67%	40.83%	45.43%	47.76%	47.76%	47.76%	47.76%	47.76%	47.76%	51.72%	51.72%	51.72%	53.75%	56.43%	63.43%	75.39%	86.54%	89.58%	95.53%	99.44%	99.91%	100.00%		

Tiempo efectivo de construcción Filtros de Concentrado: 6 meses + 7 días

Cuadro N° CTSC – DJZB – 10 – PRO; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

Programación	Ene-06				Feb-06				Mar-06				Abr-06				May-06				Jun-06			Jul-06				
	01	08	15	22	29	05	12	19	26	05	12	19	26	02	09	16	23	30	07	14	21	28	04	11	18	25	02	
Planeado Area 270	0.50%	2.80%	3.70%	5.40%	6.80%	8.60%	10.00%	12.40%	15.23%	24.57%	33.90%	43.12%	51.12%	64.30%	75.60%	89.70%	100.00%											
Forecast Area 270																												
Real Area 270	9.60%	18.61%	31.94%	45.62%	56.79%	65.67%	65.67%	65.67%	65.67%	66.62%	66.62%	71.07%	79.24%	83.69%	91.05%	93.01%	94.41%	95.67%	95.67%	69.25%	79.50%	89.75%	100.00%					

Tiempo efectivo de construcción Manejo de Reactivos: 6 meses + 7 días

CAPITULO 4. PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

4.1.1 CHANCADOR PRIMARIO – AREA 210

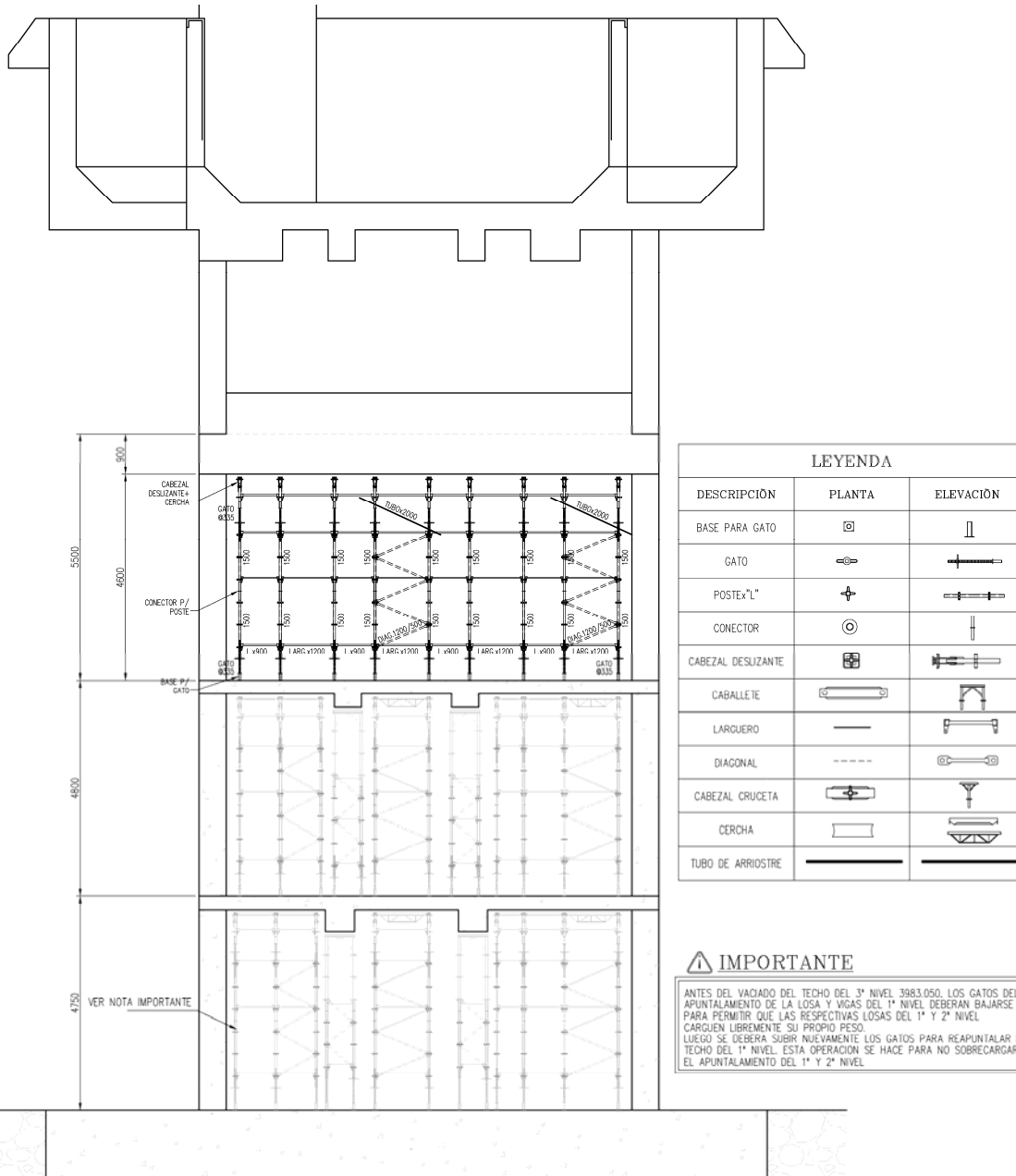
Para la construcción del chancador primario, se había previsto la instalación de una torre grúa de 4.0 Ton y en la punta de 2.0 Ton de capacidad, con un brazo de 65 mt. y una altura de 30 metros marca Pecco, que fue instalada en el lado sur del chancador, permitiendo el izaje de todos los elementos de construcción, como: acero de refuerzo, encofrado (madera y metálico), insertos metálicos embebidos, etc.

Los encofrados utilizados en los diversos elementos de concreto, fueron del tipo EFCO (metálicos para ensamblaje manual), permitiendo obtener un concreto caravista con muy poco resane y/o burbujas. Los encofrados para las losas de los diferentes niveles han sido diseñados y calculados por el área de ingeniería del proveedor del encofrado metálico y verificados por el contratista.

Para el acceso provisional a los diferentes niveles se ha utilizado andamios ULMA tipo BRIO, los cuales son de excelente performance y se adaptan a las exigencias de seguridad. Estos andamios se instalaron en el perímetro exterior del chancador, completándose con el EFCO, como estructura de apoyo para los elementos en volado y pasarelas de acceso para efectuar los resanes propios del concreto post-vaciado. La instalación de los andamios nos permitió mas accesibilidad a todas las áreas del proyecto, por lo tanto mejoró la productividad y seguridad durante la colocación de los encofrados y posteriormente durante el desencofrado, principalmente en los muros laterales.



El vaciado del concreto se efectuó con una bomba de concreto Putmeizter de capacidad de vaciado en 100 m³ de concreto por hora y un camión bomba para transportar el concreto hasta 30 mts. por encima de la superficie (en reemplazo de tuberías de concreto que es menos eficiente en rapidez para su instalación y seguridad en altura).



**Diseño de Encofrado EFCO para los diferentes niveles del Chancador
Plano N° PLSC – DJZB – 01 - PC**

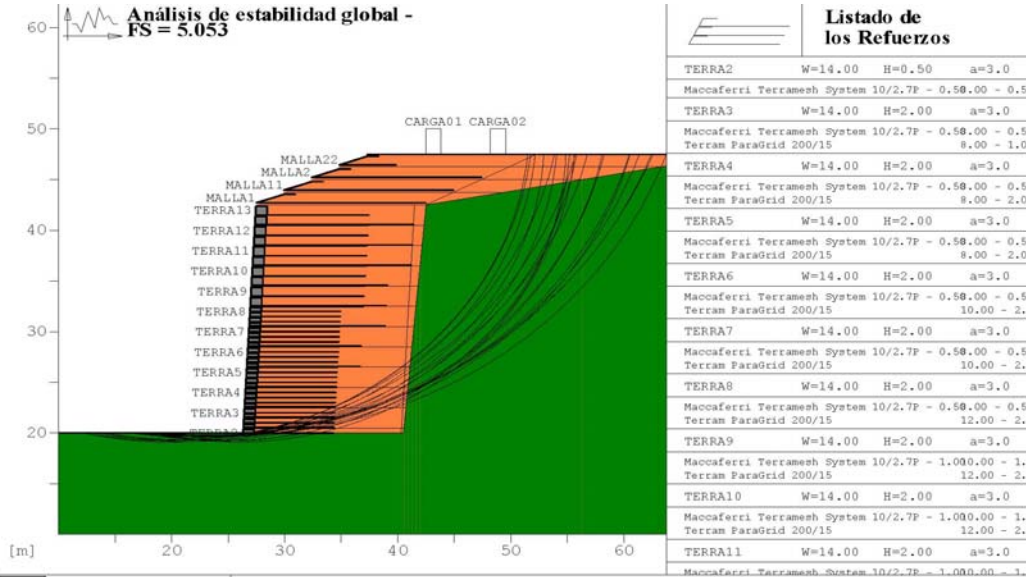
4.1.2 MURO DE TIERRA ARMADA

En todo chancador primario se tiene la necesidad de construir un muro de contención en sus dos costados, los cuales permitirán en su parte superior la creación de una gran superficie donde se recibe el mineral, que llegan a través de los camiones (Haulpak) de gran tonelaje, con el mineral desde el tajo abierto. Por tanto, los muros de contención se ejecutan por lo general a través de estructuras de tierra armada debiendo tener presente, las siguientes consideraciones para su diseño:

- Definir el tipo de patente a ser utilizado (tipo de diseño y marca).
- Calificar el tipo del acabado de la superficie vertical expuesta (gaviones, malla galvanizada, planchas de concreto).
- Los cálculos están basados específicamente en la estabilidad de taludes
- Es importante verificar los cálculos y tener en consideración las superficies de falla en cada nivel, considerando su estabilidad para colocar los tirantes de anclaje (ver diagrama 1).
- Como cualquier muro de contención debe de tener una cimentación de arranque que se logre un empuje pasivo inicial.
- Es muy importante mantener constante el empuje activo durante la vida útil del muro de contención, para lo cual se debe de evitar la saturación del material de relleno por las lluvias.
- El punto anterior se logrará a través de un buen diseño de drenajes en el interior del relleno del muro de contención, que consiste en:
 - ✓ Drenajes en la superficie de circulación, permitiendo la eliminación del agua hacia zonas de descarga;
 - ✓ En la superficie vertical construir un dren francés;
 - ✓ Efectuar mantenimiento continuo.
- El proveedor de la tierra armada, deberá enviar previo al inicio de las actividades u obra, el diseño y cálculos de la estabilidad del muro.
- Se debe de exigir la presencia del proveedor al inicio y durante todo el tiempo de su construcción y al final de su conformidad por el trabajo ejecutado.
- El tiempo de ejecución es máximo dos meses para una altura de 28 mt.

Calculo de Estabilidad de la Tierra Armada HILFIKER MSE (Diagrama 1)

- Se puede ver el cálculo detallado de la estabilidad.
- Los factores de seguridad son altos, mayores de 5.
- La ubicación de los tensores debe de estar claramente definido.

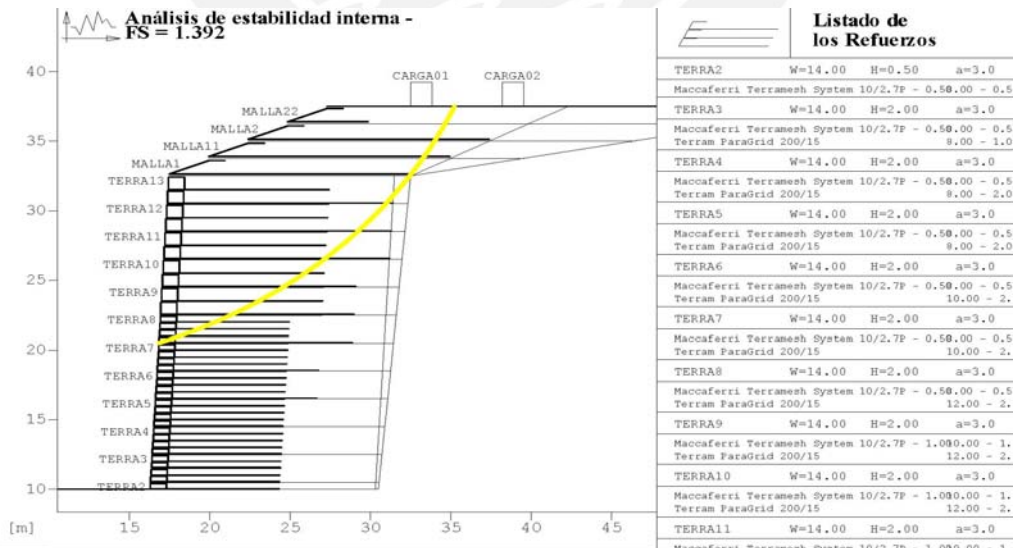


Macstars 2000
Maccaferri
Stability Analysis
of Reinforced Slopes
Fecha: 14/09/2004
Carpeta:

Nombre del proyecto: Proyecto Chancadora Primaria

Sección Transversal: Sección h=22.5m
Archivo: Seccio-1

- Los cálculos internos de la estabilidad del talud, son muy importantes en su verificación en cada etapa.
- En cada nivel se verifica la estabilidad del talud, a través de los diferentes métodos de cálculo.



Macstars 2000
Maccaferri
Stability Analysis
of Reinforced Slopes
Fecha: 14/09/2004
Carpeta:

Nombre del proyecto: Proyecto Chancadora Primaria

Sección Transversal: Sección h=22.5m
Archivo: Macsta-1

Cuadro Nº CTSC – DJZB – 01 - PC

Fotografías: Se muestra el sistema de amarre del muro con los tirantes de anclaje:



Fotografías tomadas por Ing Jasson Zevallos B.

4.1.3 DIFICULTADES CONSTRUCTIVAS – AREA 210

Aceros de empalmes a un mismo nivel.-

Una de las dificultades constructivas fue en los fierros de arranque de los muros que salen de la zapata, con una longitud igual al traslape de 2.00 mt en todo su recorrido por diseño; sobre la cual, se arman los aceros verticales de 12 mt de longitud y diámetros $\varnothing 25$ mm y $\varnothing 36$ mm para la conformación del muro.

Después de la colocación del acero, debido a los fuertes vientos de la zona; se colapso; causando atraso en su construcción, ya que tuvo que retirarse todo el acero y volver a instalarlo en su sitio tomando las previsiones del caso. Para asegurar la nueva colocación del acero vertical se fabricaron dados de concreto anclados a



través de arriostres con alambre de acero, el cual rigidizó el fierro colocado en diferentes direcciones. Es importante anotar que la supervisión no permitió colocar alambres sobre las losas para arriostrar o amarrar las estructuras y/o colocar muertos para el encofrado por asegurar que la losa sufriera posibles fallas por este tema.

La construcción de los muros del último nivel del Chancador.-

Otra dificultad constructiva presentada debido a la altura considerable del muro, fue que el acero de refuerzo era muy denso y la gran cantidad de insertos metálicos que forman parte del blindaje de la estructura; dificultaba una buena colocación del concreto. Para superar este impase, se perforó ventanas en el blindaje con equipo de oxicorte, a una altura intermedia del muro y en la parte superior (ver fotografía); el cual permito finalmente un adecuado vaciado del concreto.



Fotografías tomadas por el Ing Jasson Zevallos B

4.2.1 TUNEL DE RECUPERACION – AREA 220

El proceso constructivo del túnel de recuperación se elaboro en tres tramos (norte, central y sur), iniciándose con la limpieza, nivelación y compactación de la base de fundación de todo el túnel. Para luego realizar un solado de 5 cm de espesor y con un concreto de 14 MPa. de resistencia.

Posteriormente, se procedió a la colocación del encofrado metálico y el armado del acero en las zapatas de los tramos norte y sur; luego se dio paso al vaciado de las zapatas de dichos tramos incluyendo la instalación del water stop en juntas. Culminado los tramos extremos, se procedió a realizar el armado, encofrado y vaciado de las zapatas del tramo central.

Culminada las zapatas, se procedió armar y encofrar los muros laterales del túnel; el vaciado se realizo en dos alturas diferentes, para después continuar con el vaciado de los muros norte y sur con todos sus detalles constructivos. El muro sur termina en una puerta en forma de bóveda circular, que está unida con la alcantarilla y el muro de contención. Se finaliza la estructura, con el vaciado de concreto de las losas superiores. En cada una de las etapas del tren de actividades se tenía planeado que el alzaprímado (conjunto de encofrado y andamios) se colocara en los tramos norte, sur y central respectivamente para poder vaciar la losa del techo. Al colocarse las armaduras del techo con el water stop en las juntas, también se considero dejar los espacios respectivos para colocar los insertos que dan lugar a las bocas de alimentación del túnel.



Foto N° FSC – DJZB – 08



Foto N° FSC – DJZB – 09

Fotografías tomadas por el Ing Jasson Zevallos B

Es importante indicar la necesidad de efectuar la protección del concreto debido a la variación de temperatura (por tener condiciones climáticas extremas en la zona) a través de mantos plásticos, así como la colocación de calentadores a gas y/o kerosene dentro de carpas o cubiertas de gran volumen de protección.



Muro de Contención

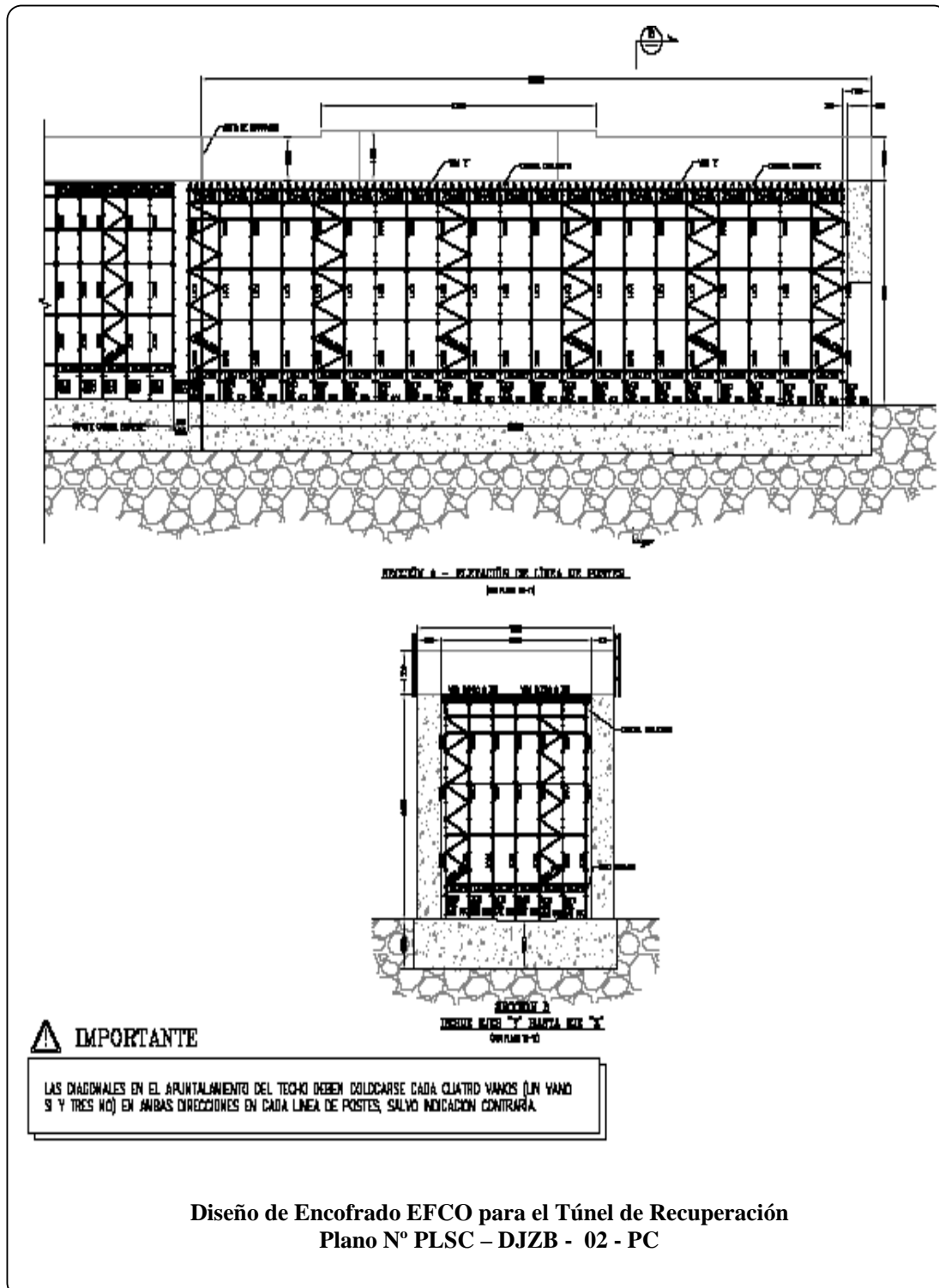
La excavación y la compactación de la cimentación del muro de contención se realizó con equipos pequeños (retroexcavadoras y rodillos autopropulsados de 2 Ton). Luego se procedió a armar el acero de la zapata y su vaciado. El armado del muro se realizó de manera uniforme, es decir a todo lo largo de la estructura. Luego el vaciado se realizó en tres etapas por la altura total de la estructura; para ello, se instalaron los andamios ULMA que ayudaron a subir las planchas del encofrado metálico EFCO con los puntales largos. Finalmente, se efectuó la instalación de la tubería corrugada \varnothing 3.6 m que fue recortada en su longitud, conforme a lo requerido en obra con la topografía del terreno.

Para la protección de la tubería, se realizó una limpieza mecánica aplicando el inhibidor de corrosión (brighth zinc), y luego con el aditivo sikaflex como tratamiento entre la tubería corrugada y el concreto.



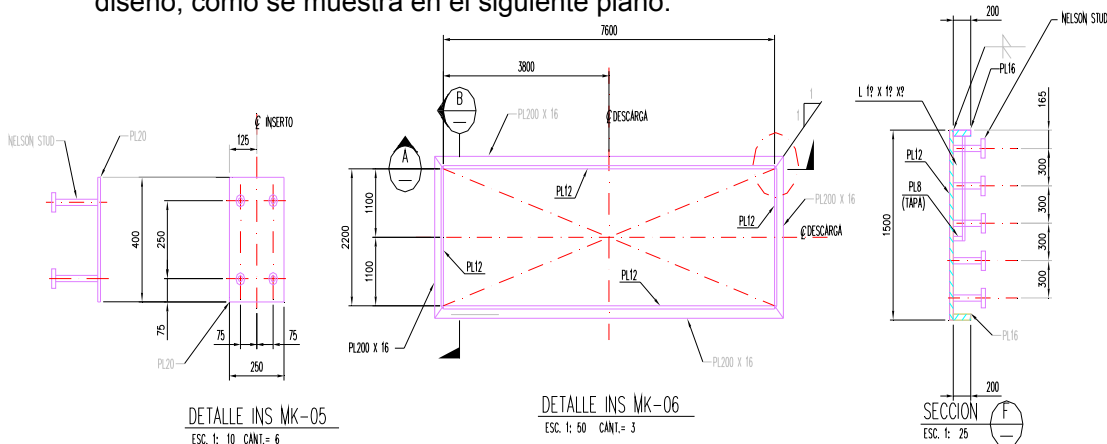
Fotografías tomadas por el Ing Jasson Zevallos B

Para la instalación de la tubería corrugada, se elaboro un proceso constructivo que permitía la correcta unión entre tramos con el apoyo de andamios y herramientas para los ajustes al torque requerido. Se utilizo un camión grúa de 8 Ton de capacidad a tiempo completo para el armado del arco diámetro de la tubería corrugada.



4.2.2 DIFICULTADES CONSTRUCTIVAS – AREA 220

- Uno de los inconvenientes durante su construcción, fue el desplomo de los aceros armados del muro de contención, debido al retiro de los andamios de soporte. Los mismos fueron retirados por ser necesitados en otra área, sin tomar la precaución de asegurar su anclaje y de esta forma en evitar o contrariar los vientos fuertes, que ocasionaron el doblado de la armadura, y el respectivo atraso de una semana. Si bien no se perdió el acero, se rehabilito el mismo para volver a armar el muro de contención.
- A medida que se fue armando el acero en el muro de contención, se observo que debido a la malla exterior formada por dowells de 36 mm separados a cada 10 cm y empalmados con aceros verticales también de 36 mm; cabía la posibilidad de tener cangrejas cuando se iniciase el vaciado del concreto. Es por ello, que se decidió modificar el ancho del muro aumentando 5 cm en las caras laterales del muro, cambiando el ancho inicial de 90 cm. a 100 cm. Finalmente el concreto podría compactarse perfectamente dentro del acero.
- Según los planos de construcción, los insertos metálicos (ubicados al ingreso del túnel en su parte superior) debían estar embebidos junto con la losa del techo; pero debido a un retraso en su llegada, se tuvo que vaciar la losa sin los insertos, dejando una distancia adicional para después acoplar los mismos. Los insertos del tipo rectangular, llegaron armados completamente no pudiendo encajar dentro de la losa vaciada. Es por ello, que tuvieron que ser cortados para ser instalados y ser soldados nuevamente. Esto ocasiono problemas en la instalación de los pernos nelson stud para la futura instalación de los equipamientos; y por ello se realizaron modificaciones en el diseño, como se muestra en el siguiente plano:



4.3.1 AREA DE MOLIENDA – AREA 230

Uso de Torre Grúa

Para la construcción del área de molienda se ha previsto la instalación de una torre grúa de 4.0 Ton y en la punta 2.0 Ton de capacidad, con un brazo de 45.0 mt. y una altura de 21.0 mt. (7 cuerpos) marca Pecco, que fue instalada en el lado este, centrada entre el molino SAG y los molinos bolas, de forma que el brazo cubriera al máximo el área de trabajo. Esto permitió el izaje de los elementos de construcción tales como: acero de refuerzo, encofrado, insertos metálicos embebidos, etc.



Fotografías tomadas por el Ing Jasson Zevallos B

Actividad del Encofrado

Los encofrados utilizados en los diversos niveles dentro de las fases fueron diseñados por el proveedor EFCO, los cuales nos han permitido obtener un concreto para una obra industrial del tipo caravista, con muy poco resane y/o burbujas. Para la construcción de los tres grandes bloques de concreto, fue necesaria una planificación detallada que permitiera la instalación de los pernos, insertos, pases, etc. correctamente en cada nivel de las estructuras. Como se mostrara a continuación en la secuencia de vaciado, en algunos casos se vaciaron juntas (con el respectivo wáter stop) no previstas en planos originales; en algunas fases específicamente, para lograr una optimización de vaciados de grandes volúmenes y un buen acabado final definitivo.

Cimentación Molino Bolas 2 (1) 23-08-05 ENCOFRADOS



Foto N° FSC – DJZB – 13

Fotografías tomadas por el Ing Jasson Zevallos B

Actividad del Concreto

Para las diferentes fases mostradas en el plan de vaciado del concreto (esquemas de planeamiento de vaciado, que se muestran posteriormente), fue necesario tomar en consideración los siguientes detalles que se indican a continuación:

- Para volúmenes grandes de concreto, se genera una producción de alto calor de hidratación.
- La variación de temperatura; durante el día en las épocas de junio varían desde 18°C en el día, hasta 10°C bajo cero en las noches, teniendo una variación de más de 30°C durante las 24 horas. Por tanto, se utilizó aditivos como el FRIOPLAST A-6, para hormigones sometidos a ciclos constantes de hielo y deshielo.
- Para trabajar en estas condiciones, además se instalaron carpas de protección para contrarrestar la evaporación del agua por los 18°C en el día y el ciclo de hielo y deshielo.
- Se instalaron en las noches calentadores a gas y de kerosene para mantener una gradiente de temperatura no mayor a 10°C, por especificaciones del ACI. Fue necesario colocar equipos de generación de calor (dragones que eran equipos importados de USA) hasta 4 unidades instalados en algunos casos.

- El calor de hidratación fue medido y llegó hasta 40°C, no afectando la resistencia del concreto.
- Para obtener un concreto con una relación agua cemento entre 0.45 a 0.50 se utilizó el aditivo SIKAMENT FF-86 que es un superplastificante, y que es importante indicar, que este no contiene cloruros y por lo tanto, no daña la piel de los trabajadores en contacto con el mismo.

Vaciado cimentación Molino Sag (1) 18-08-05



Foto N° FSC – DJZB – 14

Vaciado cimentación Molino Sag (2) 18-08-05

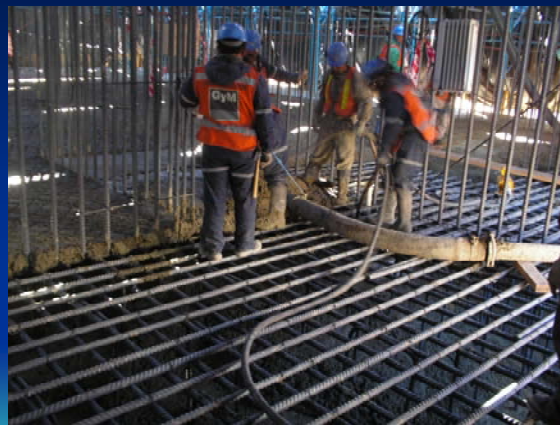
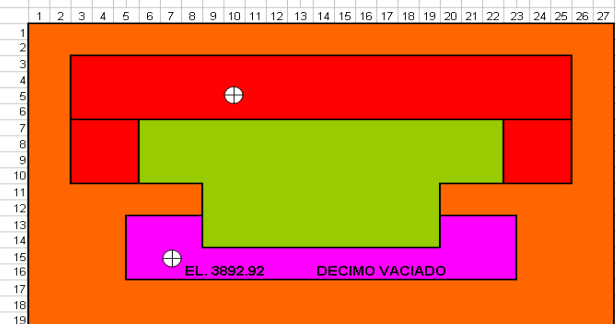
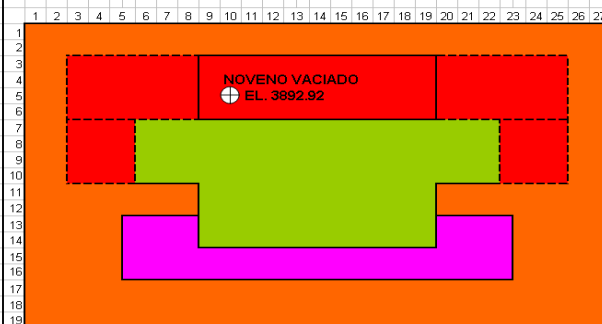
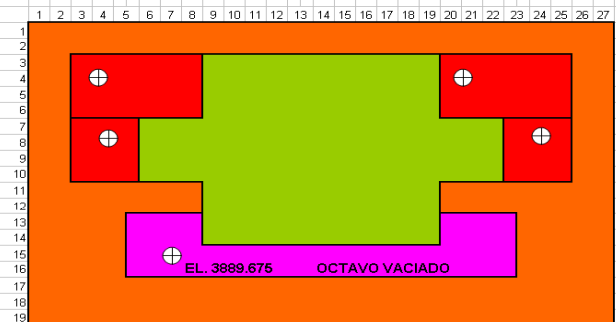
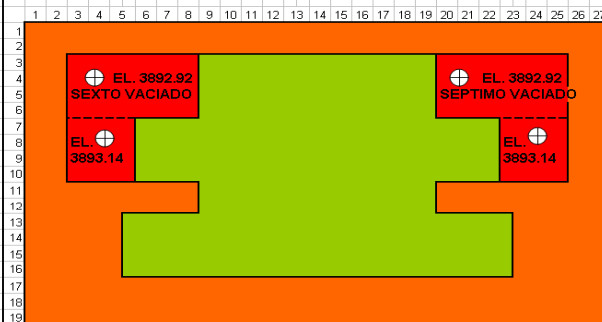
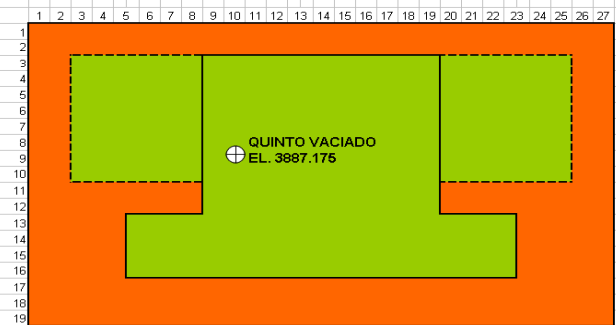
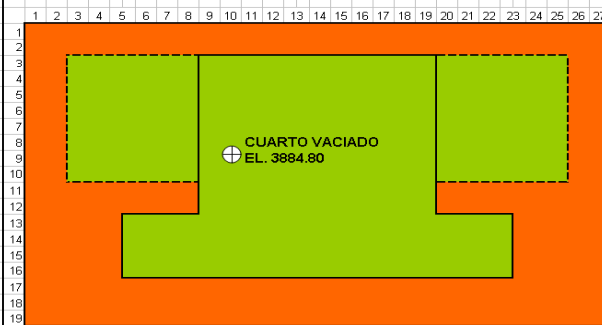
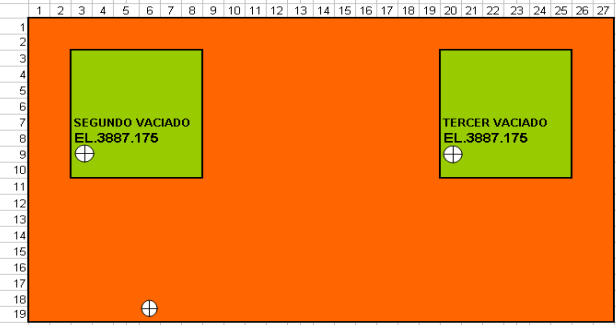
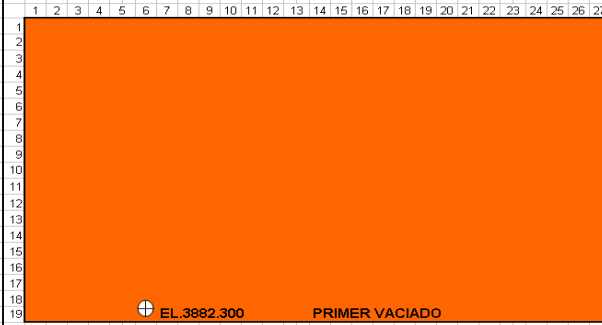


Foto N° FSC – DJZB – 15

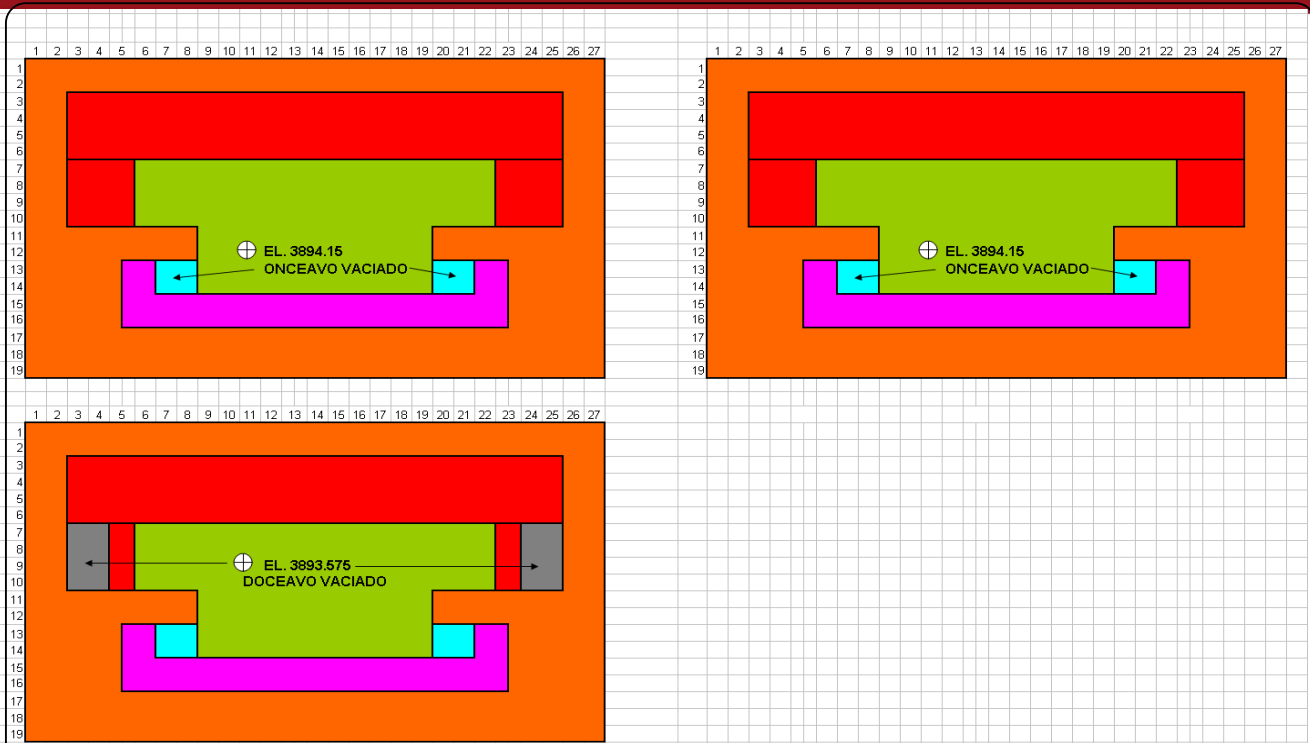
Fotografías tomadas por el Ing Jasson Zevallos B

PLANEAMIENTO DE VACIADO DEL MOLINO SAG

MOLINO DE SAG



Esquema N° CTSC – DJZB - 02 – PC; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

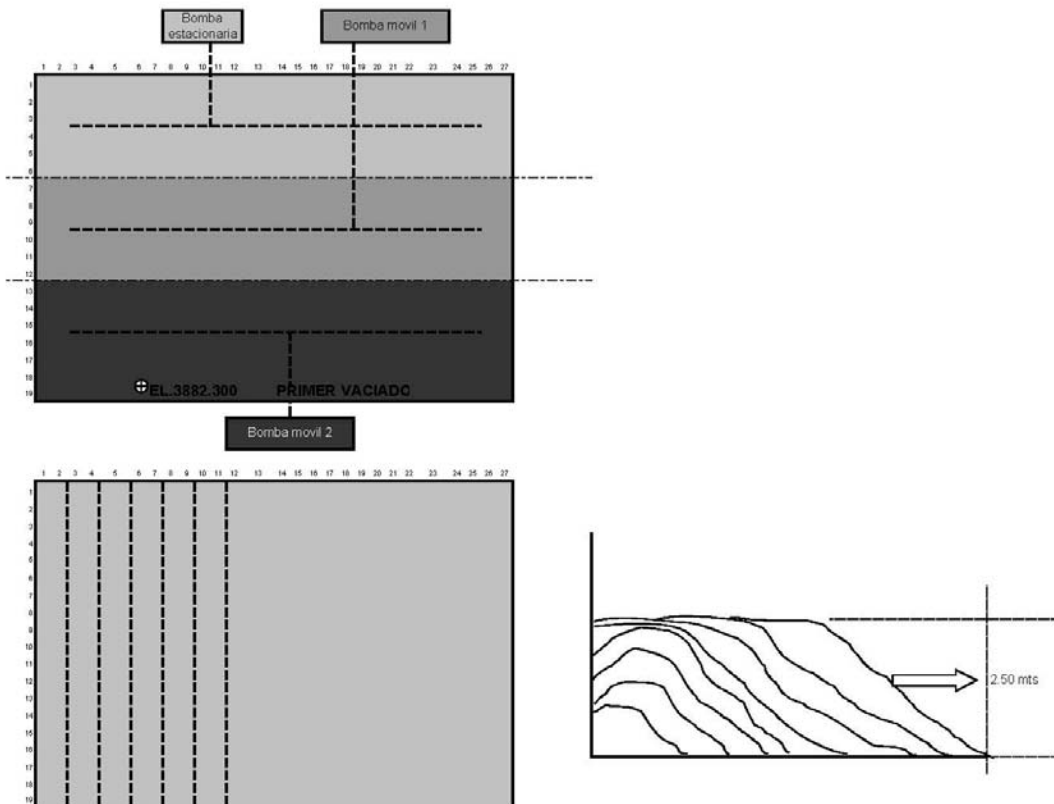


Esquema N° CTSC – DJZB – 03 – PC; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

Insertos y/o Embebidos

- Este tema fue de mucha precisión donde las tolerancias son muy exigentes; porque el tamaño es importante en hacer una fijación muy segura, los cuales no estaban definidos en los planos de montaje.
- Los pernos para los equipos fueron suministrados por el mismo proveedor, quien garantizara el funcionamiento de los mismos.
- Los pernos son de una gran variabilidad en dimensiones, llegando incluso hasta 3.15 m de longitud, con sus respectivas camisetas.
- La logística efectuada para la fabricación de los insertos, pernos y elementos embebidos tuvieron gran variabilidad en las características técnicas de resistencia y dureza; por lo tanto, es necesario contar con proveedores de calidad con talleres de muy buen nivel en dobladoras, roladoras, tornos, soldadoras y personal calificado que permitan garantizar los trabajos respectivos. Estos mismos fueron fabricados en su mayoría en el Perú y en Chile, demostrando que el Perú se obtenían menores plazos de fabricación en talleres y menores costos (precios del acero por Siderperu), pero que era desfavorable en los plazos de transporte y desaduanaje en Perú y Bolivia.

MOLINO SAG



Dimensiones

Largo 26.80 metros
 Ancho 19.00 metros
 Altura 2.50 metros
 Volumen de concr 26.80 x 19.00 x 2.50 mt **1,273 m3**

Equipo requerido

- 2 Bombas móviles de 35 m3 por hora
- 1 Bomba estacionaria con capacidad de 30 m3/hr
- 1 Bomba estacionaria en stand by
- 6 Camiones concretos de 8m3 para el vaciado
- 1 Camión concreto de 8 m3 en stand by
- 4 Vibradores de 2 1/2"
- 2 Vibradores de 2 1/2" en stand by

Personal requerido para la colocación

- 1 Capataz
- 3 Operadores de bomba
- 4 Vibradoristas
- 2 Ayudantes para vibradoristas
- 2 Ayudantes para manipulación de las mangueras
- 2 Ayudantes lamperos
- 6 Operarios albañiles
- 1 Electricista
- 1 Mecánico

22

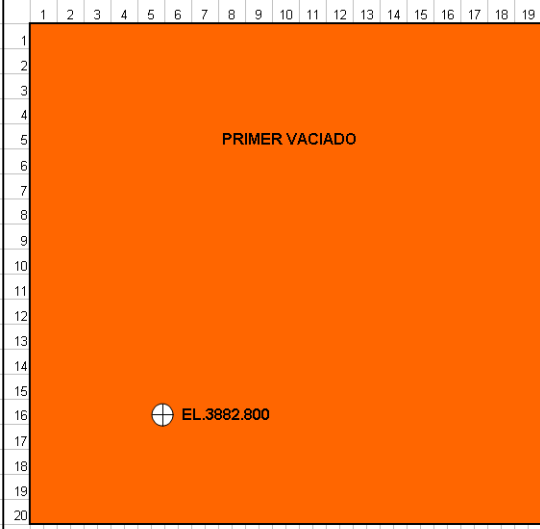
El volumen de vaciado previsto es de 80 m3/hr

Tiempo total de vaciado 17a 18 hrs

Cuadro N° CTSC – DJZB – 04 – PC; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

PLANEAMIENTO DE VACIADO DEL MOLINO BOLAS

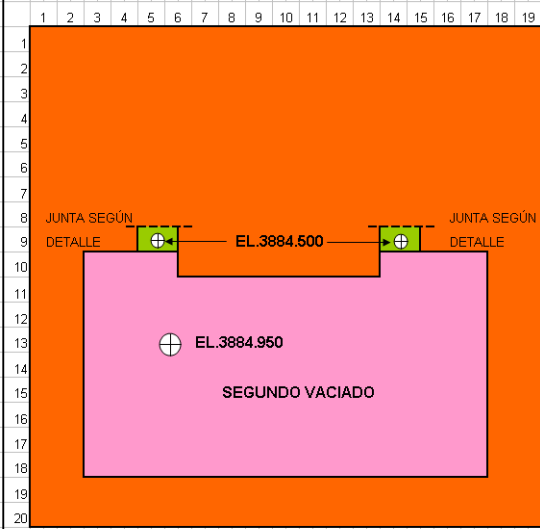
MOLINO DE BOLAS



PRIMER VACIADO H=2 MTS

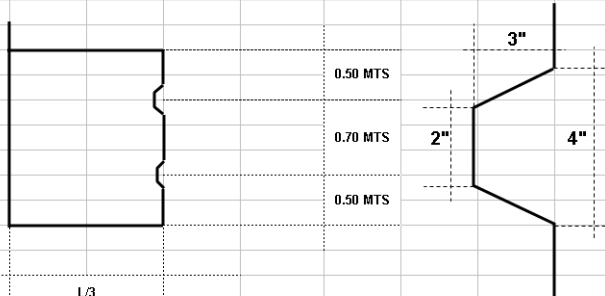
VOLUMEN CONCRETO M3:	767.22 M3	
AREA ENCOFRADO (M2):	156.76 M2	3.5 HH/M2
ACERO (KG)	37654 KG	0.03 HH/KG

	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	18	548.7	3.0
CUADRILLA FIERREROS	10	1129.6	11.3
CUADRILLA CONCRETEROS	6		



SEGUNDO VACIADO H=2.15 MTS y 1.70 MTS

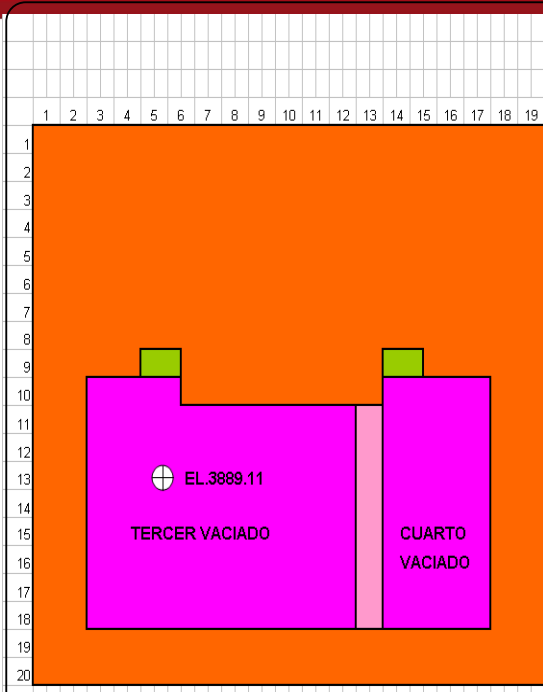
VOLUMEN CONCRETO M3:	257.3 M3	
AREA ENCOFRADO M2:	113.4 M2	3.5 HH/M2
KILOS ACERO:	5300.0 KG	0.04 HH/KG



DETALLE DE JUNTA VERTICAL

	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	18	396.8	2.2
CUADRILLA FIERREROS	10	212.0	2.1
CUADRILLA CONCRETEROS	6		

Esquema N° CTSC – DJZB – 05 – PC; preparado por el Ing Jasson Zevallos B



TERCER VACIADO H=4.16 MTS

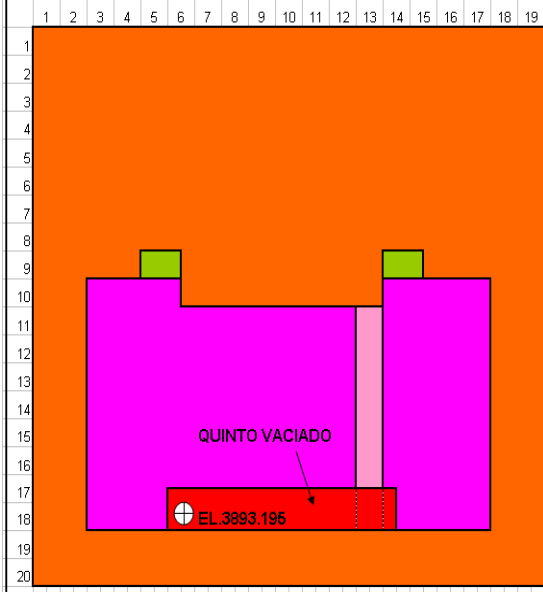
VOLUMES CONCRETO M3:	320.1 M3	
AREA ENCOFRADO M2:	154.5 M2	3.5 HH/M2
KILOS ACERO:	7250.0 KG	0.04 HH/KG

	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	18	540.9	3.0
CUADRILLA FIERREROS	10	290.0	2.9
CUADRILLA CONCRETEROS	6		

CUARTO VACIADO H=4.16 MTS

VOLUMES CONCRETO M3:	135.7 M3	
AREA ENCOFRADO M2:	101.2 M2	3.5 HH/M2
KILOS ACERO:	4750.0 KG	0.04 HH/KG

	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	18	354.2	2.0
CUADRILLA FIERREROS	10	190.0	1.9
CUADRILLA CONCRETEROS	0		

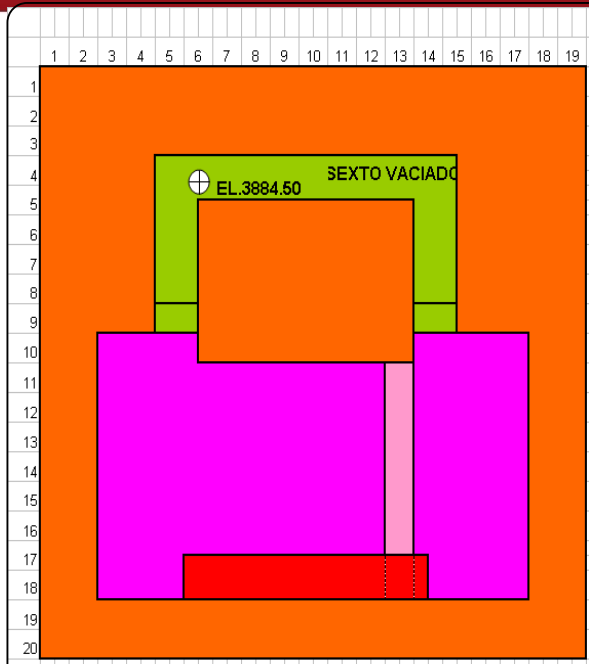


QUINTO VACIADO H=4.085 MTS

VOLUMES CONCRETO M3:	53.9 M3	
AREA ENCOFRADO M2:	84.2 M2	3.5 HH/M2
KILOS ACERO:	4000.0 KG	0.04 HH/KG

	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	18	294.5	1.6
CUADRILLA FIERREROS	10	160.0	1.6
CUADRILLA CONCRETEROS	6		

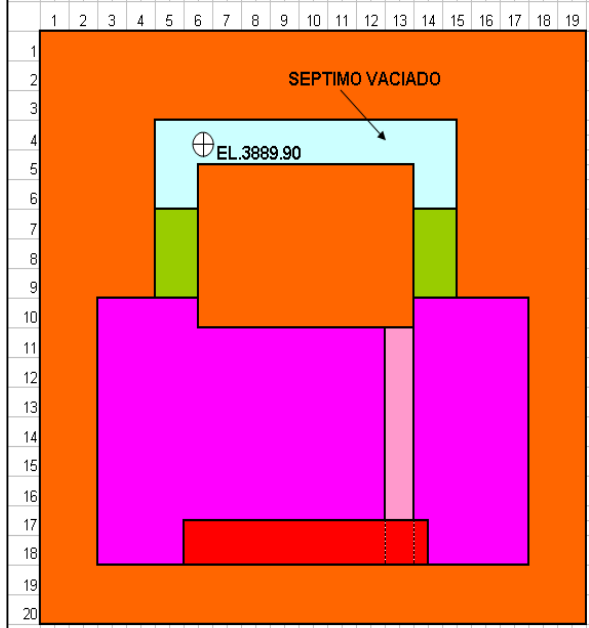
Esquema N° CTSC – DJZB – 06 – PC; preparado por el Ing Jasson Zevallos B



SEXTO VACIADO H=1.70 MTS

VOLUMES CONCRETO M3:	58.4 M3	
AREA ENCOFRADO M2:	67.5 M2	3.5 HH/M2
KILOS ACERO:	3150.0 KG	0.04 HH/KG

	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	14	236.4	1.7
CUADRILLA FIERREROS	6	126.0	2.1
CUADRILLA CONCRETEROS	0		

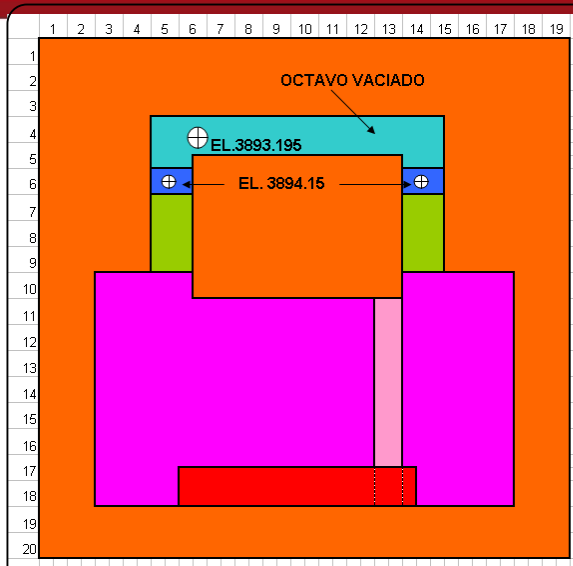


SEPTIMO VACIADO H=5.40 MTS

VOLUMES CONCRETO M3:	120.8 M3	
AREA ENCOFRADO M2:	183.8 M2	3.5 HH/M2
KILOS ACERO:	8600.0 KG	0.04 HH/KG

	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	18	643.4	3.6
CUADRILLA FIERREROS	10	344.0	3.4
CUADRILLA CONCRETEROS	0		

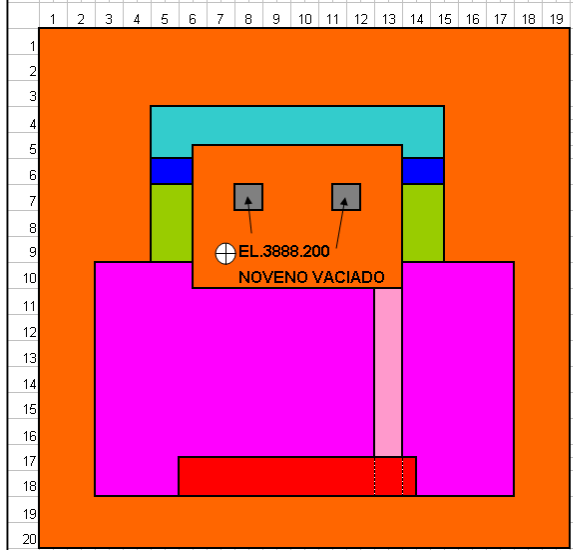
Esquema N° CTSC – DJZB – 07 – PC; preparado por el Ing Jasson Zevallos B



OCTAVO VACIADO H=3.295 MTS Y H=0.995

VOLUMES CONCRETO M3:	80.2 M3	
AREA ENCOFRADO M2:	126.5 M2	3.5 HH/M2
KILOS ACERO:	5900.0 KG	0.04 HH/KG

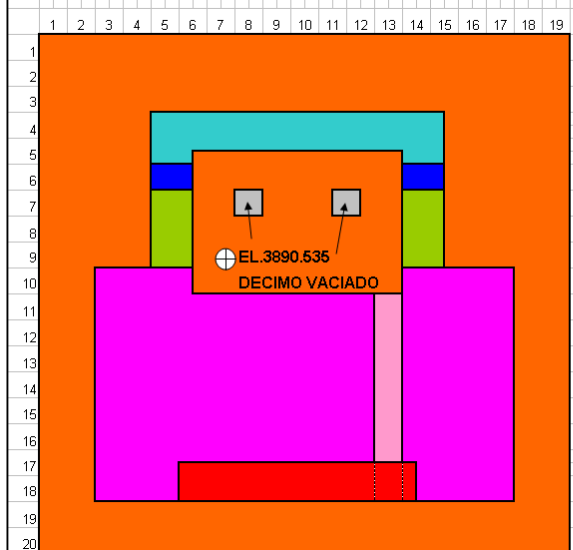
	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	18	442.9	2.5
CUADRILLA FIERREROS	10	236.0	2.4
CUADRILLA CONCRETEROS	0		



NOVENO VACIADO H=5.40 MTS

VOLUMES CONCRETO M3:	6.9 M3	
AREA ENCOFRADO M2:	34.6 M2	2 HH/M2
KILOS ACERO:	1600.0 KG	0.04 HH/KG

	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	14	69.1	0.5
CUADRILLA FIERREROS	10	64.0	0.6
CUADRILLA CONCRETEROS	0		



DECIMO VACIADO H=2.335 MTS

VOLUMES CONCRETO M3:	3.0 M3	
AREA ENCOFRADO M2:	14.9 M2	2 HH/M2
KILOS ACERO:	700.0 KG	0.04 HH/KG

	# PERSONAS	HH	# DÍAS
CUADRILLA CARPINTEROS	14	29.9	0.2
CUADRILLA FIERREROS	10	28.0	0.3
CUADRILLA CONCRETEROS	0		

Esquema N° CTSC – DJZB – 08 – PC; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

4.3.2 DIFICULTADES CONSTRUCTIVAS – AREA 230

- **Volúmenes grandes de vaciado sin mallas intermedias.**

El diseño de los bloques de concreto contaba con una estructura perimetral (como se indica en planos), no habiendo acero horizontal. Por tanto, se tuvo que construir caballetes (o burros) en acero, para que encima de ellos, se pudiera construir una plataforma de apoyo en madera y lograr hacer los vaciados y vibrados del concreto.

- **Estructuras sin base de apoyo**

En el diseño de las estructuras, se mostraba en planos que el acero partía desde el “aire” sin elemento alguno de anclaje; los cuales en un momento determinado, se inclinaron por la falta mencionada. Por lo tanto, se tuvieron que modificar los niveles de vaciado para dejar elementos de arriostre o fijación.

- **Pernos sin base de apoyo**

Similares a las condiciones anteriores, los pernos con más de 3.0 mt de longitud, no tenían soportes de apoyo; por lo tanto, es muy importante recalcar que deban considerar los elementos de fijación al momento de planificar los niveles de vaciado.

- **Solución Planteada**

Teniendo en consideración los puntos anteriores, el contratista planteo sugerencias para mejorar la calidad del trabajo (y finalmente aprobados por el cliente) creándose superficies de apoyo, añadiendo refuerzos, definiendo los niveles adecuados de vaciado y finalmente creando sistemas de apoyo para los pernos y la ejecución de plantillas en acero y madera.

4.4.1 PLANTA DE FLOTACION DE PLOMO, ZINC Y BULK – AREA 240 y 250

Para la construcción del área de flotación fue importante tener los siguientes conceptos que permitirán optimizar los tiempos y el proceso de montaje (definiendo tres tipos de estructuras):

- **Estructuras en base a zapatas y pedestales.**

Que varían en altura desde los 2.45 mt. hasta los 3.95 mt. incluyendo la altura de la zapata; los cuales son amarrados a través de un muro estructural perimetral, donde se apoyaran las columnas de acero estructural; debiéndose considerar un tren de actividades por ser elementos repetitivos.

- **Estructuras de soporte de la planta de flotación**

Que constan para este proyecto por zapatas, columnas y vigas aporticadas que en su conjunto funcionan en forma independiente para el área de flotación de Plomo y Zinc. Estas estructuras tienen una variación de alturas entre 8.0 mts a 11.0 mts incluyendo las zapatas. Es importante tener en consideración los trenes de actividad independientes para cada sector.



- **Estructuras complementarias**

Existen además, una serie de estructuras complementarias como: bases para bombas, tanques, molinos verticales, baterías de ciclones y equipos varios, bases de soportarías de tuberías y estructuras intermedias; que fueron ejecutadas conforme a las necesidades del proyecto según los plazos programados.

- **Salas eléctricas y salas de compresoras**

Son estructuras complementarias que permitirán el funcionamiento de la planta de procesos o flotación, en los sistemas eléctricos e hidráulicos.

- **Radiers o losas en área de flotación**

4.4.3 DIFICULTADES CONSTRUCTIVAS – AREA 240 Y 250

- **Atraso de la llegada del acero habilitado a Obra.**

Este tema se torno crítico, debido a las condiciones de aduanas al momento de efectuar la importación del acero, y del mismo modo con la ingeniería porque se torno en un Proyecto Fast Track, el cual se complicaba más con la logística para el caso de importaciones desde el Perú. Se trajo un pequeño volumen de acero habilitado desde Chile por estar más cerca a Bolivia, pero a un costo mucho mayor puesto en obra. Pero se pudo mejorar los tiempos de entrega que se tornaron complicados a lo largo de la Obra.

- **Obras complementarias**

Al final de la obra, hay una cantidad de pequeñas estructuras de concreto como: bases de motores, bases para tuberías, losas de acceso y otros que deben de acompañar al final de las obras de montaje: Para estos casos se tuvo que dejar una cuadrilla de 40 obreros.

- **Instalación de insertos y grouting.**

Las celdas de flotación como las de lavado, no se considero que debajo del nivel de apoyo sobre las vigas, deberían concretarse dos pulgadas menos de concreto para el libre montaje de los equipos; el cual no estuvo especificado en los planos. Lo que significo efectuar un picado sobre las vigas de apoyo vaciadas, cuyo costo asumió el cliente. Para rellenar estas zonas de picado se utilizo un grouting de nivelación y contacto, teniendose que volver a armar andamios, encofrados y vaciados del concreto expansivo.



Fotografía tomada por el Ing Jasson Zevallos B

4.5.1 Manejo de Reactivos – Área 270; Espesadores de Concentrado – Área 310; Filtro de Concentrados – Área 320

Estas tres áreas tiene en común denominador, que están compuestas por estructuras de menores dimensiones (comparando con el resto de áreas) en: pedestales para motores; pedestales para estructuras metálicas de la edificación; con bases de apoyo tanto para tanques de variados volúmenes con cimientos y base de apoyos circulares; radieres con losas de 15 cm. con sus respectivos planos inclinados a sumideros de limpieza. La particularidad se debe a la cantidad de insertos sobre las diferentes estructuras que hizo que la obra sea mucho más lenta a lo previsto.

La edificación es una estructura baja, pero muy densa; por tanto, es importante la planificación de un trabajo en una sola dirección para facilitar el ingreso de entradas y salidas de los materiales de construcción.

Es importante la construcción temprana de estas áreas por la necesidad de montar los tanques de grandes dimensiones, equipos definitivos, etc.; antes de efectuar el cerramiento de las edificaciones.

Los encofrados utilizados en los diversos elementos fueron del tipo EFCO, los cuales nos han permitido obtener un concreto caravista industrial y así mismo, fue necesario una contribución de regular cantidad en madera para los detalles o los concretos de segunda fase. Otro aspecto importante a considerar, son los niveles de vaciado, para la instalación del concreto expansivo.



Fotografías tomadas por el Ing Jasson Zevallos B

4.5.2 DIFICULTADES CONSTRUCTIVAS – ÁREA 270, 310 y 320

Instalación de Insertos.

En la instalación de los tanques para su fijación a las bases de concreto, se tenían que los pernos de anclaje tenían una distribución radial de fijación, teniéndose tres alternativas para su instalación:

- **Sillas de fijación prefijadas en los tanques – pernos instalados.**

Cuando se tiene en consideración esta condicionante, es importante tener presente que el achinado de los huecos estén con un exceso a las tolerancias de instalación de los pernos. No es la mejor condición de trabajo porque conlleva a rectificaciones con altos costos de incidencia.

- **Sillas de fijación prefijadas a los Tanques con Pernos de Segunda Fase.**

Esta condición de trabajo es interesante debiendo tener presente que:

- ✓ Dejar los espacios libres o vacíos con los respectivos acero de refuerzo interiormente para la adherencia del concreto de segunda fase.
- ✓ El concreto de segunda fase debe tener el espacio necesario para su colocación cuando el tanque este instalado.
- ✓ En caso de prefijar los pernos deberá verificarse físicamente la ubicación de las sillas en campo y replantear al decimo de milímetro en Obra.

- **Las sillas se instalan sobre el Tanque una vez ubicado en Situ**

Esta es la mejor condición tanto para el ejecutor de obras civiles y el instalador del tanque (montaje), por las siguientes condiciones:

- ✓ La instalación de los pernos se realiza de acuerdo a planos y con las tolerancias mínimas.
- ✓ Las sillas de fijación se sueldan una vez ubicados los ingresos, salidas de bombas y otras conexiones.

Compatibilización de planos de montaje con las obras civiles

Esta es una tarea importante que consiste en la compatibilización de los planos de montaje con los planos de la obra civil y con los planos de fabricación del proveedor de los equipos; siendo claro que no es sencillo, y esto se presenta cuando la obra y las dos especialidades: civil y montaje, tienen la información oportuna.

4.6.1 ESPESADOR DE RELAVES – AREA 410

Para la construcción del espesador de relaves se ha previsto una grúa de 20.0 Ton móvil, un Camión Grúa para el transporte de los materiales, movilizándose en entorno al área de trabajo, permitiendo el izaje de todos los elementos de construcción tales como: acero de refuerzo, encofrado, insertos metálicos embebidos, etc. Los encofrados utilizados en los diversos elementos fueron del tipo EFCO, diseño ejecutado en obra.

Para el acceso provisional a los diferentes niveles se ha utilizado andamios ULMA tipo BRIO, los cuales son de excelente performance y se adaptan a las exigencias de seguridad. Estos andamios se instalaron en el perímetro exterior del área de trabajo. La instalación de los andamios nos permitía más accesibilidad a todas las áreas del proyecto cuando esta queda cerrada en su forma circular.

El vaciado del concreto se efectuó principalmente con la bomba Putmezter de 100 m³ de concreto por hora y bombas de concreto más pequeñas de 25 m³/ hora.

Es importante recalcar la presencia de agua subterránea en los taludes sobre el cual se efectuó un dren francés. Adicionalmente los puntos que entraban en contacto con el relleno, se impermeabilizaron con aditivo de marca sika impermeabilizante en dos capas en cuyo contorno también se construyó un dren francés.

La superficie de espesador de relaves, se construyó también un dren francés, cubierta con una geomembrana, sobre la cual se vació una losa armada de 15 cm con aproximadamente 90 paños separados con water stop en las juntas.

A continuación se presenta, la secuencia de vaciado en situ (fotografías) mostrándose en su conjunto los trabajos de relleno, colocación de acero de refuerzo, instalación del encofrado metálico y el vaciado propio de la estructura.



Foto N° FSC – DJZB – 20



Foto N° FSC – DJZB – 21



Foto N° FSC – DJZB – 22

Fotografías tomadas por el Ing Jasson Zevallos B

4.6.2 DIFICULTADES CONSTRUCTIVAS – ÁREA 410

- **Preparación de la superficie inclinada del Espesador de Relaves.**

La superficie de apoyo debía de estar sobre un terreno uniforme. Pero, se encontraba en realidad sobre franjas de material de caliche. Por tanto, se tuvo que cortar y eliminar dos metros de altura de la superficie, cuando se encontraba en pleno trabajo el túnel del descarga y la sala de bombas. Por consiguiente, se espero concluir estas dos obras que finalmente quedarían enterradas, para luego proteger las superficies e iniciar las respectivas voladuras del material caliche.

- **Construcción de la superficie de relaves**

Concluido los trabajos de rellenos para crear la superficie de apoyo, sobre el cual se construyo el dren francés o filtro con piedra chancada menor de 2”, conectándose al perímetro de la superficie enterrada, sobre un plano inclinado del espesador y con su respectiva geomembrana.

Se tenía la necesidad de cubrir una superficie de 2,463 m² con una losa de concreto en cuyo diseño no se mostraba ninguna junta de construcción o dilatación y se complicaba con las condiciones climáticas que eran severas. Se propuso efectuar 90 pequeñas losas entre 25 a 30 m², cada una de las cuales nos garantizarían la no fisuración de la losa de concreto. Para su ejecución y por las condiciones en todo el perímetro de cada paño se instalo water stop en las juntas y los vaciados fueron en forma de damero. La tolerancia del acabado entre extremos de la superficie no debería exceder los 15 mm.

La supervisión propuso la instalación de un concreto de segunda fase con Sikagrout, para lograr las tolerancias en los paños; pero se demostró por parte del contratista, que no era necesario efectuar este gasto adicional y que a través de un control detallado topográficamente y la instalación del encofrado perimetral, no se debía tener mayor problema; para lo cual se creó la planilla de control topográfico donde se marcaban los niveles de vaciado en los planos inclinados.

CAPITULO 5. ANALISIS DE RATIOS, INDICES Y COSTOS DEL PROYECTO

Definimos Costo como la medición económica del consumo de todos los recursos utilizados para la ejecución del Proyecto. El control de costos es el proceso a través del cual se administra la información de costos del Proyecto, de modo que permita obtener de manera confiable y oportuna el resultado a la fecha y a fin de Proyecto para tomar las decisiones que permitan mejorar el resultado económico del mismo.

También, consiste en un registro ordenado de acuerdo a la estructura de control de la venta y los costos del Proyecto, que permita la toma de decisiones y acciones orientadas a cumplir con las metas económicas definidas en el planeamiento y plasmadas en el Presupuesto Meta (costo final previsto de obra). Se busca disminuir la variabilidad y aumentar la confiabilidad del resultado económico del Proyecto, mediante la realización de un análisis oportuno de los riesgos y oportunidades que se presenten.

Se definen las siguientes pautas que se tomaron para el Proyecto, para un eficiente control de los recursos, que brinda la información oportuna, consistente y útil para la gestión del Proyecto.

Estructura de Control de Costos

La estructura con la que se ordeno el Proyecto para poder realizar el proceso de control de costos consistió en el ordenamiento de sus costos con el fin de facilitar su control y lectura. Esta estructura fue creada con el sistema contable de la obra, así como en los sistemas (informáticos) de mano de obra, equipos y almacenes.

Se aclara, que toda estructura de control de costos incluye una doble clasificación de los costos como son:

- Una clasificación por rubros o cuentas contables, la cual es asignado a todos los Proyectos del contratista, en forma automática: materiales, mano de obra, equipos, subcontratos y costos indirectos.
- Una clasificación del tipo técnico, definida por cada Proyecto en función de sus características y del análisis de sus requerimientos y necesidades. Los criterios pueden ser por frentes, partidas, fases, recursos y otros.

Con ello, se obtenía una clasificación matricial de los costos, definiéndose una metodología por Frentes y Partidas de Control, teniendo en cuenta:

- La totalidad de los costos eran clasificados de acuerdo a la estructura de control de modo que las sumatorias de los subtotaes por rubro y frente/partida debían ser iguales al costo total del Proyecto.
- Los rubros o cuentas de materiales, mano de obra, equipos y subcontratas integraban el costo directo del Proyecto.
- La cuenta de gastos generales integraba el total del costo indirecto del Proyecto.

Es por ello, que se definieron las Partidas de Control del Proyecto, que consistía en seleccionar y agrupar aquellas actividades que determinan la productividad del Proyecto, siguiendo criterios generales de importancia, volumen a ejecutar y costo de incidencia en el Proyecto.

A continuación se muestra las Partidas de Control de las obras civiles del Proyecto, y según los frentes conforme a las áreas del trabajo del mismo:

FRENTE	PARTIDA	NOMBRE	DESCRIPCION
		CENTRO DE COSTO	
01		Chancador Primario	
02		Conveyor – Túnel de Recuperación	
03		Molino SAG	
04		Molino Bolas	
05		Planta de Flotación	
06		Otras Áreas de la Concentradora (o Globales)	
		PARTIDAS DE CONTROL	
	01.01	Mov/Desm. de equipos e instalaciones	HH de armado y desarmado de equipos
	01.02	Facilidades Temporales	Accesos, Áreas de Almacenamiento
	01.03	Colocación de Concreto	HH de producción, colocación y compactación + Cisterna de agua + GE
	01.04	Encofrado	HH (colocación vertical y horizontal)
	01.05	Acero de Refuerzo	HH colocación + Camión Grúa Hiab de apoyo
	01.06	Pernos de Anclaje y Embebidos	HH colocación (incluye todo elemento metálico embebido en el C°: planchas, barandas, grouting, ángulos, cajón met.)
	01.07	Trabajos Eléctricos	HH colocación (incluye malla a tierra y entubados)
	01.08	Tuberías de HDPE	HH colocac. + maquina de termofusión
	01.09	Excavaciones (masivo y localizado)	HH excavación + equipos menores / mayores
	01.10	Rellenos (masivo y localizado)	HH relleno + equipo menor / mayor
	01.11	Juntas de Construcción	HH instalación
	01.12	Trabajos Varios (alcantarillas, etc)	HH instalación
	01.13	Producción de Concreto	Gasto Reembolsable
	01.14	Producción de Agregados	Gasto Reembolsable

Cuadro N° CTSC – DJZB – 01 – COS; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

5.1.1 GESTIÓN EN CONTROL DE COSTOS DE MANO DE OBRA

Los recursos de mano de obra necesarios para ejecutar el Proyecto se identificaron en la etapa de hacer el planeamiento de la obra mediante el cronograma de mano de obra (ver gráfico 1). A partir de este cronograma y de acuerdo al desarrollo del Proyecto reflejado en la programación, se generó los requerimientos del personal obrero. Se coordinaron entre las áreas pertinentes (producción y administración) los siguientes temas:

- Cantidades, categorías, especialidades y calificaciones del personal obrero previstos en el cronograma.
- Plazos necesarios para ubicar, contratar, tramitar, movilizar e ingresar al personal al Proyecto.
- Revisar la disponibilidad en el mercado, prestando atención a las especialidades y calificaciones requeridas para el puesto.
- Necesidades de infraestructura necesaria para el alojamiento, exámenes médicos, transporte, seguros, implementos de seguridad, alimentación del personal obrero, permisos y trámites en general.

Luego, una vez en el arranque del Proyecto, se definieron las responsabilidades de generar los tares de personal. La persona que fue asignada como tareador controla y registra a diario las HH trabajadas por el personal obrero en el tareo diario, asignándolas a las partidas de control establecidas en el proyecto. Estas partidas se comunicaron y difundieron previamente a los responsables que son los supervisores de campo y capataces.

El tareo era generado en forma diaria siendo validado por el supervisor de campo verificándose lo siguiente: datos personales del trabajador; fecha y turno de trabajo; la codificación del frente y partida de la actividad en la que trabajaron los obreros; las horas trabajadas en cada frente y partida y finalmente las firmas respectivas. Se muestra en el Cuadro N° 2, el formato que se preparó y llevaba diariamente en la Obra.

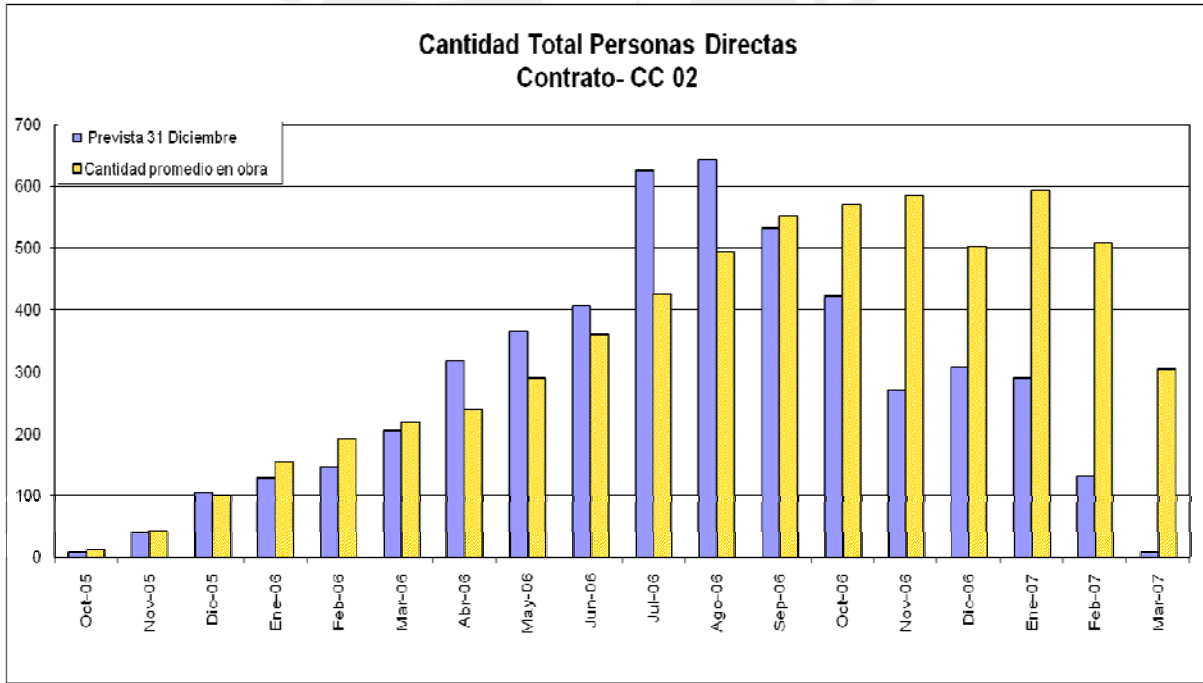
Después, el responsable de las planillas ingresaba los partes diarios validados al sistema de planillas del Proyecto, con el fin de contar con la información necesaria para el cálculo del Índice de Productividad (que se explicará a continuación) o el cierre de mes de manera oportuna. Al momento de ingresar la información se verificaba que todos los partes diarios se indiquen claramente la codificación de la

estructura de control (distribución por partidas) a la que debían cargarse las horas hombre. En caso que el tareo diario no cuente con la información necesaria, se consultaba al supervisor de campo.

Finalmente se emitían los siguientes reportes semanales y mensuales:

- Pago de Planillas: el reporte para este proceso era semanal de lunes a domingo, en comparación con el pago de planillas.
- Control de Productividad: el reporte para este proceso muestra las HH trabajadas por partida de control y que servía para la elaboración del Índice de productividad de mano de obra.
- Control de Costos: el reporte para este proceso mostraba las HH consumidas por frente y partida convertidas a costo (en algún tipo de moneda) y podía ser emitido en periodos mensuales y/o semanales.

Grafico Nº 1



	Oct-05	Nov-05	Dic-05	Ene-06	Feb-06	Mar-06	Abr-06	May-06	Jun-06	Jul-06	Ago-06	Sep-06	Oct-06	Nov-06	Dic-06	Ene-07	Feb-07	Mar-07
Prevista	8	41	106	129	147	204	317	366	407	626	644	533	423	271	308	290	132	8
Cantidad Promedio en Obra	13	45	101	156	193	220	242	290	361	426	494	552	571	586	504	594	509	306

(*) Con datos al 31 de Marzo

Cuadro Nº CTSC – DJZB – 02 – COS; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

Modelo de Reporte Diario de Mano de Obra.-

PROYECTO: **MINA SAN CRISTOBAL - BOLIVIA**
 CONTRATISTA: **CONSTRUCTORA UYUNI**
 SUPERVISION: **AKER KVAERNER**

CONSTRUCTORA UYUNI

REPORTE DIARIO DE TRABAJOS PARA MEDICION DE PRODUCCION
 CENTRO DE COSTO:

SUPERINTENDENTE: ING RICHARD BONILLA
 JEFE DE CAMPO: ING. CARLOS VARGAS / ING MAURO DIAZ C.
 CAPATAZ: _____
 FECHA: 4 de Septiembre
 TURNO DE TRABAJO: DIA: NOCHE:

01 CHANCADORA PRIMARIA
 02 CONVEYOR - FAJA TRANSPORTADORA
 03 TUNEL DE RECUPERACION
 04 MOLINO SAG
 05 MOLINO DE BOLAS
 06 PLANTA DE FLOTACION
 07 OTRAS AREAS DE LA CONCENTRADORA

PARTE 2
 PARA RELLENAR LOS SIGUIENTES CUADROS CON: HORAS HOMBRE (HH) / HORAS MAQUINA (HM) MARCAR CON

ITEM	NOMBRE DEL TRABAJADOR	OCUPACION	MjD	O PROV	ACERO	ENCOF.	PERNO	CONC.	T. ELEC.	T. HDPE	EXCAV.	RELL.	VARIOS	TOTAL
			xx.01	xx.02	xx.03	xx.04	xx.05	xx.06	xx.07	xx.08	xx.09	xx.10	xx.11	HM
52	Dorian Dorado	Op. Fierro			10									0
53	Donato Calle	Op. Fierro	DESC											0
54	Luis Velez Elguera	Capataz Fierro			16									16
55	Arnulfo Hoyos Galvez	Op. Fierro			10									10
56	Jose Mendoza Lopez	Op. Fierro			10									10
57	Vidal Guzman Zapata	Ayud. Fierro			10									10
58	Damaso Condori Hidalgo	Ayud. Fierro	DESC											0
59	Luis Fernando Padilla Vera	Ayud. Fierro			10									10
60	Cerna Merajildo Alejandro	Op. Fierro			16									16
61	La Chira Chulle Rufino	Op. Fierro			10									10
62	Ademar Gonzales Garcia	Ayud. Fierro			10									10
63	Felipe Luis Peredo Mejia	Ayud. Fierro	DESC											0
64	Aurelio Nina Huayta			10										10
65	Jesus Gutierrez			10										10
66	Elvis Quispe Quispe							13						13
67	Eliseo Quispe Calcina							13						13
68	Ceferino Maza Palacios	Montajista		10										10
69	Justo Tupiño	Operador		10										10
70	Victor Gonzales	Maniobrista		10										10
71	Jorge Romero Tevez	Maniobrista		10										10
72	Ricardo Gonzales	Ayud. Fierro			10									10
73	Jorge Orellana	Ayud. Fierro			10									10
74	Marciano Mendoza	Ayud. Fierro			10									10
75	Santiago Conde	Ayud. Fierro			10									10
76	Justino Paniagua	Ayud. Fierro			10									10
77	Teodoro Jimenez	Ayud. Fierro			10									10
78	Cirilo Uchabani	Ayud. Fierro			10									10
79	Lucio Tolabi Gonzales	Ayud. Fierro			10									10
80	Gonzalo Hidalgo	Ayud. Fierro			10									10
81	Ramiro Oscar Ruiz	Ayud. Fierro			10									10
82	Rene Lopez Nuñez	Ayud. Fierro			10									10
83	Charli Montero Justiniano	Ayud. Fierro			10									10
84	David Antezana Rios	Ayud. Fierro			10									10
														0
	TOTAL			0	50	242	0	0	26	0	0	0	0	308

ITEM	DESCRIPCION DEL EQUIPO	CODIGO IDENTIFIC.	MjD	O PROV	ACERO	ENCOF.	PERNO	CONC.	T. ELEC.	T. HDPE	EXCAV.	RELL.	VARIOS	TOTAL
			xx.01	xx.02	xx.03	xx.04	xx.05	xx.06	xx.07	xx.08	xx.09	xx.10	xx.11	HM
														308

OBSERVACIONES:

apoyo trabajos de talleres Aker, bajado de fierro. Armado de la Grúa Torre APOY. ITECA 5 Hr bola, 5 Hr SAG 10 Hr bola, 4 Hr SAG

PRODUCCION DIARIA
 VOLUMEN DE CONCRETO: _____ M3
 AREA DE ENCOFRADO: _____
 PESO DE ACERO _____ KG
 PERNOS / ELEMENTOS EMB. _____ KG
 EXCAVACION (-E) o RELLENO (-R) _____ M3

PARTIDAS DE CONTROL

CODIGO	SIGLAS	DESCRIPCION	SIGLA	DESCRIPCION
xx.01	MjD	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	CAP.	CAPATAZ
xx.02	O PROV	OBRAS PRELIMINARES	ALB.	OPERARIO ALBAÑIL
xx.03	ACERO	ACERO DE REFUERZO	CAR.	OPERARIO CARPINTERO
xx.04	ENCOF.	ENCOFRADO	FIER.	OPERARIO FIERRERO
xx.05	PERNO	PERNOS DE ANCLAJE Y EMBEBIDOS	AYU.	OFICIAL
xx.06	CONC.	CONCRETO	PEO.	PEON
xx.07	T ELEC.	TRABAJOS ELECTRICOS	OPE.	OPERARIO DE EQUIPO
xx.08	T HDPE	TUBERIAS DE HDPE	MEC.	MECANICO
xx.09	EXCAV	EXCAVACIONES	ELE.	ELECTRICO
xx.10	RELL	RELLENOS	ADM.	TAREADOR
xx.11	VARIOS	TRABAJOS VARIOS (ALCANTARILLAS, DUCTOS, ETC)		

FAVOR ENTREGAR A LAS 7,00 AM DEL DIA SIGUIENTE A LA FECHA DEL REPORTE

VºBº _____
 ING JEFE DE CAMPO

Formato N° CTSC – DJZB – 03 – COS; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

5.1.2 INDICE DE PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA

INFORME DE PRODUCTIVIDAD (IP)

El IP es un informe que mide la eficiencia con que se ejecutan las actividades que conforman el Proyecto, comparando la eficiencia real con la eficiencia prevista obtenida del presupuesto. La eficiencia se expresa como la cantidad de recursos consumidos por cada unidad de trabajo realizado. Está en función al tipo de recursos controlados, teniéndose normalmente dos informes de productividad:

IP de Mano de Obra:

Mide la eficiencia de una cuadrilla o equipo de trabajadores en el consumo de los recursos de mano de obra al ejecutar sus trabajos. La cantidad de recursos consumida se mide en Horas Hombre (HH), siendo esta la unidad utilizada para medir la Productividad de la mano de obra. Por ejemplo, HH consumidas por kilogramo de acero colocado (HH/Kg) o HH consumidas por metro cubico de zanja excavada (HH/m³).

IP de Equipos:

Mide la eficiencia de una cuadrilla de pull de equipos en el consumo de los recursos de equipos al ejecutar los trabajos. La cantidad de recursos consumida se mide en Horas Maquina (HM). Sin embargo, no se puede usar las HM como unidad de medida de productividad, ya que generalmente el pull de equipos está conformado por equipos diferentes entres si (distintos en función, potencia, consumo de combustible, etc.). Para medir la productividad de un pull de equipos se traducen las HM a su costo en dinero, siendo esta la unidad utilizada para medir la Productividad de los equipos. Por ejemplo, dólares consumidos por metro cubico de excavación masiva (US\$/m³) o soles consumidos por metro cuadrado de nivelación de terreno (S/. /m²).

En el caso de este Proyecto, se llevo el control de IP de mano de obra que tenia la mayor variabilidad en la Obra; mientras que los equipos, en su mayoría son menores y que resultaban de controles periódicos a excepción de los alquileres de los andamios ULMA, encofrado metálico EFCO y las Torres Grúa, que tenían condiciones diferentes en función de costos mensuales y una programación detallada de uso y que al terminar paulatinamente los trabajos, se iban desmovilizando los mismos.

IP de Mano de Obra

En principio para fabricar este reporte, se debía contar con la información necesaria que se obtiene de las siguientes fuentes:

Estructura de control.-

Las actividades cuya productividad se medían eran las Partidas de Control (explicado al inicio del capítulo de Costos del Proyecto) definidas en una estructura de control, que fue determinado al inicio del Proyecto. Se recomendaba llevar todas las partidas de control definidas, de manera que se pueda evaluar la eficiencia de toda la mano de obra del Proyecto. En caso de partidas de menor cuantía que no ameritaban una evaluación individual, éstas se agrupaban en una bolsa y se evaluaban de manera global.

Avances reales.-

Los avances referidos a la estructura de control definida en el punto anterior, se obtenían de acuerdo al procedimiento de control de avance definido en el Proyecto. Se generaba un reporte de los metrados ejecutados a la fecha (a partir del formato del tareo del personal donde se incluía la información de cantidades ejecutadas), el cual era el inicio del ingreso de la información para los informes de productividad. Las partidas a analizadas en el control de productividad, así como sus alcances, debían ser las mismas generadas, por los reportes de control de avance, bajo la misma periodicidad.

Metrados totales.-

La productividad a la fecha de las distintas actividades se debía leer conjuntamente con el estado del avance de las mismas, es decir, atendiendo a los saldos de metrado por ejecutar para así poder estimar las proyecciones de la productividad de las actividades al termino del Proyecto. Las cantidades totales actualizadas del proyecto se obtenían de la herramienta de control de avance.

Consumo de HH.-

La cantidad de HH consumidas de acuerdo a la estructura de control se obtenía del sistema de planillas de obreros. Se daba el caso, que personal de terceros en otras planillas, también se consideraban las HH consumidas para el IP.

Ratios Meta.-

Se determinaba la eficiencia prevista para la ejecución de las actividades; obtenido a partir de los análisis de precios unitarios del presupuesto, en función de la cuadrilla y del rendimiento previsto para ejecutar la actividad y convalidando (en su defecto corrigiendo) con la propia experiencia del ingeniero a cargo del planeamiento de obra, conforme a sus experiencias similares. En principio se controlaban todas las actividades definidas en la estructura de control, por lo que los ratios meta eran obtenidos de manera análoga a como fue elaborada la misma.

Posteriormente al conseguir toda la información indicada anteriormente, se preparaba los informes respectivos que se indican a continuación; la comparación de los ratios de HH reales y previstos para cada partida de control, obteniendo el estado de productividad de mano de obra del Proyecto, que se mide en HH ganadas o perdidas a la fecha. Con base a este análisis, se podía proyectar un ratio para el saldo del proyecto, obteniendo las HH ganadas o perdidas del saldo. Con la suma de ambas se obtenía las HH ganadas o perdidas proyectadas al fin del Proyecto.

Finalmente, durante la reunión semanal de producción, se analizaban los informes de productividad en lo que respecta al IP de la Mano de Obra en los diferentes frentes o áreas del proyecto, para identificar cualquier desviación o tendencia desfavorable respecto a lo que se tenía previsto. El ingeniero residente y los supervisores de campo debían identificar las acciones que permitan analizar con mayor profundidad lo que ocurría en cada actividad a fin de tomar las acciones correctivas; haciendo el seguimiento correspondiente hasta mejorar las productividades de la obra.

Resultados obtenidos del Proyecto

Chancador Primario – Área 210

Partida de Control	Unidad	Ratio Teórico	Ratio Real Final
Excavación	m3/hh	1.37	1.27
Relleno	m3/hh	1.23	4.83
Concreto	m3/hh	4.44	1.85
Encofrado	m2/hh	5.96	7.15
Acero	Kg/hh	0.035	0.081
Pernos de anclaje	Kg/hh	0.15	0.17

Cuadro N° CTSC – DJZB – 04 - COS

Se puede apreciar que se ha tenido un rendimiento bajo en el relleno, debido a que los trabajos en la ejecución de la tierra armada están incluidos y no se podía comparar con los rendimientos de trabajos de rellenos al nivel del terreno o el suelo considerados en el presupuesto contractual. Porque el relleno de tierra armada es con gaviones armados y hasta una altura de 24 mt. aproximadamente. Se obtuvo un buen rendimiento en el concreto porque se programaba que el concreto fuera instalado con bomba de concreto considerando grandes cantidades por vaciado a la vez; por ejemplo, para volúmenes menores a 100 m³ de vaciado de concreto, el ratio se elevaba hasta 3.5 m³/HH dándose en pocos casos.

Túnel de Recuperación – Área 220

Partida de Control	Unidad	Ratio Teórico	Ratio Real Final
Excavación	m ³ /hh	1.37	1.76
Relleno	m ³ /hh	1.23	0.74
Concreto	m ³ /hh	4.44	1.43
Encofrado	m ² /hh	5.96	6.58
Acero	Kg/hh	0.035	0.033
Pernos de anclaje	Kg/hh	0.15	0.18

Cuadro Nº CTSC – DJZB – 05 - COS

Se puede apreciar que se obtuvo un buen rendimiento en el relleno porque al tener volúmenes confinados entre la estructura (enterrada) y el talud de excavación, se procedió a hacer las labores de nivelación y compactación con rodillos autopropulsados de 1.5 a 2.0 ton y con una retroexcavadora, alimentando con el material desde un lado de la zona de relleno. Esto reemplazando la forma manual con equipos chicos como planchas o canguros. Mientras que el encofrado es un poco alto el ratio por las dificultades del encofrado metálico del techo por la misma altura de levantar alzaprimados de 9.0 mts y dejar agujeros en la losa para la instalación futura de los elementos embebidos que llegaron atrasados a la obra.

Faja Transportadora o Conveyor – Área 220

Partida de Control	Unidad	Ratio Teórico	Ratio Real Final
Excavación	m ³ /hh	1.37	--
Relleno	m ³ /hh	1.23	--
Concreto	m ³ /hh	4.44	8.11
Encofrado	m ² /hh	5.96	2.80
Acero	Kg/hh	0.035	0.681
Pernos de anclaje	Kg/hh	0.15	--

Cuadro Nº CTSC – DJZB – 06 - COS

Se puede apreciar que se obtuvo un bajo rendimiento en el concreto, debido a que las estructuras que conforman el área de la faja transportadora, son zapatas de 2 mt a 3 mt de dimensiones con columnas altas y esbeltas en algunos tramos y pequeños pedestales en otros tramos. Esto generaba pocos volúmenes de vaciado en muchos casos llegando a realizar la preparación del concreto en forma manual con mezcladoras de 11 p3. El encofrado en cambio, tiene un buen rendimiento, porque son encofrados de madera y metálicos típicos para las zapatas y columnas de baja altura donde los prefabricados se armaban y desarmaban a continuación con mucha facilidad. Con referencia a la colocación de acero de refuerzo se puede comentar que se obtuvieron bajos rendimientos por la baja cuantía (cantidad de acero por Kg) por m3 de concreto instalado conforme al diseño previsto.

Molino SAG – Área 230

Partida de Control	Unidad	Ratio Teórico	Ratio Real Final
Excavación	m3/hh	1.37	1.31
Relleno	m3/hh	1.23	1.05
Concreto	m3/hh	4.44	2.89
Encofrado	m2/hh	5.96	5.73
Acero	Kg/hh	0.035	0.088
Pernos de anclaje	Kg/hh	0.15	0.09

Cuadro Nº CTSC – DJZB – 07 - COS

Se puede apreciar que los ratios de concreto no son mejores que los del área del chancador primario, pues a pesar de usar las mismos equipos de bombeo de concreto para los vaciados; se tenía en estas estructuras mayores detalles en las zonas elevadas en los encuentros de colocación de insertos, elementos embebidos, pernos y otros para la instalación del equipo del molino SAG. Por tanto, en los volúmenes finales de ejecución, se empieza a ser menos eficiente por estos temas. En el acero se tiene un elevado ratio porque la estructura en sus elementos elevados de concreto (placas, muros, vigas peraltadas) se tiene menor cuantía por reducción de espesores y menores volúmenes de concreto. Mientras que en las zapatas y primeros pisos se tenía una gran cantidad de acero (la mayoría del volumen total de acero instalado) cuyos rendimientos obtenidos calzaban con el ratio previsto.

Molino Bolas (Este y Oeste) – Área 230

Partida de Control	Unidad	Ratio Teórico	Ratio Real Final
Excavación	m3/hh	1.37	--
Relleno	m3/hh	1.23	1.08
Concreto	m3/hh	4.44	1.48
Encofrado	m2/hh	5.96	4.75
Acero	Kg/hh	0.035	0.034
Pernos de anclaje	Kg/hh	0.15	0.12

Cuadro N° CTSC – DJZB – 08 - COS

Se puede apreciar que en este caso, se controlaron 02 estructuras iguales y unidas con la misma cimentación, pudiéndose optimizar en todas las actividades al tener un tren de actividades que venía de aplicarse en el molino SAG (con la mismas cuadrillas de personal) y se mejoraban los procesos constructivos por tener 02 estructuras repetidas donde estaban programados trabajos continuos y en paralelo (tren de actividades eficaz); inclusive un molino bolas culminó antes del terminar el molino SAG.

Planta de Flotación (Zinc y Plomo) – Áreas 240 y 250 y con Áreas 410 y 640

Partida de Control	Unidad	Ratio Teórico	Ratio Real Final
Excavación	m3/hh	1.37	1.29
Relleno	m3/hh	1.23	1.48
Concreto	m3/hh	4.44	3.98
Encofrado	m2/hh	5.96	4.88
Acero	Kg/hh	0.035	0.116
Pernos de anclaje	Kg/hh	0.15	0.32

Cuadro N° CTSC – DJZB – 09 - COS

Se puede apreciar que los ratios de movimiento de tierras están conforme al ratio previsto, a pesar de ser grandes áreas y volúmenes de trabajo, donde se podía haber aprovechado con la curva de aprendizaje en el transcurrir del tiempo; pero se debía tomar cuidado en los rellenos, porque habría que dejar muchos pases de tuberías subterráneas por donde corrían las instalaciones eléctricas y sanitarias en el interior de la estructura del área de flotación.

Mientras que, se optimizaron los trabajos de encofrado metálico por tener una serie repetida de elementos aporricados (conjunto de columnas y vigas) donde se mejoraba el mismo proceso del encofrado y desencofrado, así como la instalación de los andamios metálicos.

La colocación de acero de refuerzo tuvo una baja de rendimiento por el trabajo del habilitado, pues al ser elementos esbeltos y de poco volumen de concreto, la cuantía de fierro era con acero de diámetro menor (en comparación que las áreas del chancador, túnel y molinos) y que se decidió por obra de ser habilitados en situ. Mientras que el resto del acero de refuerzo (del resto de áreas) vino habilitado y codificado por el mismo proveedor del acero que era Aceros Arequipa. Por tanto, se tuvo poca eficiencia de trabajo en dicha actividad. Otro tema, eran la cuantía baja de acero al instalar la malla electrosoldada de diámetro de $\frac{1}{4}$ " en las losas o radieres pero con un elevado consumo de HH para su instalación por los traslapes, amarres y acero adicional como refuerzo en las uniones con las zapatas, muros, y columnas.

Finalmente se muestra a continuación, un reporte de IP de Mano de Obra consolidado de todas las áreas de trabajo, para tener una idea del formato estandarizado en la oficina de planeamiento y que era actualizado semanalmente para ser informado y revisado en conjunto con los supervisores de campo y los capataces, para su control y mejora continua.

Reporte de IP Consolidado con todas las Areas.-

AKER K/VERNER

Obra: CC-013 Colocacion de Hormigonos
IP MO - RESUMEN DE AREAS DEL PROYECTO
2006

CONSTRUCTORA UYUNI



Item	Descripción	PPTO	Sem35	Sem36	Sem37	Sem38	Sem39	Sem40	Sem41
			28-Ago 03-Sep	04-Sep 10-Sep	11-Sep 17-Sep	18-Sep 24-Sep	25-Sep 01-Oct	02-Oct 08-Oct	09-Oct 15-Oct
01.09	Excavación Local y Masivo	m3							
	HH SEMANAL		65.00	-	120.00	-	-	-	-
	HH ACUMULADO	18,057.99	25,063.50	25,063.50	25,183.50	25,183.50	25,183.50	25,183.50	25,183.50
	AVANCE SEMANAL		23.35	-	58.50	-	-	-	-
	AVANCE ACUMULADO	13,181.02	20,022.76	20,022.76	20,081.26	20,081.26	20,081.26	20,081.26	20,081.26
	RENDIMIENTO SEMANAL		2.78	-	2.05	-	-	-	-
	RENDIMIENTO ACUMULADO	1.37	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
	RENDIMIENTO PARA PROYECCIÓN		1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37
REAL VS P. META	HH PERD O GAN A LA FECHA		2,367.68	2,367.68	2,327.82	2,327.82	2,327.82	2,327.82	2,327.82
	HH PERD O GAN A FIN DE OBRA		2,367.68	2,367.68	2,327.82	2,327.82	2,327.82	2,327.82	2,327.82
01.09	Rellenos Local y Masivo	m3							
	HH SEMANAL		1,546.00	1,086.00	448.00	799.00	520.00	1,079.00	961.00
	HH ACUMULADO	98,055.83	95,398.00	96,484.00	96,932.00	97,731.00	98,251.00	99,330.00	100,291.00
	AVANCE SEMANAL		334.00	239.00	99.00	174.00	72.00	123.00	101.00
	AVANCE ACUMULADO	79,720.19	84,671.44	84,910.44	85,009.44	85,183.44	85,255.44	85,378.44	85,479.44
	RENDIMIENTO SEMANAL		4.63	4.54	4.53	4.59	7.22	8.77	9.51
	RENDIMIENTO ACUMULADO	1.23	1.13	1.14	1.14	1.15	1.15	1.16	1.17
	RENDIMIENTO PARA PROYECCIÓN		1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
REAL VS P. META	HH PERD O GAN A LA FECHA		8,747.87	7,955.84	7,529.61	7,044.63	6,613.19	5,885.48	4,848.71
	HH PERD O GAN A FIN DE OBRA		8,747.87	7,955.84	7,529.61	7,044.63	6,613.19	5,885.48	4,848.71
01.06	Concreto	m3							
	HH SEMANAL		3,035.00	2,589.00	2,286.00	1,961.00	285.00	110.00	1,324.00
	HH ACUMULADO	144,339.69	85,444.50	88,033.50	90,319.50	92,280.50	92,565.50	92,675.50	93,999.50
	AVANCE SEMANAL		319.29	253.00	440.59	280.10	26.00	11.00	53.00
	AVANCE ACUMULADO	32,508.94	33,157.52	33,410.52	33,851.11	34,131.21	34,157.21	34,168.21	34,221.21
	RENDIMIENTO SEMANAL		9.51	10.23	5.19	7.00	10.96	10.00	24.98
	RENDIMIENTO ACUMULADO	4.44	2.58	2.63	2.67	2.70	2.71	2.71	2.75
	RENDIMIENTO PARA PROYECCIÓN		4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44	4.44
REAL VS P. META	HH PERD O GAN A LA FECHA		61,774.90	60,309.22	59,979.44	59,262.08	59,092.52	59,031.36	57,942.68
	HH PERD O GAN A FIN DE OBRA		61,774.90	60,309.22	59,979.44	59,262.08	59,092.52	59,031.36	57,942.68
01.04	Encofrado	m2							
	HH SEMANAL		3,083.00	2,079.00	2,423.00	3,490.00	1,333.00	1,772.00	460.00
	HH ACUMULADO	359,964.93	266,767.50	268,846.50	271,269.50	274,759.50	276,092.50	277,864.50	278,324.50
	AVANCE SEMANAL		305.37	201.60	666.46	633.46	247.00	373.83	86.00
	AVANCE ACUMULADO	60,396.80	49,960.26	50,161.86	50,828.32	51,461.78	51,708.78	52,082.61	52,168.61
	RENDIMIENTO SEMANAL		10.10	10.31	3.64	5.51	5.34	4.74	5.35
	RENDIMIENTO ACUMULADO	5.96	5.34	5.36	5.34	5.34	5.34	5.34	5.34
	RENDIMIENTO PARA PROYECCIÓN		5.96	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96
REAL VS P. META	HH PERD O GAN A LA FECHA		30,995.68	30,118.21	31,667.31	31,952.74	32,091.86	32,547.88	32,600.44
	HH PERD O GAN A FIN DE OBRA		30,995.68	30,118.21	31,667.31	31,952.74	32,091.86	32,547.88	32,600.44
01.03	Colocación de Acero de refuerzo	kg							
	HH SEMANAL		1,689.00	2,047.00	1,550.00	2,150.00	2,260.00	1,090.00	92.00
	HH ACUMULADO	361,463.25	276,019.00	278,066.00	279,616.00	281,766.00	284,026.00	285,116.00	285,208.00
	AVANCE SEMANAL		6,847.94	9,136.00	43,480.48	6,457.52	9,543.00	7,309.55	743.00
	AVANCE ACUMULADO	10,327,521.42	3,546,592.11	3,555,728.11	3,599,208.59	3,605,666.11	3,615,209.11	3,622,518.66	3,623,261.66
	RENDIMIENTO SEMANAL		0.2466	0.2241	0.0356	0.3329	0.2368	0.1491	0.1238
	RENDIMIENTO ACUMULADO	0.0350	0.0778	0.0782	0.0777	0.0781	0.0786	0.0787	0.0787
	RENDIMIENTO PARA PROYECCIÓN		0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350	0.0350
REAL VS P. META	HH PERD O GAN A LA FECHA		(151,888.28)	(153,615.52)	(153,843.70)	(155,567.69)	(157,493.68)	(158,327.85)	(158,393.84)
	HH PERD O GAN A FIN DE OBRA		(151,888.28)	(153,615.52)	(153,843.70)	(155,567.69)	(157,493.68)	(158,327.85)	(158,393.84)
01.05	Pernos de anclaje y embetidos	kg							
	HH SEMANAL		603.00	-	500.00	-	-	-	-
	HH ACUMULADO	36,450.00	33,772.50	33,772.50	34,272.50	34,272.50	34,272.50	34,272.50	34,272.50
	AVANCE SEMANAL		1,624.00	-	860.00	-	-	-	-
	AVANCE ACUMULADO	243,000.00	254,072.95	254,072.95	254,932.95	254,932.95	254,932.95	254,932.95	254,932.95
	RENDIMIENTO SEMANAL		0.37	-	0.58	-	-	-	-
	RENDIMIENTO ACUMULADO	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
	RENDIMIENTO PARA PROYECCIÓN		0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
REAL VS P. META	HH PERD O GAN A LA FECHA		4,338.44	4,338.44	3,967.44	3,967.44	3,967.44	3,967.44	3,967.44
	HH PERD O GAN A FIN DE OBRA		4,338.44	4,338.44	3,967.44	3,967.44	3,967.44	3,967.44	3,967.44
	HH SEMANAL	HH	10,021	7,801	7,327	8,400	4,398	4,051	2,837
	HH ACUMULADO	HH	808,975	816,776	824,103	832,503	836,901	840,952	843,789
	HH PERD O GAN A LA FECHA	HH	(57,161)	(62,023)	(61,569)	(64,510)	(66,898)	(68,265)	(70,204)
	HH PERD O GAN A FIN DE OBRA	HH	(57,161)	(62,023)	(61,569)	(64,510)	(66,898)	(68,265)	(70,204)
Nota:									
01.01	Carga y Descarga de Acero y Encofrado	glb							
	HH SEMANAL		-	-	38.00	-	122.00	10.00	110.00
	HH ACUMULADO	1.00	13,027.50	13,027.50	13,065.50	13,065.50	13,187.50	13,197.50	13,307.50
01.02	Obras Provisionales	glb							
	HH SEMANAL		11,557.00	10,874.00	5,692.00	7,195.00	4,884.00	4,328.00	4,641.00
	HH ACUMULADO	1.00	281,569.00	292,443.00	298,135.00	305,330.00	310,214.00	314,542.00	319,183.00
01.07	Trabajo Eléctrico	glb							
	HH SEMANAL		51,860.00	-	-	-	-	-	-
	HH ACUMULADO		-	-	-	-	-	-	-
01.08	Trabajo con Tuberías de HDPE	glb							
	HH SEMANAL		14,080.00	62,012.92	62,012.92	62,012.92	62,012.92	62,012.92	62,012.92
	HH ACUMULADO		-	-	-	-	-	-	-
01.11	Trabajos Varios (armado de carpas)	glb							
	HH SEMANAL		250.00	-	-	-	-	-	-
	HH ACUMULADO		-	-	-	-	-	-	-
	HH SEMANAL	HH	21,578	18,675	13,057	15,595	9,404	8,389	7,588
	HH ACUMULADO	HH	1,165,584	1,184,259	1,197,316	1,212,911	1,222,315	1,236,704	1,238,292
	% Costo MO controlado por IP	HH	69%	69%	69%	69%	68%	68%	68%

Cuadro N° CTSC – DJZB – 10 – COS; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

5.1.3 GESTIÓN EN CONTROL DE COSTOS DE EQUIPOS

Durante la etapa del planeamiento se identificaron los recursos de equipos necesarios para ejecutar el Proyecto, los que se reflejaban en un cronograma de equipos. A fin de lograr el ingreso oportuno de los equipos al Proyecto se debió considerar lo siguiente:

- Cantidades y especificaciones de los equipos previstos por el cronograma
- Plazos necesarios para ubicar, contratar, transportar, poner en operación e ingresar los equipos al Proyecto (con todos los trámites documentarios pertinentes que eran solicitados por el cliente)
- Disponibilidad de los equipos en el mercado, tanto propios como de terceros.
- Necesidades de infraestructura necesaria para la operación y el mantenimiento de los equipos como por ejemplo: personal de mantenimiento, talleres, repuestos, suministro de combustible, llantería, etc.

La relación de equipos a ser usada por el Proyecto se presentó en coordinación con el área de Equipos y Logística, que tiene lugar durante el inicio del Proyecto, en la cual se definieron los siguientes puntos:

- Necesidad de equipos del Proyecto (marcas, características, potencia, capacidad, tipo de combustible, eléctrico o a combustible, etc).
- Cantidad de equipos disponibles sean propios y de terceros.
- Tarifas y condiciones consideradas en el presupuesto original
- Tarifas y condiciones negociadas y contratadas con los equipos propios y de terceros (verificando las mejores condiciones en los subcontratos suscritos)
- Definición de un Jefe de equipos asignado por la obra.

Una vez que los equipos eran contratados y llegaban al lugar de la obra; el Jefe de equipos realizaba la inspección mecánica para validar su correcto estado operativo y las condiciones de seguridad del mismo. Así mismo, la documentación del equipo respectivo. Después, el Jefe de equipos ingresa los datos del equipo al sistema de costos y control de mantenimiento mecánico.

Se definieron los responsables de generar los tareas de los equipos. Se comunicaba y explicaba el sistema de partidas de control para cargar correctamente las horas máquina, a los operadores, capataces y supervisores de campo. Los reportes son preparados diariamente y validados por el supervisor de campo.

El Jefe de equipos ingresaba los partes diarios al sistema, con el fin de contar con la información necesaria para el cálculo del IP o el cierre de mes de manera oportuna. En caso de que la información no sea detallada o incompleta, se consultaba al supervisor de campo.

Finalmente se emiten los reportes de horas maquina trabajadas por partida. Se preparaba este reporte en forma mensual y cuando era requerido para algún análisis particular, se preparaba en forma semanal.

A continuación se muestra el cuadro de equipos usado para la valorización de equipos mensual considerando el control diario y la valorización final del mes.

CONSTRUCTORA UYUNI		REPORTE MENSUAL DE UTILIZACION DE EQUIPOS DEL 26 DE OCTUBRE AL 25 DE NOVIEMBRE											MES DE OCTUBRE	TOTAL GRAL.	ORIGEN DE EMPRESA	MARCA Y MODELO	
GyM ALLIANCE BBS		NOVIEMBRE															
CONTRATO:		CC-013 SUMINISTRO Y COLOCACION DE HORMIGONES / CC-02 MONTAGE DE EQUIPOS											MES DE OCTUBRE	TOTAL GRAL.	ORIGEN DE EMPRESA	MARCA Y MODELO	
NOVIEMBRE		NOVIEMBRE 2005															
ITEM	EQUIPO	PLACA	CODIGO INTERNO	Unid.	23	24	25	26	27	28	29	30	TOTAL	MES DE OCTUBRE	TOTAL GRAL.	ORIGEN DE EMPRESA	MARCA Y MODELO
1.00 CAMIONETAS Y VAGONETAS																	
1.00	CAMIONETA BLANCA	1300-JULY	PU-01	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	SERPETBOL	
2.00	CAMIONETA AZUL	1152-ARH	PU-02	Dia	1	1	1	1	1	0.5	1	1	29.50	0.00	29.50	AMERICA RENT A CAR	HILUX / 2002
3.00	CAMIONETA ROJA	1412-RBS	PU-03	Dia	1	1	1	1	NO	1	1	1	29.00	0.00	29.00	AMERICA RENT A CAR	HILUX
4.00	CAMIONETA AZUL	1416-XTP	PU-04	Dia	1	1	1	1	1	1	0.5	1	29.50	0.00	29.50	AMERICA RENT A CAR	HILUX
5.00	CAMIONETA VERDE	1137-IDC	PU-05	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	29.50	0.00	29.50	AMERICA RENT A CAR	HILUX
6.00	CAMIONETA	1446BPS	PU-06	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	8.00	0.00	8.00	SERPETBOL	FORD - 2005
7.00	CAMIONETA	1446BRX	PU-07	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	7.00	0.00	7.00	SERPETBOL	FORD - 2005
8.00	CAMIONETA BLANCA	1416-XYC	PU-09	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	AMERICA RENT A CAR	TOYOTA HILUX
9.00	CAMIONETA PLOMA	1007-HKI	PU-10	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	AMERICA RENT A CAR	TOYOTA HILUX
10.00	CAMIONETA CHAMPAGNE	1416-XUT	PU-11	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	AMERICA RENT A CAR	TOYOTA HILUX
11.00	VAGONETA AZUL	1417-BBY	VT-05	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	AMERICA RENT A CAR	TOYOTA
12.00	VAGONETA GUINDA PATROL	1229-KCI	VT-01	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	AMERICA RENT A CAR	NISSAN PATROL
13.00	VAGONETA GUINDA	1089-NRT	VT-02	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	AMERICA RENT A CAR	TOYOTA 2002
14.00	VAGONETA BLANCA	1405-KKI	VT-03	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	GUSTAVO VUCETH	
15.00	VAGONETA NEGRA	1430-CYB	VT-04	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	GUSTAVO VUCETH	VITARA SUZUKI
2.00 AMBULANCIA, CAMION DE SERVICIO, MICROBUS Y OMNIBUS																	
1.00	OMNIBUS AZUL	1055-BBK	BU-01	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	12.00	0.00	12.00	JHONNY ALANCA	MERCEDES BENZ
2.00	MICROBUS BLANCO	1303-IGA	BU-02	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	MIGUEL CARBAJAL	TOYOTA COASTER
3.00	AMBULANCIA BLANCO	1381-SZ1	AMB-01	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	MEDIPETROL	MTSUBISHI 1990
3.00 CAMION GRUA																	
1.00	CAMION GRUA 8 TON	1010 - FNL	CG-01	Hrs	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	INBOLPAC SRL	VOLVO HIAB 120
2.00	CAMION GRUA DE 7 TN	317-REU	CG-02	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	LUZAGA	WOSVAGEN GRUA
4.00 CORTADORA DE FIERRO ELECTRICA																	
1.00	AMOLADORA CORTADORA FIERRO		GWS 23-108	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	BOSEH
2.00	CORTADORA FIERRO		# 46210000103	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	ALBA COM13266
5.00 VIBRADORAS																	
1.00	VIBROCOMPACTADOR VERDE	# 1550600	1	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	DINAPAC C71-4T
2.00	VIBROCOMPACTADOR AMARILLO	# 1550597	2	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	DINAPAC C71-4T
3.00	VIBROCOMPACTADOR AMARILLO	# 155097	3	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	DINAPAC C71-4T
4.00	VIBROCOMPACTADOR AMARILLO	# 1550552	4	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	DINAPAC C71-4T
5.00	VIBROCOMPACTADOR VERDE	# 0578219	2	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	WAKER / V560-12
6.00	COMPACTADORA SALTARIN	# 5243774	CSM-25	Dia	R	R	R	R	R	R	R	R	0.00	0.00	0.00	SICPEN	
6.00	COMPACTADORA SALTARIN	# 5243777	CSM-26	Dia	R	R	R	R	R	R	R	R	0.00	0.00	0.00	SICPEN	
7.00	PLANCHA AMARILLO	# 5577768	1	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	WAKER - 1550AW
8.00	PLANCHA AMARILLO	# 5577766	2	Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	WAKER - 1550AW
9.00	PLANCHA VERDE	338- FB-055		Dia	1	1	1	1	1	1	1	1	30.00	0.00	30.00	CONST UYUNI	WAKER - 1550AW
6.00 VIBRADORES DE CONCRETO																	
1.00	VIBRADORES DE CONCRETO		991	Dia									0.00	0.00	0.00	CONST UYUNI	DINAPAC - AR 14-2T
2.00	VIBRADORES DE CONCRETO		991	Dia									0.00	0.00	0.00	CONST UYUNI	DINAPAC - AR 14-2T

Cuadro N° CTSC – DJZB – 11 – COS; preparado por el Ing Jasson Zevallos B

5.1.4 GESTIÓN EN CONTROL DE COSTOS DE MATERIALES

El control de costos de materiales consiste en el control del consumo en el Proyecto de los materiales en las cantidades y actividades correctas, según las cantidades y precios que fueron previstos en el presupuesto contractual.

Para hacer un correcto control de los mismos, era necesario hacer lo siguiente:

- El Jefe de Almacén era responsable de registrar las salidas de los materiales a campo de acuerdo a la estructura de control de costos del Proyecto. Esta codificación es asignada por escrito por el supervisor de campo en un vale de salida con su respectivo visto bueno.
- La cantidad y el costo de los materiales realmente consumidos se obtenían a través del reporte de consumos por partidas de control del módulo del sistema de almacenes.
- La cantidad y el costo de los materiales previstos a consumirse se obtenían del análisis de precios unitarios de las actividades que se están evaluando, asociadas a la cantidad de trabajo realmente ejecutada. Para ello se trabajaba con el presupuesto contractual.
- Las desviaciones encontradas se justificaban para poder tomar acción sobre ellas. Siendo algunos motivos comunes como:
 - ✓ Mermas mayores a las previstas en el presupuesto contractual.
 - ✓ Falta de control sobre los precios de órdenes de compra pequeñas generadas de manera frecuente sobre un mismo material.
 - ✓ Falta de control sobre las salidas de materiales y verificando su real consumo en la obra. Por ejemplo: implementos de seguridad o los consumibles como alambres de acero para el armado del acero y/o la instalación de los encofrados metálicos.

Luego se tomaron las medidas en forma diaria, semanal y mensual para disminuir la incidencia del costo de los materiales en cada actividad de las partidas de control.

A continuación se muestran los resultados del control de costos aplicados a las diferentes áreas del proyecto según el frente de control y por recursos, obteniendo los índices o ratios (que servirán para futuros presupuestos) y poder hacer las comparaciones con respecto a lo presupuestado y de esta forma, poder preparar los análisis de brechas para sustentar el llegar a la utilidad o margen final del Proyecto.

5.2.1 COSTOS DEL CHANCADOR PRIMARIO – ÁREA 210

Constructora Uyuni SHL
OBRA: San Cristóbal
ÁREA 210 - CHANCADOR PRIMARIO
COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Ratio Ppto (HH/und) Referencial	HH Ppto	Ratio Ponderado (HH/und)	HH ponderadas	HH Real	Costo (US\$/HH)	Total (US\$)	Observaciones
1	Excavación	m3	654.41	0.32	209.41	1.37	896.54	871.00	3.07	2,673.97	
2	Relleno	m3	48.20	-	-	1.23	59.29	317.00	3.07	973.19	
3	Acero	Kg	262,254.84	0.09	23,602.94	0.04	10,490.19	23,408.50	3.07	71,864.10	
4	Encofrado	m2	3,513.22	11.07	38,891.35	5.96	20,938.79	27,967.00	3.07	85,858.69	
5	Elementos embebidos	Kg	52,891.56	0.39	20,627.71	0.15	7,933.73	5,149.00	3.07	15,807.43	
6	Concreto	m3	1,662.90	7.86	13,227.59	4.44	7,472.08	3,356.00	3.07	10,302.92	
TOTAL A											187,480.30

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/und)	Total (US\$)
1	Acero	Kg	262,254.84	0.64	168,671.82
2	Encofrado	m2	3,513.22	21.04	73,927.50
3	Concreto	m3	1,662.90	133.00	223,825.70
4	Agregados				
	Agregado Grueso (Piedra 3/4")	m3	1,093.89	12.71	13,903.28
	Agregado Fino (Arena)	m3	1,093.89	11.65	12,743.76
5	Elementos embebidos	Kg	52,891.56	0.80	42,191.53
TOTAL B					535,263.59

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/und)	Total (US\$)
1	Andamios	puerpo-mes	300.00	153.58	46,074.00
2	Grúa Torre	mes	7.00	7,500.00	52,500.00
3	Camión Grúa de 08 Ton	mes	1.63	4,500.00	7,350.00
4	Excavadora 320	HM	70.00	66.00	4,620.00
5	Volquete de 12 m3	mes	0.93	2,000.00	1,866.67
6	Vibrocompactadora	HM	70.00	1.95	136.50
7	Rollido de 10 Ton	HM	70.00	40.00	2,800.00
8	Motoniveladora 135H	HM	30.00	40.00	1,200.00
<i>Movilización de equipos y materiales</i>					
1	Acero	Kg	262,254.84	0.25	65,563.71
2	Encofrado	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00
3	Andamios	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00
<i>Desmovilización de equipos y materiales</i>					
1	Encofrado	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00
2	Andamios	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00
TOTAL B					252,110.88
COSTO TOTAL (US\$) A+B+C					974,854.76

NOTA: Al mes de Julio en cuanto al costo de la HH se tiene lo siguiente:
 Total de HH 1,004,913.50
 Total de US\$ 3,085,604.58
 US\$/HH 3.07
 Incluye nacional y expatriado
 Incluye tarifas y reembolsables

La obra fue realizada en un lapso de 07 meses. Las mayores interferencias han sido debido al tiempo de montaje de los insertos y liberación de estructuras por parte de Control de Calidad previos al vaciado de concreto.

5.2.2 COSTOS DEL TUNEL DE RECUPERACION – AREA 220

Constructora Uyuni SRL
OBRA: San Cristóbal
ÁREA 220 - TUNEL DE RECUPERACION
COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Ratio Ppto (HH/tund)	HH Ppto	Ratio real (HH/tund)	HH Ponderadas	HH Real	Costo (US\$/HH)	Total (US\$)	Observaciones		
1	Excavación	m3	2,482.89	0.32	794.52	1.37	3,401.56	1,171.00	3.07	3,594.37			
2	Relleno	m3	17,087.06	-	-	1.23	21,017.08	13,470.00	3.07	41,352.90			
3	Acero	Kg	532,471.04	0.09	47,922.39	0.04	21,298.84	20,947.00	3.07	64,307.29			
4	Encofrado	m2	3,251.84	11.07	35,997.87	5.96	19,380.97	29,260.00	3.07	89,828.20			
5	Elementos embebidos	Kg	18,140.00	0.39	7,074.60	0.15	2,721.00	4,739.00	3.07	14,548.73			
6	Concreto	m3	2,716.57	7.86	21,352.24	4.44	12,061.57	5,231.00	3.07	16,059.17			
TOTAL A										113,141.63	79,881.02	74,818.00	229,691.26

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/tund)	Total (US\$)	Observaciones
1	Acero	Kg	532,471.04	0.64	342,464.07	
2	Encofrado	m2	3,251.84	35.72	116,171.78	
3	Concreto	m3	2,716.57	133.00	361,303.81	P.U concreto no incluye agregados.
4	Agregados					
	Agregado Grueso (Piedra 3/4")	m3	1,785.77	12.71	22,442.94	P.U de agregados puesto en obra, transporte de 25
	Agregado Fino (Arena)	m3	1,785.77	11.85	20,571.23	
5	Elementos embebidos	Kg	18,140.00	2.33	42,191.53	
6	Tubería Multiplate D= 2.69mts	ml	78.08	449.85	35,100.86	
7	Tubería Multiplate D= 6.31mts	ml	26.23	2,132.00	55,922.36	
TOTAL B					996,168.59	

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/tund)	Total (US\$)	Observaciones
1	Andamios	cuero-mes	170.00	241.34	41,027.80	
2	Camión Grúa de 20 Ton	mes	1.67	4,500.00	7,500.00	Se utilizó en promedio 05 días por mes durante 10 m
3	Excavadora 320	HM	112.00	66.00	7,392.00	Se utilizó en promedio 2 semanas.
4	Volquete de 12 m3	mes	2.20	2,000.00	4,400.00	Se utilizó 06 volquetes
5	Vibrocompactadora	HM	140.00	1.95	273.00	
6	Flodillo de 10 Ton	HM	140.00	40.00	5,600.00	
7	Motoniveladora 135H	HM	40.00	40.00	1,600.00	
Movilización de equipos y materiales						
1	Acero	Kg	532,471.04	0.25	133,117.76	
2	Encofrado	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00	Se considera 05 camiones por la ruta de Bolivia
3	Andamios	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00	Se considera 05 camiones por la ruta de Bolivia
Desmovilización de equipos y materiales						
1	Encofrado	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00	Se considera 05 camiones por la ruta de Bolivia
2	Andamios	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00	Se considera 03 camiones por la ruta de Bolivia
TOTAL C					270,910.56	
COSTO TOTAL A+B+C (US\$)					1,496,770.41	

Cuadro N° CTSC – DJZB – 13 – COS; preparado por el Ing Alberto Canal de GyM

5.2.3 COSTOS DEL AREA DE MOLIENDA – AREA 230

Constructora Ujuni SRL
OBRA: San Cristóbal

ÁREA 230 - MOLIENDA
COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

MANO DE OBRA

Ite m	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Ratio Ppto. mano de obra	HH Ppto	Ratio real (HH/fund)	HH Ponderadas	HH Real	Costo (US\$/H)	Total (US\$)	Observaciones
1	Excavación	m3	-	0,32	-	1,37	-	1,171,00	3,07	3,594,97	
2	Relleno	m3	9,364,02	-	-	1,23	11,517,74	13,470,00	3,07	41,352,90	
3	Acero	Kg	809,413,83	0,09	72,847,24	0,04	32,376,55	20,947,00	3,07	64,307,29	
4	Encofrado	m2	3,495,16	11,07	38,691,42	5,96	20,831,15	29,260,00	3,07	89,828,20	
5	Elementos embobidos	Kg	34,254,00	0,39	13,359,06	0,16	5,138,10	4,739,00	3,07	14,548,73	
6	Concreto	m3	7,906,71	7,86	62,146,74	4,44	35,105,79	5,231,00	3,07	16,059,17	
TOTAL A					187,044,47		104,969,34	74,818,00		229,691,26	

MATERIALES

Ite m	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/fund)	Total (US\$)	Observaciones
1	Acero	Kg	809,413,83	0,64	520,582,60	
2	Encofrado	m2	3,495,16	17,69	61,828,43	
3	Concreto	m3	7,906,71	133,00	1,051,592,43	P.U concreto no incluye agregados.
4	Agregados					
	Agregado Gineoso (Piedra 3/4")	m3	5,139,36	12,71	65,321,28	P.U de agregados puesto en obra, transporte de 25 Kg
	Agregado Fino (Arena)	m3	5,139,36	11,66	59,873,56	
5	Elementos embobidos	Kg	34,254,00	1,23	42,191,53	
TOTAL B					1,801,389,84	

EQUIPOS

Ite m	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/fund)	Total (US\$)	Observaciones
1	Andamios	cuerpo-mes	560,00	87,76	49,145,60	
2	Grúa Torre	mes	4,00	7,500,00	30,000,00	
3	Excavadora 320	HM	200,00	66,00	13,200,00	
4	Volqueta de 12 m3	mes	147	2,000,00	2,933,33	Se utilizó en promedio 11 volquetes
5	Vibrocompactadora	HM	620,00	1,95	1,209,00	
6	Rodillo de 10 Ton	HM	620,00	40,00	24,800,00	
7	Motomiveladora 135H	HM	240,00	40,00	9,600,00	
Movilización de equipos y materiales						
1	Acero	Kg	809,413,83	0,25	202,353,46	
2	Encofrado	Glb	1,00	17,500,00	17,500,00	Se considera 05 camiones por la ruta de Bolivia
3	Andamios	Glb	1,00	28,000,00	28,000,00	Se considera 08 camiones por la ruta de Bolivia
Desmovilización de equipos y materiales						
1	Encofrado	Glb	1,00	17,500,00	17,500,00	Se considera 05 camiones por la ruta de Bolivia
2	Andamios	Glb	1,00	28,000,00	28,000,00	Se considera 08 camiones por la ruta de Bolivia
TOTAL C					424,241,39	
COSTO TOTAL A+B+C (US\$)					2,455,322,49	

Cuadro N° CTSC – DJZB – 14 – COS; preparado por el Ing Alberto Canal de GyM

5.2.4 COSTOS DE LA PLANTA DE FLOTACION DE ZINC Y PLOMO

Constructora Ujuni SRL
OBRA: San Cristóbal

ÁREA 240-250 FLOTACION ZINC Y PLOMO
COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

MANO DE OBRA

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Ratio Ppto (HH/und)	HH Ppto	Ratio real (HH/und)	HH Ponderadas	HH Real	Costo (US\$/HH)	Total (US\$)	Observaciones	
1	Excavación	m3	786.53	0.32	251.37	1.37	1,076.18	1,171.00	3.07	3,594.97		
2	Relleno	m3	6,199.12	-	-	1.23	7,624.92	13,470.00	3.07	41,362.90		
3	Acero	Kg	365,880.00	0.09	32,929.20	0.04	14,635.20	20,947.00	3.07	64,307.29		
4	Encofrado	m2	14,701.95	11.07	162,750.55	5.96	87,623.60	29,260.00	3.07	89,828.20		
5	Elementos embebidos	Kg	20,380.00	0.39	7,948.20	0.15	3,057.00	4,739.00	3.07	14,548.73		
6	Concreto	m3	7,263.12	7.86	57,088.12	4.44	32,248.25	5,231.00	3.07	16,089.17		
TOTAL A										260,967.44	74,818.00	229,691.26

MATERIALES

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/und)	Total (US\$)	Observaciones
1	Acero	Kg	365,880.00	0.64	235,319.38	
2	Encofrado	m2	14,701.95	5.26	77,285.54	
3	Concreto	m3	7,263.12	133.00	965,994.96	P.U concreto no incluye agregados.
4	Agregados					
	Agregado Grueso (Piedra 3/4")	m3	4,721.03	12.71	60,004.27	P.U de agregados puesto en obra, transporte de 25 Km.
	Agregado Fino (Avena)	m3	4,721.03	11.65	54,999.98	
5	Elementos embebidos	Kg	20,380.00	2.07	42,191.53	
TOTAL B					1,435,795.66	

EQUIPOS

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/und)	Total (US\$)	Observaciones
1	Andamios	cuerpo-mes	1,152.00	109.70	126,374.40	
2	Excavadora 320	HM	360.00	66.00	23,760.00	
3	Camión Grúa de 08 Ton	mes	120.00	4,500.00	540,000.00	
4	Volqueta de 12 m3	mes	1.33	2,000.00	2,666.67	Se utilizó en promedio 8 volquetes
5	Vibrocompactadora	HM	760.00	1.95	1,482.00	
6	Rodillo de 10 Ton	HM	760.00	40.00	30,400.00	
7	Motoniadora 135H	HM	320.00	40.00	12,800.00	
Movilización de equipos y materiales						
1	Acero	Kg	365,880.00	0.25	91,470.00	
2	Encofrado	Glb	1.00	38,500.00	38,500.00	Se considera 11 camiones por la ruta de Bolivia
3	Andamios	Glb	1.00	42,000.00	42,000.00	Se considera 12 camiones por la ruta de Bolivia
Desmovilización de equipos y materiales						
1	Encofrado	Glb	1.00	38,500.00	38,500.00	Se considera 11 camiones por la ruta de Bolivia
2	Andamios	Glb	1.00	42,000.00	42,000.00	Se considera 12 camiones por la ruta de Bolivia
TOTAL C					989,953.07	
COSTO TOTAL A+B+C (US\$)					2,655,439.98	

Nota: Los costos incluyen Estructuras de Flotación plomo- zinc.

5.2.5 Costos de las Áreas de: Manejo de Reactivos - Área 270; Espesadores de Concentrado - Área 310; Filtro de Concentrados - Área 320

Constructora Uyuni SRL
OBRA: San Cristóbal

ÁREA 270-310-320 FLOTACION ZINC Y PLOMO
COSTOS DE CONSTRUCCIÓN

MANO DE OBRA

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Ratio Ppto (HH/und)	HH Ppto	Ratio real (HH/und)	HH Ponderadas
1	Excavación	m3	2,411.72	0.32	771.75	1.37	3,304.06
2	Relleno	m3	13,115.95	-	-	1.23	16,132.62
3	Acero	Kg	198,990.00	0.09	17,909.10	0.04	7,959.60
4	Encofrado	m2	6,278.79	11.07	69,506.21	5.96	37,421.59
5	Elementos embebidos	Kg	17,320.00	0.39	6,754.80	0.15	2,598.00
6	Concreto	m3	3,786.28	7.86	29,760.16	4.44	16,811.08
TOTAL A					124,702.02		84,226.95

MATERIALES

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/und)	Total (US\$)	Observaciones
1	Acero	Kg	198,990.00	0.64	127,982.41	
2	Encofrado	m2	6,278.79	17.23	108,199.76	
3	Concreto	m3	3,786.28	133.00	503,575.24	P. U concreto no incluye agregados.
4	Agregados	m3	2,461.08	12.71	31,280.35	
	Agregado Grueso (Piedra 3/4")	m3	2,461.08	11.66	28,671.61	P. U de agregados puesto en obra, transporte de 25 Km.
	Agregado Fino (Arena)	m3	2,461.08	11.66	28,671.61	
5	Elementos embebidos	Kg	17,320.00	2.44	42,191.53	
TOTAL B					841,900.90	

EQUIPOS

Item	Descripción	Unidad	Cantidad (und)	Costo (US\$/und)	Total (US\$)	Observaciones
1	Andamios	cuero-mes	110.00	109.70	12,067.00	
2	Excavadora 320	Hm	270.00	66.00	17,820.00	
3	Camión Grúa de 08 Ton	mes	63.00	4,500.00	283,500.00	
4	Volqueta de 12 m3	mes	1.40	2,000.00	2,800.00	Se utilizó en promedio 6 volquetes
5	Vibrocompactadora	Hm	270.00	1.95	526.50	
6	Rodillo de 10 Ton	Hm	270.00	40.00	10,800.00	
7	Motoniveladora 135H	Hm	120.00	40.00	4,800.00	
Movilización de equipos y materiales						
1	Acero	Kg	198,990.00	0.25	49,747.50	
2	Encofrado	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00	Se considera 5 camiones por la ruta de Bolivia
3	Andamios	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00	Se considera 5 camiones por la ruta de Bolivia
Desmovilización de equipos y materiales						
1	Encofrado	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00	Se considera 5 camiones por la ruta de Bolivia
2	Andamios	Glb	1.00	17,500.00	17,500.00	Se considera 5 camiones por la ruta de Bolivia
TOTAL C					452,061.00	
COSTO TOTAL A+B+C (US\$)					1,523,653.16	

Nota: Los costos incluyen Estructuras de Manejo de Reactivos; Espesadores de Concentrado y Filtros y Concentrado

PRESUPUESTO VS. EJECUCION

OBRA: CC-013/02 SUMINISTRO Y COLOCACION DE HORMIGONES, MONTAJE ESTRUCTURAL, MECÁNICO, PIPING, PINTURA, AISLACIÓN
MODALIDAD: TARGET PRICE

RUBRO	PRESUPUESTO		PRESUPUESTO BASE DE CONTROL (REUNION DE COMPROMISOS)	ADICIONALES		PRESUPUESTO TOTAL DE CONTROL	COSTO REAL	BRECHAS	
	CIVIL	MONTAJE		CIVIL	MONTAJE			US \$	%
Mano de Obra	2,022,186	7,165,957	9,188,143	1,199,476	784,400	11,172,018	11,172,018	0	0.00%
Materiales	740,861	309,694	1,050,555	552,332	815,625	2,418,512	2,418,512	0	0.00%
Equipo	1,879,606	7,215,928	9,095,534	1,042,667	1,799,690	11,937,892	11,793,579	144,313	1.21%
Subcontrata	7,235,401	3,846,383	11,081,783	4,132,267	70,824	15,284,874	15,284,874	0	0.00%
Subtotal Costo Directo	11,878,054	18,537,962	30,416,016	6,926,741	3,470,539	40,813,296	40,668,983	144,313	0.35%
Gastos Generales	3,600,652	5,206,354	8,807,007	1,563,466	3,204,345	13,574,818	12,547,282	1,027,536	7.57%
Costo Total	15,478,706	23,744,316	39,223,022	8,490,207	6,674,884	54,388,114	53,216,265	1,171,849	2.15%
Margen	1,719,856	2,638,257	4,358,114	690,039	429,158	5,477,311	5,477,311	0	0.00%
TOTAL US \$	17,198,562	26,382,573	43,581,136	9,180,246	7,104,042	59,865,424	58,693,575	1,171,849	1.96%
	29.00%	44.00%		15.00%	12.00%	100.00%			

Utilidad Final: \$ 6,649,160
11.11%

Cuadro N° CTSC – DJZB – 17 – COS; preparado por el Ing Alberto Canal de GyM

CAPITULO 6. CONTROL DE CALIDAD

6.1 CHANCADOR PRIMARIO – ÁREA 210

6.1.1.- Diseño de Mezcla H28.

Durante la construcción del proyecto se han aprobado 3 diseños de mezclas H28 ($f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$) con 400, 380 y 360 kg de cemento por metro cubico de concreto.

Describimos el diseño de mezclas H28 con 380 kg de cemento x m³ de concreto:

- Cemento	380 kg
- Agregado grueso	932 kg
- Agregado fino	812 kg
- Agua	65 Lts.

6.1.2.- Estadística del concreto

Cantidad de Probetas.- La cantidad de probetas de concreto obtenidas durante la construcción del chancador primario fue de 110 probetas, obteniéndose 55 muestras representativas.

Para determinar que un concreto se considere satisfactorio el ACI 318S ha determinado dos requisitos:

- Ningún resultado individual del ensayo resistencia (promedio de dos cilindros) es menor que $f'c$ (resistencia de diseño) por más de 3.5 Mpa cuando $f'c$ es 35 Mpa o menor; o por más de $0.10f'c$ cuando $f'c$ es mayor a 35 Mpa
- Cada promedio aritmético de tres ensayos de resistencia consecutivos es igual o superior a $f'c$.

Dichos requisitos se encuentran calculados en las dos últimas columnas del cuadro N° 1; donde se puede apreciar que ningún valor ha incumplido con las dos condiciones anteriores.

La desviación estándar obtenida en el cuadro N° 1, se comparan con la Tabla 3.5 (standards of concrete control) de la norma ACI 214; para una desviación estándar de 477.02 Psi, le corresponde una clasificación de resultados: Muy buena.

Por lo tanto el concreto colocado en la construcción del Chancador Primario se considera satisfactorio y cumple con los requisitos del ACI.

PROYECTO: SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONCRETO



CONTROL ESTADISTICO DE CONCRETO

AREA 210 CHANCADORA PRIMARIA

f'c = 28 Mpa



ITEM	ESTRUCTURA	ELEMENTO	FECHA	Ensayos a 28 DIAS						
				RESISTENCIA (kg/cm2)		PROMEDIO (kg/cm2)	PROM TRES (kg/cm2)	RANGO (kg/cm2)	Prom ≥ f'c - 35	Prom Tres > f'c
				1	2					
1	Torre Grúa	base de grua	25-oct-05	417.5	452.4	435.0		34.9	OK	
2	Torre Grúa	base de grua	25-oct-05	398.4	387.8	393.1		10.7	OK	
3		Muro lado sur	12-dic-05	382.9	376.2	379.6	402.5	6.7	OK	OK
4		Muro Eje A	14-dic-05	388.0	389.7	388.8	387.2	1.7	OK	OK
5		Muro	16-dic-05	390.8	371.0	380.9	383.1	19.8	OK	OK
6		Durmientes Conveyo	17-dic-05	358.8	352.8	355.8	375.2	6.1	OK	OK
7		Muro	22-dic-05	421.7	415.0	418.3	385.0	6.7	OK	OK
8		Durmientes Conveyo	06-ene-06	375.6	387.1	381.4	385.2	11.5	OK	OK
9		Durmientes Conveyo	19-ene-06	376.1	309.4	342.7	380.8	66.7	OK	OK
10		Losa edificio	07-feb-06	302.9	313.9	308.4	344.2	10.9	OK	OK
11		Conveyor	07-feb-06	296.1	286.9	291.5	314.2	9.2	OK	OK
12		Muro Chancador	14-feb-06	298.9	294.3	296.6	298.8	4.6	OK	OK
13		Muro Chancador	16-feb-06	341.4	335.0	338.2	308.8	6.4	OK	OK
14		Muro Chancador	16-feb-06	317.3	315.6	316.4	317.1	1.7	OK	OK
15		Muro Chancador	17-feb-06	334.6	345.3	340.0	331.5	10.7	OK	OK
16		Zapata F1 F2 F3 F13	19-feb-06	344.2	355.0	349.6	335.3	10.8	OK	OK
17		Durmientes Conveyo	20-feb-06	392.6	393.9	393.3	361.0	1.3	OK	OK
18		Losa segundo Nivel	25-feb-06	365.3	369.8	367.5	370.1	4.5	OK	OK
19		Losa segundo Nivel	27-feb-06	372.7	365.8	369.3	376.7	6.9	OK	OK
20		Muro 3° nivel,	10-mar-06	390.1	388.9	389.5	375.4	1.2	OK	OK
21		Muro 3° nivel,	10-mar-06	381.3	380.3	380.8	379.8	1.0	OK	OK
22		Zapata F7	11-mar-06	344.2	361.4	352.8	374.3	17.2	OK	OK
23		Zapata F7	11-mar-06	345.9	348.4	347.2	360.2	2.5	OK	OK
24		Losa	23-mar-06	377.2	370.3	373.8	357.9	6.9	OK	OK
25		Losa	23-mar-06	385.5	386.1	385.8	368.9	0.6	OK	OK
26		muro cuarto nivel	29-mar-06	367.2	367.0	367.1	375.6	0.2	OK	OK
27		muro cuarto nivel	29-mar-06	349.6	347.3	348.5	367.1	2.3	OK	OK
28		Losa	29-abr-06	399.9	382.4	391.1	368.9	17.5	OK	OK
29		Losa	29-abr-06	383.7	418.1	400.9	380.2	34.3	OK	OK
30		muro quinto nivel	15-may-06	356.9	350.2	353.5	381.9	6.7	OK	OK

	Kg/cm2	Mpa	Psi
MAXIMO	434.97	42.63	6182.51
MINIMO	291.49	28.57	4143.12
PROMEDIO	364.58	35.73	5181.98
DES. EST.	33.56	3.29	477.02

Calificación del Concreto, según ACI 214 tabla 3.5
 Desviación Estandar Concreto 477.02 PSI < 500 PSI √ Muy bien

Cuadro N° 1

Cuadro N° CTSC – DJZB – 01 – QAQC; preparado por el Ing Juan Carlos Garcia de GYM

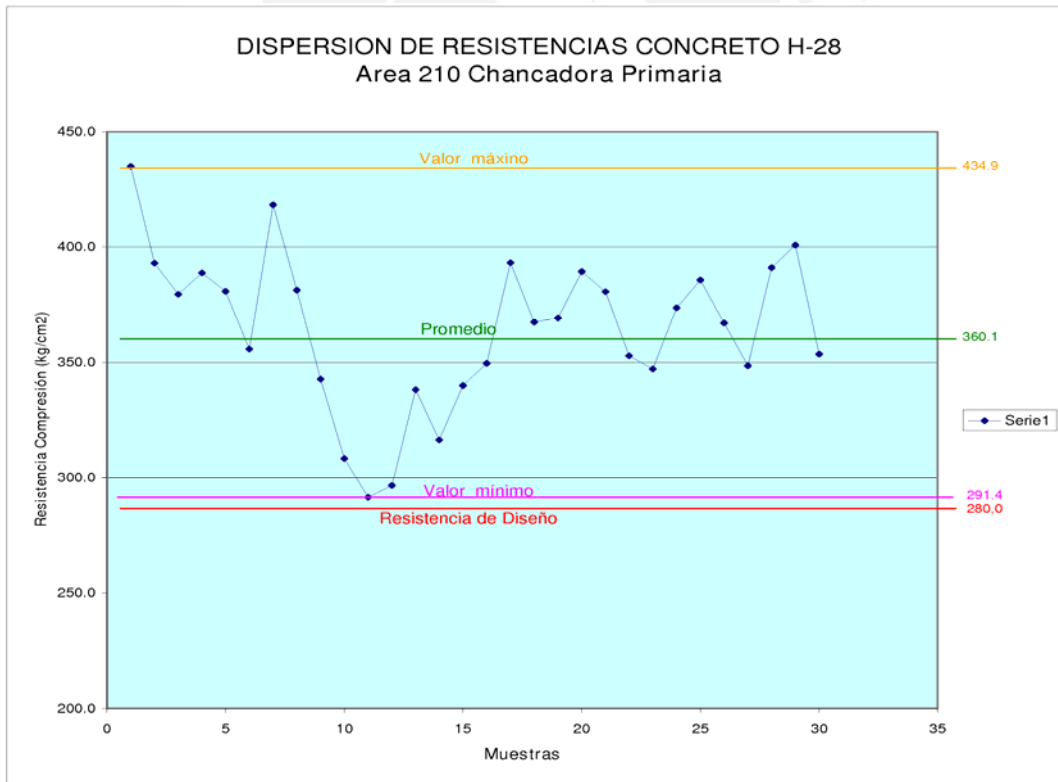
TABLE 3.5-STANDARDS OF CONCRETE CONTROL

Overall variation					
Class of operation	Standard deviation for different control standards, psi (kgf/cm ²)				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
General construction testing	below 400 (28.1)	400 to 600 (28.1) (35.2)	500 to 600 (35.2) (42.2)	600 to 700 (42.2) (49.2)	above 700 (49.2)
Laboratory trial batches	below 200 (14.1)	200 to 260 (14.1) (17.6)	250 to 300 (17.6) (21.1)	300 to 350 (21.1) (24.6)	above 350 (24.6)

Within-test variation					
Class of operation	Coefficient of variation for different control standards, percent				
	Excellent	Very good	Good	Fair	Poor
Field control testing	below 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 5.0	5.0 to 6.0	above 6.0
Laboratory trial batches	below 2.0	2.0 to 3.0	3.0 to 4.0	4.0 to 6.0	above 6.0

Nota: Tabla extraída del ACI 214.

Cuadro de dispersión del concreto H-28 del Chancador Primario



Cuadro N° CTSC – DJZB – 02 – QAQC; preparado por el Ing Juan Carlos Garcia de GyM

6.2 AREA DE MOLINOS – ÁREA 230

6.2.1.- Diseño de Mezcla H28.

Durante la construcción del proyecto se han aprobado 3 diseños de mezclas H28 ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$) con 400, 380 y 360 kg de cemento por metro cubico de concreto.

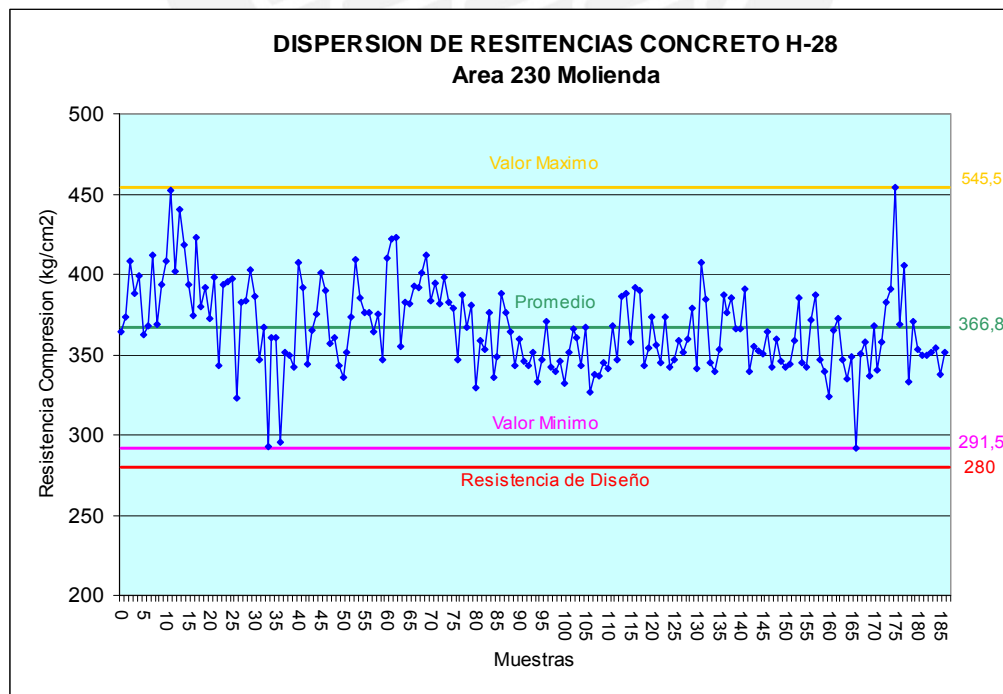
Describimos el diseño de mezclas H28 con 380 kg de cemento x m3 de concreto:

- Cemento 380 kg
- Agregado grueso 932 kg
- Agregado fino 812 kg
- Agua 65 Lts.
- Aditivo SIKAMENT FF-86. un super – plastificante
- Aditivo FRIOPLAST A-6,

6.2.2.- Estadística del Concreto

Cantidad de Probetas.- La cantidad de probetas de concreto obtenidas durante la construcción del área de molinos fue de 561 probetas, obteniéndose 187 muestras representativas.

La desviación estándar obtenida en el cuadro N° 2, se comparan con la Tabla 3.5 (standard of concrete control) de la norma ACI 214; para una desviación estándar de 379.97 Psi, le corresponde una clasificación de resultados: Muy buena.



Cuadro N° CTSC – DJZB – 03 – QAQC; preparado por el Ing Juan Carlos Garcia de GyM

PROYECTO: SUMINISTRO Y COLORACIÓN DE CONCRETO
CONTROL ESTADÍSTICO DE CONCRETO
ÁREA 230 MOLIENDA

AKER KVÆRNER

CONSTRUCTORA

UYUNI

f'c=28 Mpa

Ensayo a 28 DIAS

ESTRUC TURA	ELEMENTO	FECHA	RESISTENCIA (Kg./cm2)		PROMEDIO (Kg./cm2)	PROM TRES	RANGO (Kg./cm2)	Prom 2 f'c - 3s	Prom Tres > f'c
			1	2					
Molienda	Zapata F12 Lado Sur	18-11-05	362.00	366.00	364.00		4.00	OK	
	Zapata F12 Lado Norte	18-11-05	364.00	383.00	373.50		19.00	OK	
	Zapata F12 Molienda	22-11-05	403.00	413.00	408.00	381.83	10.00	OK	OK
	Zapata F13	27-11-05	394.00	382.00	388.00	389.83	12.00	OK	OK
	Zapata F13 Lado este	28-11-05	414.00	385.00	399.50	398.50	29.00	OK	OK
	Zapata F14 Lado este	30-11-05	364.00	360.00	362.00	383.17	4.00	OK	OK
	Columnas Pedestales de molienda	02-12-05	371.00	364.00	367.50	376.33	7.00	OK	OK
	Zapata F5 Molienda	04-12-05	412.00	411.00	411.50	390.33	1.00	OK	OK
	Zapata F4 Molino Bolas	08-12-05	368.00	369.00	368.50	382.50	1.00	OK	OK
	Zapata F4,F6 Molienda	12-12-05	376.00	411.00	393.50	391.17	35.00	OK	OK
	Zapata F6,F7 Lado sur	13-12-05	424.00	393.00	408.50	390.17	31.00	OK	OK
	Zapata F19 Molienda	20-12-05	446.00	458.00	452.00	418.00	12.00	OK	OK
	Pedestal Molinos Bolas	21-12-05	402.00	402.00	402.00	420.83	0.00	OK	OK
	Viga Y Pedestal Molienda	22-12-05	432.00	448.00	440.00	431.33	16.00	OK	OK
	Pedestales Molienda Muro F12 y F13	31-12-05	424.00	413.00	418.50	420.17	11.00	OK	OK
	Pedestal y Viga Molienda	03-01-06	394.00	394.00	394.00	417.50	0.00	OK	OK
	Zapata F1 y F2 Molienda	06-01-06	376.00	372.00	374.00	395.50	4.00	OK	OK
	Pedestales F5, F6 y F7	07-01-06	426.00	419.00	422.50	396.83	7.00	OK	OK
	Pedestales F5, F6 y F7	09-01-06	378.00	382.00	380.00	392.17	4.00	OK	OK
	Pedestales F8 y F9	11-01-06	391.00	393.00	392.00	398.17	2.00	OK	OK
	Muro y Pedestal F3	12-01-06	391.00	354.00	372.50	381.50	37.00	OK	OK
	Pedestal Y vigas	13-01-06	397.00	399.00	398.00	387.50	2.00	OK	OK
	Pedestal y Viga F1	15-01-06	342.00	344.00	343.00	371.17	2.00	OK	OK
	Zapatas F12 y F13	18-01-06	384.00	404.00	394.00	378.33	20.00	OK	OK
	Zapata F13 y F14	24-01-06	387.00	403.00	395.00	377.33	16.00	OK	OK
	Pedestal	27-01-06	402.00	393.00	397.50	395.50	9.00	OK	OK
	Muro corta Fuego ciclones	23-07-06	333.00	346.00	339.50	365.50	13.00	OK	OK
	Losa radier area Ciclones	24-07-06	349.00	362.00	355.50	362.00	13.00	OK	OK
	Losa radier sala Electrica molino Bolas	24-07-06	359.00	346.00	352.50	349.17	13.00	OK	OK
	Losa radier Molino bolas	25-07-06	342.00	359.00	350.50	352.83	17.00	OK	OK
	Muro lado este Molino sag	25-07-06	364.00	364.00	364.00	355.67	0.00	OK	OK
	Muro Losa Radier Ciclones	26-07-06	339.00	346.00	342.50	352.33	7.00	OK	OK
	Losa radier Rampa Molino Sag.	28-07-06	362.00	357.00	359.50	355.33	5.00	OK	OK
	Muro Corta Fuego Ciclones	01-08-06	342.00	350.00	346.00	349.33	8.00	OK	OK
	Zapata Sala de Lubricacion	02-08-06	339.00	345.00	342.00	349.17	6.00	OK	OK
	Vbase de Muro Corta Fuego Ciclones	05-08-06	347.00	341.00	344.00	344.00	6.00	OK	OK
	Muro Y Rampa Lado este	08-08-06	352.00	365.00	358.50	348.17	13.00	OK	OK
	Losa elevada Ciclones edificio	10-08-06	387.00	384.00	385.50	362.67	3.00	OK	OK
	Losa radier sala de Lubricacion	11-08-06	348.00	341.00	344.50	362.83	7.00	OK	OK
	Losa radier sala de Lubricacion	11-08-06	339.00	345.00	342.00	357.33	6.00	OK	OK
	Losa elevada Molinos Muro	15-08-06	371.00	372.00	371.50	352.67	1.00	OK	OK
	Losa elevada en molinos Corta Losa	15-08-06	394.00	380.00	387.00	366.83	14.00	OK	OK
	Muro Corta Fuego	16-08-06	352.00	342.00	347.00	368.50	10.00	OK	OK
	Losa elevada en molinos	16-08-06	343.00	336.00	339.50	357.83	7.00	OK	OK
	Muro Corta Fuego Ciclones	18-08-06	312.00	335.00	323.50	336.67	23.00	OK	OK
	Corpa Losa en Ciclones	19-08-06	357.00	374.00	365.50	342.83	17.00	OK	OK
	Corpa Losa en Ciclones Tercer Tramo	22-08-06	373.00	372.00	372.50	353.83	1.00	OK	OK
	Muro Sala de Lubricacion Lado Oeste	22-08-06	340.00	353.00	346.50	361.50	13.00	OK	OK
	Muro Corta Fuego Ciclones	24-08-06	337.00	333.00	335.00	351.33	4.00	OK	OK
	Corpa Losa al Oeste	24-08-06	344.00	353.00	348.50	343.33	9.00	OK	OK
	Columna sala de Lubricacion	25-08-06	294.00	289.00	291.50	325.00	5.00	OK	OK
	Columna sala de Lubricacion Molino sag	26-08-06	347.00	354.00	350.50	330.17	7.00	OK	OK
	Corpa Losa <sala Electrica	28-08-06	347.00	368.00	357.50	333.17	21.00	OK	OK
	Sala De Lubricacion al oeste de Ciclones	31-08-06	343.00	330.00	336.50	348.17	13.00	OK	OK
	Muro Corta Fuego al este de Ciclones	31-07-06	343.00	392.00	367.50	353.83	49.00	OK	OK
	Muro Corpa Losa 2 Nivel Ciclones L/E	01-09-06	336.00	344.00	340.00	348.00	8.00	OK	OK
	Muro de transformador Ciclones	04-09-06	363.00	352.00	357.50	355.00	11.00	OK	OK
	Fundaciones F5 al oeste	05-09-06	378.00	387.00	382.50	360.00	9.00	OK	OK
	Muro Corta Fuego Este de Ciclones	05-09-06	391.00	391.00	391.00	377.00	0.00	OK	OK
	Pedestales al Nor Oeste	07-09-06	450.00	459.00	454.50	409.33	9.00	OK	OK
	Losa Radier sala de Lubricacion	08/09/206	369.00	369.00	369.00	404.83	0.00	OK	OK
	Muro Corta Fuego Ciclones	11-09-06	418.00	393.00	405.50	409.67	25.00	OK	OK
	Base de Transformador	12-09-06	333.00	333.00	333.00	369.17	0.00	OK	OK
	Base de Transformador de Ciclones	13-09-06	370.00	371.00	370.50	369.67	1.00	OK	OK
	Base de Transformador de Ciclones	15-09-06	348.00	359.00	353.50	352.33	11.00	OK	OK
	Pedestales F8 Base Transformador de ciclones	18-09-06	348.00	352.00	350.00	358.00	4.00	OK	OK
	Base Transformador Oeste Ciclones	22-09-06	347.00	352.00	349.50	351.00	5.00	OK	OK
	Corpa losa Molino Sag	25-09-06	356.00	346.00	351.00	350.17	10.00	OK	OK
	Rampa Lado este de Molinos	01-10-06	356.00	353.00	354.50	351.67	3.00	OK	OK
	Zapatas F4F5 Norte Molino Sag	06-10-06	328.00	347.00	337.50	347.67	19.00	OK	OK
	Base de esaclera	26-10-06	356.00	346.00	351.00	347.67	10.00	OK	OK

	Kg/cm2	Mpa	Psi
MAXIMO	454.50	44.54	6460.12
MINIMO	291.50	28.57	4143.29

PROMEDIO	366.81	35.95	5213.73
DES. EST.	26.73	2.62	379.97

Calificación del Concreto, según ACI 214 tabla 3.5

Desviación Estándar Concreto	379.97	<	400 PSI	Mix Rian
------------------------------	--------	---	---------	----------

Cuadro N° 2

Cuadro N° CTSC – DJZB – 04 – QAQC; preparado por el Ing Juan Carlos Garcia de GyM

6.3 PLANTA DE FLOTACION PLOMO Y ZINC – ÁREA 240 – 250

6.3.1.- Diseño de Mezcla H28.

Durante la construcción del proyecto se han aprobado 3 diseños de mezclas H28 con 400, 380 y 360 Kg. de cemento por metro cubico de concreto.

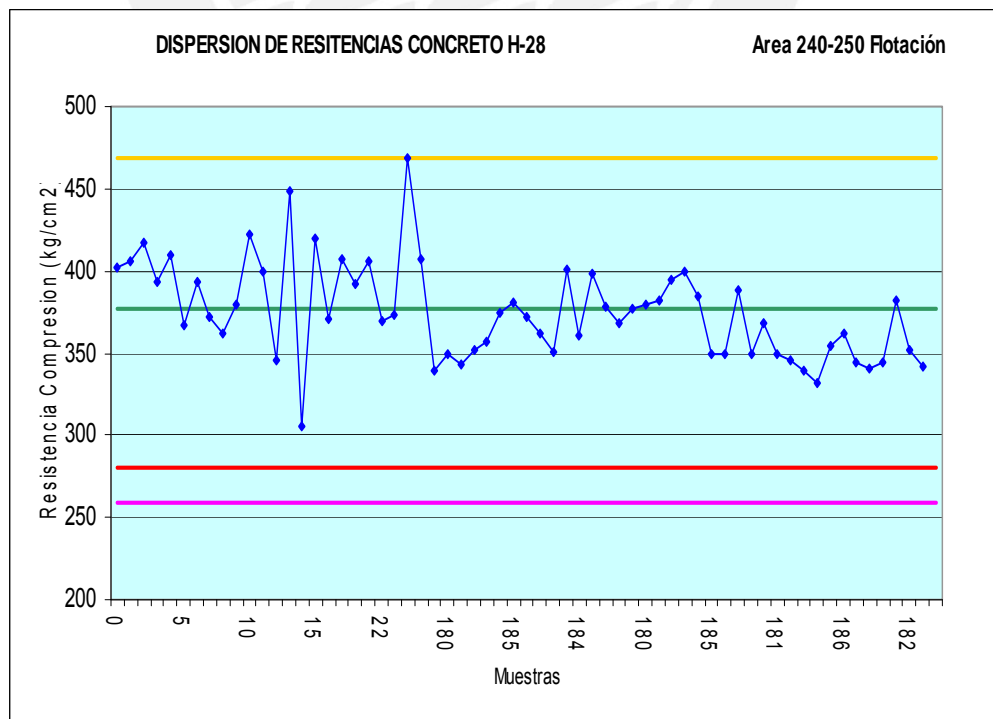
Describimos el diseño de mezclas H28 con 380 Kg. de cemento x m3 de concreto:

- Cemento 380 Kg.
- Agregado grueso 932 Kg.
- Agregado fino 812 Kg.
- Agua 65 Lts.

6.3.2.- Estadística del Concreto

Cantidad de Probetas.- La cantidad de probetas de concreto obtenidas durante la construcción de las Plantas de Flotación fue de 259 probetas, obteniéndose 85 muestras representativas.

La desviación estándar obtenida en el cuadro N° 3, se comparan con la Tabla 3.5 (Standard of concrete control) de la norma ACI 214; para una desviación estándar de 401.25 Psi, le corresponde una clasificación de resultados: Muy buena.



Cuadro N° CTSC – DJZB – 05 – QAQC; preparado por el Ing Juan Carlos Garcia de GyM

PROYECTO: SUMINISTRO Y COLORACIÓN DE CONCRETO
CONTROL ESTADÍSTICO DE CONCRETO
ÁREA 240-250 FLOTACION



f'c=28 Mpa

Ensayo a 28 DIAS

ITEM	ESTRUCTURA	ELEMENTO	FECHA	RESISTENCIA (Kg/cm2)		PROMEDIO (Kg/cm2)	PROM TRES (Kg/cm2)	RANGO (Kg/cm2)	Prom ² f'c - 35	Prom Tres > f'c
				1	2					
1	Flotación	Zapata F1	15-11-05	413	392	402.56		20.95	OK	
2		Zapata F1	15-11-05	406	407	406.28		0.55	OK	
3		Zapata F1	15-11-05	413	420	416.59	408.48	6.55	OK	OK
4		Columnas C1	16-11-05	396	391	393.43	405.43	4.25	OK	OK
5		Zapata flotacion Zinc	17-11-05	415	405	409.95	406.66	9.18	OK	OK
6		Zapata flotacion Zinc	17-11-05	372	362	366.99	390.12	10.39	OK	OK
7		Zapata flotacion zinc	17-11-05	389	398	393.62	390.19	9.63	OK	OK
8		Columnas C1,C2	17-11-05	359	386	372.47	377.69	27.12	OK	OK
9		Columnas C1 flotacion	18-11-05	367	358	362.52	376.20	8.37	OK	OK
10		Zapata F16	19-11-05	376	383	379.60	371.53	7.32	OK	OK
11		Columnas	22-11-05	419	426	422.61	388.24	7.04	OK	OK
12		Columnas	22-11-05	400	399	399.44	400.55	1.47	OK	OK
13		Muro en el eje K	23-11-05	349	342	345.94	389.33	6.95	OK	OK
14		Columnas	23-11-05	436	460	448.09	397.83	23.73	OK	OK
15		Columnas	25-11-05	312	299	305.54	366.52	13.27	OK	OK
16		Columnas	26-11-05	422	419	420.07	362.80	2.89	OK	OK
17		Columnas	26-11-05	355	387	371.01	395.54	32.27	OK	OK
18		Columnas	26-11-05	409	406	407.63	399.57	2.39	OK	OK
19		muro para placa	26-11-05	389	394	391.44	399.54	5.82	OK	OK
20		placa eje F	27-11-05	397	415	405.80	398.62	17.83	OK	OK
21		columnas 2do. Nivel	27-11-05	363	377	369.73	388.99	14.14	OK	OK
22		columnas A y B	28-11-05	367	379	372.69	382.74	12.13	OK	OK
23		Columnas	28-11-05	459	478	468.32	403.58	18.69	OK	OK
24		Columnas	29-11-05	407	408	407.38	416.13	0.58	OK	OK
188		Losa Radier	09-06-06	343	336	339.42	348.90	6.74	OK	OK
189		Zapata	09-06-06	343	356	349.34	350.76	12.53	OK	OK
190		Zpata F2 F3 F4	10-06-06	351	336	343.30	344.02	15.06	OK	OK
191		Zpata y pedestales	10-06-06	356	348	351.73	348.12	8.32	OK	OK
192		Losa Radier	11-06-06	344	370	357.02	350.68	25.07	OK	OK
193		Muro Sumidero	11-06-06	346	402	374.35	361.03	56.26	OK	OK
228		Losa Radier	02-07-06	368	393	380.69	366.55	24.54	OK	OK
229		Pedestales de Zapata	03-07-06	370	374	371.64	365.66	4.11	OK	OK
230		Zapata F110 F111	05-07-06	369	354	361.65	371.33	14.71	OK	OK
231		Fundacion F112	06-07-06	352	350	350.98	361.42	1.44	OK	OK
232		Zapata Flotacion Zing	08-07-06	403	399	400.80	371.14	3.57	OK	OK
233		Zapata y Pedestales	08-07-06	352	368	360.16	370.65	15.38	OK	OK
234		Losa Radier	09-07-06	386	412	398.72	386.56	25.97	OK	OK
235		Losa Radier	10-07-06	376	381	378.52	367.90	5.41	OK	OK
236		Losa Radier	14-07-06	370	366	367.97	371.63	3.16	OK	OK
237		Losa Radier	14-07-06	373	382	377.42	363.05	9.32	OK	OK
238		Zapata F1015	14-07-06	370	389	379.38	374.92	18.51	OK	OK
239		Zapata F105	18-07-06	380	384	382.19	379.66	4.21	OK	OK
240		zapata F105	19-07-06	401	389	395.09	385.55	11.88	OK	OK
241		Pedestales F101	20-07-06	401	398	399.59	392.29	2.56	OK	OK
242		Zapata F113	21-07-06	388	382	384.92	393.20	6.25	OK	OK
243		Losa Radier en Flotacion	26-07-06	343	355	348.81	377.78	12.12	OK	OK
244		Losa Radier en Flotacion	27-07-06	346	354	349.97	361.23	7.50	OK	OK
245		Pedestal y muro	29-07-06	389	388	388.62	372.22	1.74	OK	OK
246		Zapata Espesador Zing	29-07-06	342	356	348.77	366.60	14.24	OK	OK
247		Losa Radier	30-07-06	364	372	367.99	368.46	7.69	OK	OK
248		Zapata Circular	31-07-06	355	345	349.69	355.48	10.37	OK	OK
249		Losa Radier	01-08-06	350	341	345.65	354.44	9.09	OK	OK
250		Losa Radier Flotacion	02-08-06	339	339	339.33	344.89	0.08	OK	OK
251		Muro mas Pedestal	03-08-06	331	332	331.20	338.73	0.98	OK	OK
252		Losa Radier	03-08-06	343	366	354.46	341.67	22.78	OK	OK
253		Base F4 F5	03-08-06	365	358	361.72	370.85	6.54	OK	OK
254		Losa Radier al Sur	04-08-06	337	350	343.83	368.85	13.31	OK	OK
255		Losa Radier	06-08-06	334	346	340.14	365.94	11.56	OK	OK
256		Losa Radier	07-08-06	342	346	343.79	342.59	3.69	OK	OK
257		Zapata F4 de la 101	09-08-06	389	375	381.80	355.24	13.66	OK	OK
258		Losa Radier	10-08-06	352	351	351.55	359.05	0.87	OK	OK
259		losa radier	18-08-06	343	342	342.20	358.52	1.10	OK	OK

	Kg/cm2	Mpa	Psi
MÁXIMO	468.32	45.89	6656.49
MÍNIMO	258.64	25.35	3676.28

PROMEDIO	377.43	36.99	5364.61
DES. EST.	28.23	2.77	401.25

Calificación del Concreto, según ACI 214 tabla 3,5			
Desviación Estándar Concreto	401.25	<	500 PSI Muy Bien

Cuadro N° 3

Cuadro N° CTSC – DJZB – 06 – QAQC; preparado por el Ing Juan Carlos Garcia de GyM

CAPITULO 7. PLAN DE SEGURIDAD

7.1 Introducción.-

La Seguridad no es una circunstancia más dentro de las actividades laborales. No es algo que pueda condicionar la productividad o la calidad de los productos o servicios que suministra una organización. Por el contrario, la seguridad es un derecho y un deber constitucional de todos los trabajadores.

La Prevención, como principio básico de actuación ante los riesgos laborales, es una prioridad que debemos transmitir al mundo laboral y a la sociedad en general. La idea básica y objetivo general de la seguridad y salud laboral es la eliminación de todos los accidentes, produzcan o no daños personales, y las enfermedades profesionales por medio de la aplicación de sistemas de trabajo que prioricen el principio de la prevención.

La ejecución de una proyecto en Bolivia con personal obrero y línea de mando de nacionalidades como la Boliviana, Peruana, Chilena, Argentina, Colombiana y Venezolana, siendo nuestro cliente un equipo formado por Americanos, Canadienses, Bolivianos y Chilenos, generaron particularidades que resaltaremos en el presente informe.

El contenido del presente capítulo identifica objetivos, implementación del Sistema de PdR-GA y como parte final las conclusiones de la experiencia y aprendizaje obtenido,

7.2 Requisitos Generales.-

El Sistema de Gestión PdR-GA del Proyecto San Cristóbal se ha diseñado tomando como referencia lo siguiente:

- Especificaciones de normas internacionales OHSAS 18001 e ISO 14001: 1996.
- Especificaciones de normas del Cliente: Manual de HSE de Aker Kvaerner.
- Referencia normativa proporcionada por Gerencia de HSE de Aker Kvaerner Norma OSHA 1926.

La Gerencia de Obra en coordinación con la Jefatura de PdR-GA en coordinación con la Sede de GyM S.A. en acuerdo, decidieron tomar como referencia generales lo indicado anteriormente.

7.3 Requisitos Legales.-

Se analizó la Legislación Boliviana a fin de identificar los requisitos legales que aplicaban al proyecto y los textos en sí se mantuvieron en formato electrónico. Se muestra el análisis respectivo:

A continuación se muestra listado de normas y leyes Bolivianas que aplicaron al proyecto: Ley de seguridad 16998; Ley General del trabajo; Ley N°1333 ley de medio ambiente; Ley N° 2140 reducción de riesgos y atención de desastres; Ley N° 1732 ley de pensiones; Ley N° 1777 código de minería; Reglamento a la ley general del trabajo.

7.4 Objetivos y Metas

El Plan de Prevención de Riesgos tiene el objetivo de integrar la prevención de riesgos laborales a los procedimientos de construcción que se aplicarán durante la ejecución de la obra a fin de preservar la integridad física y salud de nuestros trabajadores, sin dejar de cumplir con los requerimientos de calidad, costo y plazo de nuestros clientes

Cualitativos:

- Alentar el liderazgo de la línea de mando, en la gestión de las Políticas de Prevención de Riesgos y Protección Ambiental.
- Lograr la participación efectiva y eficiente de los niveles técnicos de la obra, en la ejecución del presente plan, manteniendo en ellos, el más alto nivel de motivación y productividad.
- Plasmar la experiencia y aprendizaje obtenido en el desarrollo de un proyecto internacional a fin de identificar estrategias que lleven al éxito en proyectos similares.
- Desarrollar una fuente de consulta informativa y estratégica para los prevencionistas que tengan que implementar Sistemas de PdR GA en proyectos dentro del país y fuera del país.

Cuantitativos:

- Índice de Frecuencia = 0,6; como meta establecida.

7.5 Programa para el Cumplimiento de Objetivos y Metas

Se elaboró el Plan General de Prevención de Riesgos implementando durante la obra, asimismo los Programas de Implementación de Líneas de Acción (PILA) se desarrollaron en conformidad a los compromisos asumidos con el Dpto. de PdR GA de GyM S.A. Se siguió la siguiente implementación y operaciones del sistema:

7.5.1 Definición de la estructura organizacional y responsabilidades

- Estructura Organizacional del Proyecto
- Estructura Organizacional de PdR GA
- Asignación de Funciones y Responsabilidades de Supervisores PdR GA
- Asignación de Funciones y Responsabilidades de Monitores PdR GA

7.5.2 Capacitación, Sensibilización y Competencia

Ante la coyuntura del proyecto y la falta de personal calificado local (Boliviano) para el desarrollo y características de las actividades a ejecutar se planificaron Programa de Capacitación y Sensibilización orientados a formar y desarrollar una Cultura de Seguridad. Así mismo, se redactaron publicaciones o folletos de prevención de riesgos de autoevaluación, con los siguientes temas de ejemplo: ergonomía, equipos de Protección Personal, prevención de peligros eléctricos, La corriente eléctrica, primeros auxilios, prevención de incendios, Charlas de 5 minutos, etc.

Posteriormente se tomaron exámenes a Supervisores y Capataces:

Se elaboraron posters de PdR y GA de 40 x 60 cm alusivos a diferentes temas los cuales se pegaron en distintas zonas de la planta en ejecución.



Programa Motivacional: Se entregaron "Premios de Seguridad" al personal que destacaba en Pro de la Prevención de Riesgos en obra, siendo los presentes: Relojes, Gorras tipo Jóker y Polos.



Asimismo nuestro cliente Aker Kvaerner dispuso la entrega de US\$ 50.00 mensuales para todos aquel personal de campo que durante los meses de Octubre y Diciembre 2006, no tenía accidentes, incidentes o faltas a seguridad.

Diploma de Reconocimiento a Supervisores o Capataces por **2'500,000 HH** sin Accidentes Incapacitantes.

7.6 Revisión del Sistema

Internamente se programaron mensualmente Comités de PdR GA con el liderazgo de nuestro Gerente de Proyecto, asesorado por el Jefe de PdR GA y participación activa de la Línea de Mando y representante de los trabajadores

Asimismo nuestro cliente dispuso:

- Reunión de Prevencionista de Obra de todas las contratistas después de una inspección cruzada, desarrollada cada miércoles de cada semana. (Minuta de Reunión de HSE)
- Reunión de Contratos en donde se trataban en primera instancia temas de HSE bajo la dirección del Gerente de HSE de Aker Kvaerner, en presencia de nuestro Gerente de Proyecto y Jefe de HSE. (Minuta Reunión de Contratos).

Además de programaron Reuniones con Supervisores y Capataces, exponiendo casos operativos desde el punto de seguridad asimismo revisión de estándares.



Fotografías: se muestra reunión de HSE en conjunto con La Línea de Mando y nuestro Cliente, presencia de del HSE Manager de Aker Kvaerner.

7.7 Plan de Seguridad en Área de Molienda – ÁREA 230

Se presenta a continuación el procedimiento de seguridad de Vaciado de Concreto en el área del molino SAG y que fue el modelo típico a seguir como estándares de seguridad en las obras civiles; indicándose lo siguiente:

7.7.1.- Propósito.

Establecer la metodología para el control de los riegos vinculados a la actividad, según el alcance establecido en el punto 7.2.

7.7.2.- Alcance.

Este procedimiento rige para el Proyecto Suministro y Colocación de Hormigones Minera San Cristóbal – Uyuni.

7.7.3.- Documentos de referencia.

- Matriz de identificación de Peligros
- Matriz de riesgos operacionales

7.7.4.- Definiciones.

- ✓ Peligro: Todo aquello que tiene el potencial de generar daño
- ✓ Riesgo: Valoración del peligro dentro de una escala predeterminada, en función de la Probabilidad y la Consecuencia.

7.7.5.- Desarrollo.

7.7.5.1 Disposiciones de carácter general

a) El montaje o desmontaje de estructuras de ingeniería civil, encofrado, apuntalamiento y entibados sólo debe realizarse por trabajadores capacitados bajo la supervisión de un Ingeniero de Obra.

b) Deben tomarse precauciones adecuadas para proteger a los trabajadores de los riesgos que entrañe la inestabilidad temporal de una obra.

c) Los encofrados, apuntalamiento y entibados deben estar diseñados, contruidos y mantenidos de manera que puedan soportar con toda seguridad todas las tensiones a que puedan estar sometidos.

d) Los encofrados deben ser diseñados y montados de tal manera que las plataformas de trabajo, los medios de acceso, apuntalamiento, manejo y estabilización puedan fijarse fácilmente.

e) En climas extremadamente fríos, donde se requiera la instalación de cobertores o mantas para crear micro climas, se deberá tener especial cuidado en lo siguiente:

- Estabilidad de la estructura del cobertor.
- Precaución en el uso de elementos calefactores o generadores de calor.
- Medición constante de la cantidad y calidad de oxígeno en el interior del elemento cobertor.
- Medición de la generación de gases en el interior del cobertor, siempre y cuando se utilicen elementos de generación de calor a combustión.

7.7.5.2 Montaje y desmontaje de estructuras o armaduras metálicas o hechas de elementos prefabricados

a) Debe asegurarse la máxima protección posible a los trabajadores ocupados en el montaje y desmontaje de estructuras o armaduras metálicas y prefabricadas, utilizando medios apropiados tales como:

- escaleras de mano, pasarelas o plataformas fijas;
- plataformas, guindolas u otros medios suspendidos de aparatos elevadores;
- arneses de seguridad y cables o líneas de vida, redes o plataformas de protección colectiva;

b) Las armaduras y estructuras metálicas o prefabricadas deben diseñarse y fabricarse de tal forma que puedan transportarse y montarse sin peligro, y en cada uno de sus elementos debe marcarse claramente su peso y el peso que puede soportar con seguridad.

c) Al proceder al diseño de los distintos elementos de una estructura o armadura deben tenerse en cuenta, además de la necesidad de que cada elemento sea estable una vez instalado, las condiciones y métodos de sujeción y fijación aplicables en las operaciones de desencofrado, transporte, almacenamiento y apuntalamiento provisional durante el montaje y desmontaje así como la instalación de dispositivos de protección adecuados, como barandillas y plataformas de trabajo, y en caso necesario, los medios para montarlos fácilmente en las estructuras y armaduras metálicas o prefabricadas.

d) Los ganchos, anillas y demás dispositivos integrados o encastrados en las estructuras y armaduras metálicas o prefabricadas para poder izarlas y transportarlas deben situarse y tener formas y dimensiones que puedan soportar con un margen de seguridad suficiente, los esfuerzos a que serán sometidos y que no impongan a ningún elemento esfuerzos que puedan provocar roturas, ni limiten la resistencia de la construcción prevista en los cálculos, debiendo ser retirado fácilmente del aparato elevador.

e) Los puntos desde donde seicen unidades o secciones de escaleras o de entarimados u otros recubrimientos del piso, deben estar colocados en nichos o de tal forma que no sobresalgan por encima de la superficie y que eviten el desequilibrio o las distorsiones de la carga izada.

f) Las partes y elementos de hormigón prefabricados no deben ser desencofrados o montados antes de que hayan fraguado y endurecido suficientemente en la forma prevista en los planos, ni sin ser examinados detenidamente antes de utilizarlos para ver si hay algún presunto defecto que sea indicio de fragilidad.

g) Los lugares de almacenamiento deben construirse de manera que:

- ✓ No haya riesgo de que se caigan o vuelquen las partes o elementos de las estructuras y armaduras metálicas prefabricadas;
- ✓ Ofrezcan en general, garantías de estabilidad y permitan evitar todo daño, debido al sistema de almacenamiento y a las condiciones atmosféricas;

- ✓ Que los chasis de sostenimiento se apoyen en suelo firme y se construyan en tal forma que ninguna parte o elemento dispuesto sobre ellos pueda moverse accidentalmente.

h) Durante el almacenamiento y las operaciones de transporte, izado e instalación, las partes y elementos de las estructuras y armaduras metálicas o prefabricadas no deben ser sometidas a esfuerzos o tensiones que puedan poner en peligro su estabilidad.

i) Los aparatos elevadores deben ser apropiados para el trabajo que ha de efectuarse y no puedan desprenderse en forma accidental de la carga izada. Los aparatos elevadores serán examinados y aprobados por una persona competente, debiendo ser ensayados con una carga que sobrepase en un 20 por ciento como mínimo, el peso del elemento prefabricado más pesado.

j) Para las operaciones de izado deben utilizarse ganchos de seguridad, como por ejemplo, los de cierre automático y debe marcarse en ellos la carga máxima admisible.

k) Los accesorios de sujeción en forma de tenaza o de otros tipos utilizados para izar partes o elementos de estructuras y armaduras metálicas o prefabricadas deben ser de forma y dimensiones tales que aseguren una agarre firme sin dañar el elemento izado y llevar marcada la carga máxima admisible en las condiciones más desfavorables de izado.

l) Las partes y elementos de estructuras y armaduras metálicas o prefabricadas deben izarse con arreglo a métodos o con aparatos que les impidan girar accidentalmente o deben ser dirigidos con una retenida o soga guía.

m) Las partes y elementos de las estructuras y armaduras metálicas o prefabricadas deben equiparse antes de ser izados, con dispositivos de seguridad tales como barandillas y plataformas a fin de impedir la caída de personas.

n) Antes de soltar y depositar en su sitio las partes o elementos de la estructura o armadura metálica o prefabricada que se ha izado, deben asegurarse firmemente, apuntalándose los elementos murales de manera que no peligre su estabilidad ni siquiera por la acción del movimiento de cargas, sismo, viento o cualquier otra causa.

ñ) Los trabajadores deben ser convenientemente alertados acerca de las condiciones en que se procederá a las operaciones de almacenamiento, transporte, izado de las partes y elementos de las estructuras y armaduras

metálicas o prefabricadas, así como sobre los medios necesarios y los métodos utilizados para tales operaciones. Antes de empezar la instalación, deberá haber una reunión de planeamiento para discutir y determinar los requisitos de seguridad que deben observarse durante las operaciones.

o) Durante el transporte, los accesorios de izado fijado a las partes o elementos de estructuras o armaduras metálicas o prefabricadas, tales como eslingas, bridas, etc. deben estar firmemente sujetos a éstos.

p) Las partes y elementos de las estructuras o armaduras metálicas o prefabricadas deben transportarse de manera que el traqueteo, las vibraciones, las sacudidas, los golpes o el peso de las cargas no pongan en peligro su estabilidad o la del vehículo de transporte.

q) Cuando el método de montaje o construcción no permita asegurar de otro modo la protección de los trabajadores contra las caídas, los lugares de trabajo deben protegerse con barandillas.

r) En caso necesario, los elementos de las estructuras o armaduras metálicas deben estar provistos de dispositivos de fijación para colgar andamios volantes, cables, salvavidas, arneses de seguridad u otros medios de protección.

s) Deben evitarse los riesgos de caída a que están expuestos los trabajadores que se desplazan sobre vigas o viguetas instaladas a cierta altura o inclinadas, por todos los medios de protección adecuados o cuando esto no sea posible, se exigirá la utilización de arneses de seguridad bien sujetos a puntos de anclaje suficientemente sólidos.

t) En la medida de lo posible, los elementos de las armaduras que hayan de montarse a gran altura deben ensamblarse en el suelo.

u) Cuando se proceda al montaje de partes o elementos de estructuras o armaduras metálicas o prefabricadas, se debe vallar, acordonar o proteger una zona suficientemente amplia por debajo del lugar de trabajo.

v) En caso necesario, una vez colocados en su sitio, los elementos de las armaduras metálicas deben apuntalarse, arriostrarse o atirantarse con vientos y amarras hasta que se haya finalizado el montaje definitivo.

w) No debe debilitarse peligrosamente ningún elemento de sustentación de las estructuras, armaduras o armazones practicando cortes, horadándolos o de ninguna otra forma.

x) Los elementos de los armazones no deben ensamblarse utilizando el aparato elevador mientras haya trabajadores que corran el riesgo de ser lesionados en el curso de la operación.

y) Las estructuras de vigas entrecruzadas que seicen por separado deben montarse directamente en el sitio correspondiente y fijarse de manera que no puedan desalojarse.

7.7.7.3 Armazones de concreto vaciado en la propia obra

a) El vaciado y erección de armazones de hormigón armado en la propia obra, en construcciones de gran envergadura deberá efectuarse con arreglo a planos que incluyan:

- ✓ Las características del acero, del hormigón y demás materiales utilizados en la construcción y tengan en cuenta los métodos técnicos aplicados para la disposición y manejo adecuados del material;
- ✓ Con claridad la posición y la organización de los refuerzos del armazón;
- ✓ Cuando proceda, los cálculos relativos a la capacidad de carga de la estructura de que se trate.

b) Durante la erección de estructuras de hormigón armado en la propia obra, para construcciones de gran envergadura, deben consignarse a diario en un registro los avances realizados en la obra e indicarse todos los factores que puedan afectar el fraguado del hormigón.

c) Deben elaborarse procedimientos precisos para todas las etapas de las operaciones con hormigón y debe designarse a una persona competente encargada de coordinar las tareas y verificar el cumplimiento de los procedimientos y el control de la calidad del hormigón.

d) Durante el vaciado deben observarse constantemente los encofrados y su apuntalamiento a fin de descubrir cualquier falla o defecto.

e) No deben verterse ni dejarse caer o depositar cargas sobre el hormigón que se está fraguando antes de que éste haya adquirido suficiente resistencia.

7.7.5.4 Pisos provisionales

a) Hasta la instalación del piso definitivo, todas las hileras horizontales de vigas o viguetas sobre las que sea preciso trabajar, deben cubrirse con entablados o tablones bien unidos.

- b) La cubierta provisional sólo debe irse desmontando en la medida necesaria para la ejecución del trabajo.
- c) En lugar de un piso provisional, en grandes salas, naves y construcciones análogas sin muros, columnas, ni chimeneas verticales intermedias deben instalarse plataformas de trabajo con resguardos adecuados.
- d) En los edificios o construcciones con armadura de acero, los pisos definitivos deben instalarse o armarse en lo posible, a medida que avanza la edificación.

7.7.5.5 Encofrados

- a) Cada encofrado debe proyectarse con todo cuidado debiendo elaborarse procedimientos claros y concisos para todas y cada una de las fases del trabajo.
- b) Debe designarse a una persona competente encargada de coordinar el trabajo y cerciorarse de que se respeten los procedimientos pertinentes.
- c) No debe efectuarse ninguna modificación sin antes consultar al coordinador de los trabajos o al Ingeniero Residente.
- d) Antes de ser utilizados, todos los materiales y andamios deben examinarse atentamente, comparándolos con los planos y especificaciones de la obra
- e) Deben verificarse los cimientos para comprobar que las condiciones del subsuelo excavado sean conformes a las indicadas en el estudio de suelos realizados.
- f) Los elementos del encofrado deben inspeccionarse, montarse y desmontarse bajo la vigilancia de personas calificadas y con experiencia, y, en la medida de lo posible, por trabajadores familiarizados con este trabajo.
- g) Deben utilizarse para los encofrados madera y apuntalamiento o soportes adecuados, teniendo en cuenta la carga que habrán de soportar, el espaciado, el ritmo de vaciado y la temperatura del fraguado. Deben apuntalarse adecuadamente las losas y vigas de sustentación para que puedan soportar las cargas que les sean aplicadas.
- h) Todo apuntalamiento entre las paredes laterales de encofrados, fosos o trincheras debe asegurarse enclavándolos una vez montados a la longitud y tensión necesarias.
- i) El apuntalamiento debe proyectarse de modo que, al proceder al desmontaje, pueda dejarse en posición un número suficiente de elementos que proporcionen el soporte necesario para prevenir cualquier peligro.

- j) Debe protegerse de manera adecuada el apuntalamiento para prevenir todo daño provocado por los vehículos, las cargas en movimiento, etc.
- k) El apuntalamiento debe permanecer en su sitio hasta que el hormigón adquiera la resistencia suficiente para soportar sin peligro alguno no sólo su propio peso, sino también el de toda carga. No debe desmontarse el encofrado hasta que lo autorice el Ingeniero de Obra.
- l) El apuntalamiento debe arriostrarse adecuadamente para impedir que se deforme o desplace.
- m) A fin de prevenir todo riesgo de accidente a causa de la caída de planchas u otros elementos, al desmontar un encofrado, siempre que sea posible, se debe retirar en una sola pieza, de lo contrario deben apuntalarse los elementos que no sean retirados simultáneamente.
- n) Los aparatos elevadores mecánicos, hidráulicos o neumáticos para la colocación y mantenimiento de encofrados deben estar equipados con dispositivos de retén o fijación automáticos que eliminen todo riesgo de accidente en caso de fallo o interrupción de la energía.

7.8 Conclusiones Finales

- ✓ Se obtuvieron buenos resultados en Indicadores de PdR: Índice de frecuencia; Índice de gravedad, etc. Viendo que las metas establecidas para el proyecto fueron superadas ampliamente.
- ✓ Se desarrolló un buen equipo de trabajo con Liderazgo en Campo y Empatía con el personal y por tanto, se logro implementar el Sistema de PdR GA en todas las áreas operativas del proyecto.
- ✓ Solidez e Identificación de la Organización del Consorcio con las Políticas de PdR GA. Proyección externa e interna de una imagen de control sobre las actividades constructivas.
- ✓ Potenciación de la comunicación entre diferentes áreas: el desarrollo del sistema de gestión integrado PdR-GA intensifico la comunicación vertical y horizontal a través de los diferentes áreas del proyecto. Las reuniones de comité de PdR-GA, las reuniones con supervisores y capataces, con la participación de representantes de los trabajadores. Las charlas diarias de 5 minutos con la participación del personal Supervisor de HSE, las comunicaciones internas a

través de temas de charlas, y el contacto permanente con el trabajador y supervisión de obra, etc.

- ✓ Mejora de la imagen interna: percepción de los trabajadores del compromiso de la empresa hacia los aspectos de seguridad. El trabajador siente la preocupación de la empresa por dotar al trabajador de ambientes seguros de trabajo.
- ✓ Disponibilidad de recursos: las diferentes gerencias que pasaron por el proyecto dieron total apoyo, asegurando los recursos materiales, económicos y humanos para el desarrollo del SGI de PdR-GA.
- ✓ Deficiencia en preparación para actuación en casos de emergencia: restricción de parte del cliente para la ejecución de simulacros de emergencia.
- ✓ Dificultades logísticas: demora en compra de implementos, equipos de protección colectiva. Compras inadecuadas: arneses de mala calidad, se tuvo que comprar nuevamente para todo el personal; bloque retráctil (yo-yo) de mala calidad, se tuvo que comprar nuevamente todo un lote para toda la obra; anemómetro de mala calidad, se pago fuerte suma de dinero por un equipo que se malogro en dos semanas.
- ✓ En algunas oportunidades se tuvieron reclamos del personal local por el trato injusto de algunos de nuestros supervisores hacia ellos, el personal expatriado no estuvo preparado para afrontar relaciones interpersonales distintas a su sincretismo personal.
- ✓ El área de HSE se hizo a cargo de ciertas funciones que no corresponden a sus funciones operativas de PdR GA, ligadas mas con la seguridad de protección planta, problemas en campamentos, peleas, alcoholismo, robos, etc.
- ✓ Se dictaron muchos cursos de capacitación externa, sin embargo, al programarse fuera de horario de trabajo no permitía que todo el personal lo aproveche.

CAPITULO 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Programación:

- ✓ Fue fundamental este tema, para poder visualizar las necesidades de obra y el seguimiento del Cliente como también de la Supervisión; y el poder planificar con la determinación de los hitos del contrato, para tener un buen arranque de obra en forma oportuno y en los plazos previstos.
- ✓ Durante el análisis del cronograma general, se identificaron las actividades críticas, que eran aquellas que por su naturaleza, su interrelación con otras actividades y su ubicación en la secuencia de actividades dentro del cronograma, determinaron la duración real del Proyecto. Es decir, se obtuvo la Ruta Crítica del Proyecto conformado por aquellas actividades que no tienen holgura. La ruta crítica fue cambiando de acuerdo, a la ejecución real de las actividades que la conformaron.
- ✓ Se recomienda actualizar el cronograma general debido a los cambios que pueden haber en el Proyecto. Durante la ejecución de los trabajos se dieron los mismos debidos a: cambios solicitados por el Cliente, retrasos en la llegada de los suministros, adelantar algunas actividades por necesidades del Cliente y corregir sus demoras, entregas parciales para el inicio de los trabajos de montaje, etc. Pero es importante resaltar que estos cambios quedaron registrados en otros documentos (cuadernos de obra, cartas, actas de reunión) pues en su conjunto con el cronograma actualizado, fueron los sustentos para una de ampliación de plazo y sus consecuentes reconocimientos de mayores costos de obra (tanto en el directo como en los indirectos)
- ✓ Siempre es importante definir y preparar un cronograma de recursos como la mano de obra, equipos y materiales para poder determinar los recursos críticos del Proyecto. Entre los diferentes casos que se dieron en la obra, se mencionan: la mayor cantidad de maquinarias (del mismo tipo) para poder atender los diferentes frentes del proyecto (y por tanto, poder también programar los mantenimientos correspondientes conforme a las horas maquina trabajadas), mayor requerimiento de cuadrillas de trabajos (por tanto, traer mayor personal foráneo), definir stocks mínimos de materiales que tengan más alta rotación o consumo en el campo, estimar llegadas de recursos a la obra considerando inclusive importaciones, etc.

8.2 Productividad:

- ✓ Se recomienda que la periodicidad del control de avance de las cantidades realmente ejecutadas, permita alimentar el resto de información necesaria para el Proyecto como los reportes de Productividad: IP de mano de obra.
- ✓ Se debe tener presente que la toma de información en campo hasta su ingreso al sistema, debe tener un flujo correctamente establecido y comunicado a los involucrados como capataces, operadores, tareadores, supervisores de campo, y la misma jefatura de obra (asistido por una persona encargada del “Document Control” del Proyecto). Para ellos, deben definirse las fechas de cumplimiento para un control oportuno y tener los reportes en la fecha requeridas para las reuniones de coordinación o para el Cliente. Se debe designar siempre un responsable para su seguimiento, que normalmente está en la Oficina Técnica.
- ✓ Es importante antes de definir las partidas de control, en poder revisar el presupuesto y verificar que actividades son las más representativas a nivel de incidencia de sus costos sobre el presupuesto meta (presupuesto revisado final) del Proyecto. Estas actividades pueden ser importantes tanto por su incidencia en el precio unitario a partir de la mano de obra, equipos o materiales o por la cantidad total prevista a ejecutarse. Con ello, se podrá tener un preciso control de los costos en base a la productividad definiendo bien las partidas de control del Proyecto.
- ✓ Durante el seguimiento de los rendimientos de la obra, hay que ser correcciones del rendimiento teórico al cual llamamos rendimiento meta; pues este ratio es variable en el tiempo, conforme al avance de los trabajos y las nuevas condiciones presentadas en cada etapa de la misma actividad en un mismo frente o área de trabajo. Se utilizaba mucho criterio y la experiencia de la persona encargada del planeamiento, para ir definiendo este rendimiento meta a lo largo del tiempo.
- ✓ Aquellos bajos rendimientos de las actividades que no pueden irse recuperando a lo largo del tiempo, deben proyectarse que pueden recuperarse o compensarse a través de otras actividades; pues en resumen se precisa que todas las actividades relacionadas en la ejecución de la obra, finalmente tengan un costo positivo en ahorro de horas hombre con respecto al previsto y por tanto, generen un resultado positivo para el Proyecto.

8.3 Planeamiento:

- ✓ Fue importante contar con personal foráneo de procedencia: Peruano, Chileno, Argentino y Colombiano; el cual fue calificado y aprobado por la Supervisión a través de entrevistas y un dialogo profundo del alcance del Proyecto, sus complicaciones durante su desarrollo y ejecución y de las formas en solucionar las posibles dificultades presentadas.
- ✓ Tanto en la Obra Civil como en las Obras de Montaje fue importante llevar desde el Perú, mano de obra calificada tanto profesionales como técnicos cuya cantidad promedio llegaron alrededor de 600 trabajadores.
- ✓ La contratación de personal de Topografía desde el Perú, fue fundamental por la precisión de sus trabajos debido a que el personal Boliviano no contaba con experiencia ni conocimiento. La parte del Montaje estuvo a cargo del personal Chileno por altos grados de experiencia en montajes precisos de equipamientos como los molinos o los tanques del área de flotación. Se recomienda en la necesidad de actualizar siempre al personal de topografía, con conocimientos en trabajos especializados de montajes mecánicos que no hay muchos en el Perú.
- ✓ Se utilizó acero habilitado a partir de los planos de ingeniería. Es decir, se contrato el servicio de habilitar el acero y clasificarlo por parte del proveedor que era Aceros Arequipa y preparar la ingeniería correspondiente con los diseños de los planos de instalación del acero habilitado y clasificado. Con esto, se obtenían mejores rendimientos en su instalación final en Obra y reducir los costos por mermas y desperdicios pues el proveedor aseguraba una cantidad igual a cero en los mismos.
- ✓ En el tema de los encofrados metálicos EFCO y los andamios metálicos ULMA; no se llevo un control adecuado de estos activos. En necesario la estandarización del control de estos y si es posible coordinar con los proveedores para elaborar una planilla con un listado de todos los elementos que conllevaron el armado de estas estructuras. Con esto, se hubiera ahorrado muchas pérdidas en costos de elementos significativos y muchos consumibles.
- ✓ Se debe contar con un personal mejor preparado para las coordinaciones de la logística de equipos y herramientas, en calidad de internamiento temporal y de los materiales en su ingreso de forma definitiva al país. Así puedan tener un mejor manejo con el personal de aduanas, pues fueron muy complicadas en la necesidad de contar a tiempo con la liberación de los mismos.

8.4 Contractual:

- ✓ Se tuvo confianza en los trabajos del Contratista por parte de la Supervisión. El cumplimiento y la organización inicial de la Obra en la parte Civil, los trabajos compatibilizados y en paralelo con la Obra Metalmecánica, el pleno conocimiento del Proyecto, el apoyo recibido hacia la Supervisión de alertarle con anticipación por el cumplimiento de sus obligaciones y necesidades de Obra; permitió ganar la confianza con la Supervisión, que finalmente fue reconocido que este Proyecto sin el Contratista, no hubiera sido posible haber llegado a las metas finales y el cumplimiento de sus objetivos en plazos, seguridad y calidad.
- ✓ Se tuvo un buen manejo en el relacionamiento con el sindicato de obra Boliviano, pues era un tema sumamente delicado por la condición de extranjeros y el manejo del personal nacional (Boliviano) e inclusive con el desacuerdo de los socios Bolivianos. Pero fue superándose, gracias al trabajo y el trato personalizado con cada uno de los trabajadores nacionales o locales. La dirección de la Central Obrera Boliviana fueron muy duros en reconocer la necesidad de personal especializado extranjero.
- ✓ La máxima capacidad de expatriados tenía que ser del 15% sobre el total de la población de obreros contratados en el Proyecto; y que a consecuencia del desconocimiento de las leyes Bolivianas, respecto a esta disposición gubernamental y la coyuntura política del Presidente Evo Morales recién electo; se tuvo como consecuencia muchas dificultades de buen trato entre el personal nacional y el extranjero, produciéndose varias paralizaciones de obra y negociaciones continuas con los sindicatos de mineros, consejos locales, regionales y provinciales.
- ✓ Es vital el estudio del contrato al momento de elaborar la propuesta inicial (para obtener la contratación del proyecto) y durante el desarrollo del Proyecto para poder detectar riesgos y oportunidades que influyan en el resultado de la obra. Luego de hacer el análisis del contrato (cláusulas abusivas, penalidades, errores en las especificaciones, adicionales, ampliaciones de plazo, etc.), el conocimiento de este estudio preparado por el Administrador de Contratos, debe ser compartida y discutida con los Ingenieros del Proyecto para sus comentarios y lograr una tormenta de ideas para finalmente obtener las conclusiones finales y poder llegar al mejor resultado esperado.

CAPITULO 9. FOTOGRAFIAS DE LOS TRABAJOS EFECTUADOS

CHANCADOR PRIMARIO – AREA 210.-



Foto Nº FSC – DJZB – 23

CONSTRUCCION DEL NIVEL DE FUNDACIÓN



Foto Nº FSC – DJZB – 24

VISTA FRONTAL NORTE Y SUR



Foto Nº FSC – DJZB – 25

VISTA POSTERIOR SUR

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.

Foto N° FSC – DJZB – 26



Foto N° FSC – DJZB – 27



Foto N° FSC – DJZB – 28

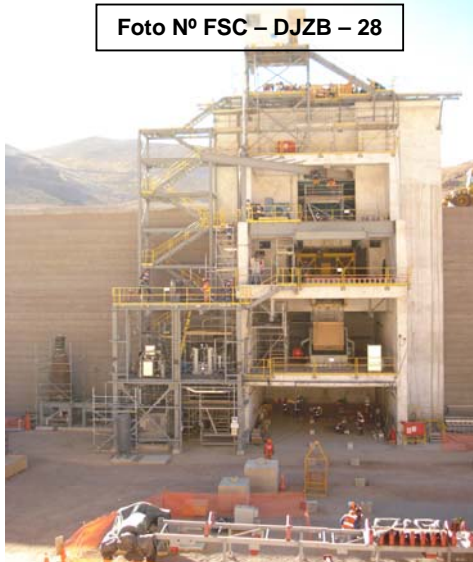


Foto N° FSC – DJZB – 29



Foto N° FSC – DJZB – 30



Foto N° FSC – DJZB – 31

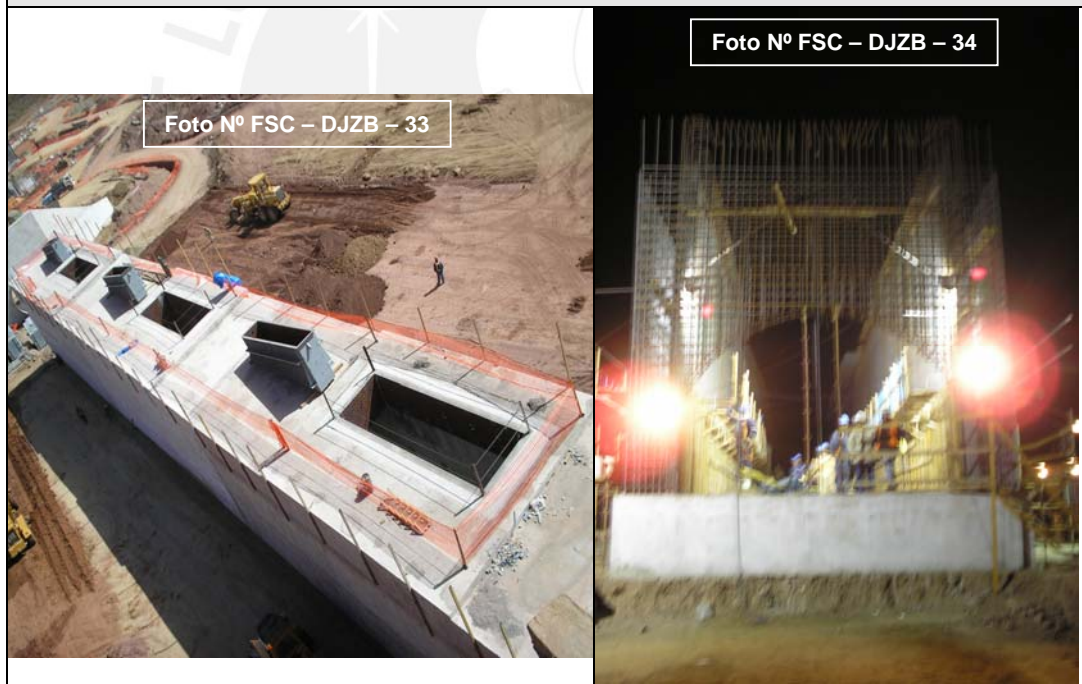


Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.

TUNEL DE RECUPERACION- AREA 220.-



TENDIDO DE TUBERIA MULTI PLAY



CHUTES DE DESCARGA

FUNDACIÓN

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.



Foto N° FSC – DJZB – 35

Sistema de Vibración
de los Chutes de
Descarga



Foto N° FSC – DJZB – 36

Stock Pile - Faja
Transportadora que viene
del Chancador Primario



Foto N° FSC – DJZB – 37

Conveyor – Faja
Transportadora

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.

AREA DE MOLIENDA – AREA 230.-

INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN: CIMENTACIÓN

Foto N° FSC – DJZB – 38



PROCESO CONSTRUCTIVO – UBICACIÓN DE GRÚA



Foto N° FSC – DJZB – 39



Foto N° FSC – DJZB – 40

BLOQUE DE ANCLAJE DE MOLINO BOLAS

BLOQUE DE ANCLAJE DE MOLINO SAG

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.



Foto N° FSC – DJZB – 41

MONTAJE DE MOLINO SAG



Foto N° FSC – DJZB – 42

MONTAJE DE MOLINO BOLAS

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.

PLANTA DE FLOTACION, ZINC Y BULK – AREA 240 – 250.-

INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN: CIMENTACIÓN



VISTA FRONTAL NORTE



VISTA POSTERIOR SUR

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.

CONSTRUCCION DEL TERCER NIVEL



VISTA PANORAMICA ZONA OESTE

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.

CELDA DE FLOTACION:



Foto N° FSC – DJZB – 48

ÁREA DE REACTIVOS:

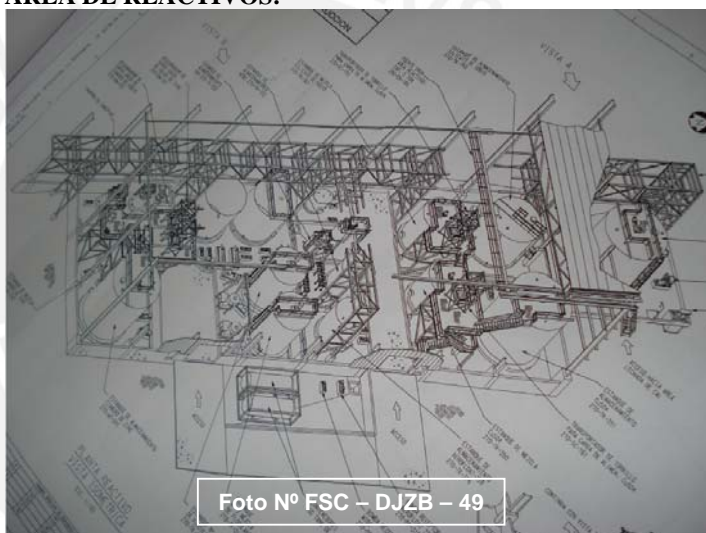


Foto N° FSC – DJZB – 49

CELDA DE LAVADO:



Foto N° FSC – DJZB – 50

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.

**MANEJO DE REACTIVOS – AREA 270; ESPESADORES DE CONCENTRADO –
AREA 310; FILTRO DE CONCENTRADOS – AREA 320.-**



Foto N° FSC – DJZB – 51



Foto N° FSC – DJZB – 52

INICIO DE LA CONSTRUCCIÓN: MANEJO DE REACTIVOS

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.



Foto N° FSC – DJZB – 53

ESPESADORES DE CONCENTRADO



Foto N° FSC – DJZB – 54

ESPESADORES DE ZINC



Foto N° FSC – DJZB – 55

AREA DE REACTIVOS

Fotografías tomadas por personal de GyM S.A.



Foto N° FSC – DJZB – 56

ESPEADOR DE RELAVES – AREA 410

Fotografía tomada por personal de GyM S.A.

Bibliografía:

- Documentación Técnica de la Supervisión del Proyecto, empresa Aker Kvaerner de Chile.
- Documentación Técnica del Contratista del Proyecto, empresa Graña y Montero (GyM S.A.)
- Documentación Técnica del Subcontratista, empresa EFCO del Perú (proveedor de encofrados metálicos)
- Documentación Técnica del Subcontratista, empresa ULMA del Perú (proveedor de andamios metálicos)
- Documentación Técnica del Subcontratista, empresa Aceros Arequipa del Perú (proveedor del acero de refuerzo)
- Documentación Técnica del Subcontratista, empresa Hilfiker MSE (proveedor del sistema de tierra armada)
- Archivos internos del Proyecto Minero por Constructora Uyuni
- Archivos personales del Proyecto Minero por Ing. Jasson Zevallos Barcelli.

...Gracias.

Dedicado a mi Madre,

Verónica Barcelli de Zevallos.



ÍNDICE GENERAL

Capítulo 1.

Introducción detallando el proceso de Mineralización para la obtención de Plomo, Zinc y Bulk

Capítulo 2.

Memoria Descriptiva del Proyecto por Área de trabajo como: Chancador Primario, Túnel de Recuperación, Área de Molienda, Área de Flotación, Área de Espesadores y Concentrados.

Capítulo 3.

Planeamiento (o Programación de Obra). Detalle del Cronograma General, Tren de Actividades, Look Ahead (o programa semanal detallado), Cronograma Valorizado o Curva "S". Curvas "S" por Áreas de Trabajo.

Capítulo 4.

Procedimientos Constructivos, por Áreas de Trabajo indicado su Descripción General y las Dificultades Constructivas de las mismas.

Capítulo 5.

Ratios, Índices y Costos del Proyecto. Detalle del control de costos por recursos en Mano de Obra, Equipos y Materiales. Control de Productividad de Mano de Obra y Análisis de Resultados de los Rendimientos por Áreas de trabajo en el Proyecto. Costos finales por Áreas del Proyecto y el Costo General.

Capítulo 6.

Control de Calidad y Detalles de Diseños y estadísticas de ensayos en el Área del Chancador Primario, Área de Molinos y las Plantas de Flotación de Plomo y Zinc.

Capítulo 7.

Plan de seguridad del Proyecto y sus alcances generales; su aplicación a un área del trabajo específico siendo el área de Molienda el presentado en el mismo y finalmente las conclusiones finales.

Capítulo 8.

Conclusiones y Recomendaciones en los temas de: Programación, Productividad, Planeamiento y Contractual.

Capítulo 9.

Fotografías de los Trabajos Ejecutados en el Proyecto en las diferentes Áreas de Trabajo.

Bibliografía

ÍNDICE DETALLADO

ITEM	Pág.
CAPÍTULO 1 - INTRODUCCION	
Introducción	6
Proceso de Mineralización del Plomo, Zinc y Bulk	
Área del Chancador Primario, Área de Molienda	7
Área de la Planta de Procesos o Flotación de Plomo y Reactivos	8
Área de la Planta de Flotación de Zinc y Reactivos	9
CAPÍTULO 2 - MEMORIA DESCRIPTIVA	
2.1 Chancador Primario – Área 210	
2.1.1 Descripción General / 2.1.2 Datos Técnicos	10
2.2 Túnel de Recuperación – Área 220	
2.2.1 Descripción General / 2.2.2 Datos Técnicos	13
2.3 Área de Molienda – Área 230	
2.3.1 Descripción General	19
2.3.2 Datos Técnicos	20
2.4 Planta de Flotación, Zinc y Bulk – Área 240 y 250	
2.4.1 Descripción General / 2.4.2 Datos Técnicos	21
2.5 Manejo de Reactivos – Área 270; Espesadores de Concentrados – Área 310; Filtro de Concentrados – Área 320	
2.5.1 Descripción General / 2.5.2 Concentración de reactivos – Área 270 / 2.5.3 Datos Técnicos	27
2.5.4 Espesadores de concentrado Bulk y Plomo – Área 210	28
2.6 Espesadores de Relaves – Área 410	
2.6.1 Descripción General / 2.6.2 Datos Técnicos	33

CAPÍTULO 3 - PLANEAMIENTO (PROGRAMACION DE OBRA)

Cronograma General	34
Tren de Actividades	35
Herramientas de Programación – Look Ahead de Producción	40
Cronograma Valorizado o Curva “S”	42
3.1 Curva “S” del Chancador Primario – Área 210	43
3.2 Curva “S” del Túnel de Recuperación – Área 220	44
3.3 Curva “S” del Área de Molienda – Área 230	45
3.4 Curva “S” de la Planta de Flotación de Plomo, Zinc y Bulk – Área 240 y 250	46
3.5 Curva “S” del Área de Manejo de Reactivos – Área 270; Espesadores de Concentrados – Área 310; Filtro de Concentrador – Área 320	47

CAPÍTULO 4 - PROCEDIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

4.1.1 Chancador Primario – Área 210	48
4.1.2 Muro de Tierra Armada	50
Calculo de estabilidad de la tierra armada Hilfiker MSE	51
4.1.3 Dificultades Constructivas – Área 210	52
4.2.1 Túnel de Recuperación - Área 220	54
Muro de Contención	55
4.2.2 Dificultades Constructivas – Área 220	57
4.3.1 Área de Molienda – Área 230	
Uso de Torre Grúa / Actividad del Encofrado	58
Actividad del Concreto	59
Planeamiento de Vaciado del Molino SAG	61
Insertos y/o Embebidos	62
Planeamiento de Vaciado del Molino Bolas	64
4.3.2 Dificultades Constructivas – Área 230	68
4.4.1 Planta de Flotación de Plomo, Zinc y Bulk – Área 240 y 250 / Descripción General de las diferentes estructuras	69
4.4.2 Encofrados	70
4.4.3 Dificultades Constructivas – Área 240 y 250	71

4.5.1 Manejo de Reactivos – Área 270, Espesadores de Concentrados – Área 310; Filtro de Concentrados – Área 320	72
4.5.2 Dificultades Constructivas – Área 270, 310 y 320	73
4.6.1 Espesadores de Relaves – Área 410	74
4.6.2 Dificultades Constructivas – Área 410	76

CAPÍTULO 5 - ANALISIS DE RATIOS, INDICES Y COSTOS DEL PROYECTO

Estructura de Control de Costos	77
5.1.1 Gestión de Control de Costos de Mano de Obra	79
5.1.2 Índice de Productividad de Mano de Obra	82
IP de Mano de Obra	83
Ratios Meta / Resultados Obtenidos en el Proyecto San Cristóbal / Chancador Primario – Área 210	84
Túnel de Recuperación y Faja Transportadora – Área 220	85
Molino SAG – Área 230	86
Molinos Bolas (Este y Oeste) – Área 230 / Planta de Flotación (Zinc y Plomo) – Área 240 y 250 y Áreas 410 y 640	88
Reporte de IP consolidado con todas las Áreas	89
5.1.3 Gestión de Control de Costos de Equipos	90
5.1.4 Gestión de Control de Costos de Materiales	92
5.2.1 Costos del Chancador Primario – Área 210	93
5.2.2 Costos del Túnel de Recuperación – Área 220	94
5.2.3 Costos del Área de Molienda – Área 230	95
5.2.4 Costos de la Planta de Flotación Zinc y Plomo – Área 240 y 250	96
5.2.5 Costos de las Áreas: Manejo de Reactivos – Área 270; Espesadores de concentrados – Área 310 y Filtro de Concentrados – Área 320	97
Presupuesto Contractual vs Costos de Ejecución Total	98

CAPÍTULO 6 - CONTROL DE CALIDAD

6.1 Chancador Primario – Área 210	
6.1.1 Diseño de Mezcla H28 / 6.1.2 Estadísticas del concreto	99

6.2 Área de Molienda – Área 230	
6.1.2 Diseño de Mezcla H28 / 6.1.2 Estadísticas del concreto	102
6.3 Planta de Flotación de Zinc y Plomo – Área 240 y 250	
6.3.1 Diseño de Mezcla H28 / 6.3.2 Estadísticas del concreto	104

CAPÍTULO 7 - PLAN DE SEGURIDAD

7.1 Introducción	106
7.2 Requisitos Generales	106
7.3 Requisitos Legales	107
7.4 Objetivos y Metas	107
7.5 Programa para el Cumplimiento de objetivos y metas	108
7.6 Revisión del Sistema	109
7.7 Plan de seguridad del Área de Molienda – Area 230	110
7.8 Conclusiones Finales	117

CAPÍTULO 8 - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Programación	119
8.2 Productividad	120
8.3 Planeamiento	121
8.4 Contractual	122

CAPÍTULO 9 - FOTOGRAFÍAS DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS

Chancador Primario – Área 210	123
Túnel de Recuperación – Área 220	125
Área de Molienda – Área 230	127
Planta de Flotación Plomo, Zinc y Bulk – Área 240 y 250	129
Manejo de Reactivos – Área 270; Espesadores de Concentrados – Área 310; Filtro de Concentrados – Área 320	132

Bibliografía	134
---------------------	------------